



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**MAKSİLLAYA KOMŞU YAPILARIN MATÜRASYON DURUMLARININ CERRAHİ
DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİYLE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Muhammet Furkan ÖZDEN

Ortodonti Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Berza YILMAZ

HAZİRAN 2024



BEZMİÂLEM
VAKIF ÜNİVERSİTESİ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**MAKSİLLAYA KOMŞU YAPILARIN MATÜRASYON DURUMLARININ CERRAHİ
DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİYLE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Muhammet Furkan ÖZDEN

Ortodonti Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Berza YILMAZ

HAZİRAN 2024

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren; bu süreçte bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen, farklı bakış açılarıyla ufkumun genişlemesini sağlayan değerli danışman hocam Doç. Dr. Berza YILMAZ' a,

Gerek bu tez çalışması sırasında gerek klinik çalışmalarında bana destek olan sayın hocam Prof. Dr. Gökmen KURT başta olmak üzere; ortodonti eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerinden yararlandığım değerli ortodonti anabilim dalı öğretim üyelerine,

Bana rahat bir çalışma ortamı sağlayan, sevgisini ve yanımda olduğunu her daim hissettiren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım eşim Aydan ÖZDEN' e

Diş Hekimi olmamda bana yol gösteren canım ablam Uzm. Dt. Zeynep Beyza YILDIRIM ve diğer tüm aile fertlerime,

Yardım istediğimde yardımlarını esirgemeyen, yükümü hafifleten, acı tatlı birçok şeyi paylaştığım arkadaşlarım Osman Eren EFE ve Enes TEMİZKAN' a,

Çalışma ortamımı güzelleştiren tüm asistan arkadaşlarıma,

İçtenlikle minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2024

Dt. Muhammet Furkan ÖZDEN

BEYAN

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

Muhammet Furkan Özden

İmza



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	iii
BEYAN.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
SEMBOLLER.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Maksillaya Komşu Yapıların Büyüme ve Gelişimi	4
2.1.1 Maksillaya Komşu Yapıların Prenatal Büyüme ve Gelişimi	4
2.1.2 Maksillaya Komşu Yapıların Postnatal Büyüme ve Gelişimi	6
2.2 Maksillofasiyal Suturların Gelişimi	10
2.2.1 Maksillofasiyal Suturların Kapanması	14
2.2.2 Maksillofasiyal Suturların Ortopedik Kuvvetlere Cevabı	14
2.2.3 Sfenooksiptal Sinkondrosis.....	15
2.3 Maksillofasiyal Yapı ile İlgili Maloklüzyonlar	15
2.3.1 Sagital Yöndeki Maloklüzyonlar	15
2.3.2 Transversal Yöndeki Maloklüzyonlar	17
2.3.2.1 Transversal Yöndeki Maloklüzyonların Teşhisi ve Tedavisi.....	17
2.3.3 Vertikal Yöndeki Maloklüzyonlar.....	19
2.4 Görüntüleme Teknikleri	19
2.4.1 İki Boyutlu Görüntüleme Teknikleri.....	19
2.4.1.1 Panoramik Radyografiler	19
2.4.1.2 Lateral sefalometrik radyografiler	20
2.4.1.3 Posteroanterior Sefalomertik Radyografiler.....	21
2.4.2 Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri.....	22
2.4.2.1 Bilgisayarlı Tomografi.....	22
2.4.2.2 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	23
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	25
3.1 Bireyler	25
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Araştırmada Kullanılan Kayıtlar	28
3.2.1.1 KIBT Görüntüleri	28
3.2.1.2 Alçı Modeller	38
3.2.2 Verilerin İstatistiksel Analizi	44
4. BULGULAR.....	46

4.1 Bireylerin Yaş Cinsiyet Dağılımı ve Verilerin Ortalamaları	46
4.2 Parametreler Arasında Korelasyon Analizi	56
4.2.1 Bireylerin Yaşı ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi	56
4.2.2 Retansiyon Süresi ile Dental Modeller Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Korelasyon Analizi.....	58
4.2.3 MPS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi.....	60
4.2.4 ZMS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi.....	62
4.2.5 SOS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi.....	64
5. TARTIŞMA.....	66
5.1 Amacın Tartışılması	66
5.2 Yöntemin Tartışılması	68
5.3 Bulguların Tartışılması.....	71
5.3.1 Maksillaya Komşu Yapıların Matürasyon Derecelerinin Tartışılması.....	71
5.3.2 Dental Arklarda Meydana Gelen Değişikliklerin Tartışılması	76
5.4 Korelasyon Analizlerinin Tartışılması	79
5.5 Klinik Yorumlar ve Öneriler.....	80
6. SONUÇLAR.....	82
KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	97

KISALTMALAR

KIBT	: Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi
CBCT	: Cone Beam Computed Tomography
HÜÇG	: Hızlı Üst Çene Genişletmesi
RME	: Rapid Maxillar Expansion
CDHÜÇG	: Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi
SARME	: Surgically Assisted Rapid Maxillar Expansion
ZMS	: Zigomatikomaksiller Suttur
MPS	: Midpalatal Suttur
SOS	: Sfenooksiptal Sinkondrosis
p	: İstatiksel Anlamlılık
r	: Korelasyon Katsayısı
ANS	: Anterior Nasal Spina
PNS	: Posterior Nasal Spina
IU	: İnter Uterin
mm	: Milimetre
t	: T-Testi Anlamlılık Değeri

SEMBOLLER

° : Derece Açısı



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Yetişkin bireylerde ark genişlikleri [70].....	18
Tablo 4.1: Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı.....	46
Tablo 4.2: Ortalama matürasyon derecesi skorları	47
Tablo 4.3: Matürasyon derecesi skorlarının dağılımı	48
Tablo 4.4: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.5: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkı (Δ).....	55
Tablo 4.6: Bireylerin yaşı ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi	57
Tablo 4.7: Bireylerin retansiyon süreleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi	59
Tablo 4.8: MPS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi	61
Tablo 4.9: ZMS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi	63
Tablo 4.10: SOS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi	65

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Beyin ve perikardın oluşumu [33]	4
Şekil 2.2: Faringeal arkların oluşumu [33]	5
Şekil 2.3: Maksiller süreç ve nazal süreçlerin oluşumu [33]	6
Şekil 2.4: Maksillanın V prensibine göre büyüme paterni [33]	7
Şekil 2.5: Maksilla yüzeyindeki değişimler [40]	8
Şekil 2.6: Kemik alanlarının yakınlaşması evresi [46]	11
Şekil 2.7: Kemik alanlarının karşılaşması evresi [46]	11
Şekil 2.8: Erken büyüme evresi [46]	12
Şekil 2.9: Geç büyüme evresi [46]	13
Şekil 2.10: Erişkin evresi [46]	13
Şekil 3.1: Genişletme uygulanması öncesi ağız içi görüntü	26
Şekil 3.2: Genişletme aygıtının simantasyonu	27
Şekil 3.3: Genişletme sonrası üst çene görüntüsü	27
Şekil 3.4: Genişletme aygıtının desimantasyonu sonrası uygulanmış sabit aygıtlar	27
Şekil 3.5: KIBT görüntüsünün midpalatal sutur matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu	29
Şekil 3.6: MPS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [109]	30
Şekil 3.7: MPS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [109]	30
Şekil 3.8: MPS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [109]	31
Şekil 3.9: MPS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [109]	31
Şekil 3.10: MPS matürasyonu beşinci aşama görüntüsü [109]	32
Şekil 3.11: KIBT görüntüsünün zigomatikomaksiller sutur matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu	33
Şekil 3.12: ZMS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [14]	33
Şekil 3.13: ZMS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [14]	34
Şekil 3.14: ZMS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [14]	34
Şekil 3.15: ZMS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [14]	35
Şekil 3.16: ZMS matürasyonu beşinci aşama görüntüsü [14]	35
Şekil 3.17: KIBT görüntüsünün sfenookseptal sinkondrosis matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu	36
Şekil 3.18: SOS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [110]	36
Şekil 3.19: SOS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [110]	37
Şekil 3.20: SOS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [110]	37
Şekil 3.21: SOS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [110]	38
Şekil 3.22: İntermolar (a,b,c,d) interpremolar (e,f,g,h,i,j,k) ve interkanin (l,m,n) mesafelerin ölçümü	40
Şekil 3.23: Molar diş için dilimlenmiş dental modelin arka yüzeyden iki boyutlu görüntüsü	41
Şekil 3.24: Maksiller patalal derinlik – gingiva, maksiller patalal derinlik- meziopatalal tüberkül ve birinci molar kron yüksekliğinin ölçümü	42
Şekil 3.25: Premolar dişlerde kron yüksekliğinin ölçümü	42
Şekil 3.26: Palatal kubbenin derinlik açısının ölçümü	43
Şekil 3.27: İntermolar açı ölçümü	43
Şekil 3.28: İnterpremolar açı ölçümü	44
Şekil 4.1: Bireylerin cinsiyet dağılımı	46
Şekil 4.2: Bireylerin yaş gruplarına göre dağılımı	47

Şekil 4.3: Ortalama matürasyon derecesi skorları.....	48
Şekil 4.4: Erkek bireylerde matürasyon derecesi skoru ortalamaları.....	49
Şekil 4.5: Kadın bireylerde matürasyon derecesi skoru ortalamaları.....	49
Şekil 4.6: Yaş gruplarına göre ortalama MPS matürasyon derecesi skorları	50
Şekil 4.7: Yaş gruplarına göre ortalama ZMS matürasyon derecesi skorları	51
Şekil 4.8: Yaş gruplarına göre ortalama SOS matürasyon derecesi skorları	51
Şekil 4.9: Yaş gruplarına göre ortalama retansiyon süreleri.....	52
Şekil 4.10: Cinsiyet gruplarına göre ortalama retansiyon süreleri	53



MAKSİLLAYA KOMŞU YAPILARIN MATÜRASYON DURUMLARININ CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİYLE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu retrospektif çalışmanın amacı; cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi (CDHÜÇG) uygulanmış bireylerde maksiller dentoalveoler yapıdaki değişimleri incelemek, bu hastalarda midpalatal sutur (MPS) ile zigomatikomaksiller sutur (ZMS) matürasyonu ve sfenookspital sinkondrosis (SOS) kapanma derecelerini değerlendirmektir. Bununla birlikte ve ZMS, SOS ve MPS yapılarının matürasyon derecesi ile maksiller dentoalveoler yapıdaki değişimler arasında korelasyon varlığının araştırılmasıdır.

Çalışmada Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı kliniğinin arşiv bilgilerinden yola çıkarak 15 yaş ve üzeri 20 bireyin verileri değerlendirilmiştir (5 erkek, 15 kadın ortalama yaş $21 \pm 5,8$). Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Bölümünde çekilmiş KIBT görüntüleri ve Ortodonti Bölümünde CDHÜÇG protokolü öncesi ve sonrası elde edilmiş alçı modeller kullanılmıştır. Tüm bireylerin KIBT görüntülerinde MPS, ZMS ve SOS yapılarının matürasyon dereceleri sınıflandırılmıştır ve elde edilen açılı modeller üzerinde protokol öncesi ve sonrası maksiller dentoalveoler yapılarda meydana gelen değişimler ölçülmüştür. Araştırmamızda elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences for Windows, IBM, New York, ABD) programı kullanılarak analiz edilmiştir.

MPS matürasyon skoru ile intermolar açıdaki değişim arasında negatif ilişki bulunmuştur ($r=-0,698$, $p=0,000$). MPS matürasyonu ve bireylerin yaşları arasında pozitif ilişki bulunmuştur ($r=0,46$, $p=0,04$). MPS matürasyonu ile birinci premolar dişlerin kron boylarındaki değişim arasında negatif ilişki bulunmuştur ($r=-0,487$, $p=0,02$). Genişletme aygıtının retansiyon süresi ile birinci molar dişlerin kron boylarındaki değişim arasında pozitif ilişki bulunmuştur ($r=0,535$, $p=0,01$). ZMS matürasyonu ile ikinci premolar dişlerin kron boylarındaki değişim arasında negatif ilişki bulunmuştur ($r=-0,488$, $p=0,02$). SOS matürasyonu ile diğer parametreler arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır.

Sonuç olarak SOS matürasyonunun CDHÜÇG protokolü sonrası maksiller dentoalveoler yapıda meydana gelen değişiklikler üzerinde etkisi gözlenmemiş, MPS matürasyonu ve ZMS matürasyonunun, CDHÜÇG protokolü sonrası maksiller dentoalveoler yapıda meydana gelen değişiklikler ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi, midpalatal sutur, sfenookspital sinkondrosis, zigomatikomaksiller sutur.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE MATURATION STAGE OF STRUCTURES ADJACENT TO THE MAXILLA ON THE CHANGES RELATED TO SURGICAL-ASSISTED RAPID MAXILLARY EXPANSION

SUMMARY

The purpose of this retrospective study was to evaluate the changes in the maxillary dentoalveolar structures in individuals who underwent surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME), to record the maturation stages of the zygomaticomaxillary suture (ZMS), and the midpalatal suture (MPS), as well as the sphenoccipital synchondrosis (SOS) closure degree. Additionally, we also aimed to investigate the existence of a possible correlation between the degree of maturation stages of the ZMS, SOS and MPS and the changes that occurred in the maxillary dentoalveolar structures in response to SARME.

Based on the archive data of Bezmiâlem Vakif University Faculty of Dentistry, Orthodontics Department, the data of 20 individuals, aged of 15 years and above, were included in the present study (5 male, 15 female, average age $21 \pm 5,8$). CBCT images taken in the Oral and Maxillofacial Radiology Department and plaster models obtained before and after the SARME protocol in the Orthodontics Department were evaluated. The maturation degrees of the MPS, ZMS and SOS in the CBCT images of all individuals were classified and the changes in the maxillary dentoalveolar structures before and after the protocol were measured on the plaster models. The data were analyzed using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences for Windows, IBM, New York, USA) software.

A negative relationship was found between the MPS maturation score and the change in intermolar angle ($r=-0.698$, $p=0.000$). A positive relationship was found between MPS maturation and individuals' ages ($r = 0.46$, $p = 0.04$). A negative relationship was found between MPS maturation and the change in crown lengths of first premolar teeth ($r=-0.487$, $p=0.02$). A positive relationship was found between the retention time of the expansion device and the change in crown lengths of the first molars ($r = 0.535$, $p = 0.01$). A negative relationship was found between ZMS maturation and the change in crown lengths of second premolar teeth ($r=-0.488$, $p=0.02$). No relationship was found between SOS maturation and other parameters.

As a result, no effect of SOS maturation on the changes occurring in the maxillary dentoalveolar structure after the SARME protocol was observed, and MPS maturation and ZMS maturation were found to be associated with the changes in the maxillary dentoalveolar structure after the SARME protocol.

Key Words: Midpalatal suture, sphenoccipital synchondrosis, surgically assisted rapid maxillary expansion, zygomaticomaxillary suture.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hızlı üst çene genişletmesi ilk olarak 163 yıl önce Angell tarafından tanımlanmıştır[1]. 1965 yılında Haas, klinik ortodonti pratiğinde Hızlı Üst Çene Genişletmesini (HÜÇG) yeniden kullanmaya başlamıştır ve popülerlik kazanmıştır [2]. Günümüzde HÜÇG, genç ortodonti hastalarında çeşitli maloklüzyonlarda maksiller transvers yetersizliğin tedavisinde rutin bir prosedür haline gelmiştir. HÜÇG en sık transvers yönde maksiller iskeletsel veya dental yetersizliğin tedavisinde kullanılmaktadır. Bu durumun yanı sıra nazal hava yolu direncinin azaltılmasında ve orta düzeyde dental çapraşıklıkta yer kazanımı sağlamasında da tercih edilmektedir [3].

Hızlı üst çene genişletmesi büyümesi devam eden hastalarda rutin olarak kullanılmaktadır ancak literatürde yetişkin dönemde hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış hastalar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar da mevcuttur. HÜÇG'nin iskeletsel olarak gelişimini tamamlamış hastalardaki etkilerini değerlendiren çalışmalar, bu prosedürün daha çok dental genişlemeye neden olduğunu, iskeletsel genişlemenin az ya da sınırlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle ilgili çalışmalar HÜÇG'nin cerrahi ile kombine edilmesini önermiştir [4, 5]. İskeletsel olarak gelişimini tamamlamış hastalarda hızlı üst çene genişletmesini sınırlayan faktörlerle ilgili çeşitli nedenler ileri sürülmüştür ve bu faktörler maksillanın komşu yapılarla olan ilişkisindeki yaşla birlikte meydana gelen değişikliklerle ilişkilendirilmiştir [6].

Haas, Hızlı Üst Çene Genişletmesine karşı meydana gelen dirence “zigomatik buttres'in” neden olduğunu ileri sürmüştür [7]. Cureton, genişletme esnasında meydana gelen dirence midpalatal sutur, zigomatikomaksiller sutur, zigomatikotemporal sutur ve zigomatikofrontal suturun da neden olabileceğini ileri sürmüştür [8]. Melsen, postnatal dönemde maksillanın komşu kemiklerle yaptığı suturların matürasyon derecesinin maksillanın büyüme şeklini etkilediğini öne sürmüştür. Transvers patalal sutur, zigomatikomaksiller sutur ve frontomaksiller sutur maksillayı kafa kaidesine bağlayan suturlardır. Maksilla posterior bölgede transvers patalal sutur ile patalal kemiğe bağlıyken, patalal kemik ise pterigopalatin sutur aracılığıyla sfenoid kemiğe bağlanmaktadır. Melsen, transvers patalal sutur ve pterigopalatin suturun erişkin dönemde tamamen ossifiye olduğunu öne sürmektedir

[9]. Korbmacher ve ark., çeşitli yaş guruplarından bireyler üzerinde yaptıkları tomografi incelemesinde yaş aralığı ile midpalatal suturun kapanma derecesi arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır [10]. Hickam, maksiller protraksiyon üzerine yaptığı çalışmada, zigomatikomaksiller sutur matürasyonunu da incelemiş, protraksiyonun ergenlik öncesi dönemde yapılması gerektiğini öne sürmüştür [11]. Literatürdeki diğer çalışmalar ise zigomatikomaksiller sutur matürasyonunun yaş aralığı ile ilgisi olmadığını öne sürmektedir [12, 13]. Literatürde midpalatal sutur ve zigomatikomaksiller suturların matürasyon derecesinin yaş aralığı ile ilişkisi henüz açıklanamamıştır [14]. Geçmişte hızlı üst çene genişletmesine direnç gösteren temel yapının midpalatal sutur olduğunu belirten çalışmalar vardır [15, 16]. Ancak Yu ve ark., yaptıkları solu elemanlar analizinde zigomatikomaksiller suturun ekspansiyona karşı en dirençli yapı olduğunu bulmuşlardır [17]. Sfenooksiptal sinkondrosis matürasyon derecesinin iskeletsel yaşın belirlenmesinde önemli bir rolü olabileceği daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir [18].

Hızlı üst çene genişletmesi iskeletsel olarak gelişimini tamamlamış hastalarda kullanıldığında, arka dişlerde bukkale devrilme, ekstrüzyon, periodontal membran hasarı, bukkal kök rezorpsiyonu, alveolar kemiğin bükülmesi, alveolar kemiğin bukkal korteksin de fenestrasyon oluşması, palatal mukoza nekrozu, ağrı ve relaps gibi istenmeyen etkiler meydana gelebilir [19-22]. Bu tür yan etkileri minimize etmek ve iskeletsel etkileri arttırmak amacıyla hızlı üst çene genişletmesi prosedürü öncesinde kemik kesilerinin gerçekleştirilmesinin faydalı olabileceği fikriyle cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü geliştirilmiştir [23].

Günümüzde maksiller transvers uyumsuzluk gösteren yetişkinler, cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme (CDÜÇG) ile başarılı şekilde tedavi edilmektedir [24, 25]. Brown, maksiller genişletme için midpalatal suturun ayrılması gerektiğini belirtmiştir [26]. Betts ve arkadaşları, Brown' dan farklı olarak, sfenoid kemiğin pterygoid plaklarının serbestlenmesinin yeterli olacağını ileri sürmüştür [27].

Dişsel ve dentoalveoler yapılarda gözlemlenen devrilmenin daha az olması ve iskeletsel etkilerin daha fazla olması bağlamında kesi hatlarının sınırlarının tedavi sonuçlarına etkisi birçok çalışmaya konu olmuştur. Erdem ve ark. pterygoid plakların serbestlenmesiyle tedavi edilen vakaları pterygoid plakların serbestlenmediği vakalarla karşılaştırmış, pterygoid plakların serbestlendiği vakalarda molar dişlerin daha az devrildiğini bildirmişlerdir [28]. Ancak Sygouros ve ark. da benzer bir çalışmada klinik olarak anlamlı bir fark gözlemlememiştir. Northway ve ark.

konvansiyonel Le Fort I kesisi uygulanmış hastalar ve midpalatal sutur ayrılması ile kombine edilmiş Le Fort I kesisi uygulanmış hastaları karşılaştırmış, klinik sonuçlarda anlamlı bir fark bulamamıştır [29].

Kesi hatlarının yanı sıra, genişletme uygulanacak bireylerin yaşları da değerlendirilen parametreler arasında olmuştur. Epker ve ark., 16 yaşın üzerindeki hastalarda maksiller genişleme için cerrahi desteğini önermiştir [30]. Buna karşın Timms ve Vero, 25 yaşına kadar RME uygulamasının yapılabileceğini belirtmiştir [15]. Alpern ve Yurosko cinsiyetin de bir seçim kriteri olarak düşünülmesi gerektiğini öne sürmüş, 25 yaş üstü erkekler ve 20 yaş üstü kadınlarda genişleme için cerrahi desteği gerektiğini bildirmişlerdir [16].

Jianu ve ark. yetişkin bireylerde hızlı üst çene genişletmesinin etkilerini araştırmak amacıyla bir grup hastaya Hyrax aygıtı ile genişletme uygulamış, bu gruptaki bireylerden bazılarında gerçek iskeletsel genişleme görüldüğünü bildirilmiştir. Sınırlı hasta grubundaki iskeletsel genişlemenin bireysel anatomik farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir [31]. Literatürde bir çok çalışmada yaş parametresi kullanılmaktadır ama sutur matürasyonu yaştan bağımsız olarak farklılık gösterebildiği bilinmektedir [15].

Gerçekleştirdiğimiz literatür taramasında cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolünün sonuçlarını maksilla çevresi yapıların matürasyon derecesiyle birlikte değerlendiren ve bu iki durumun potansiyel ilişkisini inceleyen bir çalışma yoktur. Olası bir ilişki tespiti söz konusu olması durumunda, invazif sayılabilecek cerrahi destekli üst çene genişletmesi işlemi öncesinde maksilla komşuluğundaki suturların matürasyonun değerlendirilmesi, dentoalveolar değişikliklerin öngörülebilmesinde etkili olabilecek ve protokolün kimi hastalar için cerrahisiz olarak yürütülebilmesi konusunda aydınlatıcı olacaktır.

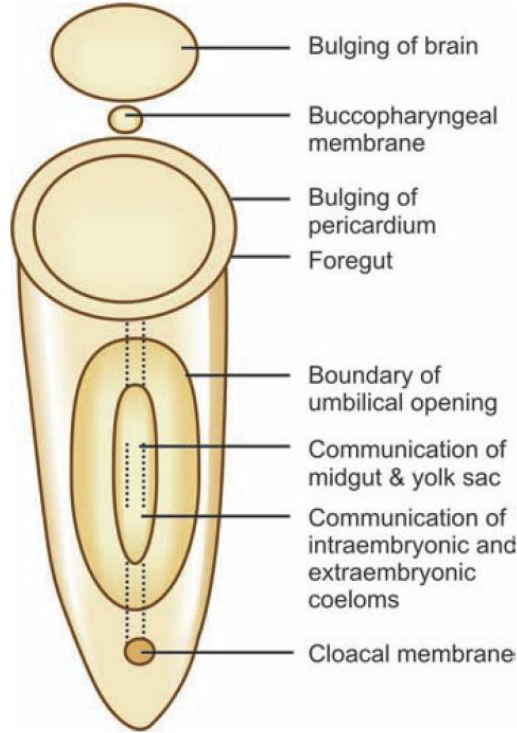
Çalışmamızdaki sıfır hipotezimiz maksilla çevresinde bulunan yapıların KIBT yardımıyla belirlenecek matürasyon derecesinin cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü sonrasında meydana gelen dentoalveolar değişikliklerle ilişkili olmayacağı yönündedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Maksillaya Komşu Yapıların Büyüme ve Gelişimi

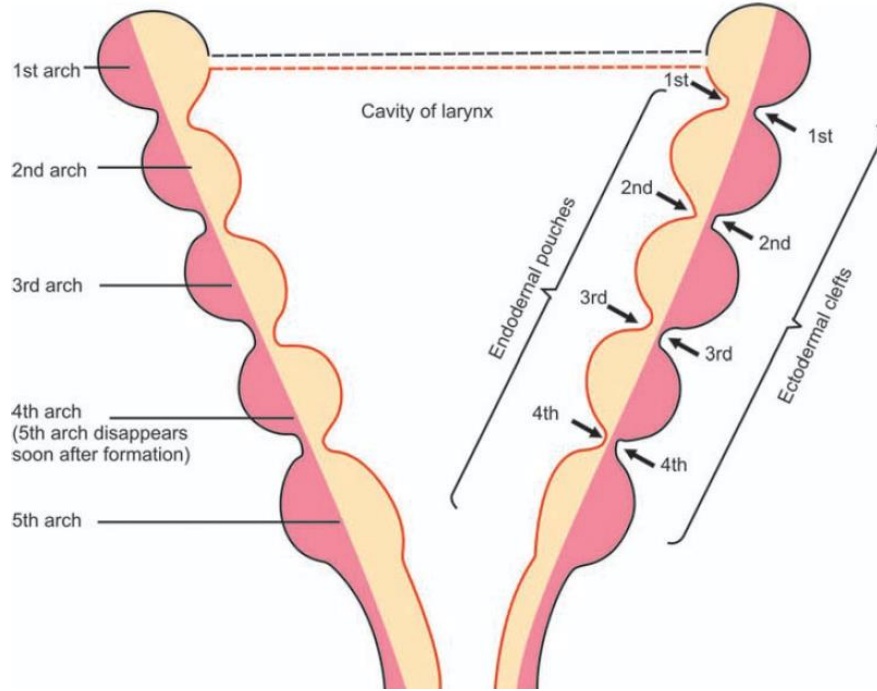
2.1.1 Maksillaya Komşu Yapıların Prenatal Büyüme ve Gelişimi

Kafatası, yüz ve ağız yapılarının büyümesi, intraüterin (IU) hayatın 21. günü (embriyo dönemi) civarında başlar. Bu aşamada embriyonik disk yaklaşık 3mm büyüklüğündedir ve kafa şekillenmeye başlamıştır. Embriyonik diskin boyutu artarken, diskin baş ve kuyruk uçları birbirine nispeten yakın kalır. Bu durum embriyonik diskin amniyotik boşluğa doğru şişmesine neden olur. Disk daha da genişledikçe, embriyonik disk baş ve kuyruk uçlarında kendi üzerine katlanır. Bunlara baş ve kuyruk kıvrımları denir. Baş kıvrımının oluşumundan sonra gelişen beyin ve perikard, embriyonun ventral kısmında iki belirgin şişkinlik oluşturur. Bunların arasında stomodaeum adı verilen ve tabanını bukkofaringeal zarın oluşturduğu bir çöküntü vardır. Bu zar, stomodeumu ön bağırsaktan ayırır. Stomadeum yakınında gelişmekte olan beyni kaplayan mezoderm çoğalır ve stomodeumun üst kısmıyla örtüşen aşağı doğru bir çıkıntı oluşturur. Oluşan çıkıntı 'frontonasal proçes' adını alır [32].



Şekil 2.1: Beyin ve perikardın oluşumu [33]

Boyun, stomodeum ile perikard arasındaki bölgenin uzamasıyla oluşmaktadır. Gelişmekte olan kalbin aşağı inmesiyle ve esasen ön bağırsağın büyük bölümünde kranial duvarda bir dizi mezodermal kalınlaşmanın ortaya çıkmasıyla beş adet faringeal ark oluşmaktadır (Şekil 3.5). Beşinci frangingeal ark oluşumundan sonra hemen kaybolurken, arkların her biri ektoderm ve endoderm ile ilgili faringeal arkın çizgili kasını inerve eden damar ve sinir paketiyle beslenir.

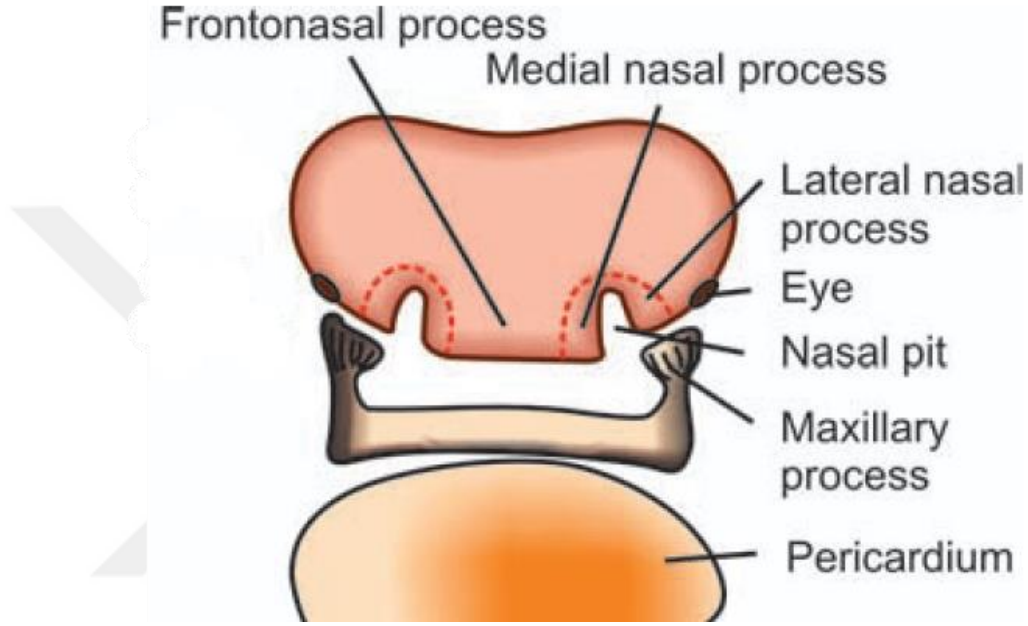


Şekil 2.2: Faringeal arkların oluşumu [33]

Maksiller proçes birinci faringeal arkın dorsal kısmından oluşan çıkıntıdan meydana gelmektedir (Şekil 3.88). Frontonazal çıkıntıyı örten ektoderm kısa süre sonra stomodeumun biraz yukarısında yer alan iki taraflı lokalize kalınlaşmalar göstererek nazal plakodları oluşturur. Nazal plakodlar yüzeyin altına invaze olarak nazal pitleri oluşturmaktadır (Şekil 3.9). Her bir nazal pitin kenarları yüzey üzerinde çıkıntılar oluşturarak medial nazal proçes, lateral nazal proçesleri meydana getirir [34].

IU 7. haftada lateral maksiller proçesler ve primer damak, sekonder damağı oluşturur. Sekonder damakta IU 8. haftada kemikleşme başlamaktadır. Kemikleşme, lateral palatal rafelerin mezenkiminden ve primer damakta "premaksiller merkezler" olarak görünen trabeküllerden kaynaklanmaktadır. Posterior kısımda sert damak, patalal kemiklerin birincil kemikleşme merkezlerinden oluşur. IU 8. haftada infraorbital sinirin sonlandığı kanin dişin dental laminasının hemen üzerinde maksilanın birincil

intramembranöz ossifikasyon merkezi oluşur. Sekonder kırıkdağlar, zigomatik ve alveolar çıkıntılarının hızla ossifiye olan ve birincil intramembranöz merkezle kaynaşan bölgelerinde belirir. Her iki tarafta iki intramembranöz 'premaksiller merkez' daha belirir ve birincil maksiller merkezle hızla kaynaşır. Sekizinci haftanın sonunda zigomatik kemiklerin her biri ve temporal kemiklerin skuamöz kısımlarında kemikleşme merkezleri belirir [35].



