

T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**HIZLI MAKSİLLER GENİŞLETME TEDAVİSİ UYGULANMIŞ
BİREYLERDE MAKSİLLER SİNÜS VE FARİNGEAL HAVAYOLU HACİM
DEĞİŞİMLERİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Belemir KARPAT

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Sevgi ÖZCAN

İZMİR

Ocak 2025

T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**HIZLI MAKSİLLER GENİŞLETME TEDAVİSİ UYGULANMIŞ
BİREYLERDE MAKSİLLER SİNÜS VE FARİNGEAL HAVAYOLU HACİM
DEĞİŞİMLERİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Belemir KARPAT

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Sevgi ÖZCAN

İKİNCİ DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Ersen BİLGİLİ

İZMİR

Ocak 2025

ÖNSÖZ TEŞEKKÜR

Hem akademik anlamda hem de hayata dair bana kattıklarını hayatım boyunca kullanacağım bu tez çalışmasının planlanması ve yürütülmesinde büyük emeği olan danışman hocam Prof. Dr. Sevgi ÖZCAN'a,

Bu tezin planlanması ve yürütülmesinde büyük emeği olan, yardım ve desteklerini esirgemeyen bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Ersen BİLGİLİ'ye,

Uzmanlık eğitimimiz boyunca kendisinden çok şey öğrendiğim, bu teze katkıları olan sevgili hocam Doç. Dr. Emre AYTUĞAR'a,

Tezimi hazırlarken bilgi, tecrübelerini ve değerli zamanını benden esirgemeyen emeği ve bilgisi ile daima yoluma ışık tutan, disiplinine hayran olduğum bu teze büyük katkıları olan çok değerli hocam Doç. Dr. Fahrettin KALABALIK'a,

Beni kendi öğrencilerinden ayırmayıp çok şey öğrenmemi sağlayan, işini çok büyük bir özveriyle yaparak bizi destekleyen sevgili hocam Nezahat ERDOĞAN'a,

Tez çalışmama büyük katkıları olan Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi hocam Doç. Dr. Burçin AKAN'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte ağlayıp birlikte güldüğümüz, yeri geldiğinde birlikte yorulduğumuz, tezimde bana olan desteklerini asla unutmayacağım ve ileride çok özleyeceğimi bildiğim canım arkadaşlarım Fatoş Can, Duygu Miriler, Rabia Aktürk ve Alperen Yalım'a, ve tüm bölüm personelimize,

Bu teze olan desteklerinin yanı sıra hayatı paylaştığım, karşılaştığım tüm zorluklarda hep yanımda olup varlığıyla bana güç veren, elimi hiç bırakmayan çok sevdiğim canım eşim Güvencan KARPAT'a,

Bugünlere gelişimde en büyük emeği veren, canlarım, annem Sevcan GÜLEŞ, babam Kadir GÜLEŞ, biricik kardeşim ve meslektaşım Deniz GÜLEŞ ve çok sevdiğim halalarım Zehra GÜLEŞ, Zeynep GÜLEŞ, Saadet GÜLEŞ ve rahmetli babaannem Fize GÜLEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2025

Belemir KARPAT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ TEŞEKKÜR.....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
RESİMLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
1.GİRİŞ-AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Maksiller Sinüsün Anatomisi, Fizyolojisi ve Anatomik Varyasyonları.....	3
2.1.1. Maksiller Sinüs Varyasyonları.....	4
2.1.2. Maksiller Sinüs Fonksiyonları.....	6
2.2. Maksiller Sinüs Görüntüleme Yöntemleri.....	6
2.2.1. Direkt Grafler.....	6
2.2.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	7
2.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	8
2.2.4. Ultrasonografi.....	9
2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi.....	9
2.3. Faringeal Havayolu Anatomisi Embriyolojisi ve Fonksiyonları.....	14
2.3.1. Nazofarinks.....	15
2.3.2. Orofarinks.....	16
2.3.3. Hipofarinks.....	16
2.3.4. Faringeal Havayolu Embriyolojisi ve Gelişimi.....	16
2.3.5. Faringeal Havayolu Fonksiyonları.....	17

2.4. Faringeal Havayolu Ölçüm Yöntemleri.....	17
2.4.1. Lateral Sefalometri.....	17
2.4.2. Akustik Rinometri.....	18
2.4.3. Akustik Faringometri.....	18
2.4.4. Rinomometri.....	19
2.4.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	19
2.4.6. Bilgisayarlı Tomografi.....	19
2.4.7. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi.....	19
2.5. Hızlı Maksiller Genişletme (RME).....	20
2.5.1. Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri.....	21
2.5.2. Diş Kemik Destekli Genişletme Apareyleri.....	23
2.5.3. Alternatif Hızlı Maksiller Genişletme (ALT RAMEC).....	24
2.5.4. Hızlı Maksiller Genişletmenin Maksillofasiyal Bölgeye Etkileri.....	24
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
3.1. KIBT Verilerinin Elde Edilmesi.....	28
3.2. Üç Boyutlu Havayolu ve Maksiller Sinüs Analizi Yöntemi.....	28
3.2.1. Total Havayolu Hacminin Belirlenmesi.....	30
3.2.2.Orofaringeal Havayolu Hacminin Belirlenmesi.....	32
3.2.3. Nazofaringeal Havayolu Hacminin Belirlenmesi.....	34
3.2.4. Maksiller Sinüs Hacminin Belirlenmesi.....	35
3.3. İstatiksel Analiz.....	37
4.BULGULAR.....	38
5.TARTIŞMA.....	45

6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
ÖZET.....	58
SUMMARY.....	59
KAYNAKLAR.....	60
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	81



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

% : Yüzde

< : Küçük

> : Büyük

cm³: santimetreküp

mm³ :milimetreküp

cm: santimetre

mm: milimetre

sn: saniye

RME: Hızlı maksiller genişletme

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

BT: Bilgisayarlı tomografi

KIBT: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

CBCT: Cone beam computed tomography

ROI: Region of interest

FOV: Field of view

TMD: Transvers maksiller darlık

ALT RAMEC: Alternatif hızlı maksiller genişletme

PO: Porion

OR: Orbita

PNS: Posterior nasal spine

ANS: Anterior nasal spine

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Paranasal sinüsler.....	2
Şekil 2.2. KIBT ve BT görüntüleme geometrisinin karşılaştırılması.....	11
Şekil 2.3. İzotropik (solda) ve anizotropik (sağda) olarak elde edilen hacim veri setlerinin karşılaştırılması	13
Şekil 2.4. Farinksin bölümlerini gösteren baş ve boyundan geçen sagittal kesit.....	15
Şekil 3.1. Üç boyutlu maske üzerinde Frankfurt horizontal düzleminin oluşturulması	29
Şekil 3.2. Sadece hava alanlarını içeren maske.....	29
Şekil 3.3. Üç boyutlu havayolu taslağı.....	30
Şekil 3.4. Vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği hattın belirlenmesi.....	31
Şekil 3.5. Total havayolunun üç boyutlu obje halinde elde edilmesi.....	31
Şekil 3.6. Total havayolu hacim değerinin hesaplanması.....	32
Şekil 3.7. Orofaringeal havayolu sınırlarının belirlenmesi.....	33
Şekil 3.8. Orofaringeal havayolu hacmini oluşturan üç boyutlu objenin oluşturulması	33
Şekil 3.9. Orofaringeal havayolu hacim ölçüm değeri.....	34
Şekil 3.10. Nazofaringeal havayolu hacminin belirlenmesi.....	34
Şekil 3.11. Sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinin üç boyutlu obje olarak belirlenmesi	35
Şekil 3.12. Her iki maksiller sinüs hacimlerinin ayrı ayrı hesaplanması.....	36
Şekil 4.1. Hasta grubunun cinsiyete göre sayı ve yüzdeler dağılımı.....	38
Şekil 4.2. Cinsiyete göre maksiller sinüs hacmi değerlendirmesi.....	40
Şekil 4.3. Cinsiyete göre havayolu hacim değerlendirmesi.....	42
Şekil 4.4. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası maksiller sinüs hacim değerlendirmesi.....	43
Şekil 4.5. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası havayolu hacim değerlendirmesi.....	44

RESİMLER DİZİNİ

<u>Resim No</u>	<u>Sayfa No</u>
Resim 2.1. Maksiller sinüs ostiumu.....	4
Resim 2.2. Koronal, sagittal ve aksiyal kesitlerde maksiller sinüste septa oluşumu...	5
Resim 2.3. Koronal kesitte sağ maksiller sinüste aksesuar ostium.....	5
Resim 2.4. Paranasal sinüslerin direkt grafilere ile incelenmesi. a)Waters b) Caldwell grafilere	7
Resim 2.5. Lateral sefalometrik görüntüleme.....	18
Resim 2.6. Haas Genişletme Apareyi.....	22
Resim 2.7. Hyrax Genişletme Apareyi.....	22
Resim 2.8. Modifiye Hyrax Genişletme Apareyi.....	23
Resim 2.9. Rijit Akrilik Bonded Apareyi.....	23
Resim 2.10. Hybrid hyrax ekspansiyon apareyi.....	24
Resim 3.1. Newtom 5G Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Cihazı.....	27

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Hastaların demografik özellikleri.....	38
Tablo 4.2. Çalışmaya dahil edilen hastaların sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 4.3. Cinsiyete göre maksiller sinüs hacmi değerlendirmesi.....	40
Tablo 4.4. Yaş ile maksiller sinüs hacmi arasındaki ilişki.....	41
Tablo 4.5. Cinsiyete göre havayolu hacim değerlendirmesi.....	41
Tablo 4.6. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası maksiller sinüs hacim değerlendirmesi.....	42
Tablo 4.7. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası havayolu hacim değerlendirmesi.....	43
Tablo 4.8. Yaş ile nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacmi arasındaki ilişki..	44

1.GİRİŞ-AMAÇ

Kompleks bir yapı olan faringeal havayolunun şekil ve boyutları hava akışını ve havalandırmayı etkilemektedir. Morfolojik yapısı ve boyutları dolayısıyla faringeal havayolu, fasiyal morfoloji ve konturların gelişimi ile ilişkili olmasının yanısıra, konuşma, solunum, yutkunma gibi fonksiyonlar açısından da önemlidir.¹⁻³

Maksiller sinüsler, paranazal sinüslerin en büyük olanıdır.⁴ Maksiller sinüslerin büyümesinde en önemli büyüme 0-3 ve 7-12 yaşlarında görülmekle birlikte sinüs büyümesi ilerleyen yaşlarda yavaşlayarak devam eder.⁵ Maksiller sinüsün büyümesinin sinüse komşu yapılar olan damak ve alveolar kemik ile doğrudan bir ilişkisi olduğundan hızlı maksiller genişletme (RME) sonucu palatal bölgede veya alveolar kemikte oluşan genişleme ve değişiklikler maksiller sinüs hacmini etkileyebilir.⁶ RME tedavisi; üst çene darlığı gösteren vakalarda çok uzun dönemden beri uygulanan ortodontik bir tedavi yöntemidir.⁷

Tansversel maksiller darlık (TMD) etiyolojisi içinde çok çeşitli genetik ve çevresel sebepler vardır. Bunlardan bazıları kronik ağız solunumu ve parmak emme alışkanlığının uzun dönem devam ettirilmesidir. Kronik ağız solunumu görülen hastalarda dil sürekli olarak ağız kapalı durumda olması gereken pozisyondan daha aşağıda konumlanmaya başlar. Bunun sonucunda maksilla dil tarafından desteklenemez ve buksinator kaslar ile dil kasları arasındaki denge bozulur. Bu dengenin buksinatör kasların lehine bozulması sonucu maksillada darlık ortaya çıkar.⁸

Üst çene darlığına sahip bireylerde yüksek oranda havayolunda da darlık görülmektedir. Bu bireylere RME tedavisi uygulanmasıyla üst çenede oluşan transversal genişleme sonucu havayolu problemlerinin de azalma gösterdiği farklı çalışmalarla tespit edilmiştir.^{9,10}

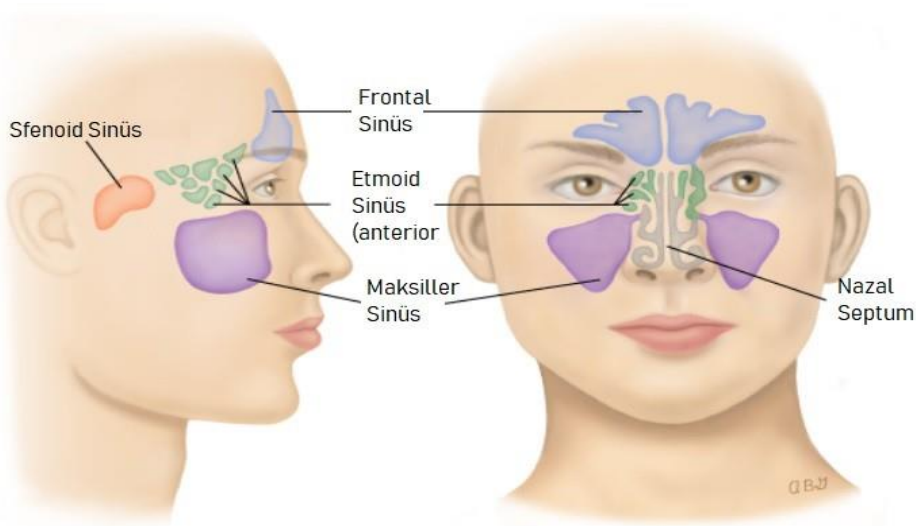
Bu nedenle, bu retrospektif çalışmanın amacı İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda çekilen konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri incelenerek fakültemizde RME tedavisi uygulanmış 40 hastada tedavi öncesi ve sonrası aşamalarda faringeal havayolu ve maksiller sinüslerdeki hacimsel değişiklikleri incelemek, karşılaştırmak ve bulguları mevcut literatür ile uyumluluk açısından değerlendirmektir.

2.GENEL BİLGİLER

Paranasal sinüsler, içleri mukoperiostiumla kaplı hava ile dolu pnömatik kavitelerdir (Şekil 2.1.). Bu mukoperiosteum, silli silindirik psödostratifiye epitel yapıdadır ve solunum sistemi ile ilişkilidir.¹¹ Anatomik olarak içinde bulundukları kemiklere göre isimlendirilmişlerdir. Bunlar; maksiller sinüs, etmoid sinüs, frontal sinüs ve sfenoid sinüstür.^{12,13} Paranasal sinüslerin işlevleriyle ilgili çok sayıda hipotez vardır. Sese rezonans sağlarlar, solunan havayı nemlendirir ve ısıtırlar, ısı yalıtımı yaparlar, uyumlu fasiyal büyümeye yardımcıdırlar, intrakraniyal yapıları yaralanmalara karşı koruyup darbeleri nötralize ederler ve kafatasını hafifletirler.¹³

Nazal kavite ve paranasal sinüsler anatomik ve fonksiyonel bir ünite oluşturur. Tüm paranasal sinüsler ostium olarak adlandırılmış küçük açıklıklar ile nazal kaviteye direne olmaktadır. Maksiller sinüsler, frontal sinüsler ve anterior etmoid hücreler nazal kavitede orta meatuse direne olur. Sfenoid sinüs ve posterior etmoid hücreler ise üst meatusta medial konkanın bağlandığı noktanın superior bölgesine direne olur.¹⁴

Paranasal sinüslerin normal gelişim paterni ve pnömatizasyonunun yanı sıra anatomik varyasyonların bilinmesi, sinüs hastalıklarının değerlendirilmesi, uygun tedavi yapılabilmesi ve cerrahi rehberliğin sağlanması için önemlidir.¹⁵



Şekil.2.1. Paranasal sinüsler.¹⁶

2.1. Maksiller Sinüsün Anatomisi, Fizyolojisi ve Anatomik Varyasyonları

Maksiller sinüsler paranasal sinüslerin en büyüğüdür. Maksiller sinüsler, maksillanın gövdesinde lokalizedir ve geniş bir alan kaplar.¹⁷ Üst duvar orbita tabanı, arka duvar maksillanın infratemporal yüzeyi ve pterigopalatin fossa, ön duvar maksillanın frontal proçesi, medial duvar nazal kavitenin lateral yüzeyi, alt duvar genellikle mezial birinci premolar dişin mezialinden üçüncü molar dişin distaline kadar uzanan maksilladaki alveolar ve palatin prosesler tarafından oluşturulur.¹⁸ Maksiller sinüs inferior sınırı maksillanın alveolar prosesi ve sert damaktan oluştuğundan dolayı 2. Premolar ve 1. Molar dişlerin kökleri sinüs ile yakın komşuluktur.¹⁹