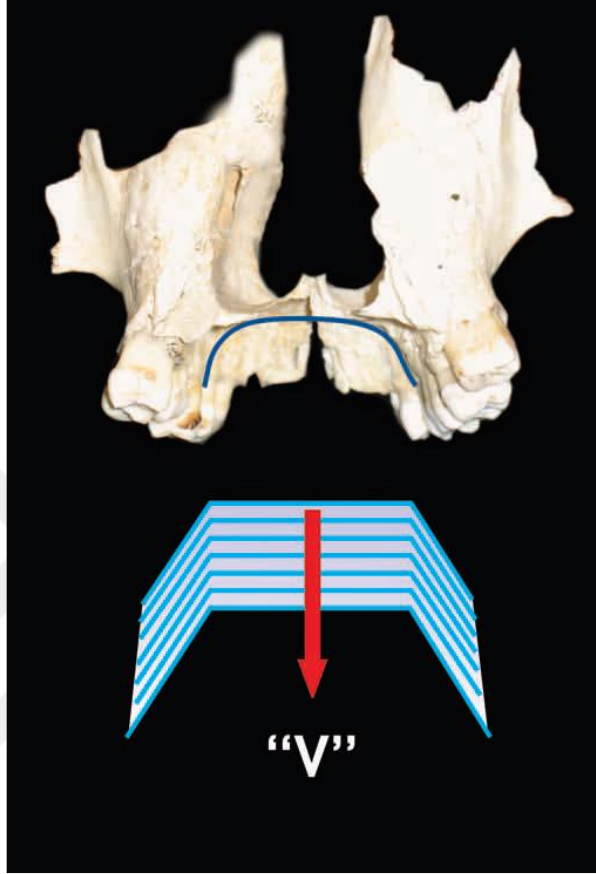
Şekil 2.3: Maksiller proçes ve nazal proçeslerin oluşumu [33]

Midpalatal sutur yapısı ilk olarak IU hayatın 10. haftasında, orta hat boyunca lif demetleri tabakası geliştiğinde belirginleşmektedir. Sert damağın en arka kısmında kemikleşme olmaz ve yumuşak damak bölgesi oluşur. Patalal rafeler birbirine kaynaşmazsa, alt çenenin az gelişmesi nedeniyle dilin aşağı inmemesi durumunda olabileceği gibi, damak yarığı oluşur. Mezodermin patalal raflara eksik penetrasyonu submükoz yarık damağa neden olmaktadır. Yarık dudak ve alveol (primer damak) oluşumu gebe kaldıktan sonraki 4. ve 8. haftalar arasında, sert ve yumuşak damak yarıkları (sekonder damak) 8. ve 12. haftalar arasında oluşmaktadır [36].

2.1.2 Maksillaya Komşu Yapıların Postnatal Büyüme ve Gelişimi

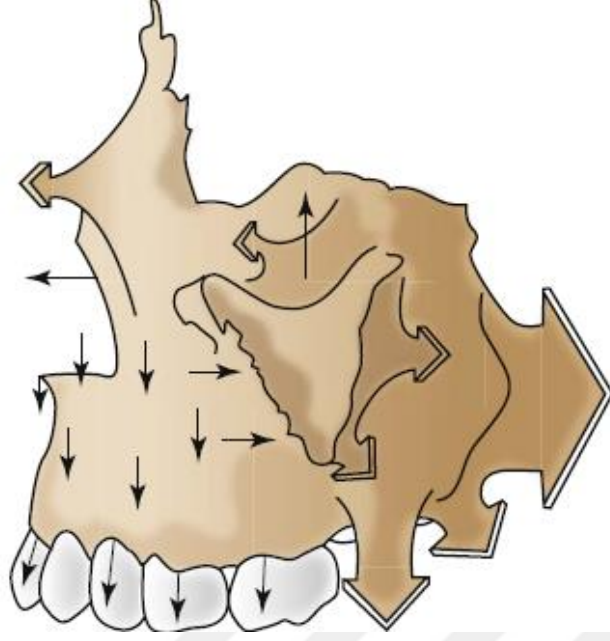
Scammon, kafatası ve yüz iskeletinin büyümesinin farklı oranlarda ilerlediğini öne sürmüştür. Diferansiyel büyüme sayesinde yüz, kafatasının altından öne doğru büyümektedir. Üst yüz, kafa tabanı eğiminin etkisi altında yukarı ve öne doğru hareket

ederken; alt yüz 'genişleyen bir V' üzerinde aşağı ve ileri doğru hareket eder. Kafatası ve maksiller büyüme yönelimleri arasında keskin bir sınır çizgi olmamasına rağmen, maksillanın pozisyonu sfenookspital ve sfenoetmoid sindkondrosislerdeki büyümeye de bağlıdır [37].



Şekil 2.4: Maksillanın V prensibine göre büyüme paterni [33]

Maksilla, tamamen intramembranöz kemikleşme ile gelişmektedir. Suturlardaki bağ dokusu proliferasyonu, ossifikasyon, yüzeysel apozisyon, rezorpsiyon ve translasyon maksiller büyüme mekanizmalarıdır. Maksilla kafatası ile kısmen frontomaksiller sutur, zigomatikomaksiller sutur, zigomatikotemporal sutur ve pterygopalatin sutur ile ilişkilidir. Weinmann ve Sicher, bu suturlerin hepsinin oblik ve aşağı yukarı birbirine paralel olduğuna dikkat çekmişlerdir. Böylece, bu bölgelerdeki büyüme maksillayı aşağı ve ileri yönlendirmektedir [38]. Enlow ve Bang, 1964'te karmaşık ve çok yönlü büyüme hareketlerini relokasyon olarak tanımlamıştır. Relokasyon ilkesine göre kemik üzerindeki referans noktaları periostal büyüme devam ederken yer değiştirmektedir [39].



Şekil 2.5: Maksilla yüzeyindeki değişimler [40]

Moss 1968’de yüz kemiklerinin büyüme ve gelişimini transpozisyon ve translokasyon olarak iki ilke ile açıklamıştır. Transpozisyon kemik içerisindeki büyüme sonucu kemik üzerindeki referans noktanın uzamsal düzlemde yer değiştirmesidir. Translokasyon ise komşu kemik ve suturların büyümesi sonucu kemik üzerindeki referans noktanın uzamsal düzlemde yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır [41].

Orta yüz yer değiştirdiği sürece, sutur büyümesi devam eder ve kemik yüzeyindeki apozisyon miktarı doğrudan sutural büyüme miktarlarıyla ilişkilidir. Enine ve ön arka yönde maksiller büyüme ile ilişkili ana intramaksiller büyüme bölgeleri olan midpalatal ve transpalatal maksiller suturların 15 ila 35 yaşları arasında kapandığı daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir [42].

Orta yüz, çocukluk ve ergenlik boyunca oldukça karmaşık bir gelişim modeli göstermektedir. Orta yüz öne doğru yer değiştirirken, maksiller tüberin arka kenarı boyunca kemik birikimi meydana gelir ve bu da tüm maksilla ve dental arkın uzunluğunda bir artışa neden olmaktadır. Maksillanın ön kısmındaki periosteal yüzey hafifçe rezorbsiyona uğrarken, bukkal yüzeyler ise önemli miktarda kemik apozisyonu göstermektedir. Sagittal düzlemde bakıldığında, posterior nazal spina (PNS) noktası aşağı ve geriye, anterior nazal spina (ANS) noktası öne ve aşağı doğru hareket ederken A noktası aşağıya ve biraz arkaya doğru hareket etmektedir. Burun boşluğunun tabanı boyunca gözlenen rezorbsiyon ve damak bölgesinde meydana gelen apozisyon orta

yüzün aşağı doğru hareketini desteklemektedir. Aynı zamanda, dişlerin erüpsiyonu ve alveol kemiğinin gelişmesi de orta yüz yüksekliğinin artışıını sağlamaktadır [39].

Doğum sırasındaki orta yüzün genişliği, gözlerin erken gelişimi nedeniyle oransal olarak fazladır. Maksillanın midalveoler ve bijugalar genişliklerinin 7.6 ile 16.5 yaşları arasında sırasıyla yaklaşık 5mm ve 6mm arttığı tahmin edilmektedir ve maksillanın enine büyüme oranı yaş ilerledikçe azalmaktadır [43].

Orta yüzün büyümesi en fazla dikey yönde meydana gelirken bunu sırasıyla ön arka yöndeki büyüme ve enine büyüme takip etmektedir. Sfenoetmoidal sinkondrosisin büyümesi merkezi sinir sisteminin ve göz çukurlarının öne doğru hareketiyle birlikte anterior kraniyal tabanın boyutunda artış gözlenmektedir. Nazal septumun dikey yönde büyümesi de orta yüzün aşağı yönde hareket etmesiyle birlikte gerçekleşir [44].

Merkezi sinir sisteminin büyümesi yaklaşık 7 yaşında tamamlandığından; 7 yaş orta yüzün büyümesi için önemli bir dönüm noktasıdır. Eş zamanlı olarak, sfenoetmoid sinkondrosisin kırıkdağı kemikleşirken sfenoid ve etmoid kemikler arasında bir sfenoethmoidal sutur oluşur. Sfenoethomidal suturun oluşumuyla beraber, ön kafa kaidesi stabil bir yapı haline gelmektedir. Nazal kapsül ve nazal septum yapılarının da büyüme ve gelişimi 7 yaşında devam etmektedir. Nazal kapsül kırıkdağı kemikleşmekteyken, nazal septumun kırıkdağ içeren kısmının büyüme aktivitesi önemli ölçüde azalmaktadır. Tüm bunların yanında orta yüzün aşağı ve ileri yöndeki iskeletsel büyümesi, ergenlik döneminin sonuna kadar devam etmektedir [45].

Çocukluk ve ergenlik çağında, nazomaksiller kompleksin vertikal yönde büyüme potansiyeli ön arka yöndeki büyüme potansiyelinden önemli ölçüde daha fazladır. 4-5 yaş civarında ANS ve PNS noktaları arası mesafe yetişkin boyutlarının %80'ine ulaşmaktadır. Aynı dönemde alt ön yüz yüksekliği ise yetişkin boyutlarının %73'üne ulaşır. Ergenlik döneminin sonuna kadar orta yüz yüksekliğindeki artışın erkeklerde ve kadınlarda sırasıyla 12-14mm ve 8-10mm olması beklenir. Aynı zaman diliminde, ANS ve PNS noktaları arasındaki mesafenin de 8 ila 10mm artması beklenmektedir [40].

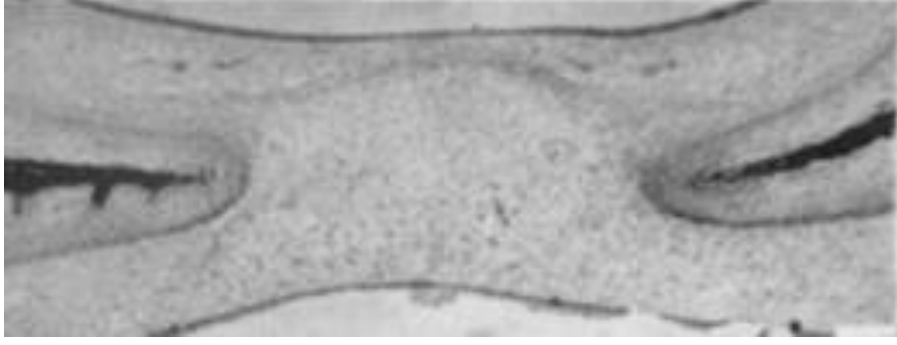
Nazomaksiller kompleksin postanal büyümesinde cinsiyetler arası önemli ölçüde fark gözlenmektedir. Erkekler yaklaşık 12 yaşında ergenlik çağına girerken, kadınlar ise yaklaşık 10 yaşında girerler. Erkeklerdeki büyümenin kadınlara göre daha fazla olmasının birincil nedeni ise erkeklerin çocukluk dönemi büyümesinin kadınlardan 2 yıl daha uzun sürmesidir. Aynı zamanda erkekler daha yoğun bir ergenlik atağı

yaşarlar, ancak bu durum gözlemlenen cinsiyet farklılıklarına daha az katkıda bulunmaktadır [40].

2.2 Maksillofasiyal Suturların Gelişimi

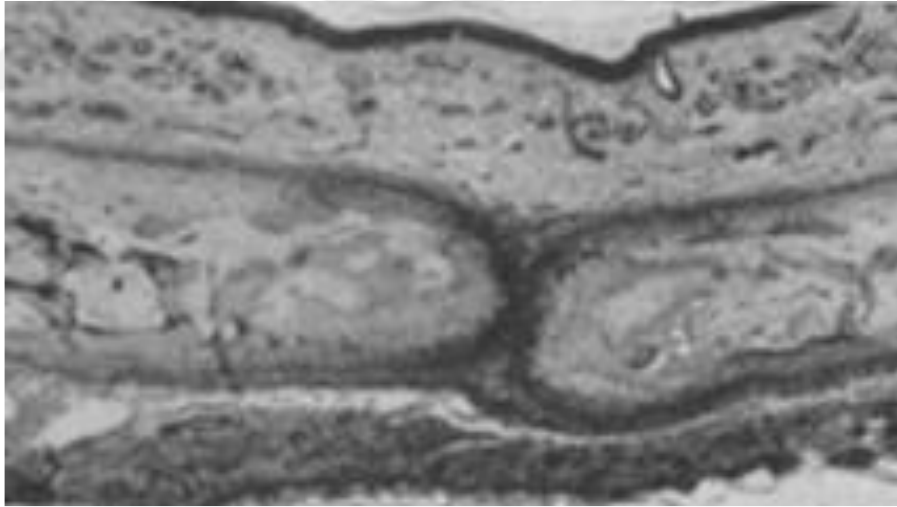
Pritchard ve ark. 1956'da büyümekte olan veya yetişkin suturların yapısını tanımlamıştır. Tipik bir fasiyal suturun, komşu kemikler arasındaki beş tabakadan oluştuğunu göstermişlerdir. Kan damarları ve kollajen liflerin oluşturduğu kambiyal tabakayı, her iki kemik yüzeyindeki periosteum çevrelemektedir. En dış tabakada ise her iki kemiğe ait osteoblast hücreleri bulunmaktadır. Suturdaki büyüme, kambiyal katmanların her birinde gerçekleşir ve yoğunluğu ve miktarı her bir kemik için farklılık gösterebilir. Sutura yapısında kemiklerin birbirleriyle olan ilişkisi, uç uca bir ilişki veya örtüşen bir ilişki şeklinde olabilmektedir. Eğer ilişki uç uca ise, suturdaki büyüme kemik yüzeylerinin birbirinden uzaklaşması ile gerçekleşir. Büyüme, kemiklerden birinin sutur yüzeyinde veya her iki kemik kaynaklı da gerçekleşebilmektedir [46]. Bu büyüme paternine rağmen maksillofasiyal yapının gelişimini araştıran bir çok çalışmada suturların konumu sefalometrik çakıştırmalarda sabit kabul edilmektedir [47]. Bununla birlikte, örtüşen kemik bağlantısı şeklinde ise, suturdaki büyüme kemiklerin birbirinden ayrılmasını gerektirmez. Yüzey birikimi ile bir kemik diğerinin yüzeyi üzerinde hareket eder ve suturun yüzeyden görüldüğü gibi konumu değişir. Suturlardaki büyüme kendi başına suturdaki kemiklerin ayrılmasını sağlamaz. Bu, kondrokraniyal kırık ve kondrofasiyal iskelet, beyin, gözbebekleri ve dil gibi diğer organların büyümesiyle indüklenir [48].

Tüm maksillofasiyal suturların gelişimi tipik olarak benzer aşamaları içermektedir. Kemik alanların yaklaşması evresinde periosteum, fibroblast topluluklarını içeren kollajen liflerden meydana gelir. Kollajen lifler sutural bölgenin gelişimini tamamlamış kenarlarında kemik düzlemine doğrudan tutunmaktadır. Gelişimini tamamlamış alanın dışındaki fibriller ise kemik yüzeyine paralel seyretmektedir. Kambiyal tabaka kemik yüzeyinden periosteuma uzanan kollajen fibrilleri içerir. Bu kollajen liflerin bir kısmı Sharpey liflerini oluşturmaktadır. Kambiyal tabaka esas olarak osteogenezisin gerçekleştiği yer olarak bilinmektedir. Osteogenezis gerçekleştiğinde periosteum, gelişen kemiğe uyum sağlayarak genişlemektedir [46].



Şekil 2.6: Kemik alanlarının yakınlaşması evresi [46]

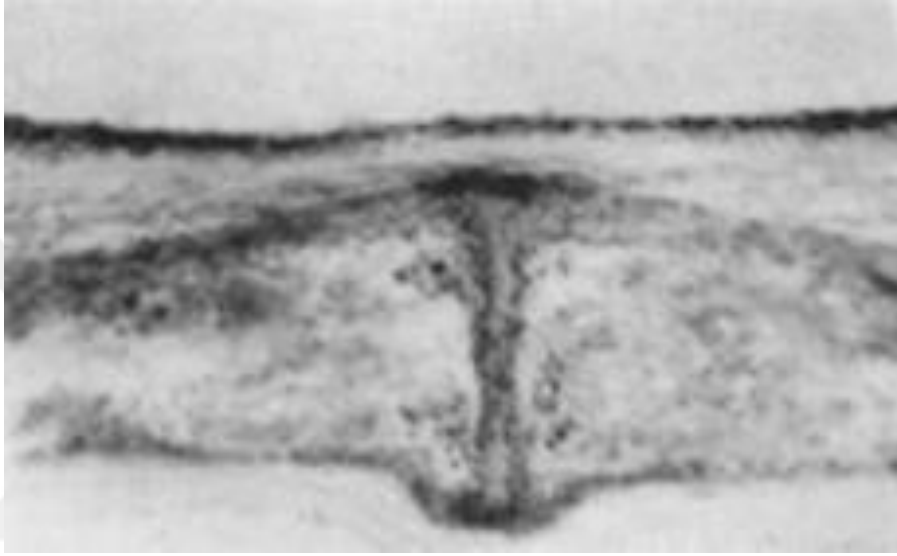
Kemik alanlarının yakınlaşma evresinden sonra sutur gelişimi kemik alanların karşılaşma evresiyle devam etmektedir. Yüze ait suturların histolojik yapısı kraniyal tabana ait suturlardan farklı olmakla beraber suturların birleşim bölgesi de kemik tabakalarının içeriği ve dokusu birbirinden farklılık göstermektedir. Yüze ait suturların periosteal kapsülleri iç ve dış tabakadaki fibröz laminaların birleşmesiyle meydana gelmektedir. Fibröz periosteal kapsüllerin çevresindeki çıkıntılar daha önce birbirine yaklaşan kemik alanları arasında kalan mezenşimal dokudan oluşmaktadır [46].



Şekil 2.7: Kemik alanlarının karşılaşması evresi [46]

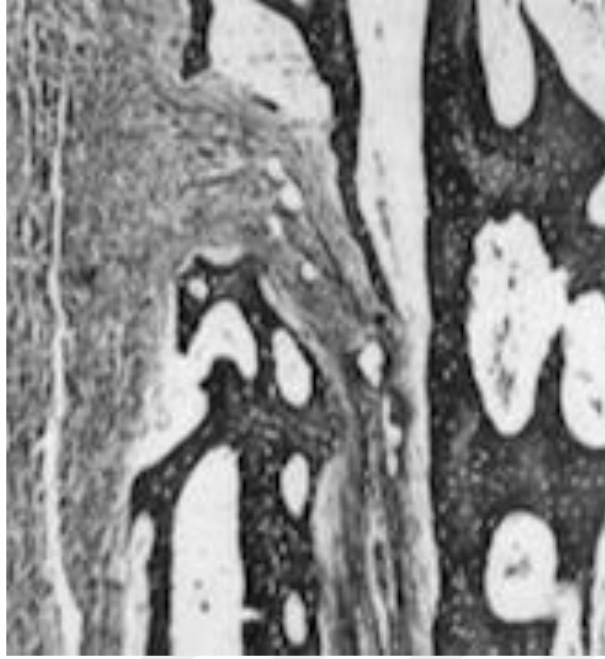
Kemik alanların karşılaşması evresini sutur yapısının erken büyüme evresi takip etmektedir. Sutur yapısı büyümeye devam ederken daha önce bahsedilen sutural tabakalarda hücresel aktivite devam etmektedir. Sutura komşu kemik yüzeylerinde osteoblastik aktivitenin hızlanmasıyla hacim artışı meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak suturun histolojik yapısı laminar görünümünden bilaminara ve sonrasında multilaminar görünüme geçmektedir. Bazı kemik bölgelerinde osteoklastik aktivite

meydana gelmesi sonucu diploik alan (sutural yapıdaki süngerimsi doku) oluşmaktadır. Osteoblastik ve pro-osteoblastik aktiviteye bağlı hücresel proliferasyon ve alkalın fosfataz aktivitesi kambiyal tabaka içerisinde yoğunlaşmaktadır. Kambiyal bölgeden uzanan osteojenetik lif demetleri periosteal kapsüle uzanmaktadır. Bu aşamada sutur yapısında komşu kemik kenarlarının hızla genişlemesiyle beraber iki adet büyüme yeri ve bu kemik kenarlarıyla beraber kambiyal tabaka gözlenmektedir [46].



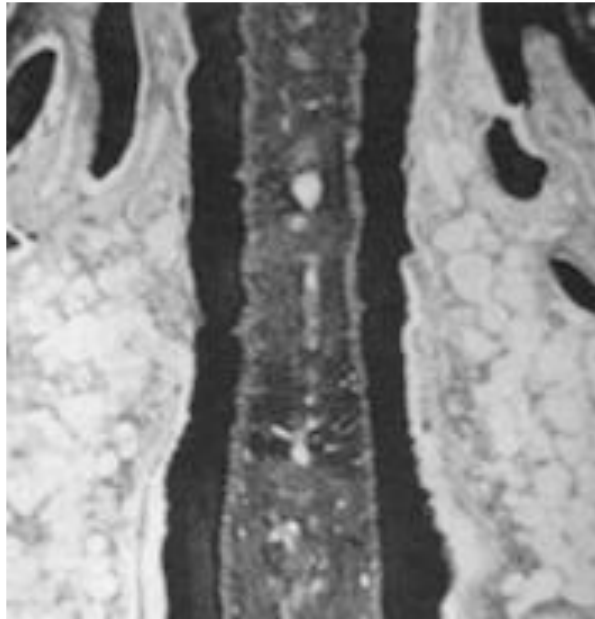
Şekil 2.8: Erken büyüme evresi [46]

Erken büyüme evresinin devamında sutura komşu kemiklerin kenarlarında kompakt kemik yığılımının devam etmesiyle geç büyüme evresi başlar. Erken büyüme evresinde oluşan kemik Havers sistemlerini içeren lameller kemiğe dönüşmektedir. Sutura içerisindeki remodeling devam ederken, osteoklast hücre topluluğu rezorptif alanların çevresinde Howship lakünalarını oluşturur. Bu aşamadaki histolojik kesitlerde tipik sutur yapısında gözlenen beş tabaka gözlenmeye devam eder ancak, tabakaların kalınlıkları değişmiştir. Kambiyal tabaka, tek bir osteoblast tabakasına dönüşmüş, periosteal fibröz kapsüler tabakanın yoğunluğu artmıştır. Kambiyal tabakadan periosteal kapsüle uzanan fibröz lifler sutur yüzeylerine teğet geçerek kemik yüzeyine ulaşmaktadır. Işınal olarak yönlenmiş bu fibröz lifler Sharpey lifleri olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada sutural büyüme oldukça yavaşlamış ve remodeling işlemi başlamıştır.



Şekil 2.9: Geç büyüme evresi [46]

Geç büyüme evresinin ardından sutura komşu kemik yüzeyleri büyüme belirtisi göstermemektedir. Sutura bu aşamada erişkin evresine ulaşmıştır. Erişkin evresinde kambiyal tabaka incelmış hücrelerden oluşan tek bir tabakaya dönüşmektedir. Sutura komşu kemiklerin periosteal fibröz kapsülleri ortalarından geçen vasküler alan ile birbirinden ayrılmaktadır. Fibröz liflerin yönü, geç büyüme evresindeki ile aynıdır, ancak Sharpey lifleri sutura komşu kemikler arasında devamlılık göstermektedir [46].



Şekil 2.10: Erişkin evresi [46]

2.2.1 Maksillofasiyal Suturların Kapanması

Sutur yapısının kapanması sutura komşu kemik kenarlarındaki büyüme aktivitesinin tamamen durmasını tanımlamaktadır. Daha önce deney maymunları üzerinde yapılan çalışmalar büyümenin bitmesiyle suturların kapandığını göstermesine rağmen insanlar ve diğer laboratuvar hayvanlarında büyüme dursa da suturların kapanmayabileceği gösterilmiştir [49]. Kuru kafa üzerinde yapılan çalışmalar, kranial suturların birçoğunun 25-30 yaşları civarında kapandığını göstermiştir [50, 51]. Schmitt ve ark. 1970'te kranial suturların 22-35 yaşları arasında kapandığını bulmuşlardır. Sutur kapanması endokranial yüzeyden başlayarak ektokranial yüzeye doğru ilerlemektedir [52]. Kokich 1976'da frontozigomatik sutur beraberinde maksillofasiyal suturları da incelemiş, suturların birçoğunun 80 yaşına kadar kapanmadığını bulmuştur [53]. Midpalatal sutur üzerinde yapılan çalışmalar ise sutur kapanmasının geniş bir yaş aralığında bireysel olarak çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur [54]. Midpalatal sutur kapanması aksiyal kesitte oral bölgeden nazal bölgeye doğru ilerlerken sagittal kesitte ise arkadan öne doğru gerçekleşmektedir.

Mann 1991'de kuru kafa üzerinde maksiller suturların kapanmasını incelemiş, değişen yaş gruplarında suturların kapanma miktarlarının çeşitlilik gösterdiğini doğrulamıştır. Bunun yanında erkeklerin sutur yapılarının kadınlara göre daha fazla kapandığını ileri sürmüştür [55].

2.2.2 Maksillofasiyal Suturların Ortopedik Kuvvetlere Cevabı

Angel 1860'ta midpalatal sutura uygulanan ortopedik kuvvetin suturda büyüme artırdığını ve midpalatal suturda açılma meydana getirerek üst çenede genişleme sağlandığını iddia etmiştir [1]. Uygulanan kuvvet sonucu doku bileşenlerinin hareketiyle meydana gelen mekanik değişiklikler, sutur yapısında biyolojik reaksiyonlar oluşturmaktadır [56]. Maksillaya uygulanan ortopedik aygıtlar midpalatal sutur yapısında mikro çatlaklara sebep olurken, aynı zamanda gerilme ve sıkışma bölgeleri oluşturmaktadır. Gerilme kuvvetlerinin miktarı ile suturda meydana gelen osteojenik cevap arasında pozitif korelasyon olduğu düşünülmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, ortopedik gerilme kuvvetlerinin yapısal proteinlerin sentezini hızlandırdığını göstermektedir. Meikle 1979'da deney hayvanları üzerinde yaptığı çalışmada suturlara uygulanan gerilme kuvvetlerinin 3H-prolin sentezini artırdığını göstermiştir [57]. Deney hayvanları üzerinde yapılan bir başka çalışmada

ortopedik kuvvet uygulamasıyla beraber sutur liflerinde Tip I ve Tip III kolajen sentezinin arttığı görülmüştür [58].

2.2.3 Sfenooksipital Sinkondrosis

Sinkondrosisler kranial yapıdaki hareketsiz kemikler arasındaki kıkırdak dokudan oluşan eklemlerdir. Sinkondrosisler hiyalin kıkırdak yapısında olup diğer kranial suturların aksine büyüme yeri olarak değil büyüme merkezi olarak tanımlanır [59]. Sfenooksipital Sinkondrozis (SOS) sfenoid ve oksipital kemiklerin arasında, foramen magnum ve hipofiz bezine komşuluğu bulunan kıkırdak eklem yapısıdır [60]. Tahiri ve ark. 2014'te SOS'in kapanma yaşı ile orta yüzün gelişim paterni arasında anlamlı bir ilişki olduğunu öne sürmüştür [61]. SOS'in kranial yapıda bulunan diğer sinkondrosisler ile kıyaslandığında daha geç ossifiye olduğu daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [62, 63].

2.3 Maksillofasiyal Yapı ile İlgili Maloklüzyonlar

2.3.1 Sagital Yöndeki Maloklüzyonlar

1899'da Edward Angle maloklüzyonları dişlerin, mandibular ve maksiller arkların mezio distal ilişkisine göre sınıflandırmıştır. Angle, üst birinci daimi molar dişi sabit bir anatomik nokta ve oklüzyonun anahtarı olarak görmüştür. Bu nedenle sınıflandırmasını bu dişin alt çenedeki diğer dişlerle olan ilişkisine dayandırmıştır. Angle'in kendi sınıflandırma sistemini önermesinin üzerinden yüz yıldan fazla zaman geçmesine rağmen hala en sık kullanılan sınıflandırma sistemi olmaya devam etmektedir. Sagital yönde günümüzde en çok kabul gören sınıflandırma sistemidir. Angle sagital yöndeki maloklüzyonları üç gruba ayırmıştır [64].

Sınıf 1 maloklüzyonda, mandibular dental ark maksiller dental ark ile normal meziodistal ilişkidir ve maksiller birinci moların mesiobukkal tüberkülü, mandibular birinci daimi moların bukkal sulkusu ile temas halindedir. Aynı zamanda maksiller birinci daimi moların mezio patatal tüberkülü mandibular birinci moların santral fossasına oturmaktadır [65].

Sınıf 2 maloklüzyonda mandibular dental ark maksiller ark ile distal ilişki içindedir. Maksiller birinci büyük azı dişinin mezio bukkal tüberkülü, mandibular birinci büyük azı dişinin mezio bukkal tüberkülü ile mandibular ikinci küçük azı dişinin bukkal tüberkülünün arasındaki boşluktur. Ayrıca, maksiller birinci büyük azı dişinin

meziopatalal tüberkülü, mandibular birinci büyük azı dişinin meziolingual tüberkülünün mezialindedir [65].

Angle, Sınıf 1 maloklüzyonları maksiller kesici dişlerin labiolingual angulasyonuna göre iki bölüme ayırmıştır. Sınıf 2 Bölüm 1 maloklüzyonların tipik özelliği olan molar ilişkisinin yanı sıra, maksiller kesici dişlerin labioversiyon halinde olmasıdır.

Sınıf 2 Bölüm 2 maloklüzyonda ise tipik Sınıf II molar ilişkisinin yanı sıra, maksiller kesici dişler anteroposteriorde normale yakın veya biraz linguoversiyonda iken, maksiller lateral kesici dişler labial ve/veya meziale doğru eğimlidir. Sınıf II molar ilişki, dental arkın yalnızca bir tarafında meydana geldiğinde, maloklüzyon, sınıf 2 maloklüzyonun alt bölümü olarak adlandırılır [65].

Sınıf 3 maloklüzyonda mandibular dental ark maksiller ark ile mezial ilişki içindedir. Maksiller birinci moların mesiobukkal tüberkülü, mandibular birinci moların distal tüberkülünün distal kenarı ile mandibular ikinci moların mesial tüberkülünün mesial kenarı arasındadır. Fonksiyonel Sınıf 3 maloklüzyon gerçek bir Sınıf 3 maloklüzyon değildir, ancak görünümü gerçek Sınıf 3 maloklüzyon ile benzerdir. Bu durumda, çeneler sentrik oklüzyonda bir araya getirildiğinde, dişlerin erken teması veya başka bir nedenden dolayı mandibula glenoid fossada öne doğru kaymaktadır. Sınıf 3 molar ilişki, dental arkın yalnızca bir tarafında meydana geldiğinde, maloklüzyon, Sınıf 3 maloklüzyonun subdivizyonu olarak adlandırılmaktadır [65].

Angle sınıflandırması maloklüzyonların ilk kapsamlı sınıflandırmasıdır. Hala en yaygın olarak kabul edilen sınıflandırmadır ve klinisyenler arasında günlük iletişim için rutin olarak kullanılmaktadır [33].

Angle sınıflandırmasına göre maksiller birinci molar dişlerin konumu sabit kabul edilmektedir ve bireyler maksiller ve mandibular dental arkların birbirine göre konumuna göre sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle bu sınıflama bireylerin iskeletsel durumlarını teşhis etmekte yetersiz kalmıştır. 1931'de H. Broadbent, H. Hofrath ile eş zamanlı olarak sefalostat'ı geliştirmiştir. Broadbent daha önceki çalışmaların aksine sefalostatların metrik ölçülerini standartlaştırmış ve tekrarlanabilir hale getirerek standartlaştırılmamış radyografik analizle ilişkili sorunları ortadan kaldırmıştır [66]. 1950'de Salzman sefalometrik radyografiler üzerinde maksillofasiyal yapının iskeletsel sınıflandırılmasını tanımlamıştır [67].

2.3.2 Transversal Yöndeki Maloklüzyonlar

Transversal yöndeki maloklüzyonlar maksiller dental ark ve mandibular dental arkın horizontal yönde uyumsuzluğu olarak tanımlanmaktadır. Maksiller dişlerin mandibular dişlerden transvers düzlemde 2-3 mm daha bukkal pozisyonda bulunduğu durum normal olarak kabul edilmektedir. Posterior çapraz kapanış, yatay düzlemde mandibular dişlerin maksiller dişlerden daha bukkalde yer alarak maksiller dişleri örtmesi ile oluşmaktadır. Bukkal non oklüzyon durumu ise alt azı ve küçük azı dişlerinin üst azı ve küçük azı dişlerinin tamamen lingualinde bulunması durumudur [68]. Transversal yöndeki maloklüzyonlardan posterior çapraz kapanış daha sık gözlense de bukkal nonoklüzyon durumu genelde mandibulanın gelişim yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Treacher Collins Sendromu, Piere Robin Sendromu gibi konjenital anomaliler de mandibulada gelişim yetersizliğine neden olabilmektedir [69].

İskeletesel çapraz kapanış çevresel ve/veya genetik faktörlerin etkisiyle meydana gelen maksillanın transversal yönde gelişiminin yetersiz olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Maksiller darlık birçok kraniofasiyal sendroma da eşlik etmektedir. Aynı zamanda uzun süreli parmak emme alışkanlığı, ağız solunumu ve tonsillar hipertrofi de maksiller darlığa neden olmaktadır [70].

2.3.2.1 Transversal Yöndeki Maloklüzyonların Teşhisi ve Tedavisi

Bishara, posterior çapraz kapanış durumunun değerlendirilmesinde dental modeller üzerinde intermolar mesafelerin ölçümünü önermektedir. Maksiller intermolar mesafe birinci azı dişlerinin meziobukkal tüberküllerinin uçları arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. Mandibular intermolar mesafe ise birinci azı dişlerinin bukkal oluklarının ortasındaki noktaların arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Normal oklüzyona sahip beyaz yetişkinlerin maksiller ve mandibular arkları için interkanin ve intermolar genişlikler Tablo 1'de gösterilmiştir. Daha geniş üst ve daha dar alt intermolar genişlikler arasındaki ortalama farklar küçük ve pozitif olmaktadır. Posterior çapraz kapanışı olan hastalarda üst intermolar genişlik alt intermolar mesafeden daha küçüktür. Bu fark, çapraz kapanışı düzeltmek için maksiller arkın ne kadar genişletilmesi gerektiğini belirlemek için kullanılmaktadır. Üst azı dişleri arasındaki mesafenin 4 mm'den daha az genişletilmesini gerektiren çapraz kapanış durumunda tedavi hareketli aparey ve Quad Heliks veya Transpalatal Ark gibi dental ekspansiyon sağlayan aygıtlarla yapılabilmektedir. Üst azı dişleri arasındaki

mesafenin 4 mm'den fazla genişletilmesi genişletilmesi gerekiyorsa, hastanın hızlı maksiller genişletmeye ihtiyacı olacaktır. Hızlı maksiller genişletme işlemi yetişkin hastalarda uygulanacaksa cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılmalıdır [70].

Tablo 2.1: Yetişkin bireylerde ark genişlikleri [70]

TABLE 9-1	Arch Widths in White Adults with Normal Occlusion							
	Males (N = 19)				Females (N = 17)			
Arch Width	Mean (mm)	SD	Minimum	Maximum	Mean (mm)	SD	Minimum	Maximum
Maxillary intercanine*	36.2	2.3	32.9	41.9	33.2	1.4	31.3	35.4
Mandibular intercanine	26.3	1.8	23.3	31.0	25.3	1.5	22.6	28.2
Maxillary intermolar*	54.7	2.1	51.4	58.0	50.2	2.0	46.6	54.1
Mandibular intermolar*	53.1	1.6	50.2	56.0	49.0	1.8	46.4	52.9
Intermolar width difference†	1.6	1.4	-0.5	4.4	1.2	1.2	-1.3	4.3

Maksiller arkın genişletilmesi posterior çapraz kapanışı düzeltmek için en yaygın tedavi girişimidir ve tedavi yaklaşımı hastanın yaşına bağlıdır. Midpalatal sutur füzyonundan önce suturleri ayırmak ve yeni oluşacak kemiğin ayrılmış midpalatal alanı doldurmasını sağlamak için ortopedik kuvvetler uygulanmaktadır. Bununla birlikte, 16 yaşından sonra perimaksiller suturların füzyonunun yanı sıra iskelet ve yumuşak doku yapılarının direncinin bir sonucu olarak, hızlı üst çene genişletmesinin etkinliğinde ve stabilitesinde bir düşüş meydana gelmektedir [42]. Adölesan döneminde midpalatal suturu açarak maksillayı genişletmek nispeten kolay olsa da, geç adölesan döneminde giderek zorlaşır. Sonuç olarak, hızlı üst çene genişletmesi etkinliği azalır ve 16 yaşından sonra genellikle önerilmez [71].

Literatürdeki bazı çalışmalar, karma dişlenme dönemindeki erken transversal genişletmenin, kalıcı dişlenmenin sürmesini takiben daha sonra gerçekleştirildiği duruma göre daha stabil olduğu kavramını desteklemektedir. Bununla birlikte, önleyici tedavinin yapılmaması, kalıcı dişlenmede sentrik ilişki sentrik oklüzyon kayması ve olası iskeletsel asimetri ile sonuçlanabilir [72]. Erişkinlerde iskeletsel transvers genişliğin artırılması, cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi ile veya ortognatik cerrahi sırasında iki veya üç parçalı bir maksiller osteotomi uygulamasıyla da gerçekleştirilebilir [73].

2.3.3 Vertikal Yöndeki Maloklüzyonlar

Overbite, sentrik oklüzyonda maksiller kesici dişlerin mandibular kesici dişleri dikey olarak örtmesi olarak tanımlanmaktadır. Normal oklüzyona sahip beyaz erişkinlerde maksiller kesici dişler mandibular kesici dişleri erkeklerde 45 ± 20 aralığında kadınlarda ise 36 ± 13 aralığında örtmektedir [74]. Vertikal yöndeki maloklüzyonlar üst kesici dişlerin alt kesici dişleri örtmesine göre iki şekilde sınıflandırılır. Derin kapanış durumunda maksiller kesici dişler mandibular kesici dişleri normal oranların üzerinde örtmektedir, ağır derin kapanış durumlarında ise alt kesici dişlerin damak mukozasına teması izlenebilmektedir.

Açık kapanış durumu ise maksiller kesici dişler ile mandibular kesici dişler arasında boşluk bulunup birbirini örtmemektedir. Parmak emme ve anormal dil pozisyonu gibi alışkanlıklar ve anormal yüz büyümesi (aşırı dikey büyüme) açık kapanış maloklüzyonuna neden olabilir. Anterior açık kapanışlar, posterior açık kapanışlardan daha sık görülmektedir. Vertikal yön maloklüzyonlarında başarılı tedavi, maloklüzyonun nedeninin doğru teşhisine bağlıdır. Genel olarak anterior açık kapanışlar tedavisi en zor problemler arasında yer alır ve bazı hastalarda ortodontik cerrahi kombine tedavi gerektirebilir [75].

2.4 Görüntüleme Teknikleri

2.4.1 İki Boyutlu Görüntüleme Teknikleri

2.4.1.1 Panoramik Radyografiler

Panoramik radyografiler hem maksiller hem de mandibular dental arkları ve bunların destekleyici yapılarını içeren yüz yapılarının tek bir tomografik görüntüsünün üretilmesine yönelik bir tekniktir. Panoramik radyografiler geleneksel tomografinin bir varyantı olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda, bir x ışını kaynağının ve bir görüntü alıcısının, ilgilenilen nesnenin bulunduğu görüntü katmanı adı verilen merkezi bir nokta veya düzlem etrafında karşılıklı hareketi ilkesine dayanmaktadır. Bu görüntü katmanının önündeki veya arkasındaki nesnelere, alıcının ve x ışını kaynağının dönme merkezlerine göre hareket ettikleri için net bir şekilde görüntülenemezler [76].

Panoramik görüntülerin başlıca avantajları şunlardır:

- Yüz kemiklerinin ve dişlerin geniş kapsamlı görüntülenmesini sağlar.
- Hasta radyasyon dozu düşüktür.

- Ağız açıklığı yetersiz hastalarda kullanımı kolaydır.
- Panoramik bir görüntü oluşturmak için gereken kısa süre, genellikle iki ila üç dakika aralığındadır.
- Hastalar panoramik filmleri kolaylıkla anlar; bu nedenle hasta eğitimi ve vaka sunumunda yararlı bir görsel yardımcıdır [77].

Panoramik radyografiler, travmaların değerlendirilmesi, yirmi yaş dişlerinin pozisyonu, yaygın kemik hastalıkları ve lezyonları, karışık dişlenme döneminde daimî dişlerin değerlendirilmesi, persiste süt dişlerinin durumu, temporomandibular eklem yapısının incelenmesi gibi kapsamlı incelemeler için oldukça kullanışlıdır. Buna rağmen periapikal görüntülerde bulunan yüksek çözünürlük ve keskin ayrıntıları içermemektedir. Panoramik radyografi genellikle ön değerlendirme yapmak ve diğer projeksiyonlara olan ihtiyacı belirlemek için kullanılır. Panoramik görüntüler, ağız içi prosedürleri iyi tolere edemeyen hastalar içinde oldukça yararlıdır [78].

Panoramik radyolojinin ana dezavantajı, görüntünün intraoral periapikal radyografilerdeki ince anatomik detayları göstermemesidir. Bu nedenle, küçük çürük lezyonları, marjinal periodonsiyumun ince yapısını veya periapikal lezyonu saptamak için periapikal radyografi kadar yararlı değildir. Buna göre, yetişkin bir hasta için panoramik bir radyografinin mevcut olması, en sık karşılaşılan diş hastalıklarının teşhisi için periapikal filmlere olan ihtiyacı ortadan kaldırmaz. Panoramik radyografi ile ilgili diğer problemler, görüntü boyunca eşit olmayan büyütme ve geometrik bozulmayı içermektedir. Bazen servikal vertebra gibi üst üste binen yapıların varlığı, özellikle kesici diş bölgelerinde odontojenik lezyonları gizleyebilir. Ayrıca, klinik olarak önemli anatomik yapılar odak düzleminin (görüntü katmanı) dışında yer alabilir veya bozuk görünebilir [79].

2.4.1.2 Lateral sefalometrik radyografiler

1931'de Broadbent lateral sefalometrik filmleri tanımlamış ve ortodonti biliminde yeni bir dönem başlamıştır. Daha önce yumuşak doku üzerinde yapılabilen ölçümler sert doku üzerinde de yapılabilir hale gelmiştir [80]. Sefalometrik radyografiler maksillofasial iskeletsel yapı, yumuşak doku, dişler, servikal vertebralar, orofarenks gibi anatomik yapılar hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca hastanın iskeletsel morfolojisinin değerlendirilmesi, büyüme gelişim çağının tayini, büyüme ve gelişim sonucu meydana gelen yumuşak doku ve iskeletsel yapıdaki değişimlerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır [77].

Lateral sefalometrik radyografiler üç boyutlu anatomik detayları göstermemesine rağmen, bu görüntü üzerinde hastanın büyüme paternini teşhis edebilmek için referans noktaları belirlenmiştir. Belirlenmiş referans noktaları üzerinde açısal ve milimetrik ölçümler yapılmaktadır [81].

Lateral sefalometrik radyografilerin ortodontide çok yaygın kullanım alanı olsa da bazı dezavantajları vardır. Lateral sefalometrik radyografilerde görüntü alınırken obje ile film arasındaki uzaklığa bağlı olarak magnifikasyon meydana gelmektedir. Objeye ile film arası mesafe arttıkça görüntüdeki magnifikasyon oranı da artmaktadır. Ayrıca lateral sefalometrik radyografilerde elde edilmiş görüntülerde objenin sağ ve sol tarafı görüntünün iki boyuta indirgenmesi nedeniyle süperpoze olmaktadır [82].

Lateral sefalometrik radyografiler kesici dişlerin bazal kemik kaidesiyle ilişkisi ve anterior segmentlerdeki dentoalveoler yapının incelenmesinde oldukça yararlıdır. Buna rağmen objenin sağ ve sol tarafının görüntüler süperpoze olduğundan, simfiz, bukkal ve patalal kortikal kemik net olarak incelenememektedir. Aynı zamanda posterior dentoalveoler segmentte kanin ve premolar dişlerin görüntüleri süperpoze olduğundan görüntünün netliği bozulmaktadır [83-85].

Lateral sefalometrik radyografilerde süperpozisyon ve magnifikasyon nedeniyle labiolingual kemik kalınlığı bir miktar daha fazla ölçülmektedir [84].

2.4.1.3 Posteroanterior Sefalomertik Radyografiler

Posteroanterior sefalometrik radyografi, çeşitli sınırlamalara rağmen, transvers yöndeki iskeletsel iskelet ve dentoalveolar ilişkileri değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sınırlamalar, baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğinin zor olması, süperpoze olan anatomik yapılar ve zayıf çözünürlük nedeniyle sefalometrik noktaların belirlenmesindeki hatalardır [86, 87].

Posteroanterior sefalometrik radyografilerin güvenilirliğini incelemek için pek çok araştırma yapılmıştır. Posteroanterior sefalometrik radyografide baş pozisyonunun hatalara yol açabileceği daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir [88-90].

Temel anatomik yapılarında ciddi asimetrisi olan hastalarda amaç asimetri derecelerini değerlendirmek olduğunda, kafatasında düz bir referans çizgisi bulmanın zorluğu nedeniyle durum daha da karmaşıklaşmaktadır. Bu nedenle, projeksiyon hataları tam olarak değerlendirilmedikçe ve algılanmadıkça, posteroanterior sefalometrik ölçümler, maloklüzyonun tanı ve tedavi planlamasında yalnızca sınırlı bir uygulamaya sahip olabilmektedir [88, 91].

2.4.2 Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri

2.4.2.1 Bilgisayarlı Tomografi

1972'de Godfrey Hounsfield, 1950'lerde ve 1960'larda Alan Cormack tarafından kafanın enine kesit görüntülerini üretmek için geliştirilen görüntü rekonstrüksiyon matematiğini kullanarak devrim niteliğinde görüntüleme tekniğini tanıtmıştır. Günümüzde bu görüntüleme tekniği bilgisayarlı tomografi olarak adlandırılmaktadır [92].

BT tarayıcı, bir dizi sintilasyon detektörü ve iyonizasyon odasına yönlendirilen ince bir şekilde ayarlanmış, yelpaze şeklinde bir x-ışını demeti yayan bir x ışını tüpünden oluşmaktadır. Sintilasyon dedektörleri hastadan çıkan fotonların sayısını ölçerek kesitsel görüntüyü oluşturmaktadır. BT tarayıcılarının ilk versiyonlarında, hem x ışını tüpü hem de dedektörler hasta etrafında senkronize bir şekilde dönmekteydi ancak, daha yeni tasarımda dedektörler hastanın etrafında sürekli bir halka oluşturmaktadır ve x ışını tüpü, sabit dedektör halkası içinde bir dairesel olarak hareket etmektedir [93]. X ışını kaynağı, görüntüsü elde edilecek anatomik yapıya farklı açılardan ışın yönlendirmektedir. Anatomik yapılar maruz kaldıkları x ışınının bir miktarını soğururken, geçen x ışını dedektörler tarafından ölçülmektedir. X ışını tüpü hasta etrafında döndükçe anatomik yapıların uzun ekseni boyunca farklı açılardan görüntüsü elde edilmektedir. Elde edilen kesitsel görüntüler dijital ortama aktarılıp matematiksel algoritmalar kullanılarak birleştirilir. Her anatomik yapının uzay boşluğundaki yerinin tespit edilmesiyle beraber üç boyutlu konstrüksiyon tamamlanmaktadır [94].

Bilgisayarlı tomografi diş hekimliğinde, ortognantik cerrahi planlamalarında, dental implant uygulaması öncesi kemik doku ve çevre anatomik yapıların değerlendirilmesinde, travma sonrası kırık hattının saptanmasında ve temporomandibular eklem problemlerinin teşhisinde önemli rol oynamaktadır [95].

Ortodontide ise, geçici iskeletsel ankraj için kullanılmakta olan mini plak ve mini vidaların yerleştirilmesi öncesi çevre anatomik yapıların değerlendirilmesi, gömülü ve süpernümerer dişlerin değerlendirilmesinde aynı zamanda tomografi görüntüsünden elde edilen lateral sefalometrik radyograflerin incelenmesinde kullanılmaktadır [96].

Bilgisayarlı tomografinin konvansiyonel iki boyutlu görüntüleme yöntemlerine göre temel avantajı incelenmesi istenen anatomik yapının çevre dokulara süperpoze olmadan görüntülenebilmesidir. Yüksek kontrast çözünürlüğü sayesinde fiziksel yoğunluğu birbirinden farklı olan dokuların kolayca ayırt edilmesini sağlamaktadır.

Dokular aksiyal, koronal ve sagittal kesitte görüntülenebilmekte olup magnifikasyon ve distorsiyon gibi artefaktları içermemektedir [97].

Diş hekimliğinde bilgisayarlı tomografi kullanımının bir çok avantajı bulunsa da; ulaşımın zor olması, maliyetinin yüksek olması, yumuşak doku incelemesinde kontrast madde gereksinimi, yüksek radyasyona maruz kalma ve görüntüleme alanında bulunan metal objelerin görüntüde saçılmaya neden olması gibi dezavantajları vardır [98].

2.4.2.2 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), ilk olarak 1982'de anjiyografi için geliştirilen ve daha sonra maksillofasiyal görüntülemeye uygulanan yeni bir teknolojidir. X ışını dedektörlerinin geliştirilmesiyle beraber ancak 1990'ların sonundan itibaren diş hekimi muayenehanesinde kullanılacak cihazlar üretilebilmiştir. Bu cihaz, görüntülenmesi istenen alan çevresinde tek bir tam taramada çoklu sıralı projeksiyon görüntüleri elde etmek için, konik şekilde bir iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı ve dönen bir kızak üzerine sabitlenmiş iki boyutlu detektörü kullanmaktadır [99].

Literatürde bu teknolojiye dental volümetrik tomografi, konik ışınlı volümetrik tomografi, dental bilgisayarlı tomografi ve konik ışınlı görüntüleme gibi çeşitli isimler verilmiştir. En sık uygulanan ve tercih edilen terim konik ışınlı bilgisayarlı tomografidir. Bu teknikte x ışını konik veya piramit şeklindedir ve teknoloji sadece hekimliği ile sınırlı değildir. KIBT'nin temel özelliği, görüntülerin üretilebileceği hacimsel bir veri seti üretmek için çoklu kesitsel projeksiyonların rotasyonel tarama ile elde edilmesidir. KIBT, voksellerin oluşturduğu bütün bir hacimsel veri kümesi üretmektedir. Voksel boyutları dedektördeki piksel boyutuna bağlıdır. Bu nedenle, genel olarak KIBT görüntüleri, üç boyutta da eşit olan izotropik voksel çözünürlükleri sağlamaktadır [100].

Konik ışınlı tarayıcılar, BT 'de kullanılan aksine düz bir dedektör yerine görüntüleme alanının tamamını kapsayan iki boyutlu bir dizi dijital dedektör kullanmaktadır. Pozlama görüntülenmesi istenen bölgenin tamamını kapsadığından, görüntünün yeniden yapılandırılması sırasında yeterli veriyi elde etmek için dedektörlerin yalnızca bir kez rotasyonel taraması yeterli olmaktadır. Bu nedenle KIBT hacimsel verilerin elde edilmesinde oldukça hızlıdır [101].

KIBT teknolojisi diş hekimliğinin tüm alanlarında teşhis ve tedavi uygulamalarında oldukça yaygınlaşmıştır. İki boyutlu görüntüleme tekniklerinin magnifikasyon, distorsiyon, süperpozisyon, gibi sınırlamaları mevcuttur. Bilgisayarlı tomografinin ise ulaşımının zor olması, maliyetli olması ve maruz kalınan x ışını miktarının fazla olması diş hekimliği kliniğinde kullanılabilir düşük radyasyon dozuna sahip KIBT'nin yaygınlaşmasını sağlamıştır [102, 103].

KIBT görüntüleme maksillofasiyal ortodontik ve ortopedik anomalilerin tanı, değerlendirme ve analizinde de kullanılmaktadır. KIBT gömülü ve sünnümerer dişlerin konumunun ve bunların komşu kökler veya diğer anatomik yapılarla ilişkilerinin görüntülenmesini sağlamaktadır. Ayrıca damak yapısının morfolojik özellikleri ve boyutları, diş eğimi ve torku, kök rezorpsiyonu ve dişlerin bukkolingual hareketi için mevcut alveolar kemik genişliği hakkında bilgi alınabilir. KIBT ayrıca TME'nin, farengeal hava yolunun ve yumuşak doku ilişkilerinin yeterli şekilde görüntülenmesini de sağlamaktadır [104, 105].

KIBT'nin ortodonti alanındaki önemli avantajlarından biri de tek bir görüntüleme hem konvansiyonel iki boyutlu hem de üç boyutlu sefalometrik görüntüler sağlayabilmesidir. Alternatif olarak çeşitli yazılımlar aracılığıyla kafatasının, hava ve yumuşak doku yüzeylerinin topografik özelliklerini yüksek detaylı olarak elde etmek mümkündür. 3D sefalometri, doğrusal ölçümlerin doğruluğu, dentoskeletal ilişkilerin ve yüz estetiğinin görsel olarak gösterilmesi ve büyüme gelişimin değerlendirilmesi potansiyeli dahil olmak üzere çok sayıda avantaja sahiptir [105-107].

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1 Bireyler

Çalışma, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Karar no: 2022/205) (Ek 1). Etik Kurul izni alınmasını takiben Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinden 01.01.2015 ve 01.01.2022 tarihleri arasında kaydedilmiş KIBT görüntüleri taranmıştır. İlgili KIBT görüntüleri içerisinde belirtilen tarih aralığında cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi yöntemiyle tedavi edilmiş hastalarınki seçilmiştir. Bu hastaların Ortodonti Anabilim Dalı arşivinden cerrahi işlem öncesi ve sonrası alınan rutin alçı modelleri toplanmıştır. KIBT görüntüleri cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesinde Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı tarafından anatomik varyasyonları değerlendirmek amacıyla alınan görüntülerdir.

Araştırmaya dahil edilen hastalar için belirlenen kriterler şunlardır;

- 15 yaş ve üzeri hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış hastalar
- Kemik metabolizmasını etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalığı ya da dentofasiyal sendromu bulunmayan hastalar
- Sağ ve sol premolar ve molar dişlerinden en az birer adet mevcut olan hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanması öncesi KIBT görüntüsü mevcut hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanması öncesi ve sonrası alınmış ölçülerden oluşturulmuş alçı modelleri bulunan hastalar.

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri şunlardır;

- 15 yaşından küçük hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanmamış hastalar
- Kemik metabolizmasını etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalığı ya da dentofasiyal sendromu bulunan hastalar
- Molar veya premolar dişlerinden üçten fazla diş eksikliği olan hastalar

Araştırmadan dışlanma kriterleri ise şunlardır;

- Genişletme sonrasında diş çekimi gerçekleştirilmiş hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanması öncesi kaydedilmiş KIBT görüntüleri yeterli kalitede olmayan hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanması öncesi kaydedilmiş KIBT görüntülerinin FOV (Görüntüleme alanı) alanı yetersiz-dar olan hastalar
- Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi uygulanması öncesi ve sonrası alınmış ölçüleri yeterince net olmayan ya da doku eksikliği olan hastalar.

Araştırmamıza dahil edilen 20 bireyde Mc Namara akrilik cap splint tipi genişletme aygıtı kullanılmıştır. Aygıt dental ark üzerinde premolar dişlerden itibaren posterior dişlerin tümünü içine alacak şekilde ve damak kubbesinde orta hatta hizalanmış hızlı genişletme vidasından oluşmaktadır. Cerrahi kesilerin gerçekleştirildiği cerrahi işlemin ardından, 5-7 gün arası beklenmiş ve kemikte kallus dokusu oluşumunu takiben günde iki kez vida $\frac{1}{4}$ tur açılarak aktive edilmiştir. Genişletme, maksiller birinci molar dişlerin palatinal tüberküllerinin tepe noktaları mandibular dişlerin bukkal tüberküllerinin tepe noktaları hizasına ulaştığında sonlandırılmıştır. Aygıt retansiyon amacıyla ortalama 6,5 ay ağız içerisinde tutulmuş ve sonrasında çıkarılarak sabit ortodontik tedavi aşamaları hastanın ihtiyacına göre devam etmiştir.



Şekil 3.1: Genişletme uygulanması öncesi ağız içi görüntü



Şekil 3.2: Genişletme aygıtının simantasyonu



Şekil 3.3: Genişletme sonrası üst çene görüntüsü



Şekil 3.4: Genişletme aygıtının desimantasyonu sonrası uygulanmış sabit aygıtlar

G-Power yazılımı (Heinrich Heine Universitat, Düsseldorf, Almanya) kullanılarak literatürde yer alan benzer bir çalışma referans alınmış, gerçekleştirilen güç analizine göre %95 güven düzeyinde yüzde %80 güç için 18 hastanın verileri yeterli olacağı

sonucuna ulaşılmıştır. Olası hatalar ve eksilmeler göz önüne alınarak çalışmamıza 20 birey dahil edilmiştir [108].

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmada Kullanılan Kayıtlar

3.2.1.1 KIBT Görüntüleri

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kliniği'nde KIBT görüntüleri tek bir cihazla (Planmeca Viso® G5, Helsinki Finlandiya) çekilmektedir ve görüntü alanının incelenen suturların tamamını içermesi beklenmektedir. Çekilmiş KIBT görüntüleri Planmeca Romexis® Viewer (Helsinki, Finlandiya) programı üzerinden değerlendirilmiştir. Radyolojik görüntülerin kaydı esnasında rutin olarak uygulanmakta olan KIBT protokolü izlenmiş, tüp kilovoltaj değeri 90 Kv/mAs ve tüp akım değeri 10 mA olarak belirlenmiştir.

Araştırmamızda kullanılan KIBT görüntülerinde görüntü alanı daha önce görüntü talebini oluşturan hekime göre değişmektedir, ancak çalışmamıza incelenecek yapıların tamamını içeren hastaların görüntüleri dahil edilmiştir.

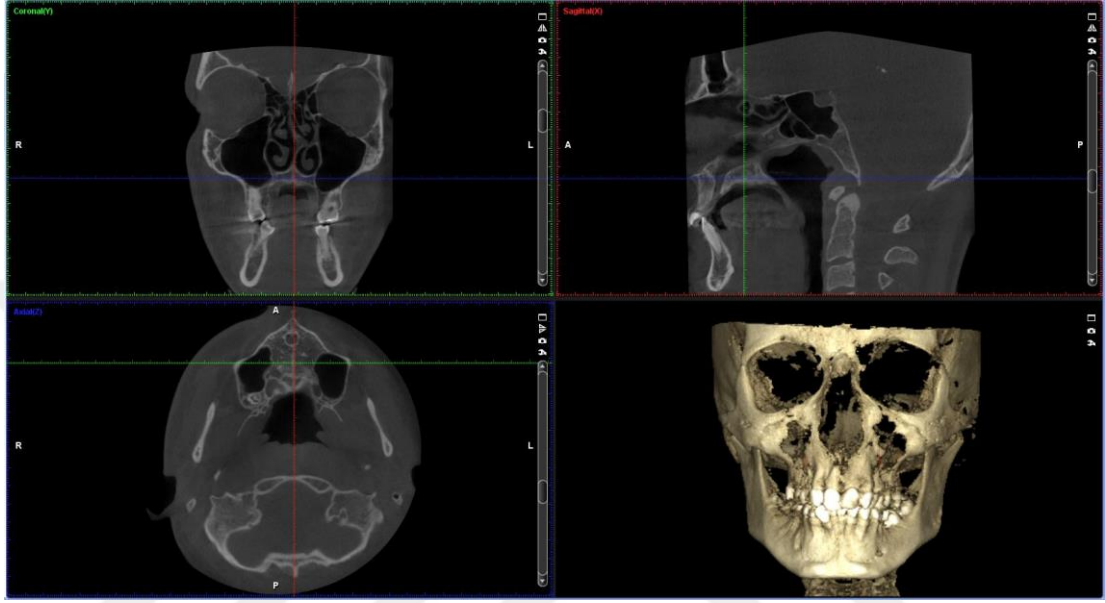
KIBT Görüntülerinin Değerlendirilmesi

KIBT görüntüleri midpalatal sutur, zikomatikomaksiller sutur ve sfenooksipital sinkondrosis matürasyonunun değerlendirmesinde kullanılmıştır. KIBT görüntüleri değerlendirilirken aksiyal, koronal ve sagittal kesitler kullanılmıştır. Değerlendirme tek bir araştırmacı (M.F.O) tarafından yapılmıştır. Görüntüler yüksek çözünürlüklü monitörde karanlık odada değerlendirilmiştir. Standardizasyonun sağlanması için 1 hafta sonra rastgele seçilen 20 görüntü MPS matürasyonu, ZMS matürasyonu ve SOS kapanma derecesi açısından tekrar değerlendirilmiştir. Güvenilirlik katsayılarının (0,90-0,97) hem doğrusal hem de açısal ölçümler için yeterli güvenilirliği sağladığı bulunmuştur.

Midpalatal Sutur Matürasyonunun Değerlendirilmesi

Midpalatal sutur matürasyonunun derecelendirilmesi ve sınıflandırılması amacıyla, KIBT görüntülerinin her üç kesitte de Frankfurt horizontal düzleminin yere paralel pozisyonda olduğu doğrulanmış ya da düzeltilmiştir. İnceleme yapılan yazılımın pozisyon imleci aksiyal kesit ve koronal kesitte hastanın midsagittal düzlemi ile

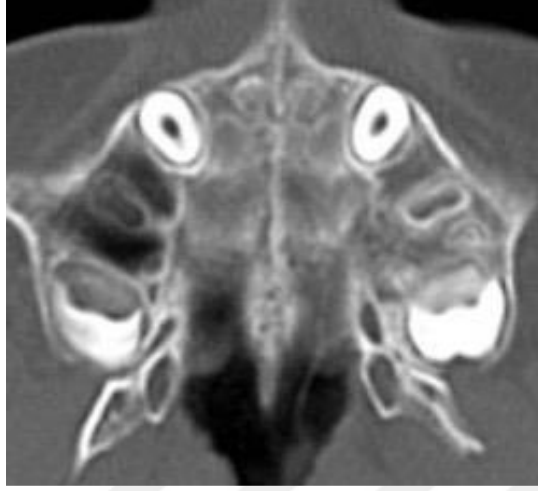
çakışacak şekilde pozisyonlandırılmıştır. Sagittal kesitte yazılımın pozisyon imleci palatal düzleme çakışacak şekilde paralel yerleştirilmiştir (Şekil 3.1). Aksiyal kesitte damağı içermekte olan bu kesit superioinferior yönde nazal bölge ve oral bölge arasında midpalatal sutur matürasyon evresini derecelendirmek amacıyla incelenmiştir.



Şekil 3.5: KIBT görüntüsünün midpalatal sutur matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu

Midpalatal sutur ve zikomatikomaksiller sutur değerlendirmesinde Angelieri ve ark.'nın yaptığı çalışma referans alınmıştır [14]. Angelieri ve ark. sutur matürasyonunu aşağıdaki gibi derecelendirmiştir;

1. Aşama: Midpalatal sutur yüksek dansiteye sahip düz sutural bir çizgidir (Şekil 3.2). Çok az interdijitasyon içerir ya da hiç içermez.