Tüm paranasal sinüsler içinde en önce gelişim gösteren maksiller sinüslerdir.¹² Maksiller sinüslerin büyümesi yüz kemiklerinin büyümesiyle orantılı şekilde gerçekleşir.²⁰ Doğumda sıvı dolu olan maksiller sinüsler iki aktif gelişme dönemi gösterir. Birinci aktif gelişme 0-3 yaş aralığında gerçekleşirken ikinci aktif gelişme evresi 7-12 yaş aralığında gözlenir. Bu aktif gelişme ve büyümeyi adolesan döneme kadar daha yavaş bir büyüme evresi takip eder.²¹⁻²³

Maksiller sinüsün ana arteriyel beslenmesi, büyük palatin ve sfenopalatin arterlerle desteklenen maksiller arter dallarından posterior superior alveolar ve infraorbital arterler tarafından sağlanır.²⁴ Venöz drenajı ise maksiller ve fasiyal ven ve dural ve juguler sinüsler yoluyla sağlanır.²⁵

Maksiller sinüsün medial duvarında ostium sinüs maksillaris isimli bir açıklık bulunur ve buradan maksiller sinüs infundibulumu, semilunar hiatusa ve daha sonra orta meatusa direne olur (Resim 2.1.).²⁶ Bu açıklığın kemik yapıdaki ismi hiatus maksillaris'tir. Hiatus maksillaris; etmoid kemiğin processus uncinatusu ve bulla ethmoidalis, inferior konkanın maksiller uzantısı, palatin kemiğin lamina perpendicularisi ile processus maksillaris ve ayrıca lakrimal kemiğin maksiller çıkıntısı tarafından dar bir geçit haline getirilir.^{27,28}



Resim 2. 1. Maksiller sinüs ostiumu

Maksiller sinüsün pnömatizasyonu, sinüsün alveolar prosese doğru uzayıp genişleyerek sarkmasıdır. Normal gelişim sırasında sinüs pnömatizasyon, sinüsün hacminin arttığı ve hava ile dolduğu fizyolojik bir olaydır. Özellikle maksiller posterior bölgedeki dişlerin kaybı sonrasında alveolar kretin rezorpsiyonu pnömatizasyonda artışa sebep olur.^{29,30}

2.1.1 Maksiller Sinüs Varyasyonları

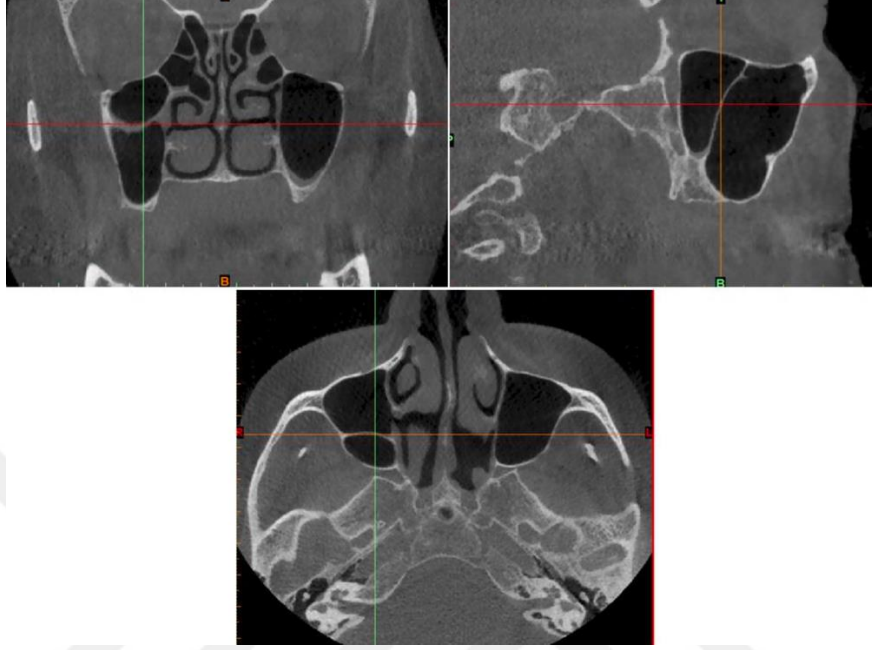
a) Maksiller Sinüs Hipoplazisi

Maksiller sinüs hipoplazisi maksiller sinüsün yetersiz gelişimiyle karakterize bir anomaldir.³¹ 3 tipi görülmektedir. Tip 1, maksiller sinüsün hafif hipoplazisidir normal bir unsinat proses ve iyi gelişmiş infundibulum ile karakterizedir. Tip 2’de maksiller sinüsün belirgin hipoplazisi, hipoplastik unsinat proses ve patolojik infundibulum görülür. Tip 3’te unsinat proses neredeyse yoktur ve yarık benzeri maksiller sinüs vardır. Genelde asemptomatik olmasına rağmen bazı durumlarda baş ve yüz ağrısı, burun akıntısı ve konuşma problemlerine sebep olabilir.³² Karşılaşılma sıklığı düşük olan maksiller sinus hipoplazisi maksiller sinüs atelektazisinden ayrımı yapılması gereken bir durumdur.³³ Maksiller atelektazi, maksiller sinüs duvarlarının içe doğru çökmesiyle birlikte maksiller sinüs hacminde azalma meydana gelmesidir.³⁴

b) Maksiller Sinüste Septa Oluşumu

Maksiller sinüs septaları, genellikle sinüs tabanından çıkan ince, doğrusal ya da eğri olabilen kortikal kemik veya fibröz yapıda plakalardır. Maksiller sinüsün yetersiz drenajına sebep olabilir (Resim 2.2.).³⁵ İki tip maksiller sinüs septası

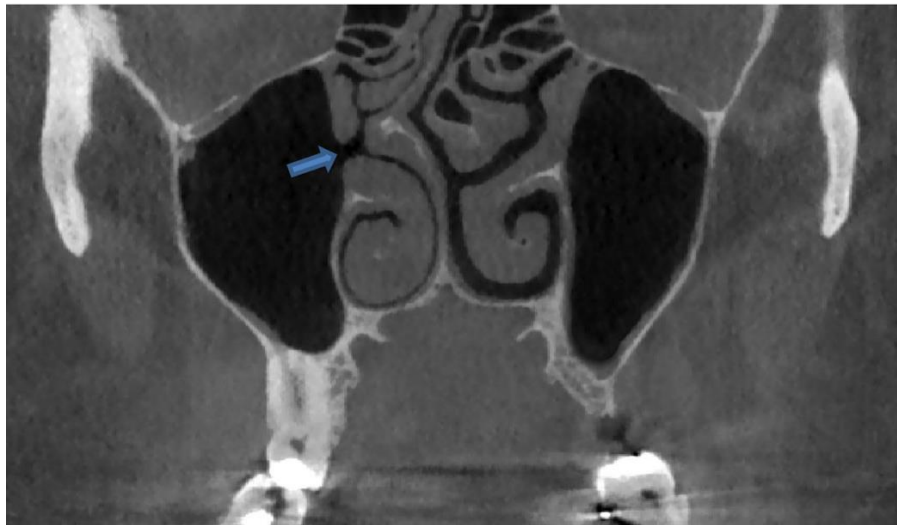
tanımlanmıştır; birincisi maksiller gelişimden kaynaklanan ve dişlerin üzerinde bulunan konjenital primer septa ikincisi diş kaybından sonra sinüs tabanının düzensiz pnömatizasyonundan kaynaklanan edinsel sekonder septa formasyonudur.³⁶



Resim 2. 2. Koronal, sagittal ve aksiyal kesitlerde maksiller sinüste septa oluşumu.

c) Akseuar Ostium (Posterior Fontanel)

Maksiller sinüsün medial duvarında bulunan, yaklaşık %20-40 oranında karşılabilen bu varyasyon normal ostiumun posterioruna lokalize olmuştur (Resim 2.3.).²⁶



Resim 2. 3. Koronal kesitte sağ maksiller sinüste akseuar ostium

2.1.2. Maksiller Sinüs Fonksiyonları

Maksiller sinüsleri çevrelemekte olan özelleşmiş epitel, solunan havayı filtreler, ısıtır ve nemlendirir. Bunun yanında maksiller sinüsler, yüz büyümesi sırasında fasiyal konturun gelişimine katkı sağlar, kafatasının kemik kütlesini azaltır, sesin rezonansın katkı sağlar ve sinonazal boşluğu destekleyen ve çevreleyen kemiklerle birlikte hareket ederek orta yüz travmalarında şok emici olarak görev yapar. Nazal boşlukları nemli tutabilmek için mukus salgılar ve olfaktör membran alanını arttırarak koku almaya yardımcıdır.^{20,37}

2.2. Maksiller Sinüs Görüntüleme Yöntemleri

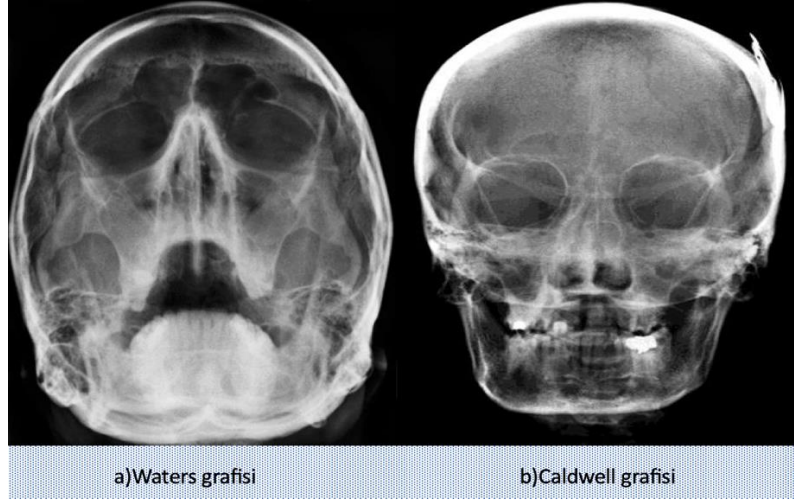
2.2.1. Direkt Grafiler

Panoramik radyografilerin düşük radyasyon dozu, ulaşılabilirlik, maliyet gibi avantajları olmasına rağmen üç boyutlu yapıların iki boyutlu görüntüleri olduğu için maksiller sinüs patolojileri ve anatomisi hakkında preoperatif olarak güvenilir sonuçlar vermez. Kullanımları sınırlıdır.³⁸ Maksiller sinüslerin görüntülenmesi için kullanılan direkt radyografik tekniklere örnek olarak lateral sefalometrik grafi, Water's grafisi, Caldwell Grafisi (Resim 2.4.) ve submentoverteks verilebilir.

Water's Grafisi

Waters grafisi 1915 yılında Waters ve Waldron tarafından oksipito-frontal projeksiyonun bir modifikasyonu olarak geliştirilmiştir. Birincil olarak maksiller sinüsün görüntülenmesini sağlamak için tasarlanmıştır.³⁹

Hızlı, pratik radyasyon dozu ve maliyeti düşük bir görüntüleme yöntemi olan Waters grafisinin ulaşılabilirliği yüksektir. Fakat özellikle paranasal sinüs patolojileri tespitinde yanlış pozitif ve ya yanlış negatif sonuç verebildiğinden dolayı güvenilirliği düşüktür. Ciddi durumlarda mutlaka BT gibi ek görüntüleme yöntemleriyle desteklenmelidir.⁴⁰ Waters grafisi tekniği maksiller sinüs, etmoid hücreleri ve nazal kavitenin incelenmesinin yanı sıra frontal sinüsün değerlendirilmesinde de önemlidir.⁴¹



Resim 2. 4. Paranasal sinüslerin direkt grafi ile incelenmesi. a)Waters b) Caldwell grafi ler.⁴²

Caldwell Grafisi

1907'de Caldwell tarafından tanımlanmıştır.⁴³ Bu projeksiyon, dış kulak yolu ve gözün dış kantusundan geçen hayali çizgi kasete dik olacak şekilde burun ve alnın röntgen kasetine yerleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu pozisyonda elde edilen Caldwell grafisinde genellikle frontal ve etmoid sinüsler, orbita, zigomatik kemikler ve burun boşlukları incelenebilir.⁴⁴ Caldwell grafisi ile frontal ve etmoidal sinüs opasifikasyonunun yanı sıra nazal septum deviasyonu da değerlendirilebilir.⁴²

2.2.2. Bilgisayarlı Tomografi

Tomografi kelimesini inceleyecek olursak “tomos” kesitler “graphy” ise görüntü demektir.⁴⁵ 1970'lerin başından bu yana bilgisayarlı tomografi (BT) sadece tanısal radyolojide değil tüm tıp alanında devrim yaratmıştır. BT, bilgisayar hesaplama gücünü tıbbi görüntüleme ile birleştiren ve böylece dijital görüntüleme çağını başlatan ilk tomografik tekniktir.⁴⁶

Son yıllarda, bilgisayarlı tomografi BT ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teknikleri paranasal sinüslerin görüntülenmesinde geleneksel X-ray yöntemlerinin yerini almıştır. Bu iki teknolojik yöntem, patoloji bulunan bölgenin anatomik yapısının daha detaylı olarak belirlenebilmesinde kullanılabilir. Bu yapıların

daha iyi değeriendirilebilmesi de BT ve MRG ile elde edilen ayrıntılı aksiyal, sagittal ve koronal kesitler kullanılarak mümkün olmaktadır.⁴⁷

BT, paranasal sinüslerin görüntülenmesinde ve değeriendirilmesinde “altın standart” olarak kabul edilen bir tekniktir.¹⁷ Paranasal sinüs patolojilerinin incelenmesinde birincil yöntem olarak kullanılır.⁴⁸ BT yüksek kontrast çözünürlüğü ile anatomik bölgelerdeki örtüşmeyi kaldırarak diagnostik kaliteyi artırır.⁴⁵ Kemik tutulumunu ve erozyonu göstererek lezyonun agresifliği hakkında ayrıntılı bilgi verir.⁴⁹

BT, maksiller sinüs mukozasındaki inflamatuvar değışimlerin üç boyutlu olarak görüntülenebilmesine olanak sağlamasının yanı sıra yüz bölgesinde de yumuşak ve sert dokuların görüntülenebilmesini sağlamıştır.^{50,51} Dezavantajları ise radyasyon dozunun yüksek olması, yüksek maliyet, düşük erişilebilirlik, uzun görüntüleme zamanıdır.^{52,53}

2.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG non invaziv, iyonize olmayan elektromanyetik radyasyon kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte hasta büyük bir mıknatıs içerisine yerleştirilerek hidrojen de dahil olmak üzere vücuttaki birçok atomun çekirdeğinin manyetik alanla hizalanması sağlanır. Vücudun herhangi bir düzlemde yüksek kaliteli kesitsel görüntülerini elde etmek amacıyla dikkatle kontrol edilen manyetik alanların varlığında radyofrekans dalgaları kullanılır.⁵⁴

MRG, sinüs boşluklarında hava ve kortikal kemikten gelen sinyal eksikliğine rağmen normal değerielerin doğru bir şekilde değeriendirilmesini sağlar. Sinüs etrafını çevrileyen kortikal kemiğin etrafı parlak sinyaller veren mukoza ile kaplı olduğu için ölçümü mümkündür. Ayrıca, paranasal sinüsün MRG taramaları yükseklik, genişlik ve uzunluk olmak üzere üç boyutlu şekilde gerçekleşir. Bu nedenle maksiller sinüs MRG ile iki boyutlu görüntüleme tekniklerinden daha doğru ve güvenilir bir şekilde incelenebilir.⁵⁵

Tümör ve inflamatuvar vakaların incelenmesinde MRG tekniğı önemlidir.⁴¹ MRG'nin temel avantajı, kontrast çözünürlüğünün yüksek olması dolayısıyla bitişik

yumuşak dokuları birbirinden ayırt edebilmesidir.⁵⁴ Yüksek çözünürlüklü MRG yaklaşımı, patolojilerin sınırlar ve damarlar da dahil olmak üzere konvansiyonel MRG'de kolayca gösterilemeyen küçük anatomik yapılarla ilişkisini gösterme avantajına sahiptir ve sinonazal malignitelerde tutulum veya distorsiyonun araştırılmasına olanak tanır. Bunun yanında, koronal ve aksiyal düzlemlerde multiplanar görüntülemeye de olanak sağlayabilmesi en büyük avantajlarındanıdır.⁴⁹

Dezavantajları; maliyet, kısıtlı erişilebilirlik, kemik anatomisinde yetersiz olması,uzun çekim süresi ve bazı hastalarda klostrofobi, kalp pili ve metalik protez kullanımı gibi durumlardır.^{56,57}

2.2.4. Ultrasonografi

Ultrasonografi yöntemi ile baş boyun bölgesinde sıklıkla boyun ve tükürük bezleri değerlendirilir.⁵⁸ Maksiller sinüzit için kolayca yapılabilen hızlı ve güvenli bir tarama testidir. Ancak sinüs ultrasonu sinus patolojilerinin değerlendirilmesinde düşük duyarlılığa sahip olması nedeniyle, klinik şüphe yüksekse sinüs röntgen filmi ile desteklenmelidir.⁵⁹

2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

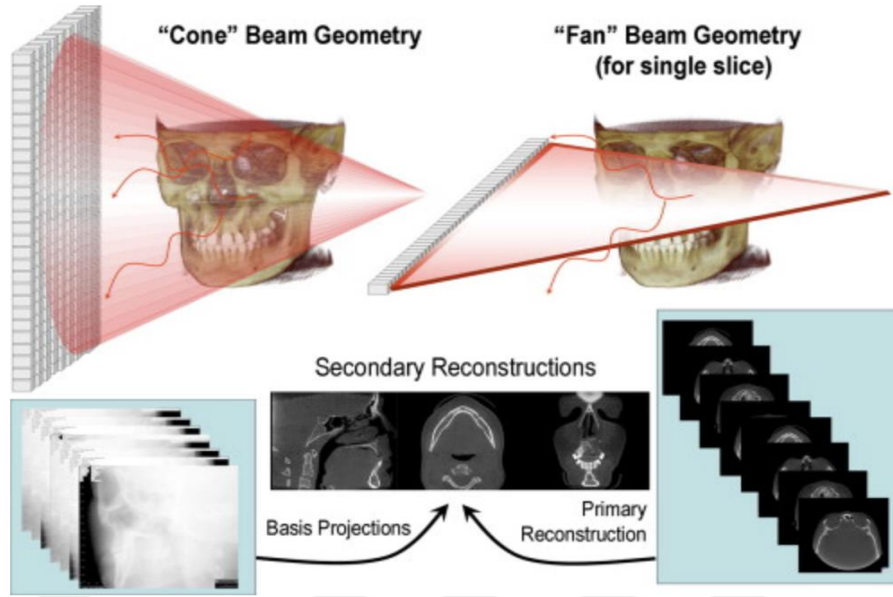
Son yıllarda geliştirilen tıbbi tanısal görüntüleme yöntemleri arasında en önemlisi olan KIBT, sert doku yapılarının doğru ve üç boyutlu görüntülenmesini sağlayan bir radyografik görüntüleme yöntemidir.⁶⁰ BT'lerin kısıtlı kullanımı, yüksek radyasyon dozu, maliyeti, uzun görüntüleme zamanı gibi dezavantajları sebebiyle diş hekimliğinde rutinde kullanılabilecek, daha pratik, düşük radyasyon dozu ile çekim yapabilen KIBT cihazları geliştirilmiştir.⁶¹ Oral ve maksillofasiyal görüntüleme için ilk ticari KIBT sistemi, nisan 2001'de NewTom (Quantitative Radiology, Verona, İtalya) adıyla piyasaya sürülmüştür.⁶² KIBT teknolojisinde maruz kalınan radyasyon dozu, maksillofasiyal pozlama sırasında geleneksel BT taramalarından 10 kat daha azdır.⁶⁰

Günümüzde oturma, ayakta durma, ve yatış pozisyonlarında çekim yapabilen farklı KIBT cihazları bulunmaktadır. Konik ışınlı görüntülemede hasta hareketini en

aza indirmek, bulanıklığı ve hareket artefaktlarını azaltmak ve yüksek rezolüsyon kalitesi gösteren sonuçlar için kritik öneme sahiptir.⁶³ Ayakta çekim yapılabilen KIBT cihazları bazı engelli hastalar için yetersiz kalabilir, yatış pozisyonunda çekim yapan KIBT cihazları çok geniş yer kaplar. Oturarak çekim yapabilen KIBT cihazları ise hastalar için en konforlusudur.⁶⁴

KIBT yöntemiyle görüntüleme işlemi, bir koni biçiminde yayılan iyonlaştırıcı X-ışını demetinin, ilgili bölgenin merkezinden geçerek karşısındaki iki boyutlu düzlemsel dedektöre ulaşmasıyla başlar. Bu sistem, bir X-ışını kaynağı ile bir düzlem dedektörünün yerleştirildiği döner bir gantri aracılığıyla gerçekleştirilir. Görüntülenecek bölgenin merkezine sabitlenmiş bir dönme eksenini (ROI: Region of interest) etrafında, kaynak ve dedektör birlikte döner. Bu döngü sırasında, 150 ila 600'ü aşkın düzlemsel projeksiyon görüntüsü elde edilir. Bu görüntüler, ilk ham verileri oluşturur.⁶⁴ Elde edilen ham görüntüler her biri bir öncekine göre hafifçe yer değiştirmiş tekil projeksiyonlardır; görüntüleme açısından lateral sefalometrik radyografik görüntülere benzerlik gösterir. Bu diziye "projeksiyon verileri" adı verilir. Ardından, geri filtreli projeksiyon gibi gelişmiş algoritmaların kullanıldığı yazılımlar yardımıyla bu projeksiyonlardan üç boyutlu hacimsel bir veri seti oluşturularak, aksiyal, sagittal ve koronal düzlemlerde temel rekonstrüksiyon görüntüleri elde edilir.⁶⁵

KIBT, geleneksel BT ile karşılaştırıldığında farklı bir ışın geometrisine sahiptir. BT'de X-ışını demeti yelpaze şeklindeki, KIBT'de bu demet konik biçimdedir. BT tekniğinde, iki boyutlu kesit görüntüleri bir araya getirilerek üç boyutlu yapı oluşturulurken; KIBT'de ise doğrudan üç boyutlu hacimsel veriler elde edilir ve bu verilerden çok düzlemli rekonstrüksiyon (multiplanar rekonstrüksiyon) yöntemiyle kesitsel görüntüler oluşturulur (Şekil 2.2.). KIBT'da kullanılan koni biçimindeki ışın demeti sayesinde tüm FOV (Field of view) tek seferde görüntülenebilir. Bu nedenle, hedeflenen bölgenin taranması için gantrinin yalnızca bir kez dönmesi yeterlidir. Bu ışın yapısının sağladığı avantajlar sayesinde, geleneksel medikal BT'ye kıyasla KIBT ile aynı sürede daha fazla sayıda hastanın görüntülenmesi mümkün olmakta ve bu da işlem maliyetlerini önemli ölçüde düşürmektedir.⁶⁴



Şekil 2.2. KIBT ve BT Görüntüleme Geometrisinin Karşılaştırılması.⁶⁴

Konik ışın geometrisinin avantajlarından biri de x ışının kullanımını 30 kata kadar attırabilmesidir. Bu sayede X ışın tüpünün ısı kapasitesi düşmüş olur. Yani geleneksel bir tarayıcıda 3 mm'lik bir dilim taranırken KIBT tekniğinde koni şeklindeki ışın demeti sayesinde 100 mm'lik bir alan taranmış olur. KIBT tekniğinin bütün bu özellikleri maliyeti BT gibi tekniklere kıyasla çok ciddi oranlarda düşürmektedir.⁶⁶

FOV boyutu, belirli bir KIBT makinesinin tarama hacmini tanımlar ve dedektörün boyutuna ve şekline, ışın projeksiyon geometrisine ve kollimasyon yeteneğine bağlıdır. KIBT üniteleri, FOV boyutlarına göre küçük, orta ve büyük hacimli olabilmektedir. Küçük hacimli KIBT makineleri endodontik vakalarda daha yaygındır çünkü daha büyük hacimli KIBT'ye göre avantajları vardır. Bunlar artmış uzaysal çözünürlük, daha az radyasyon dozu, azalmış saçılma ve düşük maliyettir. Orta hacimli KIBT makineleri her iki çeneyi taramak için kullanılırken, büyük FOV makineleri ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavi planlamasında yaygın olarak kullanılan tüm kafanın görüntülenmesine izin verir.⁶³

KIBT sistemleri mevcut FOV veya seçilen tarama hacmine göre şu şekilde sınıflandırılır.⁶⁷

Dentoalveoler: 8cm'den küçük.

Maksillomandibular: 8 cm -15 cm. arası.

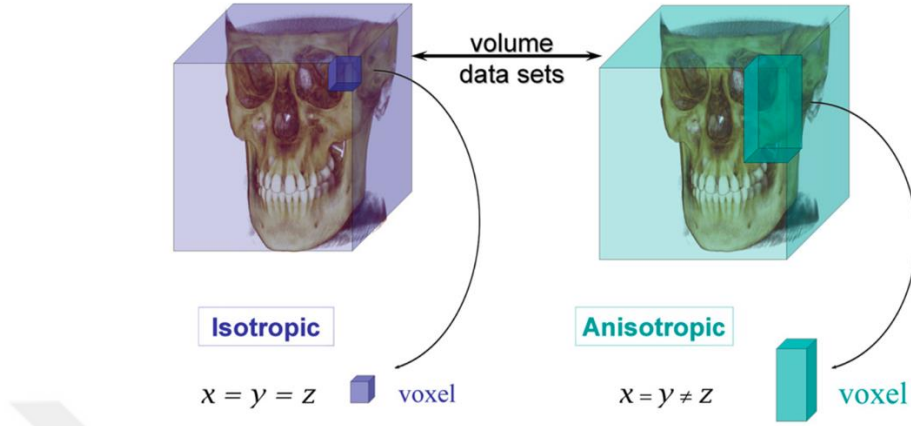
İskeletsel: 15 cm - 21 cm arası.

Baş boyun: 21 cm'den büyük.

KIBT Avantajları⁶⁵

1. Düşük radyasyon dozu: KIBT, geleneksel fan beam sistemlerine kıyasla yaklaşık %98 daha az radyasyon yayar. Ancak buna rağmen, KIBT ile alınan radyasyon dozu, tek bir periapikal ya da panoramik röntgenin yaklaşık 4 ila 15 katı arasında olabilmektedir.
2. Hızlı görüntüleme süresi: KIBT, gerekli temel görüntüleri yalnızca tek bir dönüşte elde edebildiği için tarama işlemi oldukça kısa sürer (yaklaşık 10 ila 70 saniye arasında). Bu süre, tıbbi spiral çok dedektörlü BT sistemleriyle karşılaştırılabilir düzeydedir.
3. Daha az görüntü bozulması (artefakt): KIBT, özellikle çene bölgesinde, artan projeksiyon sayısının etkisiyle metal kaynaklı görüntü bozulmalarını belirgin şekilde azaltma avantajına sahiptir.
4. X-ışını demetinin sınırlandırılması: Radyasyon dozunu azaltmak amacıyla, birincil X-ışını demeti yalnızca görüntülenmek istenen bölgeye yönlendirilerek sınırlanır (kolimasyon). Bu sayede gereksiz doku ışınlaması önlenmiş olur ve toplam ışınlanan alan küçültülerek daha düşük dozda radyasyonla görüntüleme sağlanır.
5. Görüntü kalitesi ve doğruluk: KIBT ile elde edilen hacimsel veriler, voksel adı verilen ve her biri belirli bir X-ışını soğurma değerini temsil eden küçük küboid yapılardan oluşan üç boyutlu bir veri bloğu şeklindedir. Bu voksel boyutları, elde edilen görüntünün çözünürlüğünü doğrudan etkiler. Geleneksel BT sistemlerinde voksel yapısı anizotropiktir; yani genişlik ve yükseklik küçük olsa da (örneğin 0,625 mm²), derinlik genellikle 1-2 mm civarındadır. Buna karşın, KIBT sistemleri izotropik voksel yapısı sunar; yani tüm eksenlerde eşit boyutlara sahiptir. Bu voksel boyutları genellikle

0,4 mm ile 0,125 mm arasında değişerek yüksek çözünürlükte görüntü elde edilmesini sağlar (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. İzotropik (solda) ve anizotropik (sağda) olarak elde edilen hacim veri setlerinin karşılaştırılması. KIBT veri alımında vokseller her üç boyutta da eşittir.⁶⁴

KIBT Dezavantajları

1. KIBT sisteminin konik ışın geometrisi tekniğine bağlı olarak oluşan 3 tür artefakt vardır.⁶⁴

a) Parsiyel volüm etkisi: Seçilen vokselle rezolüsyonunun görüntülenecek objenin boyutsal veya kontrast rezolüsyonundan daha büyük olduğunda ortaya çıkan durumdur.

b) Undersampling (düşük örnekleme): Temel projeksiyon verisi sayısı az olduğunda karşılaşılan artefakt tipidir. Bu durum veriler üzerinde yanlış yorumlama, artmış kesinlik ve bozulmuş görüntülere sebebiyet verebilir.

c) Konik ışın etkisi.

2. KIBT sistemlerinin başlıca olumsuz yönlerinden biri, ışın sertleşmesi etkisidir. X ışını demeti bir nesneden geçerken, düşük enerjili fotonlar soğurularak saçılma eğilimindedir. Buna karşılık, yüksek enerjili fotonlar özellikle metal gibi yoğun dokular tarafından tutulur. Bu süreç sonucunda, X ışını demetinin ortalama enerjisi artar ve bu da görüntüde metal benzeri yoğun yapılar çevresinde koyu şeritler ya da çizgi şeklinde artefaktların ortaya çıkmasına neden olur. Işın sertleşmesinin

temel nedeni ise X ışınlarının farklı enerji seviyelerindeki fotonları içeren polikromatik bir yapıya sahip olmasıdır.⁶⁴

3. Görüntüleme esnasında hastanın pozisyonunu koruyamaması veya hareket etmesi, elde edilen görüntülerde istenmeyen deformasyonlara ve kalite kaybına neden olabilir.⁶⁴

4. KIBT sistemlerinde kullanılan konik biçimli ışınlar sayesinde her bir taramada geniş bir alan görüntülenir. Ancak bu durum, X ışın demetindeki fotonların büyük bir kısmının saçılmasına yol açar. Bu saçılma, Compton saçılması olarak adlandırılır. Sonuç olarak, bu etki görüntüde "gürültü" olarak bilinen bozulmalara neden olur ve görüntü kalitesini olumsuz etkiler.⁶⁸

Maksillofasiyal bölgenin sert dokularının görüntülenmesinde ise KIBT BT'ye göre üstünlük gösterir.⁶⁹ Bunun yanında maksiller sinüslerin karmaşık anatomik yapısı nedeniyle, KIBT görüntüleme maksiller sinüs değerlendirmesi için önemli bir görüntüleme yöntemidir.⁶⁵ KIBT paranasal sinüslerin, özellikle de maksiller posterior dişlerle yakın ilişkisi nedeniyle maksiller sinüsün değerlendirilmesinde kullanılır. Maksiller posterior dişlerin apeksleri etrafındaki patoloji sinüs tabanında ortaya çıkabilir. Maksiller sinüs hava dolu bir boşluk olduğu için temelde radyolusent (düşük yoğunluklu) görünür. Sinüs tabanı mukozasında yumuşak doku kalınlaşması veya sinüs içinde yumuşak doku büyümesi dahil olmak üzere sinüsteki herhangi bir patoloji teşhis edilebilir.⁶³

2.3. Faringeal Havayolu Anatomisi, Embriyolojisi ve Fonksiyonları

Anatomik olarak üst hava yolu farinks ve nazal boşluklardan oluşur. Ağız boşluğu posteriorda orofarinkse açılır ve sindirim sistemine girişin yanı sıra solunum için alternatif bir yol oluşturur. Solunum sistemi, atmosfer ile kan arasındaki gazların değişimini sağlar ve başlangıç bölümü burundur. Burun kemik ve kıkırdaktan oluşmuş yüz iskeletine bağlı bir yapıdır ve nazal kavite nazal septum ile iki bölgeye ayrılır.⁷⁰

Solunum sistemini oluşturan yapılar sırayla burun, ağız, farenks, larenks, trakea, bronşlar, bronşiolle ve alveollerdir.⁷¹