Şekil 3.6: MPS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [109]

2. Aşama: Midpalatal sutur, düzensiz yüksek dansiteye sahip dantela formunda sutural bir çizgidir (Şekil 3.3). Bazı küçük bölgelerde sutur çizgisi birbirine paralel dantel formu gösterebilir.



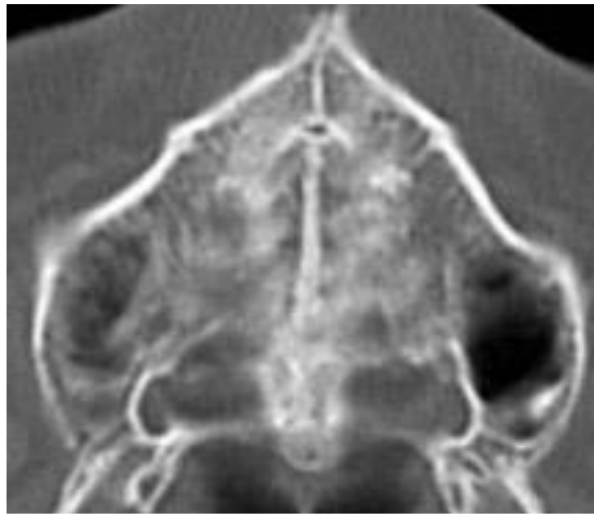
Şekil 3.7: MPS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [109]

3. Aşama: Midpalatal sutur, dantel formunda birbirine paralel yüksek dansiteli çizgiler halinde görülür (Şekil 3.4). Bu aşamada maksiller ve patalal kemiklerin arası düşük dansiteli bir aralık şeklindedir.



Şekil 3.8: MPS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [109]

4.Aşama: Midpalatal sutur'un patalal kemikte bulunan kısmı birleşmiştir ve matürasyon arkadan öne doğru ilerlemektedir (Şekil 3.5). Bu aşamada patalal kemik üzerinde midpalatal sutur izlenemez, parasutural kemik yoğunluğu maksiller kemiğe göre artmıştır. Maksillada midpalatal sutur birleşmemiştir ve yüksek dansiteli iki çizgi olarak gözlemlenir.



Şekil 3.9: MPS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [109]

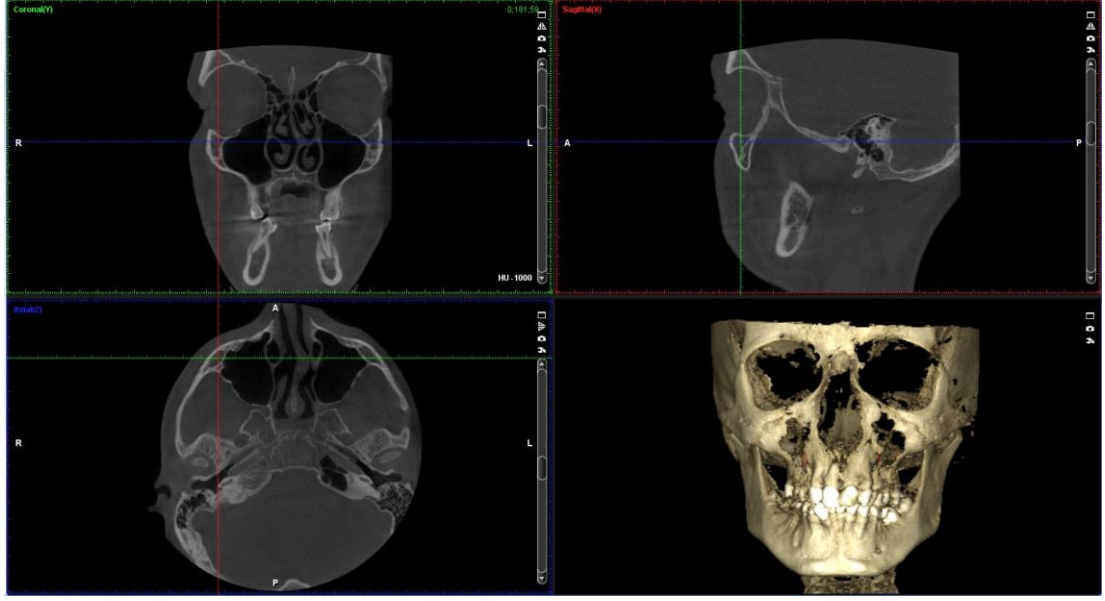
5.Aşama: Midpalatal sutur maksillada gözlemlenmemektedir ve kemik dansitesi artmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.10: MPS matürasyonu beşinci aşama görüntüsü [109]

Zigomatikomaksiller Sutura Matürasyonunun Değerlendirilmesi

Zigomatikomaksiller sutur matürasyonunun değerlendirilmesi amacıyla KIBT görüntülerinde baş pozisyonun oryantasyonu tekrar yapılmıştır. Koronal kesitte inceleme yapılan yazılımını pozisyon imleci yatay olarak zigomatikomaksiller sutur üzerine yerleştirilmiştir. Sagittal kesitin sol tarafında daha kaliteli görüntü elde edebilmek için baş pozisyonu saat yönünde döndürülmüştür (Şekil 3.7). Sagittal kesitte zigomatikomaksiller suturun infraorbital kenarından infrazigomatik kenarına kadar superioinferior kesit zigomatikomaksiller suturun değerlendirilmesi için incelenmiştir. Elde edilmiş sutur görüntülerinin değerlendirilmesinde Angelieri ve ark.'nın zigomatikomaksiller sutur matürasyonu için kullandığı benzer sınıflama kullanılmıştır [14].



Şekil 3.11: KIBT görüntüsünün zigomatikomaksiller sutur matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu

1.Aşama: Zigomatikomaksiller sutur, parasutural kemik yoğunluğunun azaldığı, tek tip, yüksek yoğunluklu bir çizgidir (Şekil 3.8).



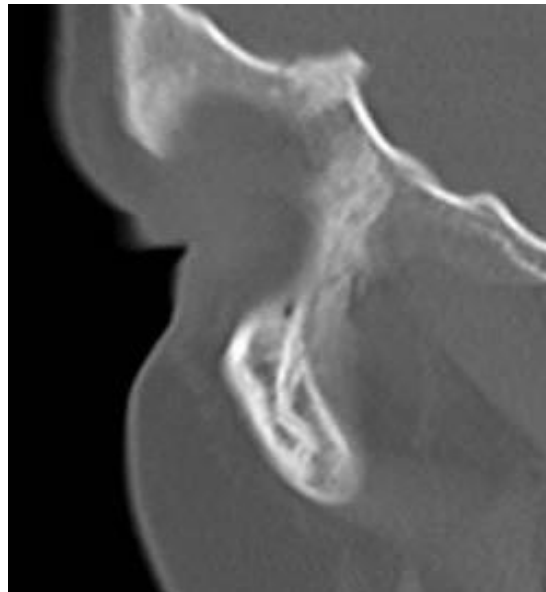
Şekil 3.12: ZMS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [14].

2.Aşama: Zigomatikomaksiller sutur, bazı interdijitasyonlara sahip daha kalın, dalgalı, yüksek yoğunluklu bir hat olarak görülebilir (Şekil 3.9). Parasutural kemik yoğunluğu azalmıştır.



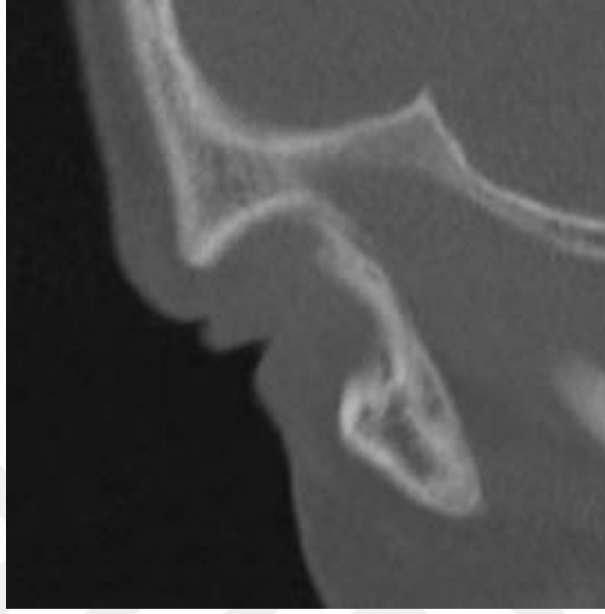
Şekil 3.13: ZMS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [14]

3.Aşama: Zigomatikomaksiller sutur, maksilla ve zigomatik kemiklerde birbirine yakın ve küçük düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılmış iki ince, paralel, dalgalı şekilde, yüksek yoğunluklu çizgi olarak görünür (Şekil3.9). Parasutural kemik yoğunluğu azalmıştır.



Şekil 3.14: ZMS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [14]

4.Aşama: Zigomatikomaksiller suturun füzyonunun başlangıcını gösterir. Suture hattının bir kısmı görüntülenememektedir ve parasutural kemik yoğunluğu artmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.15: ZMS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [14]

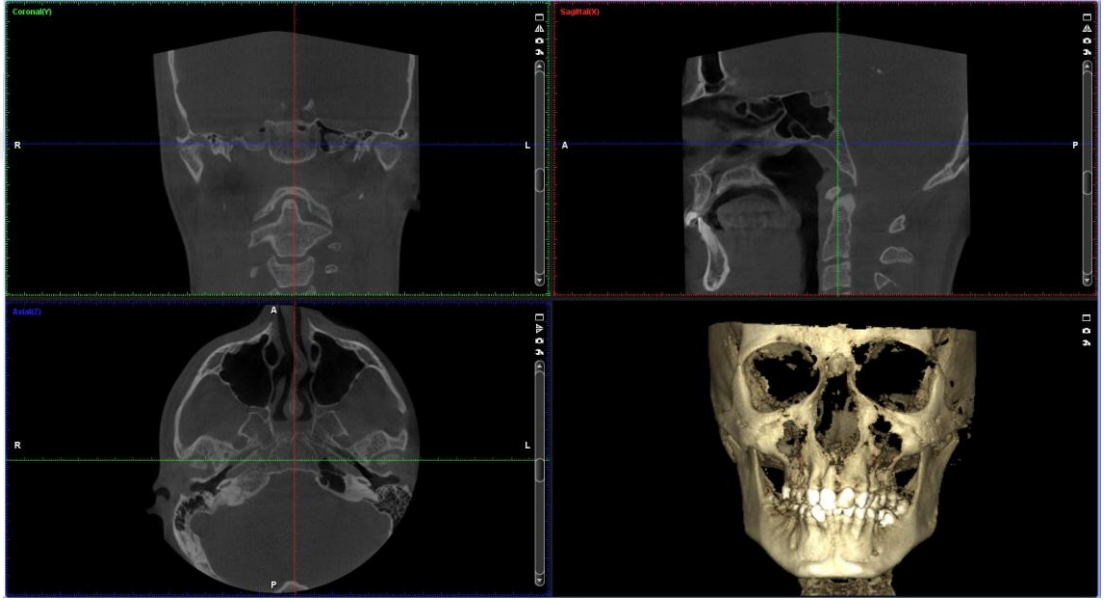
5.Aşama: Kemik boyunca birçok alanda zigomatikomaksiller suture görülmez, yani birçok füzyon alanı vardır (Şekil 3.12). Parasutural kemiğin yoğunluğu artmıştır.



Şekil 3.16: ZMS matürasyonu beşinci aşama görüntüsü [14]

Sfenooksiptal Sinkondrosis Matürasyonunun Değerlendirilmesi

Sfenooksiptal sinkondrosis matürasyonunun değerlendirilmesi için KIBT görüntülerinde baş pozisyonunun oryantasyonu tekrar ayarlanarak midsagittal kesitte incelenmiştir (Şekil3.13). Sfenooksiptal sinkondrosis matürasyonunun değerlendirilmesinde Franklin ve ark.'nın yaptığı çalışma referans alınacaktır [110]. Franklin ve ark. matürasyonu aşağıdaki gibi derecelendirmiştir;



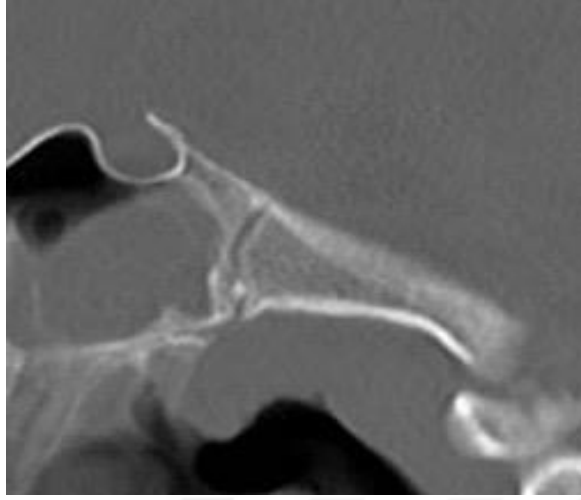
Şekil 3.17: KIBT görüntüsünün sfenooksiptal sinkondrosis matürasyonunun değerlendirilmesi amaçlı oryantasyonu

1. Aşama: Oksipital kemiğin bazal kısmı ile sfenoid kemik arasında hiçbir kaynaşma yoktur (Şekil 3.14).



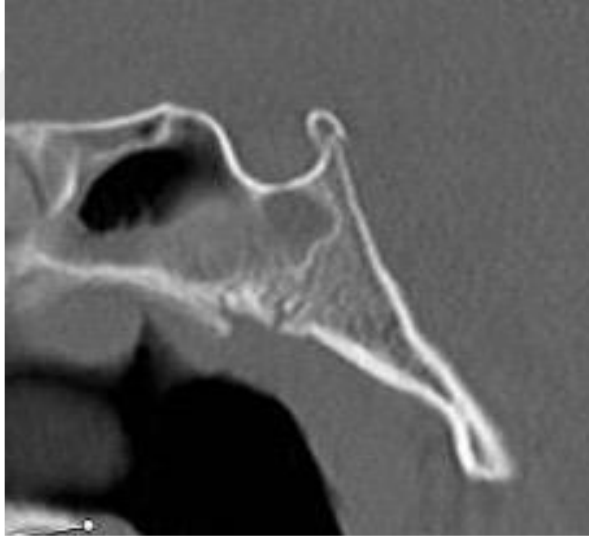
Şekil 3.18: SOS matürasyonu birinci aşama görüntüsü [110]

2.Aşama: Sfenoksiptal sinkondrozis uzunluğunun yarısından fazlası kaynaşmamıştır (Şekil 3.15).



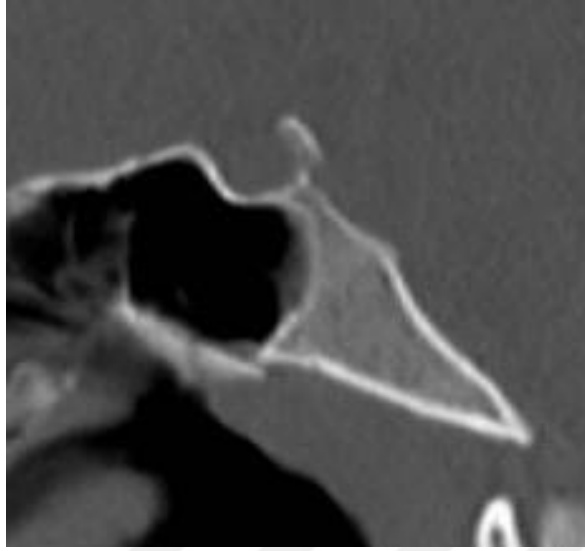
Şekil 3.19: SOS matürasyonu ikinci aşama görüntüsü [110]

3.Aşama: Sfenoksiptal sinkondrozis uzunluğunun yarısından fazlası kaynaşmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.20: SOS matürasyonu üçüncü aşama görüntüsü [110]

4.Aşama: Sfenoksiptal sinkondrozis uzunluğunun tamamı kaynaşmıştır (Şekil3.17).



Şekil 3.21: SOS matürasyonu dördüncü aşama görüntüsü [110]

3.2.1.2 Alçı Modeller

Alçı modeller üzerinde gerçekleştirilecek ölçümlerde Handellman ve ark.'nın yaptıkları çalışma referans alınmıştır [6]. Bu bağlamda değerlendirilecek ölçümler aşağıda belirtilmiştir;

*Sağ maksiller birinci molar dişin palatogingival kenarı ile sol maksiller molar dişin palatogingival kenarı arasındaki mesafe (a).

* Sağ maksiller birinci molar dişin meziopatalal tüberkülü ile sol maksiller birinci molar dişin meziopatalal tüberkülü arasındaki mesafe (b).

* Sağ maksiller birinci molar dişin meziobukkal tüberkülü ile sol maksiller birinci molar dişin meziobukkal tüberkülü arasındaki mesafe (c).

* Sağ maksiller birinci molar dişin bukkogingival kenarı ile sol maksiller molar dişin bukkogingival kenarı arasındaki mesafe (d).

*Sağ maksiller ikinci premolar dişin palatogingival kenarı ile sol maksiller ikinci premolar dişin palatogingival kenarı arasındaki mesafe (e).

*Sağ maksiller ikinci premolar dişin patalal tüberkül tepesi ile sol maksiller ikinci premolar dişin patalal tüberkül tepesi arasındaki mesafe (f).

*Sağ maksiller ikinci premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ile sol maksiller ikinci premolar dişin bukkal tüberkül tepesi arasındaki mesafe (g).

*Sağ maksiller ikinci premolar dişin bukkogingival kenarı ile sol maksiller ikinci premolar dişin bukkogingival kenarı arasındaki mesafe (h).

*Sağ maksiller birinci premolar dişin palatogingival kenarı ile sol maksiller birinci premolar dişin palatogingival kenarı arasındaki mesafe (ı).

*Sağ maksiller birinci premolar dişin patalal tüberkül tepesi ile sol maksiller birinci premolar dişin patalal tüberkül tepesi arasındaki mesafe (i).

*Sağ maksiller birinci premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ile sol maksiller birinci premolar dişin bukkal tüberkül tepesi arasındaki mesafe (j).

*Sağ maksiller birinci premolar dişin bukkogingival kenarı ile sol maksiller birinci premolar dişin bukkogingival kenarı arasındaki mesafe (k).

*Sağ maksiller kanin dişin palatogingival kenarı ile sol maksiller kanin dişin palatogingival kenarı arasındaki mesafe (l).

*Sağ maksiller kanin dişin tüberkül tepesi ile sol maksiller kanin dişin tüberkül tepesi arasındaki mesafe (m).

*Sağ maksiller kanin dişin bukkogingival kenarı ile sol maksiller kanin dişin bukkogingival kenarı arasındaki mesafe (n).

*Patalal kubbenin derinlik açısı: Palatal kubbenin sağ ve sol orta üçte ikisine çizilen teğetlerin kesişme noktasında oluşan açı olarak tanımlanır (o).

*Maksiller patalal derinlik-gingiva: Palatal kubbenin en derin noktasının birinci molar dişlerin palatogingival kenarlarını birleştiren doğruya en kısa mesafesidir (p).

*Maksiller patalal derinlik-meziopatalal tüberkül: Palatal kubbenin en derin noktasının birinci molar dişlerin meziopatalal tüberkül tepelerini birleştiren doğruya en kısa mesafesidir (r).

*İntermolar açı: Sağ ve sol birinci molar dişlerin meziobukkal ve meziolingual tüberkül uçlarını birleştiren doğruların oluşturduğu açı olarak tanımlanır (s).

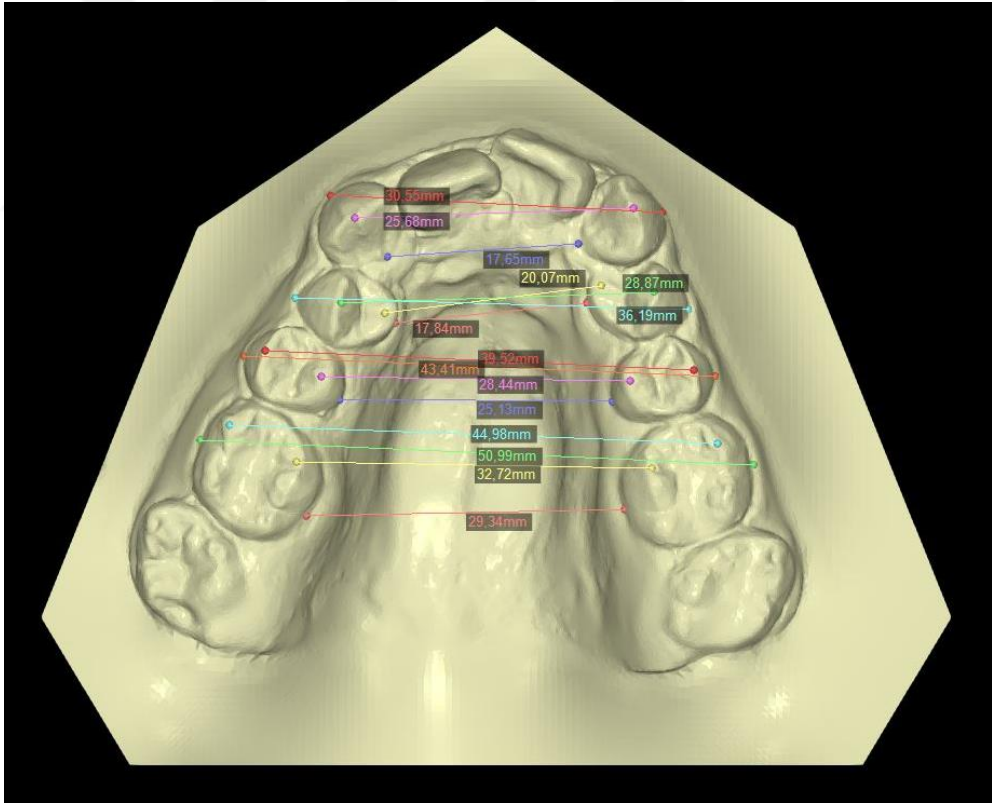
*İnterpremolar açı: Sağ ve sol premolar dişlerin bukkal ve patalal tüberkül uçlarını birleştiren doğruların oluşturduğu açı olarak tanımlanır. Birinci ve ikinci premolar dişler için ayrı ayrı ölçülecektir (s) ,(t).

*Birinci molar kron yüksekliği: Birinci molar dişin meziobukkal tüberkül tepesine çizilen teğetin bukkogingival bileşime olan mesafesi olarak tanımlanır (u).

*Premolar kron yüksekliği: Premolar dişlerde bukkal tüberkül tepesine çizilen teğetin bukkogingival bileşime olan mesafesi olarak tanımlanır. Birinci ve ikinci premolar dişler için ayrı ayrı ölçülecektir (v),(y).

Cerrahi öncesi hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış hastalardan protokol öncesi ve sonrası elde edilmiş alçı modeller 3Shape F8 Lab Scanner (3Shape, Kopenhag, Danimarka) cihazıyla taranmıştır. Elde edilmiş taramalar STL formatında NemoCast (Nemotech, Madrid, İspanya) programına aktarılmıştır.

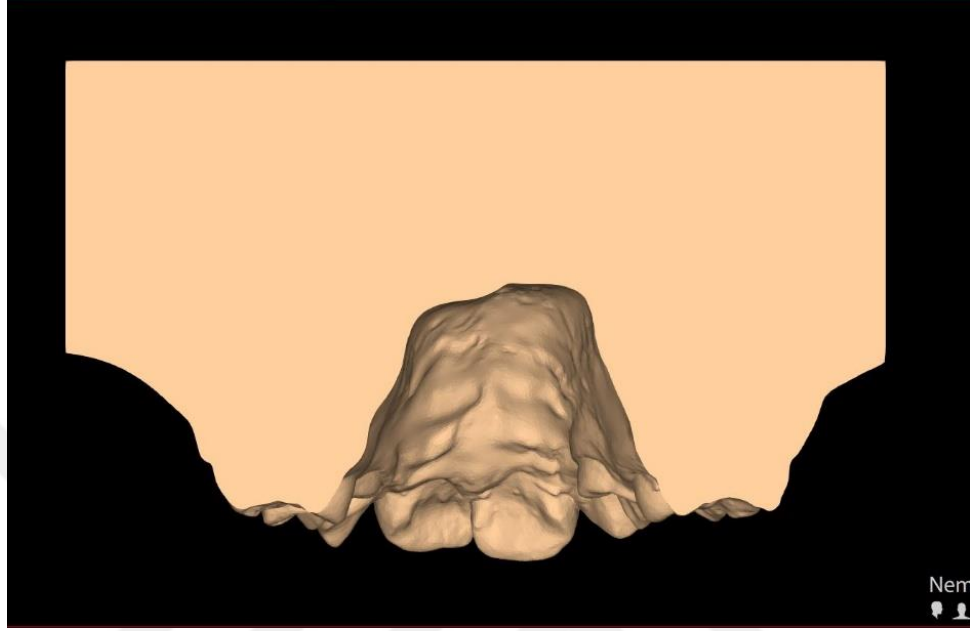
Nemocast programına aktarılan dental modeller üzerinde Handelman ve ark.'nın daha önceki çalışmasına benzer şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir [5]. İntermolar, interkanin, interpremolar mesafelerin ölçümü doğrudan 3 boyutlu dental modeller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Maksiller patalal derinlik – gingiva, maksiller patalal derinlik - meziopatalal tüberkül, intermolar açısı, interpremolar açısı, birinci molar kron yüksekliği, premolar kron yüksekliği ölçümleri ise belirlenmiş referans noktaları üzerinden modellerin dilimlenmesiyle oluşan 2 boyutlu görüntüler üzerinde yapılmıştır.



Şekil 3.22: İntermolar (a,b,c,d) interpremolar (e,f,g,h,i,j,k) ve interkanin (l,m,n) mesafelerin ölçümü

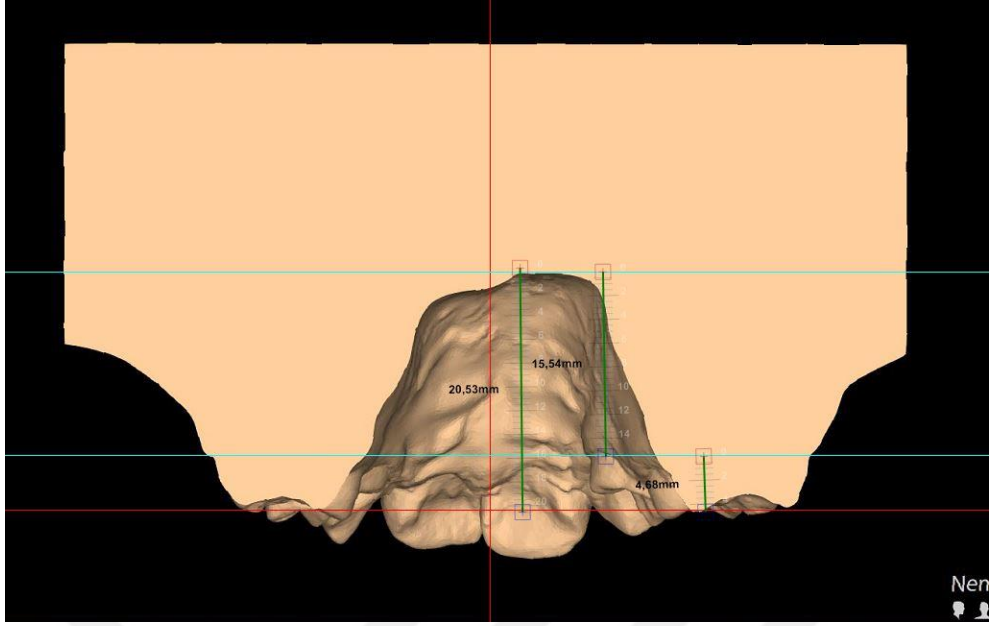
Nemo Cast programına aktarılmış dental modellerde oklüzyon düzlemi yere paralel hale getirilmiş ve molar dişler için meziopatalal tüberküller, premolar dişler için

patalal tüberküller üzerinden modeller dilimlenmiştir. Dilimlenen modellerin arka yüzleri çevrilmiş iki boyutlu ekran görüntüleri alınmıştır. Alınan ekran görüntüleri kalibre edilip ölçümler tamamlanmıştır.

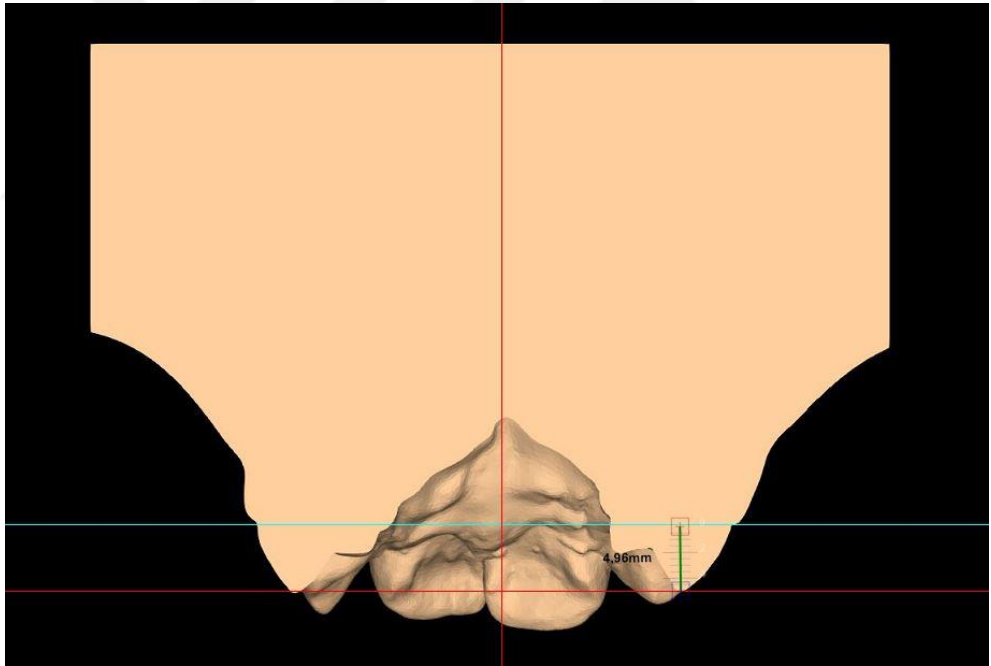


Şekil 3.23: Molar diş için dilimlenmiş dental modelin arka yüzeyden iki boyutlu görüntüsü

Maksiller patalal derinlik–gingiva, maksiller patalal derinlik-meziopatalal tüberkül, birinci molar kron yüksekliği ve premolar kron yüksekliğinin ölçümü amacıyla iki boyutlu görüntü üzerinde üç adet doğru oluşturulmuştur. Doğruların birincisi maksiller patalal kubbenin en derin noktasına teğet geçmektedir. İkinci doğru birinci azı dişlerinin bukkogingival bileşiminden geçmektedir. Üçüncü doğru ise oklüzyon düzlemine teğet geçmektedir.