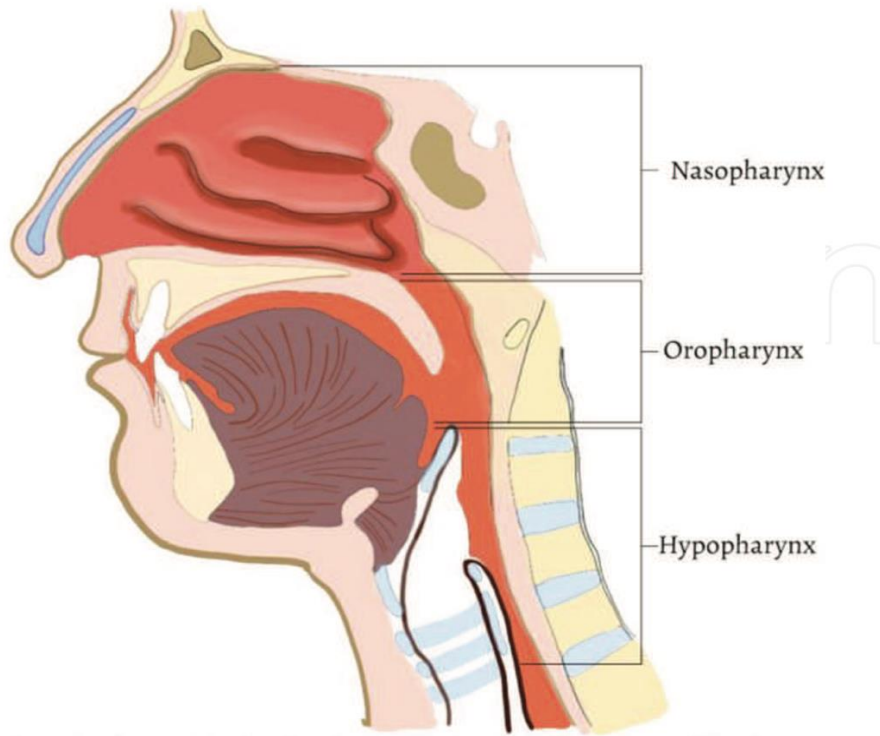
Farinks, kafatası tabanından özofagusun girişindeki krikoid kıkırdağa kadar uzanan U şeklinde fibromusküler bir tüptür. Ön tarafta burun boşluğuna, ağıza ve altta

larinkse açılır. Sırasıyla üç bölgeye ayrılır. Bunlar nazofarinks, orofarinks ve laringofarinkstir (Şekil 2.4.).⁷⁰

Solunum ve yutkunma fonksiyonlarının da meydana geldiği yapı olan farinksin nazal kavite ile bağlantılı olan bölümü nazofarinks, oral kavite ile bağlantılı olan bölümü orofarinks ve larinks ile bağlantılı olan bölümü ise hipofarinks olarak adlandırılır.⁷¹ Üst havayolunun değişken yapısı solunum esnasında açıklığın korunması yutkunma esnasında da havayolunun kapatılmasını sağlar. Bu duruma yardımcı olacak şekilde havayolunun çevreleyerek üst solunum yolunun daralıp genişlemesini sağlayan 20 veya daha fazla kas bulunur.⁷²

2.3.1. Nazofarinks

Nazofarinks üç boyutlu olarak anteriorda koanalar, superiorda sfenoid sinüsün ön ve alt duvarı ve posteriorda servikal vertebralar arasında kalan koni benzeri bir boşluktur. Nazofarinks nazal kavitenin arkasında ve yumuşak damağın üzerinde yer almaktadır. Nazofarinks, yumuşak damağın distal bölgesi ile arka faringeal duvar arasından orofarenksin içine açılır.⁷³ Koanalar ile nazal kaviteye östaki borusu ile orta kulağa açılır.⁷¹ Waldeyer halkasının bir parçası olan adenoid ve faringeal tonsiller nazofarinksin posterosüperior yüzeyinde lokalizedir.⁷³



Şekil 2.4. Farinksin bölümlerini gösteren baş ve boyundan geçen sagittal kesit.⁷⁴

2.3.2. Orofarinks

Süperior bölgede yumuşak damak, inferiorda epiglottisin üst sınırı ve hyoid ve posteriorda C2 ve C3 numaralı vertebralar arasında yer almaktadır. Epiglottis yutkunma sırasında larinks girişini kapatarak solunum yoluna gıda geçişini engelleyen elastik kıkırdak bir yapıdır.⁷¹ Ağız boşluğu, orofaringeal istmus aracılığıyla orofarinkse açılır.⁷⁵ Orofarinks 2 bölgeden oluşur; bunlar retropalatal ve retroglossal bölgedir. Sert damak seviyesinden başlayarak yumuşak damağın kaudal sınırına kadar devam eden kısım retropalatal, yumuşak damağın kaudal sınırından başlayarak epiglottisin tabanına kadar devam eden kısım ise retroglossal bölge olarak adlandırılır.⁷⁶

2.3.3. Hipofarinks

Arka sınırı 4, 5 ve 6. servikal vertebralar hizasında yer alan, sindirim ve solunum yollarıyla bağlantısı olan hipofarinks (laringofarinks), epiglottisin üst kenarı ile krikoid kıkırdak arasında lokalize olan boşluktur.⁷¹ Hipofarinks, orofarinksi yemek borusuna ve havayolunun hyoid kemiğin altındaki havayolu bölgesi olan larinkse bağlar. Larinks hava yolunun farinks ve trake arasındaki bölümüdür ve konuşma fonksiyonu için gerekli vokal kordları içerir.⁷⁷

2.3.4. Faringeal Havayolu Embriyolojisi ve Gelişimi

Faringeal arklar birçok farklı embriyonik hücre tipinden meydana gelmiştir. Her ark dış bölgede ektodermden, iç bölgede endodermden oluşur ve hem nöral krest hem de mezodermden gelişmiş mezenkimal bir çekirdeğe sahiptir. Faringeal arkların mezodermal bileşeni yüz ve boynun kas dokusunun oluşumuna öncülük eder.⁷⁸ Arklar arasında endoderm ve ektoderm birbirine yakın konumlanmıştır. Bu durum sonucu faringeal keseler ve faringeal yarıklar belirginleşir.⁷⁹ İnsan hava yolunun gelişimi intrauterin hayatın 4. haftasında başlar. Yüz ve boyun yapılarının çoğu faringeal (brankiyal) arklarda köken alır.⁸⁰ Faringeal hava yolu kasları üçüncü, dördüncü ve altıncı arklardan gelişmiştir. Üçüncü faringeal ark, stilofaringeus kasını dördüncü ve altıncı arklar diğer havayolu kas gruplarının gelişimine öncülük eder.^{81,82} Laringeal kıkırdaklar ve kaslar dördüncü ve altıncı faringeal arkların mezenşiminden oluşur. Dördüncü ve altıncı faringeal arklardan gelen kıkırdak dokular kaynaşarak aritenoid, tiroid, krikoid, kornikulat ve kuneiform kıkırdakları oluşturur.⁸³

Üst solunum yollarının doğum sonrası gelişimini inceleyen çalışmaların sonuçlarına göre lenfatik dokular da dahil olmak üzere üst solunum yollarını oluşturan tüm yumuşak dokuların gelişimi yüz iskeletinin büyümesiyle doğru orantılıdır. Bu sayede çocukluk dönemi boyunca hava yolu açıklığı ve stabilitesi korunmuş olur.⁸⁴ Üst solunum yollarını oluşturan yumuşak dokuları gelişimi, 6-9 ve 12-15 yaş arası dönemlerde aktifken 9-12 yaş arası dönemde durağandır.⁸⁵

2.3.5. Faringeal Hava Yolu Fonksiyonları

Üst solunum yolları, solunan havanın akciğerlere iletilmesinde önemli rol oynar. Yapısındaki kıkırdak, sinirsel ve lenfatik dokuların işlevsel özellikleri, anatomik yapısı ve mukozası ile solunan havanın özelliklerini etkiler.⁸⁶ Hava yolunun diğer fonksiyonları ise ses oluşumu, yutkunma, koku alma, sindirim, solunan havanın ısıtılması ve nemlendirmesidir.⁸⁷

2.4. Faringeal Havayolu Ölçüm Yöntemleri

2.4.1. Lateral Sefalometri

Yaygın şekilde kullanılan lateral sefalometri yöntemi ile üst havayolu görüntülenebilmektedir (Resim 2.5.). Lateral sefalometri yöntemi kolay bir yöntemdir ve BT veya MRG'ye göre maliyet yönünden avantajlıdır. Sefalometrik radyografiler, üst havayolunun solunumun fazından etkilenebilmesi nedeniyle standart olarak, baş stabilize edilmiş pozisyonda ve soluk vermenin sonunda gerçekleştirilmelidir.^{88,89} Radyografik ekipman, teknik ve yorumlama becerileri standartlaştırılmalıdır. Genellikle oturur ve ayakta durur pozisyonda çekilir.⁹⁰

Sefalometrinin diğer sınırlamaları, üç boyutlu bir yapının iki boyutlu görüntüsünün elde edilmesi, hacimsel veri sağlayamaması, üst havayolunda lokalize olan parafarengeal yağ doku gibi yumuşak dokuları değerlendirememesi ve uyurken gerçekleştirilememesidir.⁹⁰ Sefalometrik radyografiler, bu teknik ile gerçekleştirilmiş havayolu değerlendirmelerinde, havayolunun sadece iki boyutlu şekilde incelenebilmesini mümkün kılmaktadır.⁹¹

Sefalometrik radyografiler faringeal havayolunun sadece ön ve arka yapıları ve duvarları hakkında bilgi verebilir. Havayolunun lateral duvarındaki yapıların

incelenebilmesi için yeterli bir teknik değildir.⁹² Bunun yanında bu teknik ile havayolunun transversal genişliği de incelenemez.⁹³



Resim 2.5. Lateral sefalometrik görüntüleme

2.4.2. Akustik Rinometri

Akustik rinometri, burun boşluğu içinde yansıyan ses dalgalarını analiz ederek burun anatomisini incelemeye yarayan bir tekniktir. Akustik rinometri hızlı, ağrısız, invaziv olmayan, kolay uygulanabilen, güvenilir bir yöntemdir.⁹⁴ Burun boşluğunun yapısını ve geometrisini incelemek, burun tıkanıklıklarının boyutlarını ölçmek amacıyla kullanılır.⁹⁵

2.4.3. Akustik Faringometri

Akustik faringometri, akustik refleksiyon tekniği ile ses dalgası yansımasını kullanarak orofaringeal havayolu şeklini incelemek ve hacmini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir ve uyku apnesinin teşhis ve araştırmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.⁹⁶ Bu teknik ile ölçülen minimal kesit alanı güvenilir olarak belirlenmiştir.⁹⁷ Akustik faringometrinin kolay, hızlı, uygun maliyetli, ağrısız ve noninvaziv olması gibi avantajları vardır. Bu nedenle, üst havayolundaki dinamik değişikliklerin ve anatomisinin değerlendirilmesi için yararlıdır. Uyku apnesi hastalarında kullanımı yaygındır.⁹⁸

2.4.4. Rinomometri

Rinomanometri, transnazal basıncı ölçerek nazal havayolu direcini hesaplayan bir solunum fonksiyon testidir.⁹⁹

2.4.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi yumuşak doku çözünürlüğü yüksek olması dolayısıyla havayolunun kesit alanının ve hacminin doğru bir şekilde incelenmesini sağlar.¹⁰⁰ MRG yöntemiyle uzun çekim süresi sonucu yutkunma ve solunum kontrol altına alınamadığından havayolu incelemeleri etkilenebilir.^{101,102}

2.4.6. Bilgisayarlı Tomografi

Havayolu hacmi, alan ve genişlik ölçümünde üç boyutlu görüntü ile detaylı sonuçlar veren BT, çevre dokuların süperpozisyon olmaksızın incelenmesine, kist ve tümör gibi yapıların dansite ölçümüne ve anatomik yapıların magnifikasyonsuz bir şekilde görüntülenmesine izin vermektedir. Nazofarinksten larinkse kadar olan anatomik bölgenin yumuşak doku ve anatomik kemik oluşumlarını kesitsel olarak incelenmesine olanak sağlayabilse de kemik dokuda çok kaliteli görüntüler sunmaz.^{103,104}

2.4.7 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

KIBT ile yumuşak dokular değerlendirmesinde kas grupları ve yumuşak dokular benzer yoğunluk gösterdiğinden dolayı KIBT tekniğinde yumuşak doku görüntüleri güvenilir değildir. Medikal BT cihazlarında ise ihtiyaç durumunda kontrast ajan kullanılarak ve yumuşak doku penceresi oluşturulur. Bu şekilde BT yumuşak dokular ve damarsal yapılar hakkında da güvenilir bilgiler verebilir.¹⁰⁵ KIBT farklı yumuşak doku yapılarını ayırt etmede multidedektör BT'den daha düşük olmasına rağmen, yumuşak dokular ve boş alanlar arasındaki sınırları yüksek uzaysal çözünürlükle tanımlar.¹⁰⁶ Bu nedenlerle havayolu hacminin ve hava yolunun en dar alanının KIBT ile üç boyutlu dijital ölçümleri güvenilir ve doğrudur.¹⁰⁷

KIBT yaygın olarak görüntülenen hava yolu boşlukları nazofarengeal ve orofarengeal hava yollarını içerir. KIBT, toplam hava yolu boşluğu hacminin değerlendirilmesi için kullanılır. Hava yolu boşluğu alanında veya hacminde daralma veya azalma muhtemelen bir uyku apnesinin varlığına işaret edebilir.⁶³

2.5. Hızlı Maksiller Genişletme (RME)

RME tedavisi, maksiller ark darlığının düzeltilmesi için tercih edilen bir yöntem olarak ilk kez Haas tarafından tanımlanmıştır. Aparey ortopedik hareketler ürettiğinden, ekspansiyonun iskeletsel olduğu ve bu nedenle daha stabil olduğu düşünülmüştür.¹⁰⁸ RME, midpalatal sütürü 0,2-0,5 mm/d hızında ayırabilen kuvvetlerle uygulanan ekspansif bir tedavidir. RME, tek taraflı posterior çapraz kapanışlar gibi asimetrik maloklüzyonların düzeltilmesinde ve Sınıf II maloklüzyonlarda yaygın olarak kullanılsa bile, bilateral çapraz kapanışı olan hastalarda en iyi seçenek olabilir.¹⁰⁹ Palatal genişleticilerin yerleştirilmesinin ağrı ve rahatsızlık, konuşma üretiminin bozulması, çiğneme ve yutma sorunları gibi tüm potansiyel olumsuz etkileri vardır.¹¹⁰

RME ve sabit aparey tedavisi, hafif-orta derecedeki diş boyutu/ark boyutu uyumsuzluklarını gidermek amacıyla yer kazanmak için uygulanır ve maksiller ark çevresinde yaklaşık 6 mm ve mandibular ark çevresinde yaklaşık 4,5 mm'ye varan net bir genişleme sağlar.¹¹¹

RME, cerrahi ya da cerrahi olmayan Sınıf III hastalarda, transversal maksiller darlıkların tedavisinde, kronik nazal solunum yolu problemleri bulunan hastalarda, yarı damak hastalarında ve ark yetersizliği durumlarında uygulanabilen oldukça önemli bir tedavi yöntemidir.¹¹² Günümüzde farklı RME dizaynları posterior çapraz kapanış ve transvers maksiller darlık hastalarında rutin şekilde uygulanmaktadır.¹¹⁰

TMD yaygın bir kraniyofasiyal iskeletsel bir problemdir. Genellikle antero-posterior veya vertikal iskeletsel uyumsuzlukla ilişkilidir. Hem sendromik hem de sendromik olmayan hastalarda görülebilir.¹¹³ TMD, estetik sorunlar, dental çapraz kapanışlar, oklüzal uyumsuzluk ve diğer fonksiyonel problemleri içeren birçok sorunla ilişkilidir. İşlevsel sorunlardan biri, dilin retropozisyonundan kaynaklanan dar bir

orofaringeal hava yoludur.¹¹⁴ TMD'nin etiyojisi konjenital, genetik, gelişimsel, travmatik ve/veya iyatrojenik olabilir dolayısıyla karmaşık ve çok faktörlüdür.^{112,115,116} Dental arklardaki asimetrik büyümeler, alt ve ya üst çenede transversal boyuttaki farklılıklar, süt dişlerinde erken kayıp ya da retansiyon, büyüme ve gelişme evresinde ortaya çıkabilen solunum yolu patolojileri veya sürme anomalileri maksiller darlığın diğer sebeplerindendir.¹¹⁵ Parmak emme, uzun süre emzik ve biberon kullanımı gibi alışkanlıklarda dil olması gerekenden aşağıda konumlandığından dolayı üst posterior dişler ve damak palatinalden desteklenemediği ve yanak basıncı dengelenemediği için üst çenede darlık gelişir. Dilin sürekli olarak olması gerekenden aşağıda konumlanması sonucu mandibular dişlerin lingual yüzeylerine yaptığı basınç nedeniyle alt çene ise transvers olarak genişlemektedir.¹¹⁷ Akondroplazi, down sendromu, hemifasiyal mikrosomia, cleidocranial disostosis gibi kalıtsal hastalıklar da maksiller darlığa sebep olabilir ve bu hastalarda posterior çapraz kapanış görülebilir.¹¹⁸