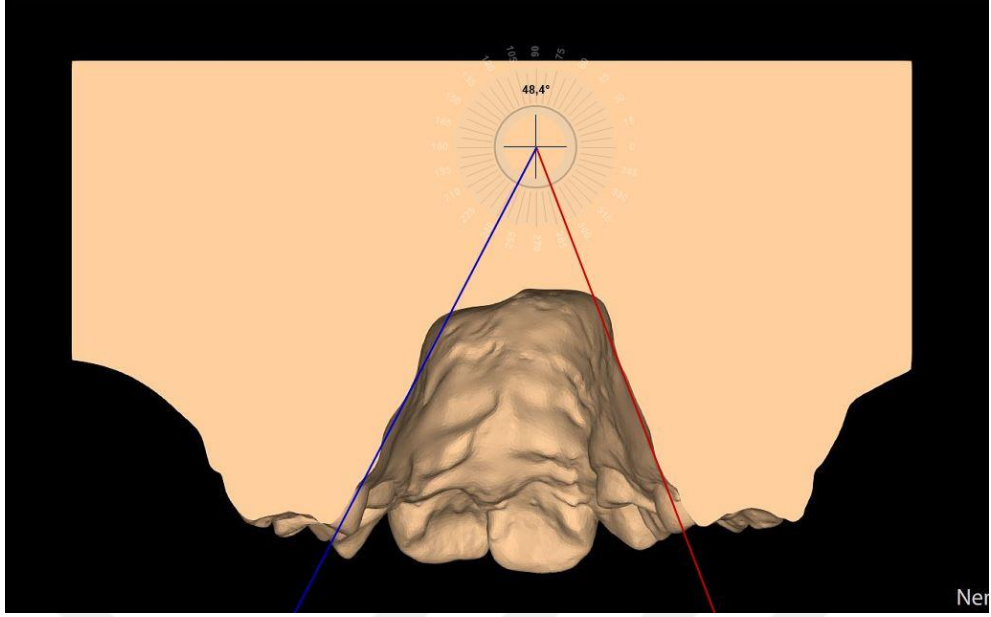


Şekil 3.24: Maksiller patalal derinlik – gingiva, maksiller patalal derinlik-meziopatalal tüberkül ve birinci molar kron yüksekliğinin ölçümü



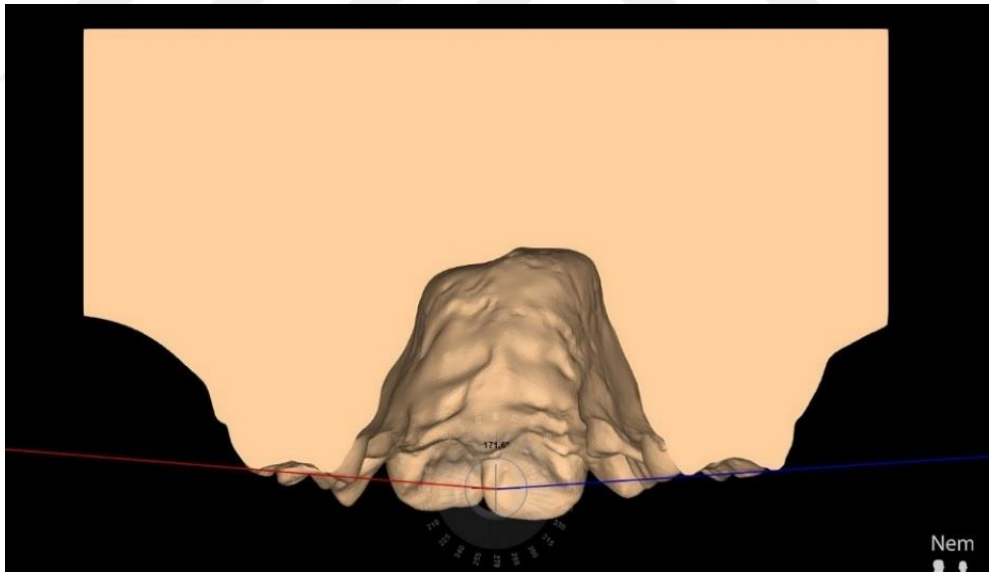
Şekil 3.25: Premolar dişlerde kron yüksekliğinin ölçümü

Patalal kubbenin derinlik açısı da birinci molar dişler hizasında referans noktaları üzerinden dilimlenmiş modellerin arka yüzeyden görüntüsü yardımıyla ölçülmüştür. Palatal kubbenin sağ ve sol orta üçte ikisine çizilen teğetlerin kesişme noktasında oluşan açı program yazılımı aracılığıyla ölçülmüştür.



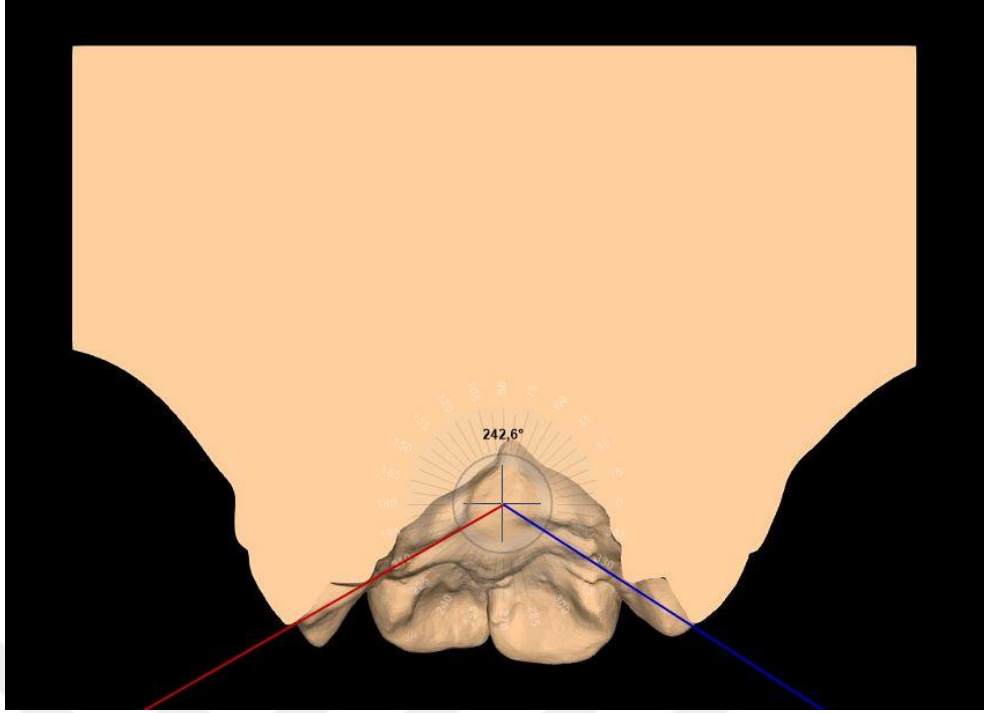
Şekil 3.26: Palatal kubbenin derinlik açısının ölçümü

İntermolar açı ölçümünde sağ ve sol birinci molar dişlerin meziobukkal ve meziolingual tüberkül uçlarını birleştiren doğruların oluşturduğu açı ölçülmüştür.



Şekil 3.27: İntermolar açı ölçümü

İnterpremolar açı ölçümünde sağ ve sol premolar dişlerin bukkal ve palatal tüberkül uçlarını birleştiren doğruların oluşturduğu açı birinci ve ikinci premolar dişler için ayrı ayrı ölçülmüştür.



Şekil 3.28: İnterpremolar açı ölçümü

3.2.2 Verilerin İstatistiksel Analizi

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası elde edilmiş alçı modellerde gerçekleştirilen lineer ve açısal ölçüm değerlerinin T0 ve T1 ölçümleri arası fark değeri, ZMS ve MPS matürasyon dereceleri, SOS kapanma dereceleri kaydedilmiştir.

Çalışma grubunu oluşturan bireylerin yaş, cinsiyet ve cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü sonrası retansiyon dönemi süreleri de kaydedilmiştir. Buna göre;

- MPS matürasyonu ile deneklerin yaşı ve tedaviye yanıt olarak maksiller dişler ve çevre dokulardaki değişimler arasındaki korelasyon varlığı,
- ZMS matürasyonu ile deneklerin yaşı ve tedaviye yanıt olarak maksiller dişler ve çevre dokulardaki değişimler arasındaki korelasyon varlığı,
- SOS kapanma derecesi ile deneklerin yaşı ve tedaviye yanıt olarak maksiller dişler ve çevre dokulardaki değişimler arasındaki korelasyon varlığı,
- Retansiyon süresi ile maksiller dişler ve çevre dokulardaki değişimler arasındaki korelasyon varlığı araştırılmıştır.

Elde edilmiş veriler IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde sayı, yüzde,

ortalama, standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Elde edilmiş veriler Shapiro Wilk testine tabi tutulup dağılım incelenmiştir. Verilerin tümü parametrik dağılım gösterdiğinden, istatistiksel analizde bağımlı t testi uygulanmıştır ($p < 0.05$). Buna göre, parametreler arasındaki korelasyon Pearson Korelasyon Testi ile değerlendirilmiştir.



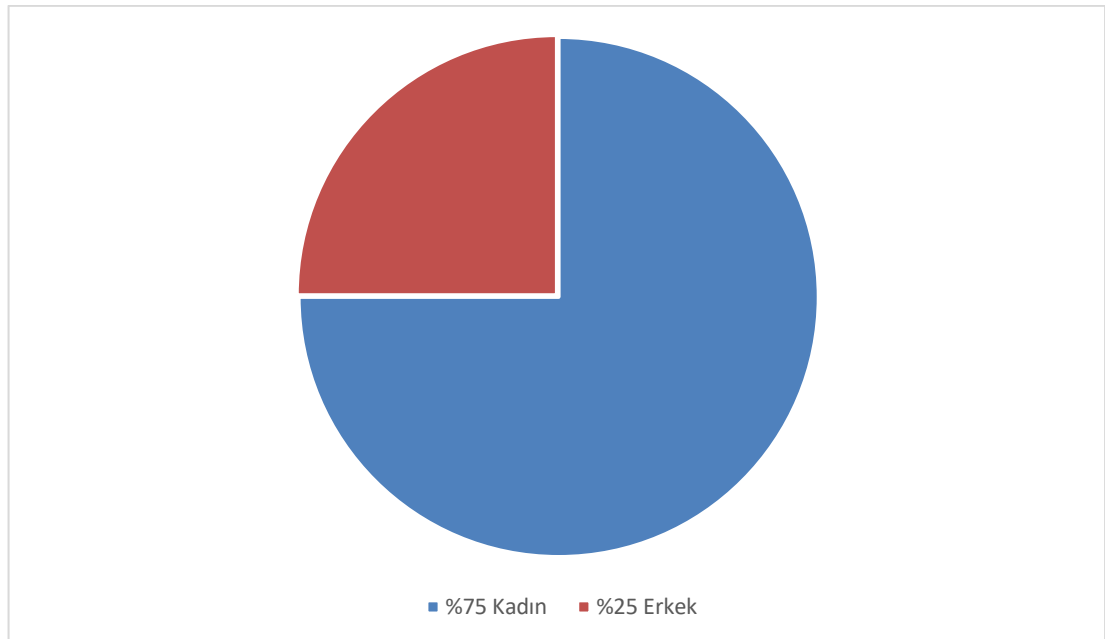
4. BULGULAR

4.1 Bireylerin Yaş Cinsiyet Dağılımı ve Verilerin Ortalamaları

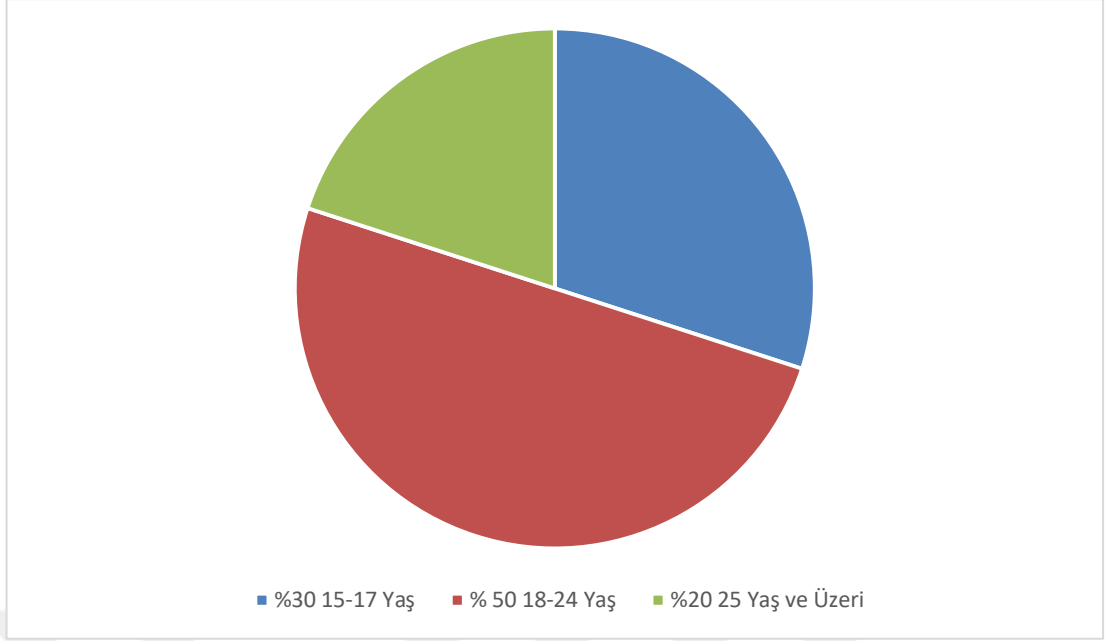
Örneklem grubu 15'i (%75) kadın 5'i (%25) erkek bireyden oluşmuştur. Kadın bireylerde en düşük yaş 15,1 en yüksek yaş 37,2'dir. Erkek bireylerde ise en düşük yaş 16,2 iken en yüksek yaş 32,6'dır. Tüm örneklem grubunda en düşük yaş 15,1 en yüksek yaş 37,2 iken ortalama yaş 21,52'dir. Bireylerin 6'sı (%30) 15 ile 17 yaş aralığında, 10'u (%50) 18 ile 24 yaş aralığında, 4'ü (%20) 25 yaş ve üzerindedir. Detaylı veriler Tablo 4.1, Şekil 4.1' ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı

	N	En Düşük	En Yüksek	Ort.	SS
Tüm Bireyler	20	15,1	37,2	21,52	5,87
Erkek	5	16,2	32,6	20,8	6,73
Kadın	15	15,1	37,2	20,42	5,79



Şekil 4.1: Bireylerin cinsiyet dağılımı



Şekil 4.2: Bireylerin yaş gruplarına göre dağılımı

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş tüm KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu:

Bireylerin MPS matürasyon derecesi skorlarının ortalaması 3,05;

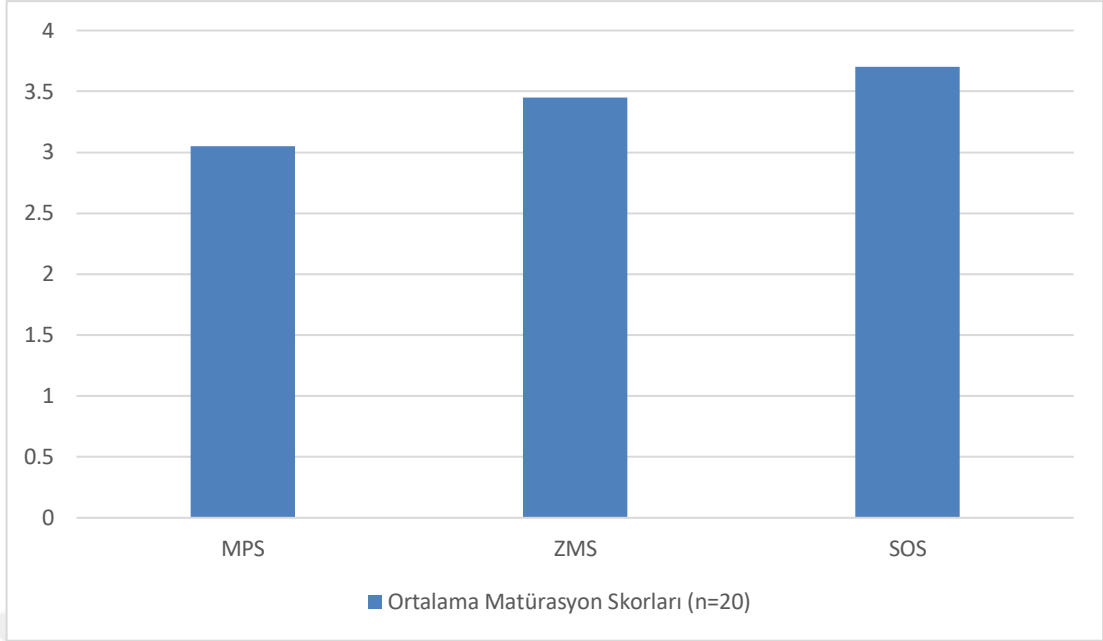
ZMS matürasyon derecesi skorlarının ortalaması 3,45;

SOS matürasyon derecesi skorlarının ortalaması ise 3,7'dir.

Verilerin dağılımı Tablo 4.2'de ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Ortalama matürasyon derecesi skorları

Ölçümler	N	Ortalama	SS
MPS Matürasyon Derecesi Skoru	20	3,05	1,50
ZMS Matürasyon Derecesi Skoru	20	3,45	0,60
SOS Matürasyon Derecesi Skoru	20	3,7	0,47



Şekil 4.3: Ortalama matürasyon derecesi skorları

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu elde edilen matürasyon derecesi skorlarının dağılımı Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Matürasyon derecesi skorlarının dağılımı

n	1	2	3	4	5
MPS Matürasyon Derecesi Skoru	4	4	4	3	5
ZMS Matürasyon Derecesi Skoru	0	0	12	7	1
SOS Matürasyon Derecesi Skoru	0	0	6	14	-

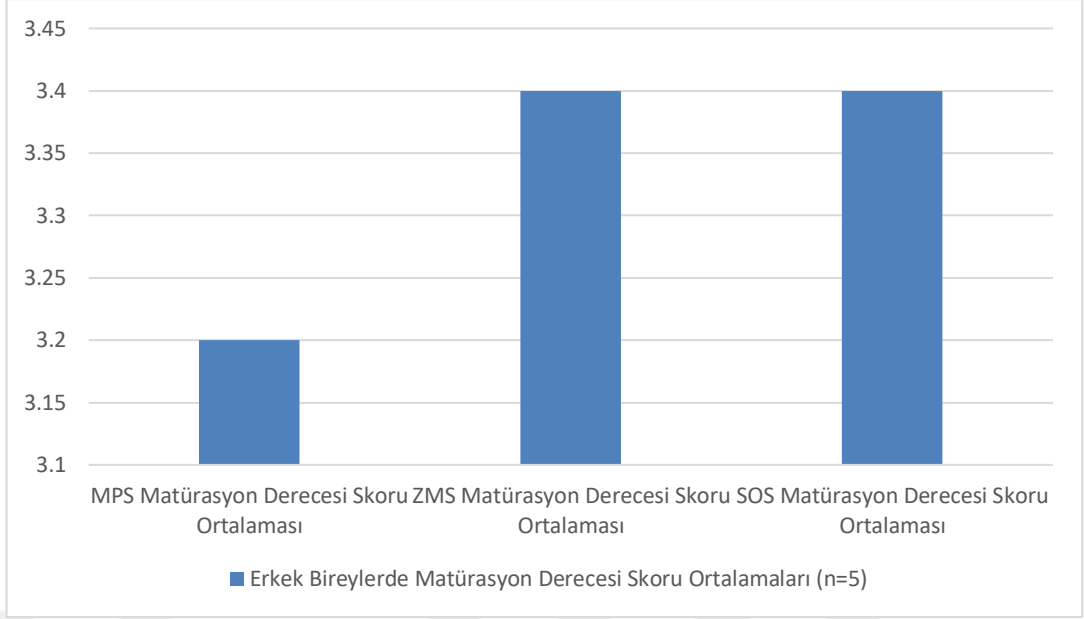
Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu erkek bireylerde;

MPS matürasyon derecesi skoru ortalaması 3,2;

ZMS matürasyon derecesi skoru ortalaması 3,4;

SOS matürasyon derecesi skoru ortalaması da 3,4'tür.

Verilerin dağılımı Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Erkek bireylerde matürasyon derecesi skoru ortalamaları

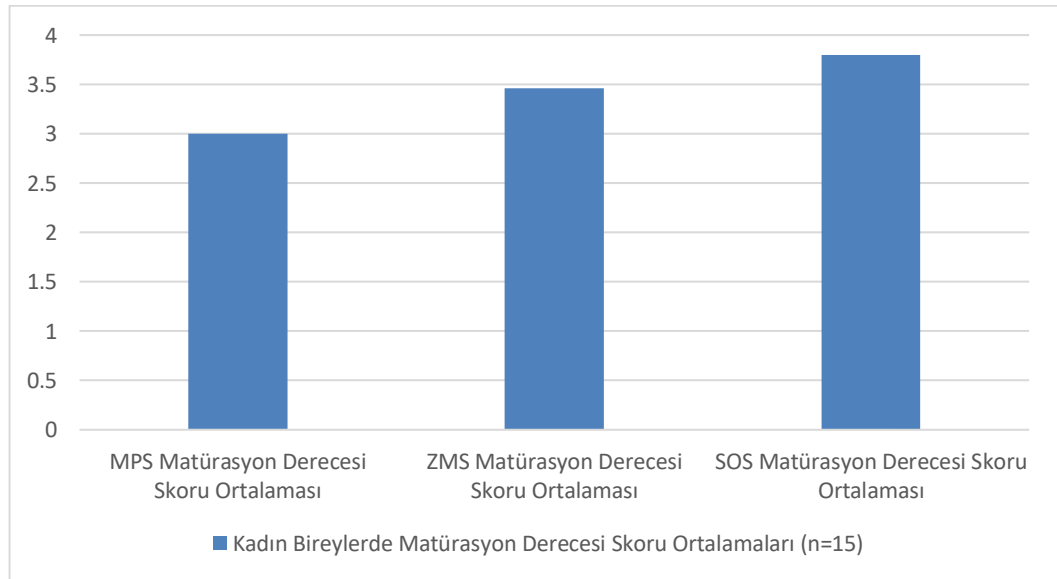
Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu kadın bireylerde;

MPS matürasyon derecesi skoru ortalaması 3,0,

ZMS matürasyon derecesi skoru ortalaması 3,46,

SOS matürasyon derecesi skoru ortalaması da 3,8'dir.

Verilerin dağılımı Şekil 4.5' te gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Kadın bireylerde matürasyon derecesi skoru ortalamaları

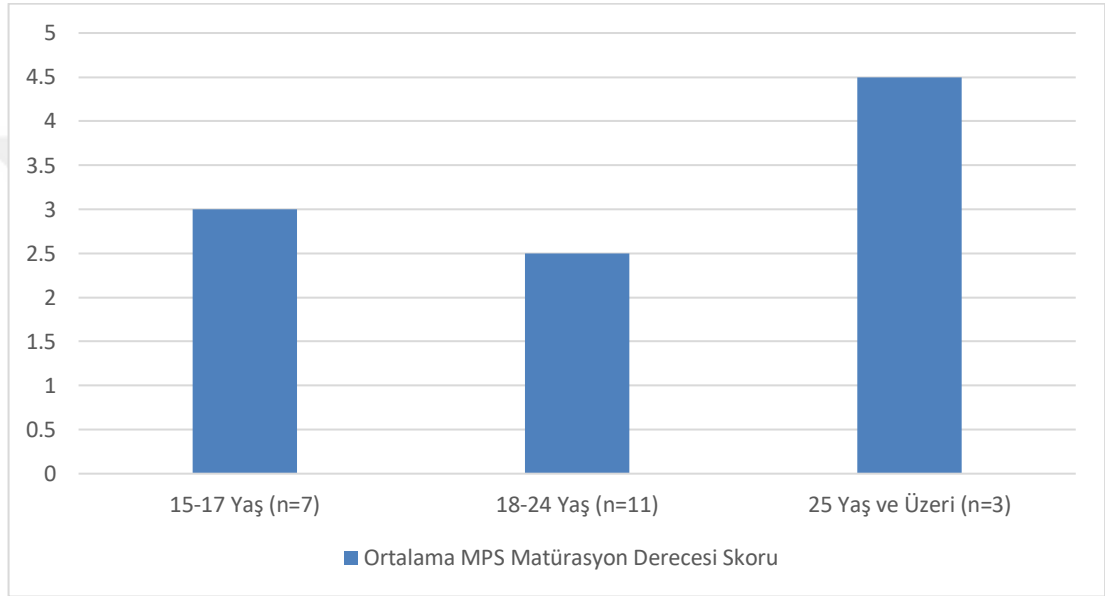
Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu MPS matürasyon derecesi skoru ortalamaları;

15 ile 17 yaş arasındaki 7 bireyde 3,

18 ile 24 yaş arasındaki 11 bireyde 2,5

25 yaş ve üzerindeki 3 bireyde 4,5'tir.

Verilerin dağılımı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6: Yaş gruplarına göre ortalama MPS matürasyon derecesi skorları

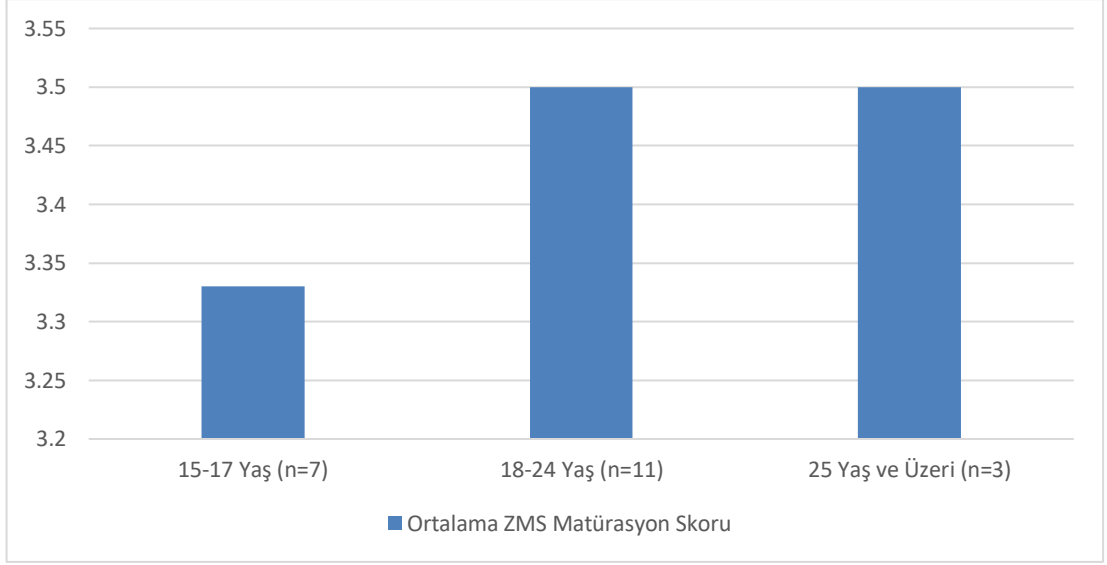
Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu ZMS matürasyon derecesi skoru ortalamaları;

15 ile 17 yaş arasındaki 7 bireyde 3,0,

18 ile 24 yaş arasındaki 11 bireyde 2,5,

25 yaş ve üzerindeki 3 bireyde 4,5'tir.

Verilerin dağılımı Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7: Yaş gruplarına göre ortalama ZMS matürasyon derecesi skorları

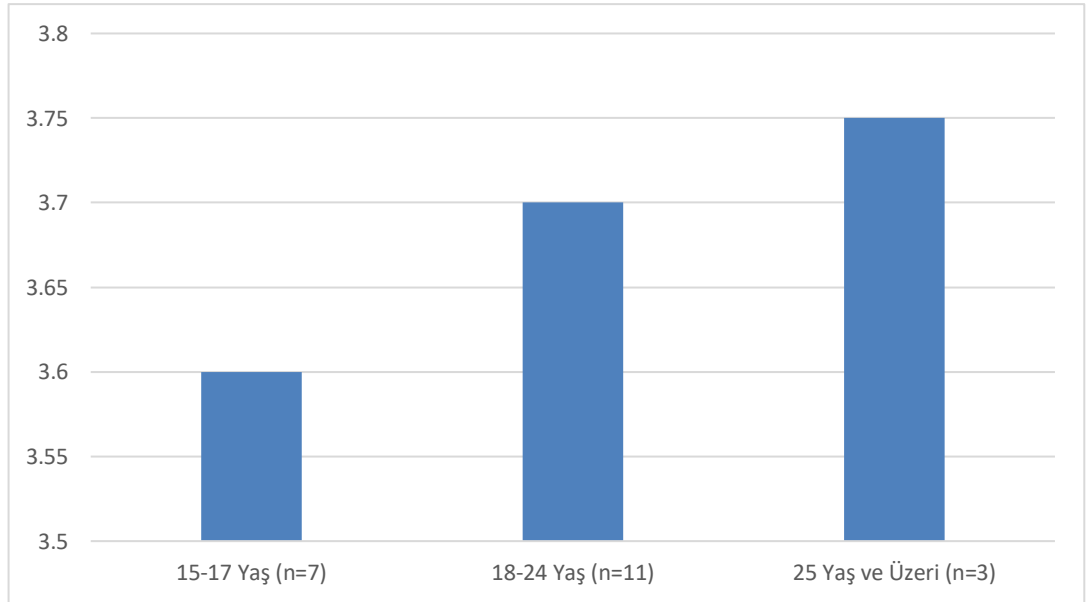
Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavisi öncesi bireylerden elde edilmiş KIBT görüntülerinin incelenmesi sonucu SOS matürasyon derecesi skoru ortalamaları;

15 ile 17 yaş arasındaki 7 bireyde 3,6,

18 ile 24 yaş arasındaki 11 bireyde 3,7,

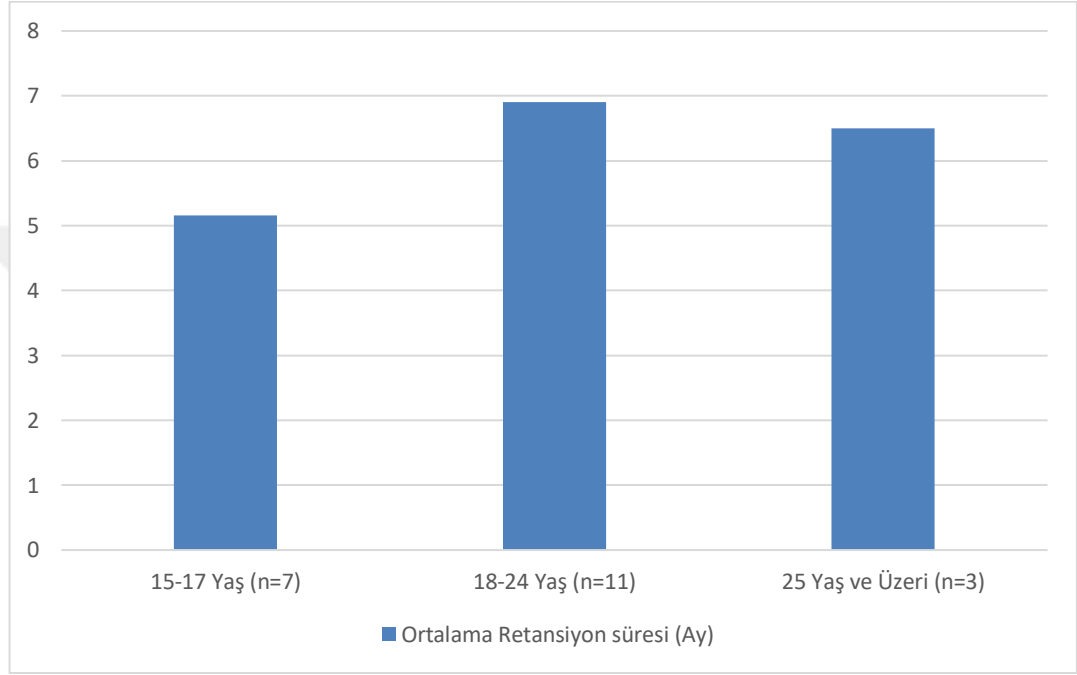
25 yaş ve üzerindeki 3 bireyde 3,75'tir.

Verilerin dağılımı Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8: Yaş gruplarına göre ortalama SOS matürasyon derecesi skorları

Bireylerde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü sonrası ortalama retansiyon süresi $6,5 \pm 1,4$ aydır. Retansiyon süresinin yaş aralığına göre dağılımı ise; 15 ile 17 yaş arasındaki 7 bireyde ortalama 5,16 ay, 18 ile 24 yaş arasındaki 11 bireyde ortalama 6,9 ay, 25 yaş ve üzerindeki 3 bireyde ortalama 6,5 aydır. Verilerin dağılımı Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



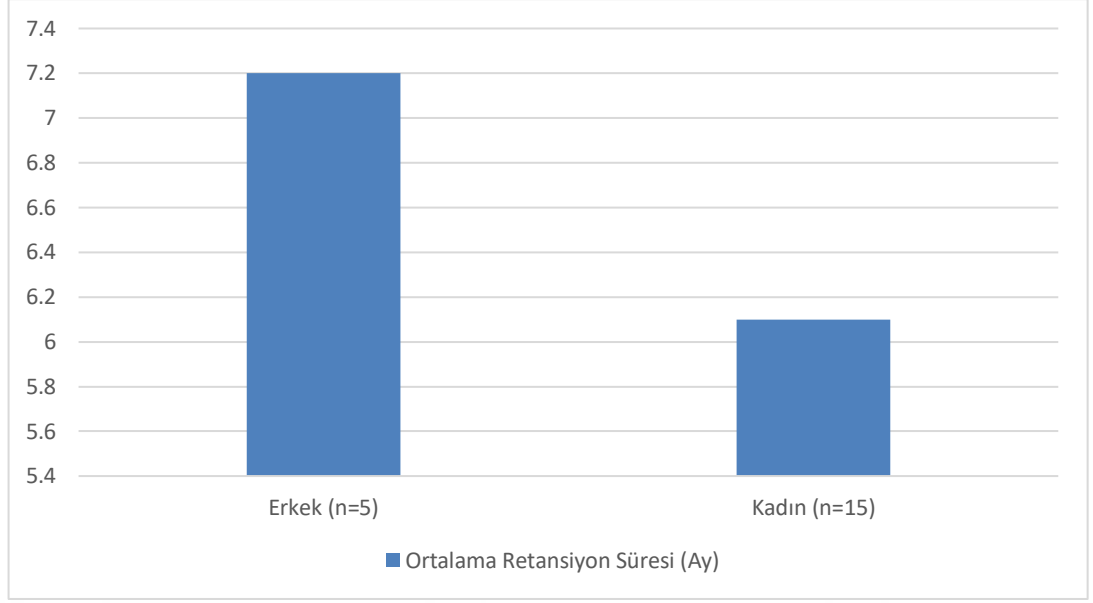
Şekil 4.9: Yaş gruplarına göre ortalama retansiyon süreleri

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü sonrası retansiyon süresinin cinsiyete göre dağılımı;

Yedi erkek bireyde ortalama 7,2 ay,

On beş kadın bireyde ortalama 6,1 ay'dır.

Verilerin dağılımı Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Cinsiyet gruplarına göre ortalama retansiyon süreleri

Dental modeller üzerinde yapılan ölçümlere göre 24 parametrenin cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamaları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. İlgili parametreler Shapiro Wilk Testi'ne tabi tutulmuş ve verilerin parametrik dağılım gösterdiği bulunmuştur. Parametrik dağılım gösteren veriler üzerinde bağımlı t testi uygulanmıştır (Tablo 4.4). Bağımlı t testi sonuçlarına göre;

Gerçekleştirilen 24 ölçümden 23'ünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlenmiştir ($p < 0.05$). Birinci molar kron yüksekliğinin değişimi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Dental modeller üzerinde yapılan 24 ölçümün cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkı Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması

Ölçümler	n	T0	SS	T1	SS	P-değeri
İnter molar genişlik (a)	20	31,15	3,10	36,71	2,87	<0,001
İnter molar genişlik (b)	20	35,11	3,12	41,19	3,25	<0,001
İnter molar genişlik (c)	20	49,71	2,95	55,61	3,33	<0,001
İnter molar genişlik (d)	20	46,03	3,62	51,72	3,21	<0,001
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	26,14	3,19	32,11	3,05	<0,001
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	29,10	3,39	35,58	3,40	<0,001
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	39,26	3,23	45,48	3,27	<0,001
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	43,06	2,93	49,05	2,83	<0,001
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	21,86	2,94	27,96	2,79	<0,001
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	24,93	3,07	31,17	3,09	<0,001
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	38,94	3,04	41,03	3,03	<0,001
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	40,92	3,12	45,01	2,45	<0,001
İnter kanin genişlik (l)	20	20,67	3,08	26,02	3,17	<0,001
İnter kanin genişlik (m)	20	29,18	3,41	34,56	3,33	<0,001
İnter kanin genişlik (n)	20	32,77	3,06	37,39	3,15	<0,001
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	51,63	10,95	64,52	12,41	<0,001
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	16,35	2,75	14,53	2,23	0,003
Maksiller palatal derinlik -meziopatalal tüberkül (r)	20	22,69	3,41	20,84	2,81	0,003
İntermolar açı ° (s)	20	178,35	15,63	170,35	15,79	<0,001
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	208,95	18,24	202,23	14,08	<0,001
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	195,01	25,18	188,83	24,42	<0,001
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	6,01	1,17	5,98	0,82	0,908
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	6,15	0,67	5,77	0,59	<0,001
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	5,88	0,58	5,55	0,48	<0,001

Bağımlı t-testi; *<0,05, **<0,01.

Tablo 4.5: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkı (Δ)

Ölçümler	n	Δ	SS
İnter molar genişlik (a)	20	5,56	2,26
İnter molar genişlik (b)	20	6,08	2,21
İnter molar genişlik (c)	20	5,90	2,15
İnter molar genişlik (d)	20	5,68	2,28
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	5,96	1,92
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	6,48	2,36
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	6,21	2,03
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	5,99	1,84
İnter birinci premolar genişlik (ı)	20	6,09	2,09
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	6,24	2,24
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	6,53	2,34
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	6,06	2,06
İnter kanin genişlik (l)	20	5,34	1,56
İnter kanin genişlik (m)	20	5,38	1,71
İnter kanin genişlik (n)	20	4,61	1,51
Palatal derinlik açısı ^o (o)	20	12,89	6,70
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	-1,81	2,39
Maksiller palatal derinlik -meziopatalal tüberkül (r)	20	-1,85	2,42
İntermolar açı ^o (s)	20	-8,13	5,45
İnter birinci premolar açı ^o (t)	20	-6,72	13,36
İnter ikinci premolar açı ^o (u)	20	-6,18	4,79
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	-0,02	1,01
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	-0,38	0,35
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	-0,33	0,29

4.2 Parametreler Arasında Korelasyon Analizi

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin dental modelleri üzerinde yapılan, dentoalveoler yapılarda meydana gelen değişikliklerle ilgili lineer ve açısal ölçüm verileri, yaş ve retansiyon süresi ile midpalatal sutur, zigomatikomaksiller sutur ve sfenooksiptal sinkondrosis matürasyon dereceleri Pearson korelasyon testine tabi tutulmuştur.

4.2.1 Bireylerin Yaşı ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi

Çalışmaya katılan bireylerin yaşı ile dental modeller üzerinde yapılan ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizi Tablo 4.6'da belirtilmiştir. Buna göre;

* Çalışmaya katılan bireylerin yaşı ile maksiller patalal derinlik-meziopatalal tüberkül skorları arasında $r=-0,545$ negatif ($p=0.01$),

*Çalışmaya katılan bireylerin yaşı ile intermolar açı skorları arasında $r=-0,662$ negatif ($p=0.000$),

* Çalışmaya katılan bireylerin yaşı ile ikinci premolar kron yüksekliği skorları arasında $r=-0,451$ negatif ($p=0.04$),

* Çalışmaya katılan bireylerin yaşı ile MPS matürasyon skorları arasında $r=0,462$ pozitif ($p=0.04$) ilişki bulunmuştur.

Diğer değişkenler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak korele bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.6: Bireylerin yaşı ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi

YAŞ	n	Pearson Korelasyon Katsayısı	P-değeri
İnter molar genişlik (a)	20	0,108	0,65
İnter molar genişlik (b)	20	-0,001	0,99
İnter molar genişlik (c)	20	0,188	0,42
İnter molar genişlik (d)	20	-0,199	0,40
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	0,119	0,61
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	0,044	0,85
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	-0,014	0,95
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	-0,007	0,97
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,087	0,71
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,045	0,85
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	-0,028	0,90
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	0,111	0,64
İnter kanin genişlik (l)	20	0,067	0,78
İnter kanin genişlik (m)	20	-0,012	0,96
İnter kanin genişlik (n)	20	0,126	0,59
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	0,248	0,29
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	-0,414	0,06
Maksiller palatal derinlik - meziopatalal tüberkül (r)	20	-,545*	0,01
İntermolar açı ° (s)	20	-,662**	<0,001
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	-0,027	0,90
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	0,180	0,44
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	-0,264	0,26
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	-0,201	0,39
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	-,451*	0,04
Retansiyon süresi	20	0,201	0,39
MPS Matürasyon Derecesi	20	,462*	0,04
ZMS Matürasyon Derecesi	20	0,243	0,30
SOS MATürasyon Derecesi	20	0,116	0,62

Pearson Korelasyon Testi; * $<0,05$, ** $<0,01$.

4.2.2 Retansiyon Süresi ile Dental Modeller Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Korelasyon Analizi

Çalışmaya katılan bireylerde uygulanan retansiyon süresi ile dental modeller üzerinde yapılan ölçüm değerleri ve MPS, ZMS, SOS matürasyon derecesi arasındaki korelasyon analizi Tablo 4.7’de belirtilmiştir. Buna göre;

* Çalışmaya katılan bireylerde uygulanan retansiyon süresi ile birinci molar kron yüksekliğindeki değişim skorları arasında $r=0,535$ pozitif ($p=0.01$) ilişki bulunmuştur. Diğer değişkenler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.7: Bireylerin retansiyon süreleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi

RETANSİYON SÜRESİ (ORT.6,3 ay)	n	Pearson Korelasyon Katsayısı	P-değeri
İnter molar genişlik (a)	20	0,282	0,22
İnter molar genişlik (b)	20	0,078	0,74
İnter molar genişlik (c)	20	-0,008	0,97
İnter molar genişlik (d)	20	-0,040	0,86
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	0,049	0,83
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	0,026	0,91
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	-0,092	0,69
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	0,061	0,79
İnter birinci premolar genişlik (ı)	20	-0,035	0,88
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	-0,080	0,73
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	-0,059	0,80
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	0,003	0,99
İnter kanin genişlik (l)	20	-0,126	0,59
İnter kanin genişlik (m)	20	-0,092	0,70
İnter kanin genişlik (n)	20	-0,118	0,61
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	0,097	0,68
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	-0,391	0,08
Maksiller palatal derinlik - meziopatalal tüberkül (r)	20	-0,260	0,26
İntermolar açı ° (s)	20	-0,103	0,66
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	-0,115	0,62
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	-0,052	0,82
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	,535*	0,01
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	0,191	0,41
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	0,226	0,33
Yaş	20	0,201	0,39
MPS Matürasyon Derecesi	20	0,131	0,58
ZMS Matürasyon Derecesi	20	-0,211	0,37
SOS Matürasyon Derecesi	20	-0,161	0,49

Pearson Korelasyon Testi; *<0,05, **<0,01.

4.2.3 MPS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi

Midpalatal sutur matürasyon derecesi ile dental modeller üzerinde yapılan ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizi Tablo 4.8’de belirtilmiştir. Buna göre;

- *Midpalatal sutur matürasyonu skorları ile intermolar açıldaki değişim skorları arasında $r=-0,698$ negatif ($p=0.000$),
- *Midpalatal sutur matürasyonu skorları ile birinci premolar kron yüksekliğindeki değişim skorları arasında $r=-0.487$ negatif ($p=0.02$) ilişki bulunmuştur.

Diğer değişkenler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.8: MPS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi

MPS	n	Pearson Korelasyon Katsayısı	P-Değeri
İnter molar genişlik (a)	20	0,208	0,37
İnter molar genişlik (b)	20	0,01	0,96
İnter molar genişlik (c)	20	0,087	0,71
İnter molar genişlik (d)	20	-0,033	0,88
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	-0,1	0,67
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	0,101	0,67
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	0,035	0,883
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	0,010	0,965
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,061	0,79
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,005	0,98
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	-0,012	0,96
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	-0,025	0,91
İnter kanin genişlik (l)	20	-0,218	0,35
İnter kanin genişlik (m)	20	-0,212	0,37
İnter kanin genişlik (n)	20	-0,211	0,37
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	0,047	0,84
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	-0,363	0,11
Maksiller palatal derinlik -meziopatalal tüberkül (r)	20	-0,423	0,06
İntermolar açı ° (s)	20	-,698**	<0,001
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	0,104	0,64
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	-0,023	0,92
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	-0,356	0,123
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	-,487*	0,02
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	-0,104	0,66

Pearson Korelasyon Testi; * $<0,05$, ** $<0,01$.

4.2.4 ZMS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi

Zigomatikomaksiller sutur matürasyon derecesi ile dental modeller üzerinde yapılan ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizi Tablo 4.9’da belirtilmiştir. Buna göre; *Zigomatikomaksiller sutur matürasyon skorları ile ikinci premolar kron yüksekliğindeki değişim skorları arasında $r=-0,488$ negatif ($p=0.02$) ilişki bulunmuştur.

Diğer değişkenler arasındaki ilişkiler klinik olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Tablo 4.9: ZMS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi

ZMS	n	Pearson Korelasyon Katsayısı	P-Değeri
İnter molar genişlik (a)	20	0,147	0,53
İnter molar genişlik (b)	20	0,225	0,33
İnter molar genişlik (c)	20	0,117	0,62
İnter molar genişlik (d)	20	0,230	0,32
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	0,209	0,37
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	0,266	0,25
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	0,191	0,42
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	0,172	0,47
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,214	0,36
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,225	0,34
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	0,176	0,45
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	0,290	0,21
İnter kanin genişlik (l)	20	0,036	0,88
İnter kanin genişlik (m)	20	-0,031	0,89
İnter kanin genişlik (n)	20	-0,072	0,76
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	0,157	0,84
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	0,325	0,16
Maksiller palatal derinlik - meziopatalal tüberkül (r)	20	0,195	0,41
İntermolar açı ° (s)	20	-0,366	0,11
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	-0,021	0,92
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	0,251	0,28
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	-0,252	0,28
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	-0,068	0,77
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	-,488*	0,02

Pearson Korelasyon Testi; * $<0,05$, ** $<0,01$.

4.2.5 SOS Matürasyonu Dereceleri ile Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Ortalamalarının Farkının Arasındaki Korelasyon Analizi

Sfenooksiptal sinkondrosis matürasyon skorları ile dental modeller üzerinde yapılan ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizi Tablo 4.10'da belirtilmiştir. Buna göre hiçbir değişken arası ilişki istatistiksel olarak bağlantılı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Tablo 4.10: SOS matürasyonu dereceleri ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve sonrası ölçüm ortalamalarının farkının(Δ) arasındaki korelasyon analizi

SOS	n	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)	P-Değeri
İnter molar genişlik (a)	20	-0,036	0,88
İnter molar genişlik (b)	20	0,084	0,72
İnter molar genişlik (c)	20	-0,013	0,95
İnter molar genişlik (d)	20	0,303	0,19
İnter ikinci premolar genişlik (e)	20	0,065	0,78
İnter ikinci premolar genişlik (f)	20	0,165	0,48
İnter ikinci premolar genişlik (g)	20	0,268	0,25
İnter ikinci premolar genişlik (h)	20	0,197	0,40
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,184	0,43
İnter birinci premolar genişlik (i)	20	0,211	0,37
İnter birinci premolar genişlik (j)	20	0,231	0,32
İnter birinci premolar genişlik (k)	20	0,149	0,52
İnter kanin genişlik (l)	20	0,033	0,89
İnter kanin genişlik (m)	20	0,164	0,49
İnter kanin genişlik (n)	20	0,047	0,84
Palatal derinlik açısı ° (o)	20	0,316	0,17
Maksiller palatal derinlik – gingiva (p)	20	-0,245	0,29
Maksiller palatal derinlik -meziopatalal tüberkül (r)	20	-0,275	0,24
İntermolar açı ° (s)	20	-0,275	0,24
İnter birinci premolar açı ° (t)	20	-0,382	0,09
İnter ikinci premolar açı ° (u)	20	-0,250	0,28
Birinci molar kron yüksekliği (v)	20	-0,371	0,10
Birinci premolar kron yüksekliği (y)	20	-0,329	0,15
İkinci premolar kron yüksekliği (z)	20	-0,221	0,34

Pearson Korelasyon Testi; *<0,05, **<0,01.

5. TARTIŞMA

5.1 Amacın Tartışılması

Transvers maksiller yetersizlik, erişkinlerde yaklaşık %10 prevalansı olan ve sıklıkla unilateral veya bilateral posterior çapraz kapanış ile karakterize, nispeten sık karşılaşılan bir ortodontik problemdir. Maksiller ve mandibular arklar arasındaki uyumsuzluk, derin ve dar bir damak, çapraşıklık, dikey alveolar büyüme, geniş bukkal koridorların yanı sıra dişlerde aşınma, periodontal hasar ve fasiyal kas dengesizliği ile de ilişkilidir. Stabil bir oklüzyon elde etmek ve bu zararlı etkilerden kaçınmak için maksilla ile mandibula arasında normal transversal ilişkinin kurulması ortodontik tedavinin önemli hedeflerindedir [111-113].

Transvers maksiller yetersizlik, çocuklarda ve genç adolesanlarda hızlı üst çene genişletmesi ile etkili bir şekilde tedavi edilebilmektedir. Hızlı üst çene genişletmesi için en uygun zamanlama 15 yaşın altı olarak kabul edilmektedir [114]. İlerleyen yaşla birlikte maksilla çevresindeki suturlar kapanmaya başlamakta ve kemik yapı daha rijit hale gelmektedir [115]. Literatürde ortopedik maksiller ekspansiyonun genç erişkinlerde etkili olduğuna dair kanıtlar mevcuttur. Bununla birlikte, ortopedik ekspansiyonun uygulamasıyla ilgili yaş sınırına dair ortak görüş bulunmamaktadır. Midpalatal sutur matürasyonunun derecelendirilmesinde kronolojik yaş güvenilir bir gösterge değildir [116]. Persson ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada midpalatal suturdaki en erken kapanma 15 yaş civarında görülmüştür. Aynı çalışmada 27 yaşındaki bir bireyde hiç kapanma görülmemiştir [117]. Midpalatal sutur matürasyonunun erken yaşlarda görülebilmesi, bazen de erişkin bireylerde görülmemesi bu konuda bireysel varyasyonların olduğunu göstermektedir. Bireyler arasında görülen bu varyasyonlar nedeniyle midpalatal sutur matürasyonu cinsiyet ve yaş ile net bir şekilde korele edilememektedir [54, 116, 118, 119]. Midpalatal sutur matürasyonunun yaş ve cinsiyetle olan ilişkisindeki varyasyonlar sebebiyle kimi zaman tedavi esnasında birtakım komplikasyonların gelişebilmesi mümkün olabilmektedir. Genç yaşta olup, açılmaya direnç gösteren kemik yapıya sahip bireylerde uygulanan ortopedik kuvvet nedeniyle fenestrasyon ve diş eti çekilmeleri, dişlerin fazladan bukkale devrilmesi istenmeyen bu yan etkilere örnektir [120].

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürlerinin, özellikle diğer ortognatik cerrahi prosedürlerle karşılaştırıldığında, daha düşük morbiditeye sahip olduğu

bildirilmiştir [121]. Bununla birlikte literatürde CDHÜÇG ile ilişkili kanama, diş eti çekilmesi, kök rezorpsiyonu, maksiller sinir dallarında yaralanma, enfeksiyon, ağrı, dişlerin devitalizasyonu ve değişen pulpal kan akışı, periodontal defektler, sinüs enfeksiyonu, alar tabanın genişlemesi, apareye bağlı dişlerin ekstrüzyonu, nüks ve tek taraflı genişleme gibi komplikasyonlar rapor edilmiştir [19, 20, 120, 122].

Literatürde maksiller protraksiyon üzerine yapılmış birçok çalışmada zigomatikomaksiller suturun protraksiyona etkisi kanıtlanmıştır. Hem maksiller genişletme hem de maksilla protraksiyonu esnasında kuvvetler ZMS'da da yoğunlaşmaktadır. ZMS yüzey morfolojisi oldukça değişkenlik gösteren, fasiyal suturlar içerisinde en karmaşık interdijitasyona sahip olan yapıdır. Kambara 1977'de maymun denekler ile yaptığı çalışmada ZMS yapısının diğer fasiyal suturların yapısına oldukça benzer olduğunu, bununla birlikte ZMS'un diğer sutur yapılarına göre daha karmaşık interdijitasyona sahip olduğunu öne sürmüştür [123, 124]. Angelieri ve ark. ZMS'un matürasyon özelliklerinin maksilla çevresindeki diğer yapılarla oldukça benzer olduğunu ileri sürmüştür [14]. ZMS yapısında maksiller genişletme protokolü sırasında direnç oluşması ve protraksiyon sırasında sutural cevabın oluşması nedenleriyle parametrelerimize midpalatal sutur matürasyonu ile beraber zigomatikomaksiller sutur matürasyonu da dahil edilmiştir.

SOS, MPS ve ZMS'da olduğu gibi kronolojik yaş ve kapanma derecesinde değişkenlik göstermekle birlikte adli tıp ve antropolojide iskeletsel yaşın saptanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır [125, 126]. Daha önce yapılan çalışmalarda SOS'in en geç 16-18 yaşlarında kapandığı gösterilmiştir. Sfenooksipital sinkondrosisin matürasyon derecesi, midpalatal sutur matürasyon derecesi ve zigomatikomaksiller sutur matürasyon derecesi ile ilişkili olabileceği düşünülerek parametrelerimiz arasına eklenmiştir.

Handelman ve ark. maksiller transversal yetersizlik bulunan 47 erişkin hastada cerrahi desteği olmaksızın dentoalveoler genişletme protokolünü uygulamışlar ve bu protokolün dentoalveoler etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada yetişkin hasta grubunda destek alınan dişlerde devrilme ile maksiller genişletme elde edilmesine rağmen açık kapanış oluşumu, periodontal defektlerin meydana gelmesi veya erken dönem nüks rapor edilmemiştir [5]. Laudeman ve ark. cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi endikasyonu bulunan hastalarda diş destekli ve kemik destekli aygıtların kullanımını incelemiştir. Bu çalışmada hem diş destekli hem kemik destekli aygıtlardaki periodontal ataşman kaybı klinik olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın

sonucuna göre cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinde dişlerden destek alınmasa dahi klinik olarak anlamlı derecede periodontal ataşman kaybı gözlenmektedir [127]. L Capelloza ve ark. maksiller transvers yetersizliği bulunan 38 erişkin hastada cerrahi desteği bulunmaksızın Haas apareyi uygulamışlardır. Tedavi gören hastaların %81.5 inde genişletme protokolü esnasında orta hatta diastema meydana gelmiş ve yeterli miktarda genişletme elde edilebildiği görülmüştür [128]. Bazı yetişkin hastalarda maksilla çevresi suturlar ortopedik ekspansiyona uygun olabilmesine rağmen bireyin yaşı göz önüne alınarak cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanabilir. Bu durumda hasta cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolünün komplikasyonlarına maruz kalabilir [6, 29, 73, 129]. Bu nedenle maksiller genişletme tedavilerinde cerrahi desteğinin gerekliliğinin tedavi öncesi belirlenmesi hastaların gereksiz müdahalelere maruz bırakmamak ve hastaları bu müdahaleler sonucunda ortaya çıkabilecek muhtemel komplikasyonlardan korumak adına büyük önem taşımaktadır. Gerçekleştirdiğimiz literatür taramasında SOS, MPS ve ZMS'in aynı hasta grubunda, genişletmenin etkileriyle birlikte değerlendirildiği kapsamlı bir çalışmaya rastlamamış olmamız çalışmamızın amacını belirlemede etkili olmuştur.

5.2 Yöntemin Tartışılması

Çalışmamızda daha önce belirtilen dahil edilme kriterlerine uygun 20 bireyden hızlı üst çene genişletmesi işlemi öncesinde kaydedilmiş 20 KIBT görüntüsü ve işlem öncesi ve sonrasında alınmış 40 adet üst çene alçı modeli kullanılmıştır ve çalışma grubu 15'i kadın 5'i erkek bireyden oluşmuştur.

Literatürde birçok yazar sutural kapanmanın yaş ve cinsiyete göre değişimler gösterdiğini öne sürmüştür [130, 131]. İşcan ve ark.'na göre kadınlar, erkeklere kıyasla 1 ile 3 yıl arasında daha erken iskeletsel gelişim göstermektedir [132]. Frederic ve ark. sutur kapanmasının kadınlarda daha erken yaşta meydana geldiğini ileri sürmüştür [133]. Buna karşın Baker sutural kapanmanın erkeklerde daha erken yaşlarda meydana geldiğini göstermiştir [130]. İşcan ve ark. ise kranial ve fasiyal suturları incelemiş bireylerin kronolojik yaşlarının tahmininde cinsiyetin önemli bir faktör olmadığını belirtmişlerdir [131].

Fasiyal suturların incelenmesinde geçmişte birçok farklı yöntem uygulanmıştır. Hayvanlar ve kadavra üzerinde yapılan histolojik incelemeler, oklüzal radyografların

incelenmesi, otopsi materyallerinin ve hayvanlardan elde edilmiş örneklerin bilgisayarlı tomografi görüntülerinin değerlendirilmesi gibi suturların kapanma derecesi ve morfolojisini tanımlamak amacıyla birçok yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler kendi içerisinde birçok dezavantaja sahiptir. Histopatolojik inceleme sutur matürasyonu ve morfolojisinin incelenmesinde altın standart olarak kabul edilmesine rağmen biyopsi işlemi gerektirmektedir [42, 54]. Oklüzal radyografiler, düşük radyasyona maruz kalınması nedeniyle midpalatal suturun incelenmesinde tercih edilebilmektedir. Oklüzal radyografilerin düşük radyasyon dozu ve uygulama kolaylığı gibi avantajları bulunmasına karşın, midpalatal sutur çevresindeki anatomik yapıların radyografik görüntü üzerine süperpozisyonu sıklıkla meydana gelmektedir. Radyografik görüntü üzerine süperpoze olan çevre anatomik yapılar midpalatal sutur yapısının incelenmesinde hatalara sebep olabilmektedir. Tüm bu verilerin ışığında oklüzal radyografiler, midpalatal sutur yapısının incelenmesinde tavsiye edilmemektedir [134, 135].

1998 yılında diş hekimliğine girişinden bu yana KIBT, ortodontik teşhis, tedavi planlaması ve bilimsel araştırmalar için giderek daha fazla kullanılmıştır. KIBT'nin bu amaçlar için kullanılması, üç boyutlu (3D) radyografinin iki boyutlu radyografiye göre göreceli avantajları sayesinde kolaylaştırılmıştır. KIBT için mevcut teşhis ve tedavi planlama endikasyonları arasında gömülü dişler, yarık dudak ve damak ve cerrahi müdahale gerektiren iskeletsel deformiteler, kök rezorpsiyonları, süpernümere dişler, temporomandibular eklem patolojisi, iskeletsel asimetriler bulunmaktadır. Tüm bunların yanı sıra mevcut KIBT görüntüleri üzerinde kroniofasiyal anatomik yapılar detaylı bir şekilde incelenebilmektedir [136, 137]. KIBT BT ile kıyaslandığında maliyetinin düşük olması, cihaz boyutlarının daha küçük olması, cihazın kullanımı ve bakımının daha kolay olması, maruz kalınan radyasyon dozunun daha düşük olması gibi avantajlara sahiptir. Bununla beraber KIBT görüntülerinin kontrast çözünürlükleri BT görüntülerine göre düşüktür [138, 139]. Daha önceki çalışmalarında Angelieri ark. midpalatal sutur ve zigomatikomaksiller sutur morfolojisini KIBT görüntüleri üzerinden incelemiştir [14, 119]. Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi öncesi kesi hattının cerrahi işlem öncesi değerlendirilmesi ve olası anatomik engellerin tespiti amacıyla KIBT görüntüleri yaygın olarak kullanılmaktadır [140]. Bu nedenle Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi arşivinde incelediğimiz anatomik yapıları kapsayan KIBT görüntüleri mevcut, cerrahi

destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanmış hastalar çalışmamıza dahil edilmiştir.

Literatürde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi sonrası dentoalveoler yapıda meydana gelen değişiklikleri inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar diş destekli, diş kemik destekli ya da kemik destekli aygıtların maksiller dentoalveoler yapıda meydana getirdiği değişiklikleri de karşılaştırmaktadır [141-145]. Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü öncesi ve sonrası anatomik yapıların karşılaştırılması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Chhatwani ve ark. kemik destekli genişletme aygıtlarının maksiller dentoalveoler komplekste meydana getirdiği değişiklikleri incelemek amacıyla cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi prosedürü öncesi ve sonrası BT ve KIBT görüntülerini karşılaştırmışlardır. Ancak görüntüleme alanının içerisinde bulunan sabit ortodontik apareyler tomografi görüntüleri üzerinde saçılma meydana getirmektedir. Görüntüdeki saçılma nedeniyle karşılaştırmanın doğruluğu sorgulanabilir durumdadır [146]. Seeberger ve ark. ise benzer şekilde diş destekli genişletme aygıtlarının maksiller dentoalveoler komplekste meydana getirdiği değişiklikleri incelemişler, prosedür öncesi ve sonrası elde edilmiş KIBT ve BT görüntülerini incelemişlerdir. Görüntüler üzerindeki saçılma gözlenmeyen yapılar referans alınarak ölçümlerin güvenilirliği artırılmaya çalışılmıştır [147].

Günümüzde cerrahi destekli üst çene genişletmesi öncesi anatomik yapıların incelenmesi amacıyla KIBT görüntülerinin incelenmesi rutin hale gelmiştir. Literatürde prosedür sonrası KIBT görüntülerinin incelenmesi gerekliliğine dair herhangi bir tavsiye bulunmamaktadır [140]. Bu nedenle çalışmamızda dentoalveoler yapıların incelenmesi amacıyla tomografi görüntüleri yerine invaziv olmayan bir yöntem olarak alçı modellerin incelenmesi kararlaştırılmıştır.

Handelmann ve ark. 47 yetişkin hastada cerrahi desteği olmaksızın hızlı üst çene genişletmesi protokolünün maksiller dentoalveoler yapıda meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Ölçümler fiziksel alçı model üzerinde, kontur ölçer cihazı ve el kumpası yardımıyla gerçekleştirilmiştir [5]. Sökücü ve ark. hızlı üst çene genişletmesi sonrası dentoalveoler yapıdaki değişimin uzun dönem retansiyonunu incelemek amacıyla fiziksel alçı modelleri üzerinde yaptıkları ölçümleri incelemişlerdir [121]. Kılıç ve ark. da farklı cerrahi prosedürlerinin hızlı üst çene genişletmesi sonrası dentoalveoler yapıda meydana getirdiği değişiklikleri kıyaslamış, Handelmann ve ark.'nın çalışmasına benzer şekilde fiziksel alçı modeller üzerinde

ölçümler yapmışlardır [28]. Fiziksel alçı modeller üzerinde çalışmanın duplikasyon gerektirmesi, modellerin aşınması, referans noktaların belirlenmesinin zorluğu, açısız ölçümlerin el yordamıyla yapılması, modellerin trimlenmesi esnasında kırılabilmesi ve güvenilirliğinin şüpheli olması gibi bazı dezavantajları bulunabilir [5].

Günümüzde üç boyutlu tarayıcıların kullanımı ortodontide rutin bir uygulama haline gelmiştir. Şeffaf plak tedavileri, tedavi öncesi ve sonrası kayıtların arşivlenmesi ve karşılaştırılması, uygulanacak apareyler öncesi ağız içinin laboratuvar ortamına aktarılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayıtların dijital ortamda saklanması, ulaşılabilirliğinin kolay olması, hızlıca çoğaltılabilmesi ve depolama alanının fiziksel model arşivinden çok daha az olması üç boyutlu tarayıcıların ortodontide kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır [148, 149]. Çalışmamızda fiziksel alçı modelleri üç boyutlu sanal ortama aktararak ölçüm kolaylığını sağlamış ve veri kaybı olasılığı azaltılmıştır.