Geleneksel RME'de sınırlı iskelet hareketi, dentoalveolar devrilme, kök rezorpsiyonu, dehisens gibi zararlı periodontal etkiler ve uzun süreli stabilite eksikliği gibi istenmeyen sonuçlar yaygın olarak görülür.¹¹⁹ Tüm bu nedenlerden dolayı diş kaynaklı (Tooth born) RME olarak isimlendirilmiş dişe ankrajlı orijinal RME dizaynına bir alternatif geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yeni hibrit tasarımda, üst çeneye kuvveti direkt iletebilmesi amacıyla, molar dişlere bir bant ve damak bölgesine iki mini implant yerleştirilir. Kemikten ankraj alan bu yeni RME dizaynı ile dental etkiler azaltılmış olur.¹²⁰

2.5.1. Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri

Haas Apareyi

Diş ve doku destekli bir RME apareyi olan Haas apareyi, damak bölgesinde bulunan vida ve akrilik plaka aracılığıyla dental ve iskeletsel olarak genişleme sağlar. Bu tasarımda maksillada gerçekleşen genişleme sonrası alt üst çene okluzal ilişki dolayısıyla mandibulada da transvers bir genişleme gerçekleşir. (Şekil 2.6.).¹²¹



Resim 2.6. Haas Genişletme Apareyi.¹²²

Hyrax Apareyi

Sadece diş destekli bir aparey olan Hyrax apareyi Haas apareyinden farklı olarak akrilik destek plaka içermemektedir. Haas apareyinde damak bölgesinde bulunan akrilik plaka bu apareyde bulunmadığından dolayı hastalar için daha konforlu ve temizliği kolay bir apareydir. Birinci premolar ve birinci molar dişlere bağlanır (Resim 2.7).¹²³



Resim 2.7. Hyrax Genişletme Apareyi.¹²²

Modifiye Hyrax Apareyi (Bonded RPE)

Bu aparey dizaynında posterior dişler üzerine yapıştırılan akrilik bir plaka bulunmaktadır (Resim 2.8.).¹²⁴ Bu eklenen akrilik plakanın amacı vertikal olarak

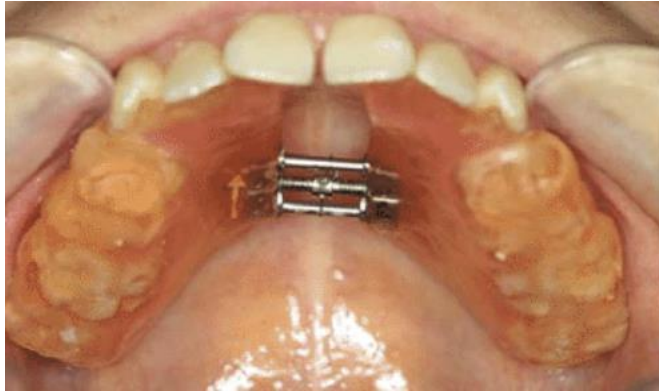
kontrol sağlamaktır. Bu akrilik plaka posterior dişlerin bukkal okluzal ve lingual yüzeylerini tamamen kapıyalacak şekilde geniş olarak dizayn edilmiştir.¹²⁵



Resim 2.8. Modifiye Hyrax Genişletme Apareyi.¹²²

Rijit Akrilik Bonded Apareyi

Bu aparey posterior dişlerin palatinal, bukkal ve okluzal yüzeyleri ile anterior dişlerin palatinal yüzeylerinin akrilik bir plaka ile kaplanmasıyla dizayn edilmiştir. Amacı dişlerde tipping miktarını azaltmak olan bu aparey dizaynında damak bölgesinde vida bulunur (Resim 2.8).¹²⁶

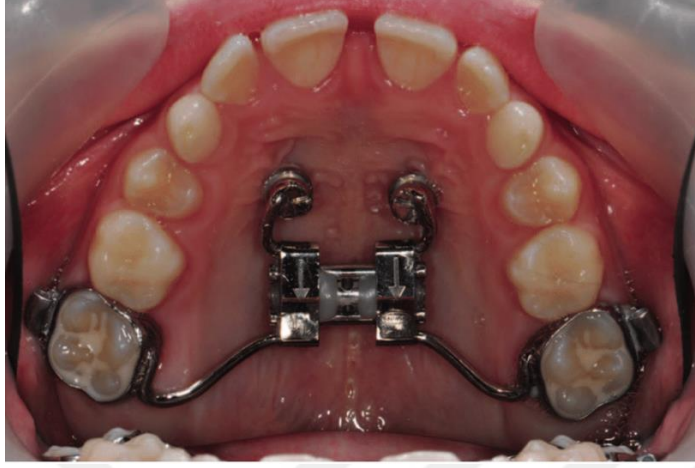


Resim 2.9. Rijit Akrilik Bonded Apareyi.¹²⁷

2.5.2. Diş-Kemik Destekli Genişletme Apareyleri

2007 yılında Ludwig ve arkadaşları tarafından hybrid hyrax adıyla tanıtılan bu apareyde maksiller 1. Molar dişlerde bir bant ve anterior bölgede iki adet minivida kullanılmıştır (Resim 2.10.). Bu dizaynın amacı hem dişlerden hem de kemikten

destek almaktır. Premolarların sürmediği durumda da kullanılabiliyor olması avantajlarındandır.¹²⁸



Resim 2.10. Hybrid hyrax ekspansiyon apareyi.¹²⁹

2.5.3. Alternatif Hızlı Maksiller Genişletme (ALT RAMEC)

RME'nin yan etkileri ve yüksek relaps göstermesi dolayısıyla, Liou ve Tsai 2005 yılında büyüme ve gelişme evresindeki dudak damak yarıklı hastalar üzerinde ilk ALT-RAMEC çalışmasını gerçekleştirmiş ve bu yeni teknikte daraltma ile hızlı maksiller genişletme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem alternatif hızlı maksiller genişletme-daraltma olarak adlandırılmaktadır. Alternatif hızlı maksiller genişletme ve daraltma yöntemi kullanılarak relaps oranlarında düşüş gözlenmiş ve maksillada elde edilen genişliğin 2 yıl süresince korunduğu tespit edilmiştir.¹³⁰

2.5.4. Hızlı Maksiller Genişletmenin Maksillofasial Bölgeye Etkileri

RME tedavisi sonucu midpalatal sutureda en geniş açılma ANS'de gözlenirken bu açılma miktarı PNS'ye doğru kademeli şekilde azalır. RME, midpalatal bölgede paralel olmayan 'V' şeklinde bir açılmaya sebep olur.^{121,131} Frontal düzlemden bakıldığında RME tedavisi ile maksiller parçalar piramit şeklinde ayrılır, bu piramidin tabanı inferiorda tepesi ise frontomaksiller suture bölgesinde bulunur. Zigomatik ark ayrılmanın sebep olduğu stres sonucu oluşan açma kuvvetlerine karşı direnç gösterir ve maksiller segmentlerin paralel açılmasını önler.¹³¹ Bu açılma ile maksiller

parçaların laterale hareketi sonucu maksilla ileri ve aşağı yönde yer değişir.¹²¹ Maksiller ark genişleyip aşağı ve ileri yönde yer değiştirdikçe buna bağlı olarak mandibula aşağı ve geri yönde hareket eder.⁷

Nazal kavite, dış duvarların lateral hareketine ve burun tabanının maksilla dolayısıyla genişlemesine bağlı olarak genişleme gösterir.¹⁰⁸ Burun boşluğunun superior meatus bölgesinde çok az ve ya hiç genişleme olmazken, inferior meatusun anterior-inferior kısmında gözlemlenen genişleme ile bu bölgedeki bir nazal darlığının hafifletilmesine olanak tanır.¹³¹ RME sonucu uzun retansiyon döneminde de korunacak şekilde nazal dirençte azalma ve burun septumunda düzelme meydana gelir.¹³²



3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışmada İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında RME tedavisi uygulanmış hastaların İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinde kayıtlı bulunan KIBT görüntüleri kullanılmıştır. Araştırmanın yürütülebilmesi için İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 16.05.2024 tarihli ve 0229 karar numaralı etik açıdan “uygundur raporu” alınmıştır.

Bu çalışmaya dahil edilecek hasta sayısının belirlemek amacıyla G*Power 3.1.3 (Franz Faul, Universität Kiel, Germany) yazılım programından yararlanılmıştır. Bu analizin sonucunda 40 hastanın çalışmaya dahil edilmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan KIBT verileri standart olarak 110 kVp ve 1-20 mA değerlerinde, konik ışın hüzme tekniği ile çalışan Newtom 5G (Verona, Italy) marka flat panel konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Resim 3.1.). Newtom 5G (Verona, Italy) marka bu cihazda yere dik ve sabit olarak konumlanmış bir gantri ve başın anatomik yoğunluğuna göre otomatik şekilde doz ayarlaması yapabilen bir sistem (AEC, automatic exposure control system) bulunmaktadır. Çekim sırasında hastalar sırt üstü yatarak ve hastanın kafası, sert damak yere dik olacak şekilde pozisyonlandırılmıştır. 18x16 FOV alanı seçilerek, hastanın hareketsiz kalması sağlanmıştır. Görüntülerin tarama süresi 18 saniye, ekspoz süresi ise 3,6 saniye olup, voksel büyüklüğü 0,3 mm³ olarak belirlenmiştir. Çekimler koruyucu cam arkasından izlenerek yapılmıştır. Elde edilen görüntüler NNT (QR-NNT versiyon 2.21, Quantitative Radiology, Verona, Italy) yazılım programı kullanılarak loş bir aydınlatma altında incelenmiştir. Bu veriler arasından aşağıdaki dahil edilme kriterlerine uyan görüntüler seçilmiştir.



Resim 3.1. Newton 5G Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazı.

Bu çalışmada kullanılan KIBT verilerinin dahil edilme kriterleri şu şekildedir;

1. Referans noktaları net bir şekilde belirlenen, yeterli görüntü kalitesine sahip KIBT verileri.
2. Çekimsiz ortodontik tedavilerinin bir parçası olarak RME'ye ihtiyaç duyan birinci üst daimi molar dişleri tamamen sürmüş hastalar.
3. Daha önce ortodontik tedavi görmemiş hastalar.
4. Yarık dudak yarık damak gibi herhangi bir kraniofasiyal anomalisi olmayan hastalar.
5. 11-15 yaş aralığında olan hastalar.
6. Herhangi bir sinüs ya da havayolu patolojisi bulunmayan hastalar.

Bu çalışmada hariç tutma kriterleri şu şekildedir;

1. Referans noktaları net bir şekilde belirlenemeyen, yeterli görüntü kalitesine sahip olmayan KIBT verileri.

2. Daha önce ortodontik tedavi görmüş hastalar
3. Herhangi bir kraniyofasiyal anomaliye sahip hastalar
4. Havayolu ya da sinüs patolojisi bulunan hastalar

Bu araştırmada İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı arşivindeki 2012-2024 yılları arasındaki 18x16cm FOV aralığı kullanılarak kayda alınmış 1302 KIBT verisi taranmıştır. Dahil edilme kriterlerine göre seçilerek RME tedavisi uygulanmış 40 bireyin tedavi öncesi ve sonrası 18x16 cm FOV aralığı ile çekim yapılmış KIBT görüntüleri üzerinde maksiller sinüs ve havayolu hacim ölçümleri yapılmıştır.

3.1. KIBT Verilerinin Elde Edilmesi

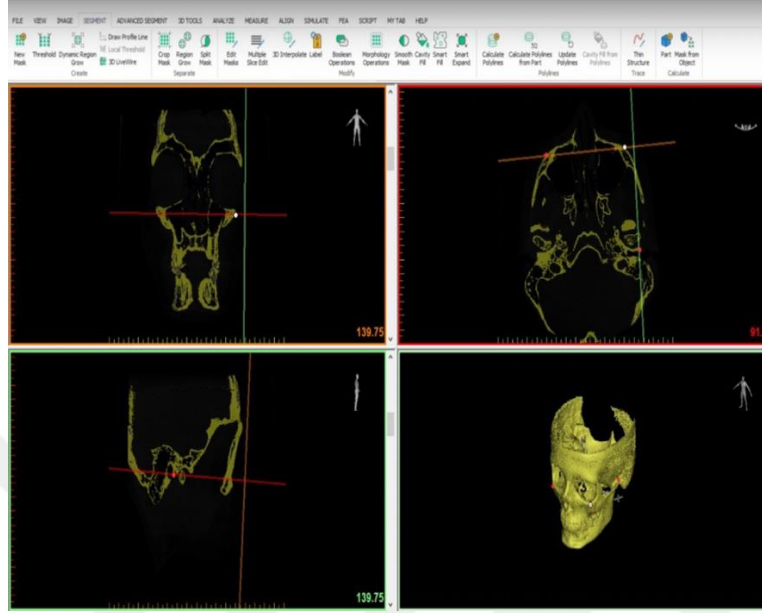
KIBT arşivinden elde edilen veriler öncelikle DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine, Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim) medikal formatına çevrilmiştir. Sonrasında DICOM formatındaki bu veriler hacim ölçümü yapılabilen MIMICS Innovation Suite 23.0 (Materialise, Leuven, Belgium) üç boyutlu yazılım programına aktarılmıştır.

3.2. Üç Boyutlu Havayolu ve Maksiller Sinüs Analizi Yöntemi

Elde edilen KIBT görüntüleri Mimics Innovation Suite 23.0 (Materialise, Leuven, Belgium) programına aktarıldıktan sonra ilk olarak aksiyel, sagittal ve koronal düzlemlerde baş oryantasyonu ayarlanmıştır. Programda farklı yoğunluktaki dokular için threshold değeri ayarlayabilme özelliği bulunmaktadır. Farklı yoğunluktaki dokuların birbirinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerleri kullanılmaktadır. Hounsfield ünitesine göre '0' su yoğunluğunu temsil eder. Bu değerden eksiye doğru gidilmesi hava yoğunluğunu, artıya doğru gidilmesi ise diş, spongios kemik, kortikal kemik gibi dokuların yoğunluklarını simgelemektedir.

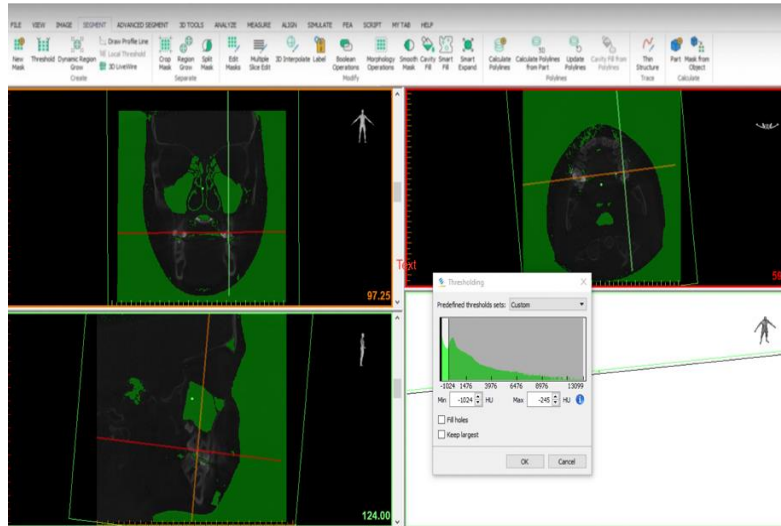
Görüntülerde öncelikle threshold değeri kemik doku için ayarlanarak elde edilen maske üç boyutlu model haline dönüştürülmüştür. Bu model üzerinde PO

(Porion) ve OR (Orbita) noktaları belirlenerek “reslice object, interactive MPR” sekmesinden bu noktalardan geçen Frankforth horizontal düzlemi elde edilerek bu düzlem yere paralel olacak şekilde referans alınmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Üç boyutlu maske üzerinde Frankforth horizontal düzleminin oluşturulması.

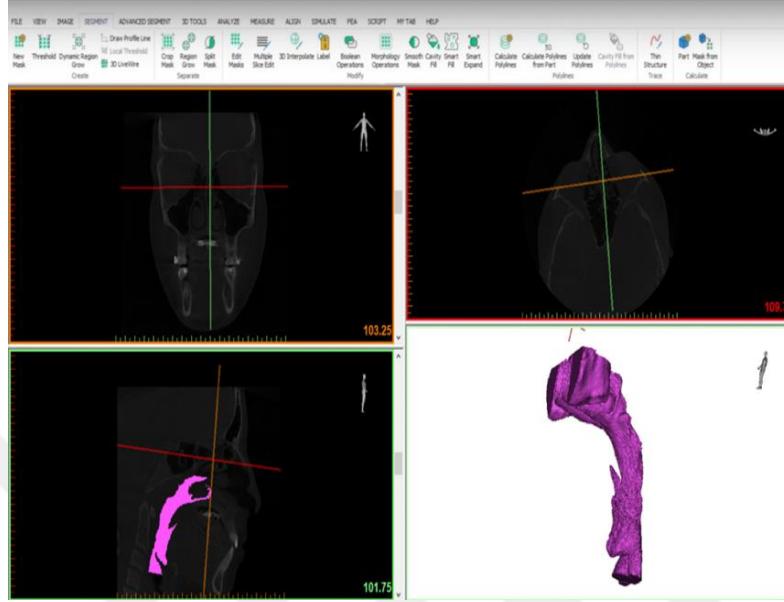
Threshold aralığı tekrar ayarlanarak sadece hava boşluğu alanlarının boyandığı yeni bir bir maske oluşturulmuştur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Sadece hava boşluğu alanlarını içeren maske.

Daha sonra “crop mask” sekmesinden sagittal kesit üzerinde üstte sella noktası, arkada vertebralr, önde posterior nasal spine (PNS) ve altta C3’ün en alt ve en ön

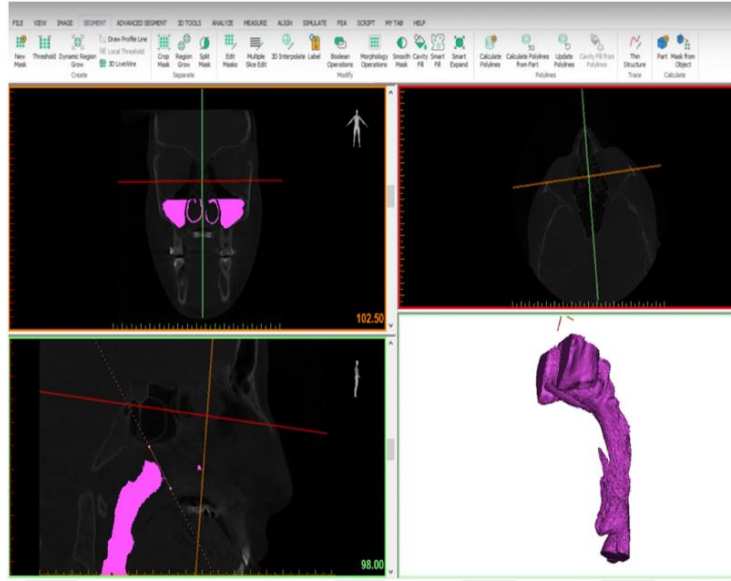
noktası yeni maskenin sınırlarını oluşturacak şekilde kesilerek daha küçük bir maske oluşturulmuştur. Bu maske incelenecek havayolunun sınırları kesin olmayan 3 boyutlu simülatif bir modelidir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Üç boyutlu havayolu taslağı.

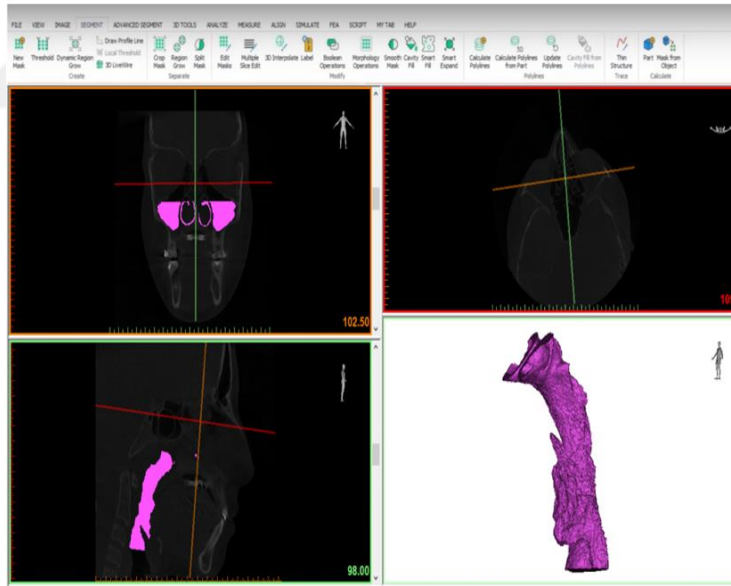
3.2.1. Total Havayolu Hacminin Belirlenmesi

Oluşturulmuş bu üç boyutlu maske üzerinde incelenecek havayolu bölgesinin kesin sınırlarını belirleyebilmek için sagittal kesitte “ortogonal cut” sekmesi kullanılarak vomerin dorsal sınırıyla damağın birleştiği hat oluşturulmuş ve bu hat referans alınarak total havayolu taslağının süperior sınırları belirlenmiştir (Şekil 3.4.). Yine sagittal kesit üzerinde C3’ün en alt ve en ön noktasından geçen Frankforth horizontale paralel doğru referans alınarak aynı işlem gerçekleştirilmiş ve total havayolu taslağının inferior sınırı netlik kazanmıştır.



Şekil 3.4. Vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği hattın belirlenmesi.

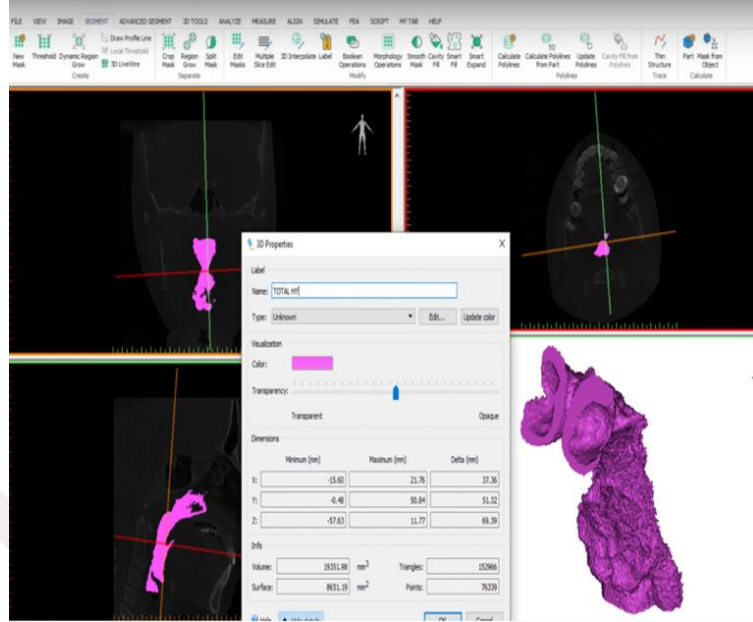
Daha sonra total havayolu hacmini gösteren 3 boyutlu obje elde edilmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Total havayolunun üç boyutlu obje halinde elde edilmesi.

Total havayolu üç boyutlu obje haline getirildikten sonra bu objenin hacim ölçüm değeri hesaplanmıştır (Şekil 3.6.). Elde edilmiş olan bu total havayolu üç boyutlu simülatif modelinin posterior sınırını faringeal havayolunun arka duvarı, anterior sınırını faringeal havayolunun ön duvarı ve inferior sınırını C3 nolu vertebranın en alt en ön hizasından geçen ve Frankforth horizontale paralel olan

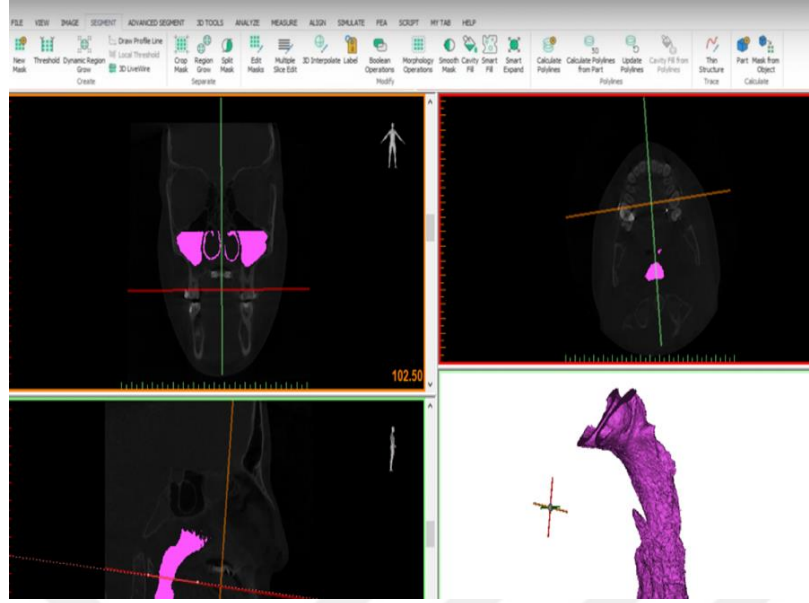
düzlem oluşturmaktadır. Bu üç boyutlu modelin süperior sınırını ise sagittal kesitte vomerin arka bölümünün damak ile birleştiği hat oluşturmaktadır.



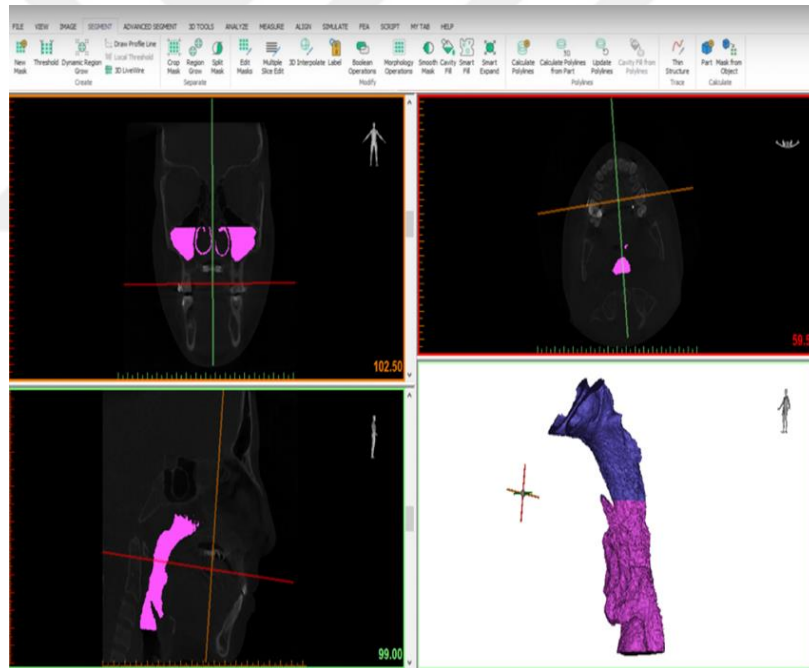
Şekil 3.6. Total havayolu hacim değerinin hesaplanması.

3.2.2. Orofaringeal Havayolu Hacminin Belirlenmesi

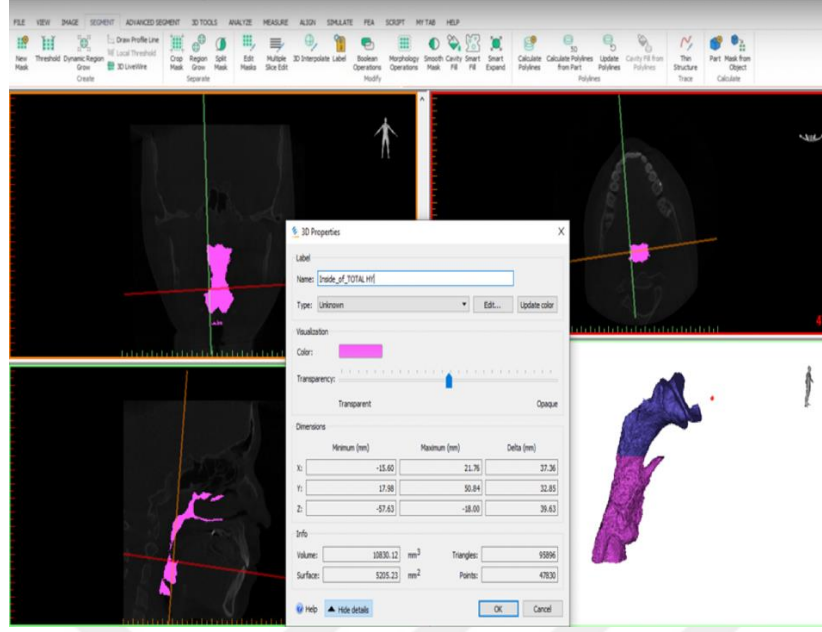
Total havayolunu gösteren bu yeni maske üzerinde sagittal kesitte yine “orthogonal cut” sekmesi kullanılarak Frankforth horizontale paralel şekilde atlasın en alt ve en ön hizasından geçen hat oluşturulmuş ve orofarinksin süperior sınırı belirlenmiştir (Şekil 3.7). Sınırları net olarak belirlenmiş orofaringeal havayolunu gösteren bu yeni maske üç boyutlu model haline çevrilmiştir (Şekil 3.8.). Daha sonra elde edilen üç boyutlu orofaringeal havayolu modelinin hacmi hesaplanmıştır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.7. Orofaringeal havayolu sınırlarının belirlenmesi.



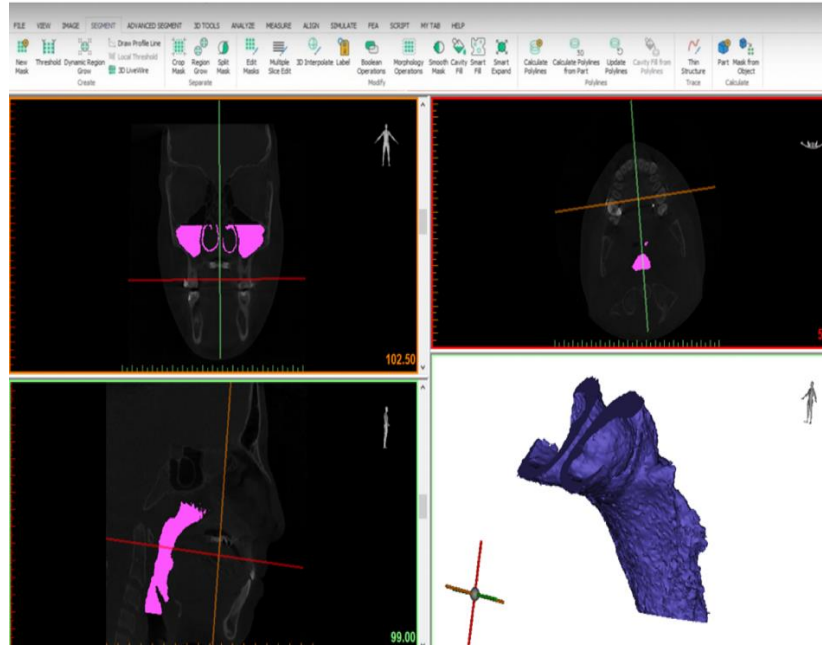
Şekil 3.8. Orofaringeal havayolu hacmini oluşturan üç boyutlu objenin oluşturulması.



Şekil 3.9. Orofaringeal havayolu hacim ölçüm değeri.

3.2.3. Nazofaringeal Havayolu Hacminin Belirlenmesi

Total havayolu haciminden orofarinks hacmi çıkartılarak nazofarinks hacmi hesaplanmıştır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Nazofaringeal havayolu hacminin belirlenmesi.

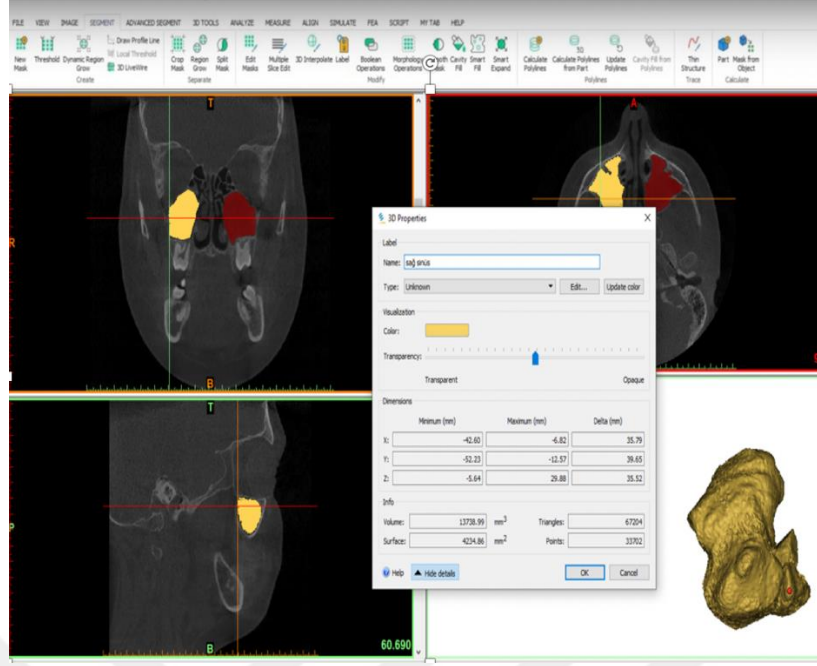
3.2.4. Maksiller Sinüs Hacminin Belirlenmesi

Öncelikle MIMICS programına aktarılmış DICOM görüntüleri üzerinde yine boşluklar için uygun threshold değeri belirlenmiştir.