5.3 Bulguların Tartışılması

5.3.1 Maksillaya Komşu Yapıların Matürasyon Derecelerinin Tartışılması

Yıllar boyunca, maksillofasiyal suturların matürasyon derecelerini belirlemek için, bireylerin iskeletsel yaşını belirleyen el bilek radyografisi de dahil olmak üzere birçok yöntem kullanılmıştır. Fishman tarafından iskeletsel ve kronolojik yaşlar arasındaki düşük korelasyonun bildirilmesi dikkat çekicidir; bu bilgi hastanın iskeletsel ve fasiyal büyüme aşamalarına ilişkin bireysel göstergelere duyulan ihtiyacı kanıtlamaktadır [150]. Günümüzde el bilek radyografileri bireylerin iskeletsel yaşını ve büyüme evrelerini belirlemek için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır ancak, daha önceki çalışmalarda da gösterildiği gibi mandibular büyüme karpal kemiklerin olgunlaşmasıyla güçlü bir korelasyona sahipken maksilla ve çevresindeki yapıların olgunlaşması karpal kemiklerin olgunlaşması ile korelasyon göstermemektedir [151]. Bununla birlikte midpalatal suturun matürasyon derecesinin belirlenmesinde oklüzal radyografilerin kullanımı güvenilmezdir, çünkü vomer ve diğer burun kemikleri radyografik görüntü üzerinde midpalatal sutur yapısı ile süperpoze olabilir ve matürasyon derecesinin yanlış yorumlanmasına yol açabilir [134, 135]. Midpalatal sutur matürasyon derecesinin belirlenmesinde oklüzal radyografilerin kullanımını sınırlayan bir başka husus radyografi çekimi esnasında x ışınının sutur üzerine geliş

açısının belirlenmesinin zorluğudur. X ışını sutur üzerine açısal eğim ile yönlendirilmesi sutur matürasyonunun belirlenmesinde hatalara yol açabilir. Suturların matürasyon derecelerine ilişkin bireyler arasında büyük değişkenlik göz önüne alındığında, farklı değerlendirme yöntemlerinin uygulanması gerektiği tavsiye edilmiştir [116, 152, 153].

2017 yılında Grünheid ve ark. hızlı üst çene genişletmesi ve sabit ortodontik tedavi görmüş 30 hastada hızlı üst çene genişletmesinin iskeletsel etkilerini incelemek üzere farklı yöntemler üzerinde çalışmışlardır. Midpalatal sutur matürasyon derecesinin belirlenmesine dayanan yöntemin; kronolojik yaş, iskeletsel yaş ve bireylerin olgunlaşma derecelerini temel alan diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında iskeletsel genişleme miktarıyla en iyi korelasyona sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak, bireylerde uygulanmış farklı genişletme protokolleri, geriye dönük veri toplanması ve sabit ortodontik tedavi sonrası değerlendirme yapılması bazı sınırlamalara neden olmuştur [154].

2021 yılında Chavez-Sevillano ve ark. çocuk, ergen ve erişkinlerde midpalatal sutur matürasyon derecelerini yaş ve cinsiyete göre değerlendirmişlerdir. 30 birey (%9,95) 1. evrede, 47 birey (%14,92) 2. evrede, 114 birey (%36,19) 3. evrede, 66 birey (%20,95) 4. evrede ve 85 birey (%26,98) 5. evrede bulunmuştur. Ayrıca kadın bireylerde midpalatal sutur matürasyon derecesi çoğunlukla 5. evrede (%18,73) gözlenirken, erkek bireylerde çoğunlukla 3. evrede (%19,05) gözlenmiştir. Midpalatal sutur matürasyon derecelerinin yaş ile korelasyonu incelendiğinde erkeklerde daha güçlü pozitif ilişki bulunmuştur [155].

2022 yılında Tenorio Esterada ve ark. servikal vertebra matürasyonu ve midpalatal sutur matürasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yaşları 10 ila 20 arasında değişen bireyleri 10-15 yaş ve 16-20 yaş arası olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Midpalatal sutur matürasyonunun derecelendirilmesinde Angelieri ve ark.'nın çalışması referans alınırken, servikal vertebra matürasyonu derecelendirilmesinde Bacetti ve ark.'nın çalışması referans alınmıştır [119, 156]. 10-15 yaş grubundaki bireylerde sırasıyla kadın ve erkek hastalarda servikal vertebra matürasyon derecesi ile midpalatal sutur matürasyon dereceleri arasında düşük ve orta derecede pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bununla birlikte her iki cinsiyette de 16-20 yaş grubundaki hastalarda servikal vertebra matürasyon dereceleri ile midpalatal sutur matürasyon dereceleri arasında korelasyon bulunamamıştır [157].

Midpalatal sutur matürasyonunda 1.evre çoğunlukla ergenlik öncesi dönemde gözlenmektedir. Ok ve ark. 7-13 yaş grubundaki bireylerin %80'inin 1. evrede olduğunu öne sürmüşlerdir. Ergenlik sonrası dönemde ise 1. evre neredeyse hiç gözlenmemektedir. Bu çalışmanın sonuçları Angelieri ve ark.'nın çalışmasıyla uyumludur. 2017'de Tonello ve ark. Angelieri'nin sınıflamasını referans alarak 84 bireyin KIBT görüntülerini incelemiş ve yalnızca 11 yaşında bir kadın bireyde 1. matürasyon evresini gözlemlemişlerdir [109, 153, 158]. Bizim çalışmamızda ise örneklem grubumuz 14 yaş üzeri hastalardan oluşmaktadır ve 20 birey içerisinde yalnızca 4 bireyde 1. evre gözlenmiştir.

Midpalatal sutur matürasyonunda 2. evre çocukluktan ergenliğe geçiş ve ergenlik döneminde daha sık gözlenmektedir. Ok ve ark.'nın yaptığı çalışmada 11-16 yaş grubundaki bireylerin %51'inde matürasyon derecesi 2. evrede gözlenmiştir. Aynı çalışmada ergenlik döneminde 2. evrede gözlenen bireylerin büyük çoğunluğu erkek bireylerden oluşmaktadır. Bu sonuç iskeletsel matürasyonun kadınlarda erkeklere göre daha erken yaşlarda başladığını öne süren diğer çalışmalarla da uyumludur [151, 159]. 2018'de Ladewing ve ark. 16-20 yaş arası bireylerde KIBT görüntüleri üzerinden midpalatal sutur matürasyonunu incelemişler ve bireylerin büyük çoğunluğunun 3. evrede (%44) olduğunu gözlemlemişlerdir. Üçüncü evre, Tonello ve ark. tarafından başarılı bir şekilde maksiller genişletme elde etmek için uygun olarak belirtmiştir. Tonello ve ark.'nın bu önerisi hızlı üst çene genişletmesinin en sık olarak yapıldığı yaş grubunda 3. evrenin daha yaygın gözlenmesine dayanmaktadır. Ancak Ladewing ve ark.'na göre 3. evre en sık 17-18 yaş grubunda gözlenmiştir. Farklı çalışmacılar tarafından elde edilen bulgular hızlı üst çene genişletmesinin başarısını etkilen diğer faktörlerinde incelenmesi gerektiğine işaret etmektedir [153, 160].

Hızlı üst çene genişletmesinin büyüme ve gelişimi henüz tamamlamamış bireylerde iskeletsel etkilerinin daha fazla olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir [114, 161]. Angelieri ve Tonello MPS matürasyonunun ilk 3 evresinde hızlı üst çene genişletmesi protokolünün daha başarılı olacağını öne sürmüşlerdir. Literatürdeki diğer çalışmalar da incelendiğinde 17 yaş altı bireylerin büyük çoğunluğu 3. evre ve öncesinde gözlendiğinden bu öneri dikkate alınmalıdır ancak hızlı üst çene genişletmesi protokolünün başarısının sadece midpalatal sutur matürasyon derecesi ile ilgili olmadığını, bireylerin kemik yoğunlukları ve maksillaya komşu diğer anatomik yapılarında ekspansiyonun başarısına etki edebileceğini öne süren diğer çalışmalar da mevcuttur [10, 14, 109, 153, 162, 163]. Çalışmamızda 2. evrede 4 birey bulunmaktadır.

Angelieri ve ark.'nın 2013'teki çalışmasına benzer şekilde, 2017'de yayımlanan yeni bir çalışma, 18-66 yaş arasındaki 78 bireyi (64 kadın, 14 erkek) içermekte ve bu bireyleri 30 yaş altı ve 30 yaş üstü olmak üzere iki gruba ayırmaktadır. Bu çalışmada, bireylerin KIBT görüntüleri incelenmiş MPS matürasyonunu sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre, katılımcıların %12'sinde MPS'nin hala füzyona uğramadığı, geri kalan bireylerin ise genellikle 4. veya 5. evrede olduğu tespit edilmiştir. 2013 yılındaki MPS matürasyon sınıflaması çalışmalarıyla karşılaştırıldığında, 18 yaş üstündeki bireylerin %3'ünde füzyona uğramamış bir durum saptanmıştır. Ancak, mevcut çalışma diğer araştırmalardan farklı olarak oluşturulan 21-25 yaş grubunda %17 oranında 3. evreye ve 26-30 yaş grubunda ise %7 oranında 3. evreye rastlanmıştır. Bu sonuçlar, yaş grupları arasındaki matürasyonun farklılıklarını ortaya koymaktadır [14, 109]. Çalışmamızdaki bireylerin yaş grubu dağılımı göz önüne alındığında bireylerin %60'ı 3. evre ve üzerinde bulunmaktadır. Kambara, Jackson, Nanda ve Zhao gibi araştırmacılar, zaman içinde ZMS yapısını ve interdijital kuvvetlere verdiği yanıtı inceleyerek bu alandaki çalışmalarını sürdürmüşlerdir [123, 124, 164]. Ancak literatürde, MPS çalışmalarındaki gibi histolojik, morfolojik veya matürasyon derecelerini içeren bir sınıflama çalışması bulunmamaktadır.

Sholts ve Warmlander'ın 2012'deki çalışmasında, Kızılderili ve Avrupalı bireylerin kafatası üzerinde ZMS şekillerini sınıflandırdığı görülmektedir. 60 Avrupalı ve 60 Kızılderili kafatası, 3D lazer tarama cihazı ile taranmış, her suturun kontürü 400 nokta ile belirlenmiş ve bireyler arasındaki ZMS özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Yapılan tipolojik sınıflama, ZMS şekillerini görsel olarak değerlendirip değerlendirmedigine bakılmaksızın kontur temelli sınıflamadan daha üstün bulunmuştur. Çalışma, Avrupalılar ve Kızılderililer arasındaki ZMS şekillerinde sadece genetik farklılıkların değil, aynı zamanda cinsiyet, diyet ve stres kaynaklı çevresel farklılıkların da etkili olduğunu ortaya koymuştur. ZMS, açılı, kavisli ve düz olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır; Kızılderililerin genellikle daha açılı, Avrupalıların ise daha kavisli ZMS şekline sahip olduğu tespit edilmiştir [165].

Günümüzde ZMS matürasyonunun derecelendirmesini tarif eden tek çalışma, Angelieri ve ark.'nın 2017'deki çalışmasıdır. Bu çalışmada, 5,6-58,4 yaşları arasındaki 74 bireyin KIBT görüntüleri kullanılarak MPS matürasyonu için oluşturulan sınıflama, ZMS matürasyon sınıflamasına uyarlanmıştır. Buna göre, ZMS matürasyon sınıflaması 5 evreden oluşmaktadır. Füzyonun tam olarak gerçekleşmediği ilk üç

evrede, hızlı üst çene genişletmesi ve maksiller protraksiyonun en etkili olduğu kabul görmüştür. Ancak, üçüncü evrede suturda kemikleşme alanlarının ortaya çıkması nedeniyle maksiller protraksiyon konusunda dikkatli olunması önerilmektedir. Yine bu çalışmada, 10-15 yaş arasında tüm matürasyon evrelerinin gözlendiği ve geniş bir varyasyon içerdiği belirlenmiştir. Çalışmamızdaki bireyler 15 yaş ve üzeri 20 bireyden oluşmaktadır ve bireylerin tamamının 3. evre ve sonrasında olduğu gözlenmektedir. Literatür bilgisine göre bu evrelerde maksiller protraksiyon düşünülüyorsa, sadece dentoalveolar etki beklenmesi muhtemeldir. Ancak, iskeletsel bir etki bekleniyorsa özellikle 14 yaş sonrasında cerrahi prosedürlerin düşünülmesi gerekebilir [14].

SOS matürasyon derecelerinin sınıflandırılması, ilk kez 1960 yılında Irwin tarafından tanımlanmıştır [126]. Araştırmada, 5-25 yaş aralığındaki 47 bireyin röntgenleri kullanılarak SOS kapanması, açık, üst kısmı daralmış, üst kısmı kapanmış ve tamamen kapanmış olmak üzere dört aşamada gösterilmiştir. Goss'un 1948'de öne sürdüğü SOS'in üst kısımdan kapanmaya başladığı teorisi de bu çalışma ile doğrulanmıştır. Kapanma süreci 10-13 yaşları arasında başlamakta ve 18 yaşından sonra tamamlanmaktadır. Daralma en erken 6 yaşında, tam kapanma ise en erken 13 yaşında gözlemlenmiştir [126, 166]. SOS'in kapanmasıyla ilgili diğer histolojik çalışmalar, 1957'de Orban, 1958'de Lager, 1961'de Baume tarafından gerçekleştirilmiştir [167-169]. Bu araştırmacılar, çalışmalarında SOS'in önemli bir büyüme merkezi olduğunu vurgulamışlardır [170]. Krogman'ın 1930'da yaptığı çalışmada, 707 kafatası üzerinde, SOS kapanmasının kronolojik yaş yerine, kapanma zamanının ikinci ve üçüncü molarların erüpsiyonu ile eş zamanlı olduğunu belirtilmiştir. Aynı şekilde, Ford'un 1958'deki çalışmasında, 66 kafatası üzerinde üçüncü molarların erüpsiyonuyla birlikte SOS'in kapandığı ifade edilmiştir [171, 172].

Powell ve ark., 1963 yılında lateral midsagittal laminografi kullanarak, 8-21 yaşları arasındaki 205 erkek ve 6-18 yaşları arasındaki 103 kadın bireyin SOS görüntülerini incelemişlerdir [173]. Araştırmalarında, SOS kapanmasının kraniyal sınırdan başlayarak aşağı yönde ilerlediğini tespit etmişlerdir. Erkeklerde SOS'in kapanmaya başlama yaşının en erken 10, tamamen kapanma yaşının ise en erken 13 olduğunu belirtmişlerdir. Kadınlarda ise SOS'in kapanmaya başladığı yaşın en erken 8, en erken tamamen kapandığı yaşın ise yine 13 olduğunu ifade etmişlerdir. Genel olarak, kapanmaya başlama yaşının erkeklerde 13-16 arasında, kadınlarda ise 11-14 yaşları arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Melsen, 1969 yılında kronolojik yaşı belirsiz 132 kafatası üzerinde yaptığı araştırmada, SOS gelişimini dental gelişimle eşleştirmiş ve süt dişlerinin tamamının sürdüğü evreden üçüncü molarların sürdüğü evreye kadar 6 aşama tanımlamıştır. Ayrıca, 1972'deki başka bir otopsi çalışmasında, yaşları bilinen 0-20 yaşları arasındaki 100 bireyin kafataslarını inceleyerek, önceki çalışmalarla benzer şekilde erkeklerde SOS kapanma yaşının 13-18, kadınlarda ise 12-16 olduğu bulunmuştur [170, 174].

Bassed ve ark., Avustralya Melbourne'deki bir morgda rutin olarak alınmış tüm vücut BT görüntülerinden elde ettikleri verilerle, 15-25 yaşları arasında 666 birey üzerinde yaptıkları çalışmada SOS kapanma derecesini sınıflayarak kronolojik yaş tahminlerinde bulunmuşlardır. Genellikle SOS'in tam olarak 15-17 yaş civarında kapandığını ve 18 yaş sonrasında SOS matürasyonunun yaş tahmininde sınırlı bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir [175].

Akhlaghi ve ark. ise 8-26 yaş aralığındaki 376 birey üzerinde gerçekleştirdikleri otopsi çalışmasında, SOS kapanma derecesini kronolojik yaş ile ilişkilendirmişlerdir. Açık, yarı kapalı ve kapalı olarak sınıflandırdıkları SOS'in, kronolojik yaş ile korelasyon gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Yaklaşık olarak 16 yaş civarında %89, 13 yaş civarında ise %100 hassasiyetle yaş tahminlerinde bulduklarını göstermişlerdir [176].

Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda 15-17 yaş aralığındaki bireylerin SOS matürasyon derecesi skoru ortalaması 3,6 iken 18-24 yaş aralığında 3,7'dir. 25 yaş ve üzeri bireylerde ise SOS matürasyon derecesi ortalaması 3,75'tir.

5.3.2 Dental Arklarda Meydana Gelen Değişikliklerin Tartışılması

Handelman ve ark. ortalama 30 yaşındaki yetişkin bireylerde uygulanan ekspansiyon protokolünün sonuçlarını ortalama yaşı 9,4 olan ergenlik dönemi ve öncesi bireylerde uygulanmış ekspansiyon protokollünün sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Buna göre yetişkinlerde birinci molar dişlerde $4,6 \pm 2,8$ mm, ikinci premolar dişlerde $5,5 \pm 2,4$ mm genişletme elde edilmiştir. Ergenlik dönemi ve öncesinde bulunan bireylerde ise birinci molar dişlerde $5,7 \pm 2,4$ mm, ikinci premolar dişler ise $5,7 \pm 2,5$ mm genişletme elde edilmiştir [5].

Laudemann ve ark. 2010'da diş destekli genişletme apareyleri ve kemik destekli genişletme apareylerinin maksiller dentoalveoler yapı üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri karşılaştırmışlardır. Diş destekli maksiller genişletme apareyi ile birinci molar bölgesinde ortalama 4,74 mm, ikinci premolar bölgesinde ortalama 5,68 mm,

birinci premolar bölgesinde ortalama 4,79 mm, kaninler bölgesinde ise ortalama 3,09 mm genişletme elde etmişlerdir [127].

Zemann ve ark. cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin maksiller dentoalveoler kompleks üzerinde meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Sadece molar ve kanin dişler üzerinde inceleme yapılan çalışmada birinci molar bölgesinde ortalama 6,9 mm, kaninler bölgesinde ortalama 7,2 mm genişleme izlemişlerdir [108].

Çalışmamızda, birinci molar dişlerde ortalama $5,56 \pm 2,26$ mm genişletme elde edilmişken ikinci premolar dişlerinde ortalama $5,96 \pm 1,92$ mm genişletme elde edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular Handelman ve ark.'nın bulgularına oldukça benzer olup diğer çalışmalarla da uyumludur. Çalışmamızda transversal yönde elde edilen genişletme miktarı ölçümü yapılmış tüm dişler için klinik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Genişletme protokolü sırasında destek alınan dişlerin devrilme miktarı elde edilen genişletmenin kalıcılığı açısından önemlidir [177]. Gurgel ve ark. 2014'te cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü sonrası molar dişlerde meydana gelen devrilme miktarını posteroanterior sefalogramlar üzerinden ölçmüş, sağ birinci molar dişte ortalama 2,7 derece, sol birinci molar dişte ise ortalama 2,8 derece devrilme meydana geldiğini gözlemlemişlerdir [178]. Bununla birlikte posteroanterior sefalogramlar üzerinde yapılan ölçümlerin çevre anatomik yapıların radyografik görüntü üzerindeki süperpozisyonu nedeni ile güvenilirliği daha önceki çalışmalarda tartışılmıştır [179-182]. Kılıç ve ark. Handelman'ın metoduna benzer şekilde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi sonrası dental modeller üzerinde inceleme yapmış, birinci azı dişlerinde ortalama 7,2 derece devrilme meydana geldiğini göstermişlerdir [28]. Elde ettiğimiz bulgular, cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinden hemen sonra premolar ve birinci molar dişler klinik olarak anlamlı bukkale devrilme olduğunu açıkça göstermektedir (birinci premolar dişlerde ortalama 6,72 derece devrilme ($p < 0,001$), ikinci premolar dişlerde ortalama 6,18 derece devrilme ($p < 0,001$) ve birinci molar dişlerde 8,13 derece devrilme ($p < 0,001$)). Elde ettiğimiz bulgular, cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanmış 21 hastanın posteroanterior sefalogramlarını inceleyen ve dentoalveoler genişleme miktarının iskeletsel genişleme miktarından daha fazla meydana geldiğini bulan Kuo ve Will tarafından yapılan daha önceki bir çalışmaya benzerdir [29].

Çalışmamızda, her bireyin T0 ve T1 modelleri, tabanları, santral kesici dişin kesici kenarı ile sağ ve sol birinci azı dişlerinin santral fossasında işaretlenmiş oklüzal

düzleme paralel olacak Nemo Cast programında oryante edilmiştir. Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanması nedeniyle oklüzal düzlemde bazı küçük değişikliklerin olabileceğinden daha önceki bir çalışmada bahsedilmiştir [145]. Bu nedenle çalışmamızda maksiller dişlerin eğimlerdeki değişikliklerin ölçümünde oklüzal düzlemi referans almak yerine dişlerin birbirlerine göre konumlarını intermolar ve interpremolar açının ölçümüyle değerlendirilmiştir. Bu ölçüm yöntemi Handelman ve ark.'nın araştırmasında da belirtildiği gibi sağ ve sol maksiller dişlerin eğimlerdeki değişimlerin ortalamasını göstermektedir [5].

Yapışık diş eti, travmatik veya cerrahi müdahalelerden sonra çekilme eğilimi gösterebilmektedir. Ortodontik apareyler ile ankraj ünitesi olarak kullanılmış çekilmiş dişlerin periodontal dokuları üzerinde yapılan histolojik çalışmalar, maksiller genişletme sırasında güçlü inflamatuvar yanıtlar göstermiştir. Ortodontik diş hareketi, özellikle keratinize doku ve alttaki kemik ince olduğunda, mukogingival kompleks üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir [183].

Klinik kron yüksekliğinin ölçümü, bukkal ataşman kaybını dolaylı bir şekilde değerlendirmektedir. Bu ölçüm ideal değildir çünkü kronun aşınmasından veya diş eti hiperplazisinden etkilenir, cep derinliğini dikkate almaz ve kemik kaybı miktarını ölçmemektedir. Görünen diş etinin altında bulunan kemik kaybı gözlenmezken diş eti dokusunun sağlam kalması mümkün olmaktadır [184]. Çalışmamıza dahil edilmiş bireylerin tümünde akrilik cap splint tipi genişletme aygıtı uygulanmıştır. Akrilik cap splint tipi genişletme aygıtının oral hijyeni sağlamada zorluk yaşanması, ağız içerisinde daha fazla hacim kaplaması gibi dezavantajları mevcut olsa da dikey yön kontrolünü daha iyi sağladığı daha önce yapılmış çalışmalarda belirtilmiştir [185, 186]. Çalışmamızda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü sonrası birinci molar kron boyunda ortalama 0,02 mm azalma gözlenmiş fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Bununla birlikte ikinci premolar dişlerde ortalama 0,4 mm birinci premolar dişlerde ise ortalama 0,38 mm kron boyunda azalma gözlenmiştir. Premolar dişlerde meydana gelen kron boyu değişiklikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Destek alınan dişlerde ortalama kron boyunun azalması, akrilik cap splint tipi genişletme aygıtının dikey yön kontrolünde başarılı olduğunu gösteren diğer çalışmaları doğrular niteliktedir [187, 188]. Birinci molar dişlerde protokol öncesi ve sonrası palatal derinlik-patalal tüberkül ölçümleri değerlendirildiğinde bu değerlerde ortalama 1,85 mm azalma gözlenmiştir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer şekilde palatal derinlik-

gingiva değerinde de ortalama 1,81 mm azalma gözlenmiş ve bu değişim de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Elimizdeki verilere dayanarak birinci molar dişlerin kron boyundaki azalma ortalama 0,02 mm olduğundan cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolünün patalal derinliği azalttığı sonucuna varabilmekteyiz.

Literatürde maksiller genişletme sonrası patalal derinlik açısını da değerlendiren çalışmalar mevcuttur. Patalal derinlik açısındaki değişim, genişletme esnasında sağ ve sol maksiller alveolar yapıdaki esneme miktarını göstererek segmentlerin paralel hareket edip etmediğinin gözlenmesini sağlamaktadır. Kılıç ve ark. 2013'te cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü sonrası maksiller dentoalveolar yapıda meydana gelen değişimleri incelemişler ve protokol sonrası palatal derinlik açısında ortalama 9,9 derece artış gözlemlemişlerdir [5, 6, 28, 189]. Çalışmamızda ise palatal derinlik açısında ortalama 12,8 derecelik bir artış gözlenmiş olup, bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

5.4 Korelasyon Analizlerinin Tartışılması

Daha önce yapılan araştırmalarda, MPS gelişimi ile iskeletsel yaş arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için el-bilek radyografileri veya servikal vertebra matürasyonunun incelenmesi gibi yöntemler kullanılmıştır. Revelo ve Fishman, MPS olgunlaşmasını el-bilek radyografilerini inceleyerek Fishman'ın iskeletsel gelişimi değerlendirme yöntemiyle ilişkilendirmişlerdir. 8-18 yaşları arasındaki 84 bireyin oklüzal ve el-bilek radyografileri üzerinde yaptıkları çalışmada, MPS füzyon yüzdesi iskeletsel matürasyon indikatörleri ile ilişkilendirilmiştir. Ergenlik dönemi ile birlikte iskeletsel matürasyonun arttığı gözlemlenmiş ve dokuzuncu aşamadan önce palatal ekspansiyon tedavisinin gerekliliğini belirtmişlerdir [134]. Ancak, McNamara ve Franchi, klinik uygulamada el-bilek radyografilerinden iskeletsel olgunlaşmanın tahmininin çok sınırlı olduğunu ve her hastadan rutin olarak el-bilek radyografisi alınmadığını belirtmişlerdir [190].

Ok ve ark. 2019'da ortodontik tedavi görmemiş bireylerde MPS ZMS ve SOS'in matürasyon derecelerini incelemişler, iskeletsel yaşın tanımlamasını SOS kapanma derecesi ile ilişkilendirerek MPS ve ZMS matürasyon sınıflamasıyla korelasyonunu değerlendirmişlerdir. SOS kapanma derecesi ile MPS ve ZMS matürasyon dereceleri

arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Buna göre, iskeletsel yaş ve matürasyonun artmasıyla MPS ve ZMS matürasyonu da artmaktadır [158].

Çalışmamızda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanmış bireylerin MPS, ZMS ve SOS matürasyon dereceleri ile maksiller dentoalveoler yapılarda meydana gelen değişiklikler arasındaki korelasyon değerlendirilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu veriler arasında korelasyon analizleri yapılmamıştır. Elde ettiğimiz verilere göre MPS matürasyonunun artışı ile maksiller birinci molar dişlerin devrilme miktarını gösteren intermolar açıdaki azalma miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. MPS matürasyon derecesi artışıyla molar dişlerdeki devrilme miktarı artmaktadır. Aynı zamanda MPS matürasyonu ile birinci premolar dişlerin kron boyundaki azalma miktarı arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bununla birlikte akrilik cap splint genişletme aygıtının retansiyon süresi ile birinci molar kron yüksekliğindeki azalma miktarı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. ZMS matürasyonunun artışı ile ikinci premolar dişlerdeki kron boyunun azalma miktarı arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Çalışmamızda SOS matürasyonu, maksiller dentoalveoler yapılardaki değişimler ve bireylerin yaşı arasında herhangi bir ilişki bulunmamasının nedeni verilerin 15 yaş ve üzeri bireylerden elde edilmiş ve bu bireylerin birçoğunun SOS kapanma derecelerinin son aşamalarında bulunması olabilir.

Çalışmamızdaki bireylerin yaşları ile MPS, ZMS ve SOS matürasyon dereceleri arasındaki korelasyon incelenmiş, MPS matürasyonu ile yaş arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bireylerin yaşı arttıkça MPS matürasyon dereceleri artmaktayken, ZMS ve SOS matürasyon dereceleri ile bireylerin yaşı arasında ilişki bulunmamıştır. ZMS matürasyonu ile yaş arasında ilişki bulunmamasının sebebi daha önceki bir çalışmada da belirtildiği gibi ZMS'nin anatomik olarak daha kompleks bir yapıda olması ve matürasyon derecesinin bireysel varyasyonlara daha açık olması olabilir [14] .

5.5 Klinik Yorumlar ve Öneriler

Literatürde kraniyofasiyal yapılar üzerinde yüksek görüntü kalitesi ve ince kesitlerde inceleme avantajı sağlayan BT ile yapılan çalışmalar da mevcuttur ve bu çalışmalarda kraniyofasiyal yapıların incelenmesi için BT görüntülerinin daha avantajlı olduğu öne sürülmüştür. Bununla birlikte BT cihazları yüksek maliyet, maruz kalınan yüksek radyasyon, daha uzun görüntüleme süresi gibi dezavantajları nedeniyle diş

hekimliğinde yaygın olarak tercih edilmemektedir. KIBT cihazları düşük maliyet, düşük radyasyon dozu, görüntüleme süresinin kısa olması gibi avantajları nedeniyle diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 1982'den günümüze diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan KIBT teknolojisindeki gelişmeler ile KIBT'nin görüntü kalitesi ve çözünürlüğünün kraniofasial yapıların detaylı incelenmesi için yeterli olduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur [191-193]. Çalışmamızda bu nedenlerle KIBT görüntüleri tercih edilmiştir. MPS, ZMS ve SOS ile birlikte zigomatikofrontal, frontomaksiller, frontonazal ve pterigopalatin suturlarda da üst çene genişletmesi esnasında stres oluşmaktadır. Ancak çalışmamıza dahil edilen tüm bireylerin KIBT görüntüleri bu anatomik yapıların tamamını içermemektedir. Ayrıca bu suturlar çok ince anatomik yapıda olduğundan matürasyon sınıflaması yapılması da oldukça zordur. Bu nedenle, görüntüleme teknolojilerinin ilerlemesiyle yüksek çözünürlüklü ve detaylı görüntülerde zigomatikofrontal sutur, frontomaksiller sutur, frontonazal sutur gibi direnç oluşturan (*Buttress Effect*) meydana getirdiği düşünülen diğer anatomik yapıların da incelenmesi önerilebilir.

Günümüzde üç boyutlu radyografik görüntüler maruz kalınan radyasyona ve maliyete bağlı çekinceler nedeniyle rutin ortodontik kayıtlar arasında değildir. Gelişen teknoloji ve düşen maliyetler ile beraber üç boyutlu görüntülerin yaygın kullanımıyla maksiller genişletme protokolü uygulanacak bireylerde genişletme esnasında stres oluşacak anatomik yapıların matürasyon durumları incelenerek cerrahi desteğinin gerekliliği belirlenebilir.

İskeletsel yaşın ve büyüme dönemlerinin kronolojik yaş ile ilişkisinin kadın ve erkek bireylerde farklılık gösterdiğini öne süren birçok çalışma mevcuttur [150, 151, 190]. Çalışmamızda bireyler arasında cinsiyet grupları oluşturulmamıştır. Bu nedenle daha fazla sayıda birey üzerinde cinsiyet grupları oluşturularak verilerin değerlendirilmesi genişletme protokolü esnasında cerrahi uygulamasının gerekliliğinin belirlenmesine ışık tutabilir.

6. SONUÇLAR

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi protokolü uygulanan hastalarda, çevre anatomik yapıların matürasyon dereceleriyle birlikte maksiller dentoalveolar komplekste meydana gelen değişiklikleri değerlendirdiğimiz çalışmamızdan şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesiyle intermolar, interpremolar ve interkanin mesafelerde anlamlı artış meydana gelmektedir.
2. Premolar dişlerin kron boylarında anlamlı azalma meydana gelmektedir.
3. Palatal kubbenin derinlik açısında anlamlı derecede artış meydana gelmektedir.
4. Palatal derinlik-gingiva ve palatal derinlik-meziopatalal tüberkül mesafelerinde anlamlı azalma meydana gelmektedir.
5. İntermolar açı ve interpremolar açıda klinik olarak anlamlı artış meydana gelmektedir.
6. MPS matürasyonu ile molar dişlerdeki devrilme miktarı arasında ve birinci premolar dişlerin kron boyundaki azalma miktarı arasında pozitif ilişki vardır.
7. Genişletme aygıtının retansiyon süresi ile birinci molar dişlerin kron boylarındaki azalma miktarı arasında pozitif ilişki vardır.
8. ZMS matürasyonu ile ikinci premolar dişlerdeki kron boyunun azalma miktarı arasında pozitif ilişki vardır.
9. MPS matürasyonu ile bireylerin yaşı arasında pozitif bir ilişki vardır.
10. SOS matürasyonunun CDHÜÇG protokolü sonrası maksiller dentoalveoler yapıda meydana gelen değişiklikler üzerinde etkisi gözlenmemiştir.
11. MPS matürasyonu ve ZMS matürasyonunun, CDHÜÇG protokolü sonrası maksiller dentoalveoler yapıda meydana gelen değişiklikler ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] **Angell, E.** (1860). Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*, 1, 599-600.
- [2] **Haas, A. J.** (1965). The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, 35(3), 200-217.
- [3] **Altug-Atac, A., Atac, M., Kurt, G. ve Karasud, H.** (2010). Changes in nasal structures following orthopaedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 39(2), 129-135.
- [4] **Handelman, C.** (2011). Palatal expansion in adults: the nonsurgical approach. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 140(4), 462.
- [5] **Handelman, C. S., Wang, L., BeGole, E. A. ve 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.
- [6] **Handelman, C. S.** (1997). Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. *The Angle Orthodontist*, 67(4), 291-308.
- [7] **Haas, A. J.** (1970). Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American journal of orthodontics*, 57(3), 219-255.
- [8] **Cureton, S. L. ve Cuenin, M.** (1999). Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(1), 46-59.
- [9] **Melsen, B. ve Melsen, F.** (1982). The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *American journal of orthodontics*, 82(4), 329-342.
- [10] **Korbmacher, H., Schilling, A., Püschel, K., Amling, M. ve Kahl-Nieke, B.** (2007). Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte Der Kieferorthopadie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft Fur Kieferorthopadie*, 68(5), 364-376.
- [11] **HICHAM, J.** (1991). Maxillary protraction therapy diagnosis and treatment. *J Clin Orthod*, 25, 102-113.
- [12] **Yavuz, I., Halicioğlu, K. ve Ceylan, I.** (2009). Face mask therapy effects in two skeletal maturation groups of female subjects with skeletal Class III malocclusions. *The Angle Orthodontist*, 79(5), 842-848.
- [13] **Yüksel, S., Üçem, T. T. ve Keykubat, A.** (2001). Early and late facemask therapy. *The European Journal of Orthodontics*, 23(5), 559-568.
- [14] **Angelieri, F., Franchi, L., Cevidanes, L. H., Hino, C. T., Nguyen, T. ve McNamara Jr, J.** (2017). Zygomaticomaxillary suture maturation: A predictor of maxillary protraction? Part I-A classification method. *Orthodontics & craniofacial research*, 20(2), 85-94.
- [15] **Timms, D. ve 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.
- [16] **Alpern, M. C. ve Yurosko, J. J.** (1987). Rapid palatal expansion in adults: with and without surgery. *The Angle Orthodontist*, 57(3), 245-263.
- [17] **Yu, H. S., Baik, H. S., Sung, S. J., Kim, K. D. ve Cho, Y. S.** (2007). Three-dimensional finite-element analysis of maxillary protraction with and without

- rapid palatal expansion. *The European Journal of Orthodontics*, 29(2), 118-125.
- [18] **Shirley, N. R. ve Jantz, R. L.** (2011). Spheno-occipital synchondrosis fusion in modern Americans. *Journal of forensic sciences*, 56(3), 580-585.
- [19] **Timms, D. J.** (1980). A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics*, 77(5), 500-507.
- [20] **Wertz, R. A.** (1970). Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *American journal of orthodontics*, 58(1), 41-66.
- [21] **Isaacson, R. J. ve Murphy, T. D.** (1964). Some Effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *The Angle Orthodontist*, 34(3), 143-154.
- [22] **Zimring, J. F. ve Isaacson, R. J.** (1965). Forces produced by rapid maxillary expansion: III. Forces present during retention. *The Angle Orthodontist*, 35(3), 178-186.
- [23] **Silverstein, K. ve Quinn, P. D.** (1997). Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 55(7), 725-727.
- [24] **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.
- [25] **Glassman, A. S., Nahigian, S. J., Medway, J. M. ve Aronowitz, H. I.** (1984). Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *American journal of orthodontics*, 86(3), 207-213.
- [26] **van Ingen Brown, G.** (1938). *The Surgery of Oral and Facial Diseases and Malformations: Their Diagnosis and Treatment: Including Plastic Surgical Reconstruction*. Kimpton.
- [27] **Betts, N., Vanarsdall, R., Barber, H., Higgins-Barber, K. ve Fonseca, R.** (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 10(2), 75-96.
- [28] **Kilic, E., Kilic, B., Kurt, G., Sakin, C. ve Alkan, A.** (2013). Effects of surgically assisted rapid palatal expansion with and without pterygomaxillary disjunction on dental and skeletal structures: a retrospective review. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 115(2), 167-174.
- [29] **Northway, W. M. ve Meade Jr, J. B.** (1997). Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *The Angle Orthodontist*, 67(4), 309-320.
- [30] **Epker, B.** (1980). Dentofacial deformities. *Surgical-Orthodontics Correction*, 356-371.
- [31] **Jianu, A. G., Chaqués-Asensi, J., Carreras, J. M. L. ve Perillo, L.** (2019). Nonsurgical maxillary expansion in adults: report on clinical cases using the Hyrax expander. *Minerva stomatologica*, 68(2), 95-103.
- [32] **Johnston, M. C.** (1997). Developmental biology of the mouth, palate, and pharynx. *Congenital anomalies of the ear, nose, and throat Oxford University Press New York, NY*.
- [33] **Singh, G.** (2015). *Textbook of orthodontics*. JP Medical Ltd.
- [34] **Orban, B. J.** (1957). *Oral histology and embryology*. Mosby.
- [35] **Sperber, G. H.** (1989). *Craniofacial embryology*. London: Wright.
- [36] **Nanci, A.** (2017). *Ten Cate's Oral Histology-e-book: development, structure, and function*. Elsevier Health Sciences.

- [37] **Enlow, D. H. ve Hans, M. G.** (1996). *Essentials of facial growth*. WB Saunders Company.
- [38] **Sicher, H.** (1947). The growth of the mandible. *American journal of orthodontics and Oral surgery*, 33(1), 30-35.
- [39] **Enlow, D. H. ve Bang, S.** (1965). Growth and remodeling of the human maxilla.
- [40] **Graber, T. M. ve Vanarsdall, R. L.** (1994). *Orthodontics: current principles and techniques*. Mosby.
- [41] **Moss, M. L. ve Salentijn, L.** (1969). The primary role of functional matrices in facial growth. *American journal of orthodontics*, 55(6), 566-577.
- [42] **Melsen, B.** (1975). Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *American journal of orthodontics*, 68(1), 42-54.
- [43] **Hesby, R. M., Marshall, S. D., Dawson, D. V., Southard, K. A., Casco, J. S., Franciscus, R. G., ve ark.** (2006). Transverse skeletal and dentoalveolar changes during growth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 130(6), 721-731.
- [44] **Bjork, A.** (1976). Postnatal growth and development of the maxillary complex. *Factors affecting the growth of the midface*, 61-69.
- [45] **Lux, C. J., Conradt, C., Burden, D. ve Komposch, G.** (2004). Transverse development of the craniofacial skeleton and dentition between 7 and 15 years of age—a longitudinal postero-anterior cephalometric study. *The European Journal of Orthodontics*, 26(1), 31-42.
- [46] **Pritchard, J., Scott, J. ve Girgis, F. G.** (1956). The structure and development of cranial and facial sutures. *Journal of anatomy*, 90(Pt 1), 73.
- [47] **Björk, A.** (1955). Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta odontologica scandinavica*, 13(1), 9-34.
- [48] **Scott, J. H.** 1954. The growth of the human face. SAGE Publications; s.
- [49] **Cleall, J. F., Bayne, D. I., Posen, J. M. ve Subtelny, J. D.** (1965). Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *The Angle Orthodontist*, 35(1), 23-35.
- [50] **Todd, T. W. ve Lyon Jr, D.** (1925). Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part III.—Endocranial closure in adult males of Negro stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 8(1), 47-71.
- [51] **Todd, T. W. ve Lyon Jr, D.** (1924). Endocranial suture closure. Its progress and age relationship. Part I.—Adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 7(3), 325-384.
- [52] **Schmitt, H. ve Tamáska, L.** (1970). Beiträge zur forensischen Osteologie: IV. Untersuchungen über die Verknöcherungen der Schädelnähte unter besonderer Berücksichtigung der Frage der Altersbestimmung. *Zeitschrift für Rechtsmedizin*, 67, 230-248.
- [53] **Kokich, V. G.** (1976). Age changes in the human frontozygomatic suture from 20 to 95 years. *American journal of orthodontics*, 69(4), 411-430.
- [54] **Persson, M. ve Thilander, B.** (1977). Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *American journal of orthodontics*, 72(1), 42-52.
- [55] **Mann, R. W., Jantz, R. L., Bass, W. M. ve Willey, P. S.** (1991). Maxillary suture obliteration: a visual method for estimating skeletal age. *Journal of Forensic Sciences*, 36(3), 781-791.
- [56] **Linge, L.** (1972). Tissue reactions incident to widening of facial sutures. *Trans Eur Orth Soc*, 48, 487-497.

- [57] **Meikle, M. C., Reynolds, J. J., Sellers, A. ve Dingle, J. T.** (1979). Rabbit cranial sutures in vitro: a new experimental model for studying the response of fibrous joints to mechanical stress. *Calcified Tissue International*, 28, 137-144.
- [58] **Yen, E., Yue, C. ve Suga, D.** (1989). Effect of force level on synthesis of type III and type I collagen in mouse interparietal suture. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1746-1751.
- [59] **Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., Williams, A., Collins, P., ve ark.** (2005). Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. *American journal of neuroradiology*, 26(10), 2703.
- [60] **Cendekiawan, T., Wong, R. W. ve Rabie, A. B. M.** (2010). Relationships between cranial base synchondroses and craniofacial development: a review. *The Open Anatomy Journal*.
- [61] **Tahiri, Y., Paliga, J. T., Vossough, A., Bartlett, S. P. ve Taylor, J. A.** (2014). The spheno-occipital synchondrosis fuses prematurely in patients with Crouzon syndrome and midface hypoplasia compared with age-and gender-matched controls. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(6), 1173-1179.
- [62] **Scott, J.** (1958). The cranial base. *American Journal of Physical Anthropology*, 16(3), 319-348.
- [63] **Hayashi, I.** (2003). Morphological relationship between the cranial base and dentofacial complex obtained by reconstructive computer tomographic images. *The European Journal of Orthodontics*, 25(4), 385-391.
- [64] **Angle, E. H.** (1899). Classification of malocclusion. *Dent Cosmos*, 41, 350-357.
- [65] **Angle, E. H.** (1907). Malocclusion of the teeth 7th ed. *Philadelphia: SS white Dental MFG Co*, 2.
- [66] **Lewis, A. B.** (1950). The Impact of Cephalometry on Orthodontic Concepts1. *The Angle Orthodontist*, 20(2), 67-73.
- [67] **Salzmann, J. A.** (1966). *Practice of Orthodontics. Vol. 2.*
- [68] **Nanda, R.** (2005). *Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics.* Elsevier Health Sciences.
- [69] **PDM, Ü.** (2000). Ortodonti, Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. *TC Yeditepe Üniversitesi Yayınları*, 213-308.
- [70] **Bishara, S.** (2001). Textbook of orthodontics. Saunders Company. *Philadelphia*, 83-85.
- [71] **Proffit, W. R. ve Fields, H.** (2000). The first stage of comprehensive treatment: alignment and leveling. *Contemporary Orthodontics 3rd ed St Louis: CV Mosby*, 527-529.
- [72] **McNamara, J. ve Brudon, W.** (1993). Treatment of tooth-size/arch-size discrepancy problems. *Orthodontic and orthopaedic treatment in the mixed dentition: Needham Press, Ann Arbor, Mich.*
- [73] **Koudstaal, M. J., Poort, L., Van der Wal, K., Wolvius, E., Prahl-Andersen, B. ve Schulten, A.** (2005). Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 34(7), 709-714.
- [74] **Andrews, L. F.** (1972). The six keys to normal occlusion. *Am J orthod*, 62(3), 296-309.
- [75] **Ackerman, J. L. ve Proffit, W. R.** (1969). The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. *American journal of orthodontics*, 56(5), 443-454.

- [76] **White, S. C. ve Pharoah, M. J.** (2018). *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation*. Elsevier Health Sciences.
- [77] **Carlos Quintero, J., Trosien, A., Hatcher, D. ve Kapila, S.** (1999). Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*, 69(6), 491-506.
- [78] **Farman, A.** Panoramic Radiology, Seminars on Maxillofacial Imaging and Interpretation 2007. Heidelberg: Springer; s.
- [79] **Numata, H.** (1933). Consideration of the parabolic radiography of the dental arch. *J Shimazu Stud*, 10, 13.
- [80] **Ting, N., Broadbent, J. ve Duncan, W.** (2013). Dental radiography in New Zealand: digital versus film. *New Zealand Dental Journal*, 109(3), 107-114.
- [81] **Mankovich, N. J., Samson, D., Pratt, W., Lew, D. ve Beumer III, J.** (1994). Surgical planning using three-dimensional imaging and computer modeling. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 27(5), 875-889.
- [82] **Kantor, M. L., Phillips, C. L. ve Proffit, W. R.** (1993). Subtraction radiography to assess reproducibility of patient positioning in cephalometrics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(4), 350-354.
- [83] **Moorrees, C.** (1991). Growth and development in orthodontics. *Current Opinion in Dentistry*, 1(5), 609-621.
- [84] **Fuhrmann, R.** (1996). Three-dimensional interpretation of labiolingual bone width of the lower incisors. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 57, 168-185.
- [85] **Shapiro, R.** (1981). *Radiology of the normal skull*. Year Book Medical Publishers.
- [86] **Ahlqvist, J., Eliasson, S. ve Welander, U.** (1983). The cephalographic projection. *Dentomaxillofacial Radiology*, 12(2), 101-108.
- [87] **El-Mangoury, N. H., Shaheen, S. I. ve Mostafa, Y. A.** (1987). Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 91(1), 57-61.
- [88] **Ghafari, J., Cater, P. E. ve Shofer, F. S.** (1995). Effect of film-object distance on posteroanterior cephalometric measurements: suggestions for standardized cephalometric methods. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(1), 30-37.
- [89] **Major, P. W., Johnson, D. E., Hesse, K. L. ve Glover, K. E.** (1994). Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *The Angle Orthodontist*, 64(6), 447-454.
- [90] **Major, P. W., Johnson, D. E., Hesse, K. L. ve Glover, K. E.** (1996). Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. *The Angle Orthodontist*, 66(1), 51-60.
- [91] **Hsiao, T.-H., Chang, H.-P. ve Liu, K.-M.** (1997). A method of magnification correction for posteroanterior radiographic cephalometry. *The Angle Orthodontist*, 67(2), 137-142.
- [92] **Hounsfield, G. N.** (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British journal of radiology*, 46(552), 1016-1022.
- [93] **Hounsfield, G. N.** (1980). Computed medical imaging. *Science*, 210(4465), 22-28.
- [94] **Hounsfield, G. N.** (1976). Historical notes on computerized axial tomography. *Journal of the Canadian Association of Radiologists*, 27(3), 135-142.

- [95] **Williams, M. Y., Mealey, B. L. ve Hallmon, W. W.** (1992). The role of computerized tomography in dental implantology. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 7(3).
- [96] **Parks, E. T.** (2000). Computed tomography applications for dentistry. *Dental Clinics of North America*, 44(2), 371-394.
- [97] **Winter, A. A., Pollack, A. S., Frommer, H. H. ve Koenig, L.** (2005). Cone beam volumetric tomography vs. medical CT scanners. *New York State Dental Journal*, 71(4), 28.
- [98] **Hashimoto, K., Kawashima, S., Kameoka, S., Akiyama, Y., Honjaya, T., Ejima, K., ve ark.** (2007). Comparison of image validity between cone beam computed tomography for dental use and multidetector row helical computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(8), 465-471.
- [99] **Adibi, S., Zhang, W., Servos, T. ve O'Neill, P. N.** (2012). Cone beam computed tomography in dentistry: what dental educators and learners should know. *Journal of dental education*, 76(11), 1437-1442.
- [100] **Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K. ve Shinoda, K.** (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial radiology*, 28(4), 245-248.
- [101] **Kamburoğlu, K.** (2015). Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World journal of radiology*, 7(6), 128.
- [102] **Sukovic, P.** (2003). Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthodontics & craniofacial research*, 6, 31-36.
- [103] **Cevidanes, L. H., Styner, M. A. ve Proffit, W. R.** (2006). Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 129(5), 611-618.
- [104] **De Cock, J., Mermuys, K., Goubau, J., Van Petegem, S., Houthoofd, B. ve Casselman, J. W.** (2012). Cone-beam computed tomography: a new low dose, high resolution imaging technique of the wrist, presentation of three cases with technique. *Skeletal radiology*, 41, 93-96.
- [105] **Nemtoi, A., Czink, C., Haba, D. ve Gahleitner, A.** (2013). Cone beam CT: a current overview of devices. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42(8), 20120443.
- [106] **Kumar, V., Ludlow, J., Mol, A. ve Cevidanes, L.** (2007). Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(5), 263-269.
- [107] **Kiljunen, T., Kaasalainen, T., Suomalainen, A. ve Kortnesniemi, M.** (2015). Dental cone beam CT: A review. *Physica Medica*, 31(8), 844-860.
- [108] **Zemann, W., Schanbacher, M., Feichtinger, M., Linecker, A. ve Kärcher, H.** (2009). Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(1), 36-42.
- [109] **Angelieri, F., Cevidanes, L. H., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E. ve McNamara Jr, J. A.** (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 759-769.

- [110] **Franklin, D. ve Flavel, A.** (2014). Brief communication: timing of sphenoccipital closure in modern Western Australians. *American Journal of physical anthropology*, 153(1), 132-138.
- [111] **de Silva Fo, O. G., Boas, C. V. ve Capelozza, L. F.** (1991). Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100(2), 171-179.
- [112] **Woods, M., Wiesenfeld, D. ve Probert, T.** (1997). Surgically-assisted maxillary expansion. *Australian dental journal*, 42(1), 38-42.
- [113] **Guichet, N. F.** (1977). Biologic laws governing functions of muscles that move the mandible. Part I. Occlusal programming. *The Journal of prosthetic dentistry*, 37(6), 648-656.
- [114] **Baccetti, T., Franchi, L., Cameron, C. G. ve McNamara Jr, J. A.** (2001). Treatment timing for rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 71(5), 343-350.
- [115] **Linder-Aronson, S. ve Lindgren, J.** (1979). The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *British journal of orthodontics*, 6(1), 25-29.
- [116] **Persson, M., Magnusson, B. ve Thilander, B.** (1978). Sutural closure in rabbit and man: a morphological and histochemical study. *Journal of anatomy*, 125(Pt 2), 313.
- [117] **Persson, M.** (1973). Structure and growth of facial sutures. *Odontol Revy* 24, 26, 101-113.
- [118] **Knaup, B., Yildizhan, F. ve Wehrbein, H.** (2004). Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 65(6), 467-474.
- [119] **Angelieri, F., Franchi, L., Cevidane, L. H. ve McNamara Jr, J. A.** (2015). Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 148(6), 1010-1016.
- [120] **Langford, S. ve Sims, M.** (1982). Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *American journal of orthodontics*, 81(2), 108-115.
- [121] **Sokucu, O., Kosger, H. H., Bıçakci, A. A. ve Babacan, H.** (2009). Stability in dental changes in RME and SARME: a 2-year follow-up. *The Angle orthodontist*, 79(2), 207-213.
- [122] **Timms, D. ve Moss, J.** (1971). An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Transactions European Orthodontic Society*, 263-271.

- [123] **Zhao, N., Xu, Y., Chen, Y., Xu, Y., Han, X. ve Wang, L.** (2008). Effects of Class III magnetic orthopedic forces on the craniofacial sutures of rhesus monkeys. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(3), 401-409.
- [124] **Kambara, T.** (1977). Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the *Macaca irus*. *American journal of orthodontics*, 71(3), 249-277.
- [125] **Thilander, B. ve Ingervall, B.** (1973). The human speno-occipital synchondrosis II. A histological and microradiographic study of its growth. *Acta Odontologica Scandinavica*, 31(5), 323-334.
- [126] **Irwin, G. L.** (1960). Roentgen determination of the time of closure of the speno-occipital synchondrosis. *Radiology*, 75(3), 450-453.
- [127] **Laudemann, K., Petruchin, O., Nafzger, M., Ballon, A., Kopp, S., Sader, R. A., ve ark.** (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.
- [128] **Capelozza Filho, L., da Silva Filho, O. ve Ursi, W.** (1996). Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 11(1), 57-66; discussion 67.
- [129] **Lanigan, D. T. ve Mintz, S. M.** (2002). Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 60(1), 104-110.
- [130] **Baker, R. K.** (1984). *The Relationship of Cranial Suture Closure and Age Analyzed in a Modern Multi-Racial Sample of Males and Females*. California State University, Fullerton.
- [131] **Krogman, W. M. ve Işcan, M. Y.** (1986). The human skeleton in forensic medicine, Charles C. Thomas, Springfield, IL, 15(2), 202-208.
- [132] **İşcan, M. Y. ve Miller-Shaivitz, P.** (1984). Determination of sex from the tibia. *American Journal of Physical Anthropology*, 64(1), 53-57.
- [133] **Frédéric, J.** (1906). *Untersuchungen über die normale Obliteration der Schädelnähte*. Schweizerbart.
- [134] **Revelo, B. ve Fishman, L. S.** (1994). Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 105(3), 288-292.
- [135] **Wehrbein, H. ve Yildizhan, F.** (2001). The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *The European Journal of Orthodontics*, 23(2), 105-114.

- [136] **Abdelkarim, A.** (2019). Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dentistry journal*, 7(3), 89.
- [137] **Holberg, C., Steinhäuser, S., Geis, P. ve Rudzki-Janson, I.** (2005). Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *Journal of orofacial orthopedics Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie*, 66(6), 434-444.
- [138] **Mah, J. K., Huang, J. C. ve Choo, H.** (2010). Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 141, 7S-13S.
- [139] **Mah, J. K., Yi, L., Huang, R. C. ve Choo, H.** (1999). Advanced applications of cone beam computed tomography in orthodontics. *Seminars in Orthodontics*; 2011: Elsevier; Published.
- [140] **Balaji, S. ve Balaji, P. P.** (2018). *Textbook of Oral & Maxillofacial Surgery- E Book*. Elsevier Health Sciences.
- [141] **Byloff, F. K. ve Mossaz, C. F.** (2004). Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *The European Journal of Orthodontics*, 26(4), 403-409.
- [142] **Asscherickx, K., Govaerts, E., Aerts, J. ve Vannet, B. V.** (2016). Maxillary changes with bone-borne surgically assisted rapid palatal expansion: A prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(3), 374-383.
- [143] **Gauthier, C., Voyer, R., Paquette, M., Rompré, P. ve Papadakis, A.** (2011). Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(4), S117-S128.
- [144] **Hamedi-Sangsari, A., Chinipardaz, Z. ve Carrasco, L.** (2017). Following surgically assisted rapid palatal expansion, do tooth-borne or bone-borne appliances provide more skeletal expansion and dental expansion? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75(10), 2211-2222.
- [145] **Chung, C. H. ve Goldman, A. M.** (2003). Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *The European Journal of Orthodontics*, 25(4), 353-358.
- [146] **Chhatwani, S., Schudlich, K., Möhlhenrich, S., Pugachev, A., Bicsak, A., Ludwig, B., ve ark.** (2021). Evaluation of symmetry behavior of surgically assisted rapid maxillary expansion with simulation-driven targeted bone weakening. *Clinical Oral Investigations*, 25(12), 6717-6728.
- [147] **Seeberger, R., Kater, W., Schulte-Geers, M., Davids, R., Freier, K. ve Thiele, O.** (2011). Changes after surgically-assisted maxillary expansion

(SARME) to the dentoalveolar, palatal and nasal structures by using tooth-borne distraction devices. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49(5), 381-385.

- [148] **Jedliński, M., Mazur, M., Grocholewicz, K. ve Janiszewska-Olszowska, J.** (2021). 3D scanners in orthodontics—Current knowledge and future perspectives—A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 1121.
- [149] **Martin, C. B., Chalmers, E. V., McIntyre, G. T., Cochrane, H. ve Mossey, P. A.** (2015). Orthodontic scanners: what's available? *Journal of orthodontics*, 42(2), 136-143.
- [150] **Fishman, L. S.** (1979). Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *The Angle Orthodontist*, 49(3), 181-189.
- [151] **Fishman, L. S.** (1982). Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist*, 52(2), 88-112.
- [152] **Ribeiro, G. L. U., Locks, A., Pereira, J. ve Brunetto, M.** (2010). Analysis of rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15, 107-112.
- [153] **Tonello, D. L., de Miranda Ladewig, V., Guedes, F. P., Conti, A. C. d. C. F., Almeida-Pedrin, R. R. ve Capelozza-Filho, L.** (2017). Midpalatal suture maturation in 11-to 15-year-olds: A cone-beam computed tomographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 152(1), 42-48.
- [154] **Grünheid, T., Larson, C. E. ve 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.
- [155] **Chávez-Sevillano, M. G., Estrada, J. T., Blanco-Victorio, D. J., Vich, M. O. L., Quintão, C. C. A. ve Palomino-Gómez, S. P.** (2021). Evaluation of the suture ossification level according to age and sex in children, adolescents, and adults. A cross-sectional and observational 3D study. *International Orthodontics*, 19(1), 67-75.
- [156] **Baccetti, T., Franchi, L. ve McNamara Jr, J. A.** (2005). The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*; 2005: Elsevier; Published.
- [157] **Estrada, J. T., Vela, M. M., Contreras, M. G., Victorio, D. J. B., Lagravère, M. O., Quintão, C. C. A., ve ark.** (2022). Correlation between cervical vertebrae maturation and midpalatal suture fusion in patients aged between 10 and 20 years: A cross-sectional and 3D study. *International Orthodontics*, 20(3), 100659.

- [158] **Ok, G., Sen Yilmaz, B., Aksoy, D. O. ve Kucukkeles, N.** (2021). Maturity evaluation of orthodontically important anatomic structures with computed tomography. *European Journal of Orthodontics*, 43(1), 8-14.
- [159] **Björk, A.** (1966). Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24(2), 109-127.
- [160] **de Miranda Ladewig, V., Capellozza-Filho, L., Almeida-Pedrin, R. R., Guedes, F. P., de Almeida Cardoso, M. ve Conti, A. C. d. C. F.** (2018). Tomographic evaluation of the maturation stage of the midpalatal suture in postadolescents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 818-824.
- [161] **Wertz, R. ve Dreskin, M.** (1977). Midpalatal suture opening: a normative study. *American journal of orthodontics*, 71(4), 367-381.
- [162] **da Silva Filho, O. G., Magro, A. C. ve 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.
- [163] **Magnusson, A., Bjerklin, K., Nilsson, P. ve Marcusson, A.** (2009). Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *The European Journal of Orthodontics*, 31(2), 142-149.
- [164] **Jackson, G. W., Kokich, V. G. ve Shapiro, P. A.** (1979). Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young *Macaca nemestrina*. *American Journal of Orthodontics*, 75(3), 318-333.
- [165] **Sholts, S. B. ve Wärmländer, S. K.** (2012). Zygomaticomaxillary suture shape analyzed with digital morphometrics: reassessing patterns of variation in American Indian and European populations. *Forensic science international*, 217(1-3), 234. e231-234. e236.
- [166] **Gray, H.** (1878). *Anatomy of the human body*. Lea & Febiger.
- [167] **Lager, H.** (1958). A histological description of the cranial base in *Macaca rhesus*. *Eur Orthod Soc Trans*, 34, 147-156.
- [168] **Baume, L. J.** (1957). A biologist looks at the sella point. *Eur Orthod Soc Trans*, 33, 150-159.
- [169] **Kumar, G.** (2015). *Orban's Oral Histology & Embryology-E-BOOK*. Elsevier Health Sciences.
- [170] **Melsen, B.** (1969). Time of closure of the spheno-occipital synchondrosis determined on dry skulls a radiographic craniometric study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 27(1-2), 73-90.

- [171] **Krogman, W. M.** (1931). Studies in growth changes in the skull and face of anthropoids. V. Growth changes in the skull and face of the orang-utan. *American Journal Of Anatomy*, 47(2), 343-365.
- [172] **Ford, E.** (1958). Growth of the human cranial base. *American Journal of Orthodontics*, 44(7), 498-506.
- [173] **Powell, T. V. ve Brodie, A. G.** (1963). Closure of the spheno-occipital synchondrosis. *The Anatomical Record*, 147(1), 15-23.
- [174] **Melsen, B.** (1972). A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. *Transactions European Orthodontic Society*, 499-507.
- [175] **Bassed, R. B., Briggs, C. ve Drummer, O. H.** (2010). Analysis of time of closure of the spheno-occipital synchondrosis using computed tomography. *Forensic science international*, 200(1-3), 161-164.
- [176] **Akhlaghi, M., Taghaddosinejad, F., Sheikhzadi, A., Valizadeh, B. ve Shojaei, S. M. R.** (2010). Age-at-death estimation based on the macroscopic examination of spheno-occipital sutures. *Journal of forensic and legal medicine*, 17(6), 304-308.
- [177] **de Oliveira, C. B., Ayub, P., Ledra, I. M., Murata, W. H., Suzuki, S. S., Ravelli, D. B., ve ark.** (2021). Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(6), 733-742.
- [178] **Gurgel, J. d. A., Tiago, C. ve Normando, D.** (2014). Transverse changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 43(3), 316-322.
- [179] **Han, S.-H., Lim, J., Kim, J.-S., Cho, J.-H., Hong, M., Kim, M., ve ark.** (2023). Accuracy of posteroanterior cephalogram landmarks and measurements identification using a cascaded convolutional neural network algorithm: A multicenter study. *Korean Journal of Orthodontics*.
- [180] **Hwang, S.-A., Lee, J.-S., Hwang, H.-S. ve Lee, K.-M.** (2019). Benefits of lateral cephalogram during landmark identification on posteroanterior cephalograms. *The Korean Journal of Orthodontics*, 49(1), 32-40.
- [181] **Ulkur, F., Ozdemir, F., Germec-Cakan, D. ve Kaspar, E. C.** (2016). Landmark errors on posteroanterior cephalograms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(2), 324-331.
- [182] **Lee, H. J., Lee, S., Lee, E. J., Song, I. J., Kang, B.-C., Lee, J.-S., ve ark.** (2016). A comparative study of the deviation of the menton on posteroanterior cephalograms and three-dimensional computed tomography. *Imaging science in dentistry*, 46(1), 33-38.

- [183] **Suri, L. ve Taneja, P.** (2008). Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(2), 290-302.
- [184] **Karring, T., Nyman, S., Thilander, B. ve Magnusson, I.** (1982). Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *Journal of Periodontal research*, 17(3), 309-315.
- [185] **Lione, R., Huanca Ghislanzoni, L. T., Defraia, E., Franchi, L. ve Cozza, P.** (2016). Bonded versus banded rapid palatal expander followed by facial mask therapy: analysis on digital dental casts. *European Journal of Orthodontics*, 38(2), 217-222.
- [186] **Reed, N., Ghosh, J. ve Nanda, R. S.** (1999). Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(1), 31-40.
- [187] **Pinto, F. M. P., Abi-Ramia, L. B. P., Stuani, A. S., Stuani, M. B. S. ve Artese, F.** (2012). Vertical growth control during maxillary expansion using a bonded Hyrax appliance. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 17, 101-107.
- [188] **Chen, S.-C., Chang, H.-P. ve Tseng, Y.-C.** (2018). Maxillary expansion: from past to present. *Taiwanese Journal of Orthodontics*, 30(2), 3.
- [189] **Kurt, G., Altug, A. T., Türker, G., Kiliç, B., Kiliç, E. ve Alkan, A.** (2017). Effects of surgical and nonsurgical rapid maxillary expansion on palatal structures. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(3), 775-780.
- [190] **McNamara Jr, J. A. ve Franchi, L.** (2018). The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *The Angle Orthodontist*, 88(2), 133-143.
- [191] **Kivovics, M., Szabó, B. T., Németh, O., Iványi, D., Trimmel, B., Szmirnova, I., ve ark.** (2020). Comparison between micro-computed tomography and cone-beam computed tomography in the assessment of bone quality and a long-term volumetric study of the augmented sinus grafted with an albumin impregnated allograft. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 303.
- [192] **Abboud, M., Guirado, J. L. C., Orentlicher, G. ve Wahl, G.** (2013). Comparison of the accuracy of cone beam computed tomography and medical computed tomography: implications for clinical diagnostics with guided surgery. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(2).
- [193] **Nardi, C., Talamonti, C., Pallotta, S., Saletti, P., Calistri, L., Cordopatri, C., ve ark.** (2017). Head and neck effective dose and quantitative assessment of image quality: a study to compare cone beam CT and multislice spiral CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(7), 20170030.