Maksiller sinüsün duvarları ve infundibulum ve unsinat proçes arasında ostiumun en dar noktası referans alınarak sinus sınırları oluşturulmuştur. Bundan sonra sağ ve sol sinüslere farklı maskeler oluşturularak sağ ve sol sinüslerin üç boyutlu modelleri elde edilmiştir (Şekil 3.11.). Her iki maksiller sinüsün ayrı ayrı hacim ölçüm değerleri elde edilmiştir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.11. Sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinin üç boyutlu obje olarak belirlenmesi.



Şekil 3.12. Her iki maksiller sinüs hacimlerinin ayrı ayrı hesaplanması.

3.3. İstatistiksel Analiz

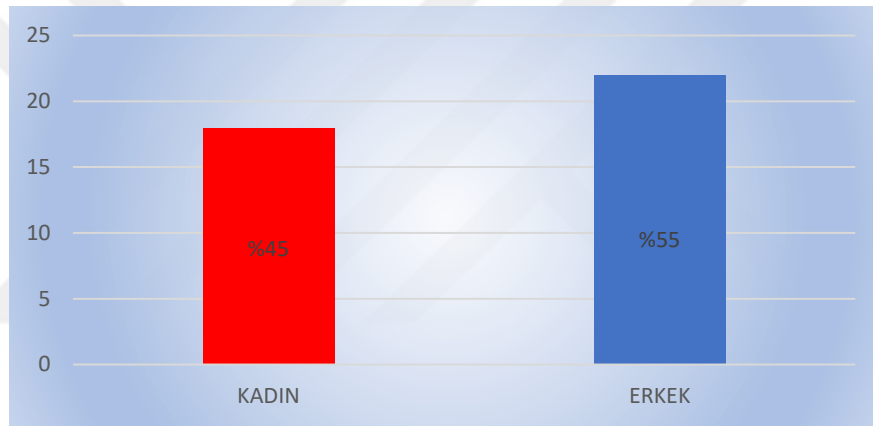
Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics 22 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) paket programları ile yapılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normallik testi ile değerlendirildi ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Çalışma verilerinin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra tedavi öncesi ve sonrası hacimsel değişimleri karşılaştırmak için Bağımlı örneklem t testi, maksiller sinüs ve havayolu hacimlerinin cinsiyetler arası kıyaslamasında ise bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. Yaş ile maksiller sinüs ve havayolu hacim ilişkilerinin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Gözlemci içi uyumu belirleyebilmek için rastgele seçilen 20 KIBT görüntüsü (verilerin %25'i) seçildikten sonra, ilk değerlendirmeden 4 hafta sonra aynı araştırmacı tarafından tekrarlanan ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı uygulanmıştır. Ayrıca, tekrarlanan ölçümler arasındaki farklardaki sistematik hatayı değerlendirmek için bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Sınıf içi korelasyon katsayıları hacimsel ölçüm için 0,97'nin üzerinde olup yüksek güvenilirliğe işaret etmektedir. Bağımlı örneklem t-testi iki ölçüm seti arasında anlamlı bir fark olmadığını göstererek tüm ölçümlerin sistematik hata içermediğini doğrulamıştır ($p > 0.05$).

Bu çalışmada toplam 40 hasta bulunmaktadır. Hastaların 18'i (%45) kadın, 22'si (%55) erkektir. (Şekil 4.1.). Hastaların yaş aralığı 11 ile 15 yaş arasındadır. Erkek hastaların yaş ortalaması $13,05 \pm 1,430$ kadın hastaların yaş ortalaması $12,94 \pm 1,305$ 'tir. Toplam yaş ortalaması ise $13 \pm 1,359$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1.).



Şekil 4.1. Hasta grubunun cinsiyete göre sayı ve yüzdelik dağılımı

Tablo 4.1. Hastaların demografik özellikleri

YAŞ (YIL)		13±1,359
YAŞ ARALIĞI		11-15
YAŞ GRUPLARI		
11		7 (%17,5)
12		8 (%20)
13		10 (%25)
14		8 (%20)
15		7 (%17,5)
CİNSİYET		
KADIN		18 (%45)
ERKEK		22 (%55)
TOPLAM		40

Çalışmadaki 40 hastada bulunan 80 maksiller sinüs tedavi öncesi ve sonrası ölçüldüğünde tedavi öncesi ortalama sağ sinüs hacmi $12,34 \pm 4,1 \text{ cm}^3$, ortalama sol sinüs hacmi $13,01 \pm 4,1 \text{ cm}^3$ ’tür. Tedavi sonrası ortalama sağ sinüs hacmi $13,39 \pm 3,8 \text{ cm}^3$, ortalama sol sinüs hacmi ise $13,82 \pm 4,2 \text{ cm}^3$ olarak hesaplanmıştır. Tedavi öncesi verilerde yapılan incelemelerde sağ ve sol ortalama maksiller sinüs hacmi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.2).

Aynı şekilde tedavi sonrası kayıtlarda yapılan incelemelerde sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çalışmaya dahil edilen hastaların sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinin karşılaştırılması

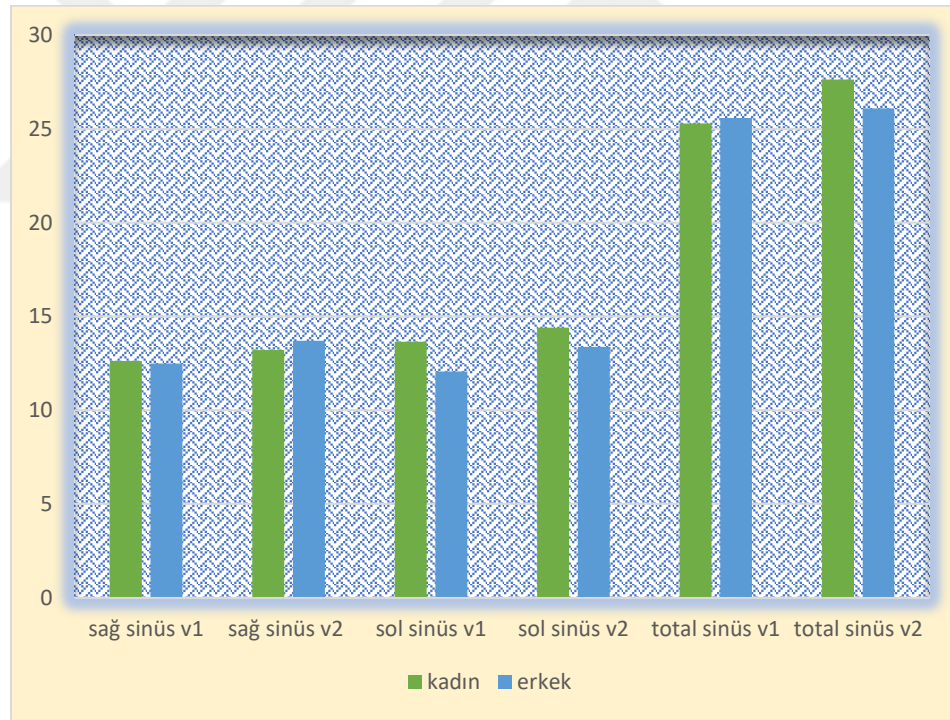
	<i>Ortalama Hacim (cm³)</i>	<i>p</i>
<i>Sağ sinüs V1</i>	<i>12,34±4,1</i>	<i>0,65</i>
<i>Sol sinüs V1</i>	<i>13,01±4,1</i>	
<i>Sağ sinüs V2</i>	<i>13,39±3,8</i>	<i>0,75</i>
<i>Sol sinüs V2</i>	<i>13,82±4,2</i>	

Maksiller sinüs hacmi ile cinsiyet arasındaki ilişki değerlendirildiğinde tedavi öncesi verilerde sağ, sol ve total maksiller sinüs hacimleri arasında kadın hastalarda ve erkek hastalarda anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.3. ve Şekil 4.2.).

Tedavi sonrası verilerde yine maksiller sinüs hacmi ile cinsiyet arasındaki ilişki değerlendirildiğinde sağ, sol ve total maksiller sinüs hacimleri arasında kadın hastalarda ve erkek hastalarda anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.3. ve Şekil 4.2.).

Tablo 4.3. Cinsiyete göre maksiller sinüs hacmi değerlendirmesi

	<i>Cinsiyet</i>	<i>n</i>	<i>Ortalama Hacim (cm³)</i>	<i>p</i>
<i>Sağ sinüs V1</i>	<i>Kadın</i>	18	12,63±4,2	0,7
	<i>Erkek</i>	22	12,50±3,1	0,7
<i>Sağ sinüs V2</i>	<i>Kadın</i>	18	13,21±3,8	0,8
	<i>Erkek</i>	22	13,70±4,7	0,8
<i>Sol sinüs V1</i>	<i>Kadın</i>	18	13,65±4,3	0,6
	<i>Erkek</i>	22	12,07±4,5	0,6
<i>Sol sinüs V2</i>	<i>Kadın</i>	18	14,41±4,2	0,6
	<i>Erkek</i>	22	13,38±4,0	0,6
<i>Total maksiller sinüs v1</i>	<i>Kadın</i>	18	25,28±8,2	0,9
	<i>Erkek</i>	22	25,57±7,9	0,9
<i>Total maksiller sinüs v2</i>	<i>Kadın</i>	18	27,63±7,8	0,7
	<i>Erkek</i>	22	26,09±8,2	0,7



Şekil 4.2. Cinsiyete göre maksiller sinüs hacmi değerlendirmesi.

Maksiller sinüs ve yaş arasındaki ilişki incelendiğinde, tedavi öncesi verilerde sol maksiller ve total maksiller sinüs hacminde yaş ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0,05$) bir korelasyon saptanmıştır.

Tablo 4.4. Yaş ile maksiller sinüs hacmi arasındaki ilişki

	YAŞ	
	R	p
Sağ sinüs V1	0,306	0,55
Sol sinüs V1	0,326*	0,04
Total maksiller sinüs V1	0,328*	0,03

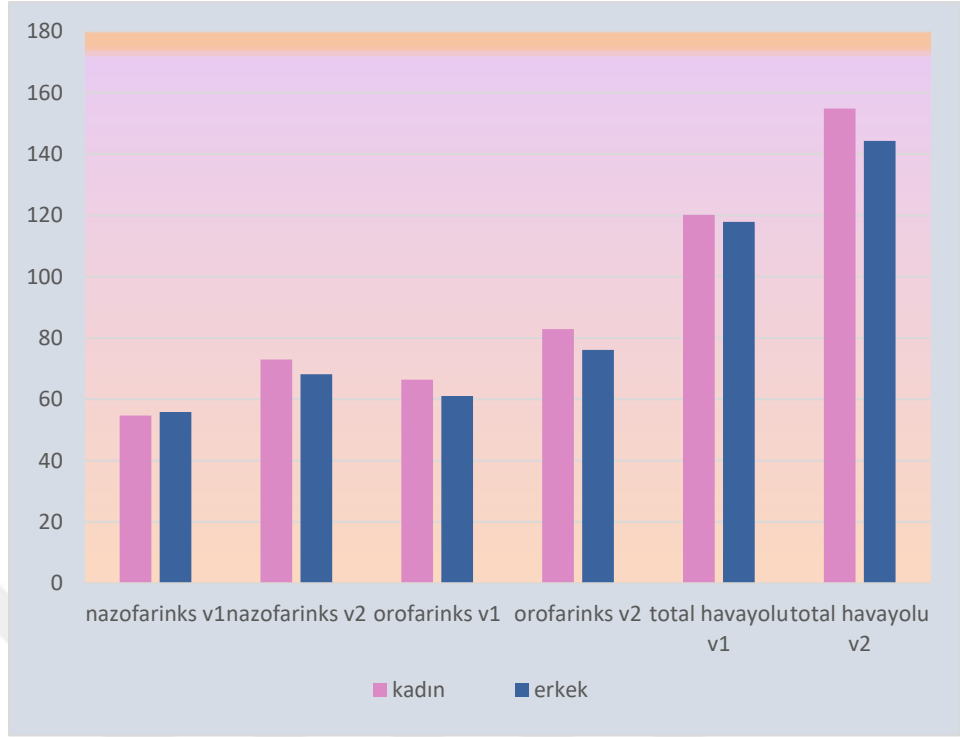
r: Pearson korelasyon katsayısı

Cinsiyet faktörüne göre nazofarinks, orofarinks ve total hacmi değerlendirmesi yapıldığında ise tedavi öncesi ölçülen nazofarinks, orofarinks ve total havayaolu hacimleri kadın hastalarda ve erkek hastalarda anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.4. ve Şekil 4.3.).

Aynı şekilde cinsiyet faktörüne göre nazofarinks, orofarinks ve total hacmi değerlendirmesi yapıldığında ise tedavi sonrası ölçülen nazofarinks, orofarinks ve total havayaolu hacimleri kadın hastalarda ve erkek hastalarda anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.4. ve Şekil 4.3.).

Tablo 4.5. Cinsiyete göre havayolu hacim değerlendirmesi.

	Cinsiyet	n	Ortalama Hacim (cm ³)	p
Nazofarinks V1	kadın	18	54,70±14,1	0,8
	erkek	22	55,85±17,9	0,8
Nazofarinks V2	kadın	18	72,93±27,8	0,5
	erkek	22	68,18±16,9	0,5
Orofarinks V1	kadın	18	66,43±19,0	0,5
	erkek	22	61,04±21,3	0,5
Orofarinks V2	kadın	18	82,87±26,8	0,5
	erkek	22	76,10±31,4	0,5
Total havayolu V1	kadın	18	120,13±29,8	0,7
	erkek	22	117,89±32,7	0,7
Total havayolu V2	kadın	18	154,80±49,3	0,4
	erkek	22	144,29±38,9	0,4



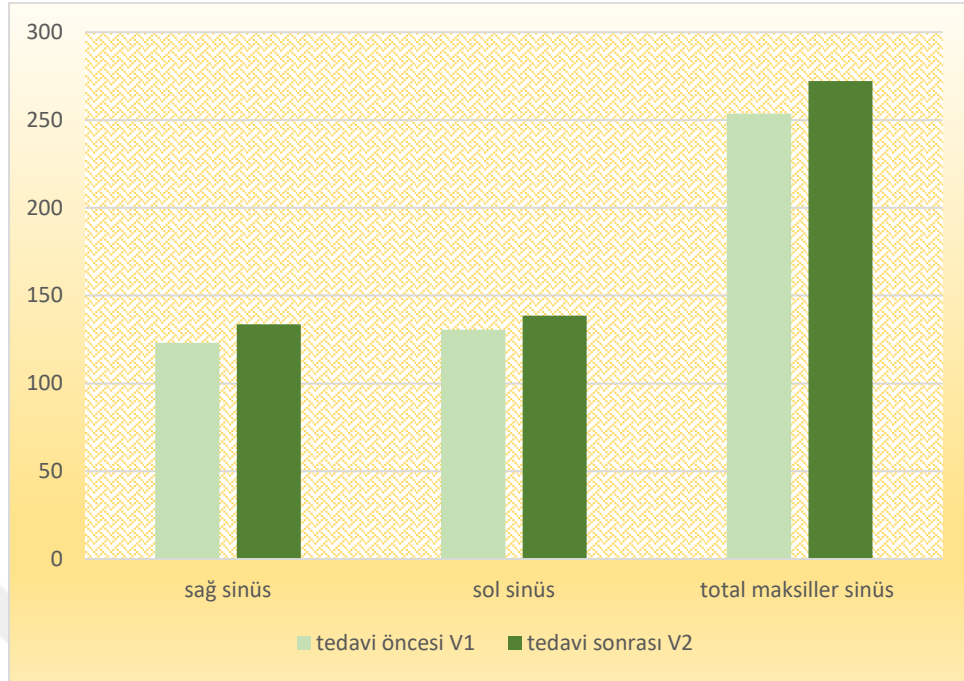
Şekil 4. 3. Cinsiyete göre havayolu hacim değerlendirmesi.

Hızlı maksiller genişletme tedavisi sonrası ölçülen sağ, sol ve total maksiller sinüs hacmi ise tedavi öncesi ölçülen hacim değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.5. ve Şekil 4.4.).

Tablo 4.6. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası maksiller sinüs hacim değerlendirmesi.

	<i>n</i>	<i>Ortalama Hacim (cm³)</i>	<i>p</i>
<i>Sağ sinüs V1</i>	40	123,11±41,18	0,01
<i>Sağ sinüs V2</i>		133,68±38,58	
<i>Sol sinüs V1</i>	40	130,53±41,27	0,00
<i>Sol sinüs V2</i>		138,50±42,99	
<i>Total maksiller sinüs V1</i>	40	253,64±79,92	0,00
<i>Total maksiller sinüs V2</i>		272,18±79,64	

*İki grup karşılaştırmalı t-testin sonuçları



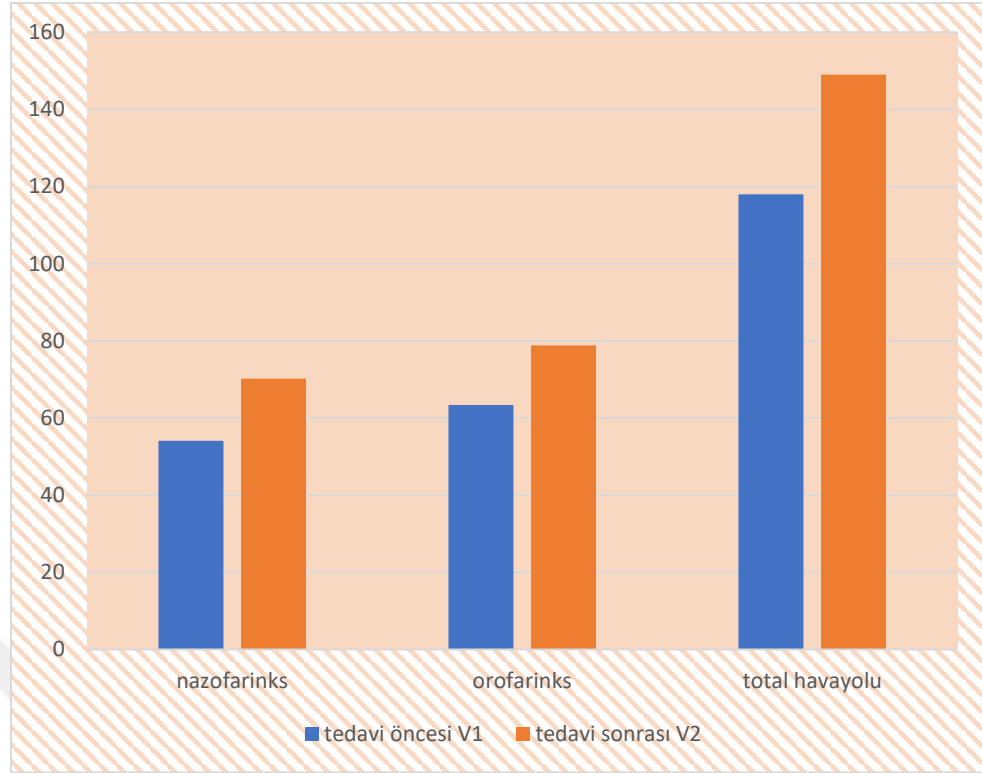
Şekil 4.4. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası maksiller sinüs hacim değerlendirmesi.

Hızlı maksiller genişletme tedavisi sonrası ölçülen nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacmi ise tedavi öncesi ölçülen hacim değerlerine göre kadın ve erkek hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.6. ve Şekil 4.5.).

Tablo 4.7. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası havayolu hacim değerlendirmesi.

	<i>n</i>	<i>Ortalama Hacim (cm³)</i>	<i>p</i>
<i>Nazofarinks V1</i>	40	54,13±16,66	0,0
<i>Nazofarinks V2</i>		70,17±21,94	
<i>Orofarinks V1</i>	40	63,36±20,64	0,0
<i>Orofarinks V2</i>		78,85±28,98	
<i>Total havayolu V1</i>	40	118,00±31,04	0,0
<i>Total havayolu V2</i>		149,02±43,84	

*İki grup karşılaştırmalı t-testin sonuçları



Şekil 4.5. Çalışmaya dahil edilen hastaların hızlı maksiller genişletme tedavisi öncesi ve sonrası havayolu hacim değerlendirmesi.

Yaş ile nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacimleri arasındaki ilişki incelendiğinde tedavi öncesine ait verilerde nazofarinks ve total havayolu hacminde yaş ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon ($p < 0,05$) görülmüştür.

Tablo 4.8. Yaş ile nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacmi arasındaki ilişki

	YAŞ	
	<i>r</i>	<i>P</i>
Nazofarinks V1	0,380*	0,15
Orofarinks V1	0,280	0,08
Total havayolu hacmi V1	0,376*	0,01

r: Pearson korelasyon katsayısı

5. TARTIŞMA

Paranasal sinüslerin normal gelişim paterni ve pnömatisasyonunun bilinmesinin yanısıra anatomik varyasyonlarının tespiti, sinüs hastalıklarının değerlendirilmesi ve uygun tedavi planlaması için önemlidir.¹³³

Geleneksel iki boyutlu radyografiler, üç boyutlu yapı analizlerinde sınırlı bilgi verebilir. BT, MRG ve KIBT gibi üç boyutlu görüntüleme teknikleri kullanılarak artık paranasal sinüsler gibi yapılar aksiyal sagittal ve koronal olmak üzere üç düzlemde birden değerlendirilebilir.¹³⁴ Bu tekniklerden BT, yüksek radyasyon miktarı, uzun çekim süresi, yüksek maliyet gibi dezavantajları olmasına rağmen paranasal sinüslerin değerlendirilmesi ve incelenmesinde altın standart olarak düşünülmektedir.^{17,135,136}

KIBT'nin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar; hastaya düşük doz radyasyon vermesi, izotropik voksel, yüksek görüntü kalitesi ve çekim süresinin kısılması olarak sıralanabilir.⁴⁵

MRG'nin yumuşak dokuda görüntüleme yeteneği yüksek kontrast rezolüsyonu sayesinde çok iyidir fakat çekim süresinin uzun olması ve maliyeti dezavantaj oluşturur.^{57,137,138}

Son yıllarda, BT ve MRG görüntülerinin yarı otomatik olarak işlenmesine dayanan segmentasyon methodunu kullanan ve modellemeye izin veren programlar kullanılarak hacim ölçümü mümkün hale gelmiştir. Bu yöntemler üç boyutlu görüntüleme teknikleriyle uyumludur ve morfometrik ölçüme olanak sağlar. Programlar, Hounsfield birimlerini kullanarak yapıların segmentasyonuna izin verir. Böylece dental implantların ve protezlerin yerleştirilmesi, hastaların anatomisi yüksek kalitede görüntüler kullanılarak ameliyat öncesi planlanabilir. Buna ek olarak, anatomik olarak karmaşık bir yapı etrafındaki diğer komşu yapılardan ayrılabilir ve yapıların üç boyutlu modeli oluşturulabilir, ayrılan yapının alanı ve hacmi ölçülebilir ve dokuların yoğunluğu karşılaştırılabilir.¹³⁹ KIBT sistemi kullanılarak elde edilen veriler üzerinde yapılan hacim ölçümler yüksek doğruluk ve güvenilirlik gösterir ve maksiller sinüslerin hacimsel değerlendirilmesi amacıyla KIBT düşük radyasyon dozu ve maliyetinin yanısıra kolay ulaşılabilirliği nedeni ile daha çok tercih edilmektedir.⁵⁶

Üst hava yolu, solunum, yutkunma ve fonasyon gibi işlevlere adapte olmuş kemik, kıkırdak ve yumuşak dokuları içeren karmaşık bir yapıdır.¹⁴⁰ Geçmişte

yapılmış birçok çalışmada havayolu incelemesi yapmak için iki boyutlu görüntüleme yöntemleri, özellikle lateral sefalometri yöntemi kullanılmıştır.¹⁴¹⁻¹⁴⁴ Major ve ark.¹⁴⁵ iki boyutlu sefalogramların yalnızca hava yolu tıkanıklığı için bir tarama aracı olarak kullanılması gerektiğini öne sürmüştür. Aboudara ve ark.²'nin yaptığı çalışmalara göre iki boyutlu incelemelerin nazofaringeal havayolunu değerlendirmede yetersiz kaldığı saptanmıştır. Havayolu üç boyutlu ve dinamik bir yapıda olup boşluk içermekte ve yumuşak dokularla çevrenmektedir. Bu nedenle bu yapı için üç boyutlu değerlendirmeler yapmak daha güvenilirdir.² MRG ve BT dahil olmak üzere mevcut üç boyutlu teknikler hava yolunun gerçek morfolojisini gösterebilir. Fakat BT'nin kullanımı yüksek radyasyon, yüksek maliyet ve kısıtlı erişilebilirlik ile sınırlıdır.¹⁴⁶⁻¹⁴⁸

Lenza ve ark.¹⁴⁹ üst hava yolunun sefalogramlarda yapılan doğrusal ölçümlerle doğru bir şekilde incelenemeyeceğini ortaya koymuştur. Lenza ve ark.'na göre KIBT kullanılarak yapılan üç boyutlu bir analiz, üst hava yollarının anatomik özelliklerinin incelenmesi için daha yararlıdır ve daha doğru bir teşhis yapılmasına olanak sağlar.

Yamashina ve ark.¹⁵⁰ hem BT hem KIBT ile faringeal havayolu ölçümü gerçekleştirmiş ve bu karşılaştırmanın sonucunda havayolu boşluklarının KIBT yöntemi ile gerçek boyutlarına çok daha yakın değerlendirildiği ortaya konulmuştur. Tüm bu nedenler dolayısıyla bu çalışmada da maksiller sinüs ve faringeal havayolu hacim ölçümleri ve diğer incelemeler için KIBT görüntüleri ve segmentasyon methodunu kullanan ve modellemeye izin veren programlar kullanılmıştır.

Lowe ve ark.¹⁵¹ havayolu ölçümlerinin uzun çekim süresine sahip cihazlarda solunumun fazıyla ilişkili olabileceği ortaya konmuştur. Çekim süresi uzadıkça hastalar daha çok soluk alıp verme eğilimi gösterebilmekte bu durum da görüntülerde bozulmaya yol açabilmektedir. Bu nedenle kısa çekim süresine sahip cihazlar bu açıdan daha avantajlı hale gelmektedir. NewTom 5G cihazı sayesinde 3,6 saniyelik çok kısa ekspoz süresi ve 18 saniyelik görüntü tarama süresi ile solunum fazının etkisi minimize edilmiştir. Bu sebeplerle bu çalışmada NewTom 5G yataklı KIBT cihazı ile kaydedilmiş veriler kullanılmıştır.

Ingman ve ark.¹⁵² uyku apnesi hastaları üzerinde yaptıkları çalışmasında havayolunu dik ve yatar pozisyonda kaydetmiş bu veriler üzerinde yatış pozisyonunda yumuşak damak ve posterior faringeal duvar arasında bulunan orofaringeal havayolunun daraldığını, nazofaringeal havayolu ve hipofaringeal havayolunda

değişiklik olmadığını gözlemlemişlerdir. Orofaringeal havayolundaki bu azalmanın sebebi olarak yataş pozisyonunda dilin postural değişikliği düşünülmüştür.

Literatürde üst hava yolunu incelerken hastaların dik veya sırtüstü pozisyonunda olduğu KIBT tarama protokollerinden herhangi birini destekleyen bir kanıt yoktur.^{149,153} Kullanılan KIBT cihazıyla ilgili olarak çekim sırasında hastanın postürüne ve yerçekiminin etkisine göre havayolunun şeklinde farklılıklar meydana gelebilmektedir.¹⁵⁴

Di Carlo ve ark.¹⁵⁵'na göre uyku sırasında hastalar uyanıklığa kıyasla farklı kas tonusu sergilemektedir. Yataş pozisyonu hava yolunun çökmesinin daha olası olduğu uyku pozisyonunu yakından taklit ettiği için sırtüstü KIBT çekimini tercih etmişlerdir. Bu nedenle bu araştırmada hastaların kas tonusunun en düşük olarak ölçülebildiği yatar pozisyonunda kayıt gerçekleştiren NewTom 5G yataklı KIBT cihazı ile kaydedilmiş görüntüler kullanılmıştır ve bu çalışmada kullanılan görüntülerin tamamı aynı cihaz ve aynı teknik kullanılarak elde edilmiştir. Medikal alanda standart şekilde yapılan verilerin DICOM formatına çevrilmesi işlemi sonrası DICOM formatına çevrilmiş KIBT verilerinin bu formatta saklanması önerilmektedir.^{156,157}

El ve Palomo¹⁵⁸ OnDemand3D, Dolphin 3D ve InVivoDental olmak üzere üç tane hacim ölçümü programının güvenilirliğini ve doğruluğunu karşılaştırdığı çalışmada tüm programların güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada sonuçlar yüksek korelasyon göstermesine rağmen doğruluğu düşük bulunmuştur ve otomatik segmentasyon yapan yazılım programlarının sistemik hata payları olduğu saptanmıştır.

Garcia ve ark.¹⁵⁹'nın çalışmasının bulgularına göre, hem Mimics hem de Dolphin 3D yazılım programları, üst havayolu segmentasyonunda, hacim ölçümünde ve havayolunun minimum kesit alanının hesaplanmasında güvenilir, tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar vermiştir.

Heng ve ark.¹⁶⁰ çalışmalarında 3Diagnosy, OnDemand3D ve Amira üç boyutlu analiz programlarının doğruluğunun ve güvenilirliği değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada değerlendirilen üç yazılım programı da üst hava yolunun hacmi, minimum

kesit alanı ve uzunluğuna ilişkin güvenilir ölçümler sağlamıştır. Tüm yazılım programları üst hava yolunun uzunluk ölçümlerini en doğru şekilde yapmış fakat üst hava yolu boyutlarını olduğundan az tahmin etmiştir.

Weissheimer ve ark.¹⁶¹ çalışmalarında 6 tane üç boyutlu analiz programı karşılaştırılmış ve Mimics, Dolphin 3D, OsiriX, ITK- Snap isimli 4 programın %2'nin altında çok düşük bir oranda hata payı gösterdiğini saptamıştır. Bu programların arasında ölçümlerde segmentasyonu en kolay yapan ve güvenilirliği yüksek olarak bulunan MIMICS (Materialise Europe, World Headquarters, Leuven, Belgium) programı olmuştur. El ve Palomo¹⁵⁸ ise Dolphin3D, InvivoDental ve OnDemand3D programlarını karşılaştırmış güvenilirlikleri yüksek olmasına rağmen hata paylarının da olabileceğini ortaya koymuştur.

Literatüre bakıldığında, KIBT verilerinin üç boyutlu analizinde Mimics programının çok fazla tercih edildiği görülmektedir.^{149,155,162} MIMICS programının yüksek oranda tercih edilirliğinden dolayı bu çalışmada faringeal havayolu değerlendirmesi yapmak ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla MIMICS Innovation Suite 23.0 (Materialise, Leuven, Belgium) programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada faringeal havayolu incelenirken 2 kısma bölünmüştür. Bu bölgeler nazofarinks ve orofarinkstir. Hipofarinksin dahil edilmeme sebebi NewTom 5G KIBT cihazı ile 18x16 FOV'da alınan görüntülerde hipofarinksin ve arka komşuluğunu oluşturan C4, C5 ve C6 numaralı vertebraların görüntüleme alanına dahil olmamasıdır.

Faringeal havayolunun anatomik olarak üst sınırı vomerin arka kenarı tarafından oluşturulmaktadır fakat literatürde daha önce yapılmış diğer çalışmalarda faringeal havayolunun üst sınırı PNS'dan geçen yatay doğru olarak belirlenmiştir.¹⁶³⁻¹⁶⁷ Havayolunun üst sınırının vomerin dorsal kenarından geçen hat olarak belirlendiği araştırmalar da mevcuttur.¹⁶⁸⁻¹⁷⁰ Bu çalışmada literatürde yapılmış diğer çalışmalara uygun şekilde havayolu üst ve ön sınırı vomer kemiğinin dorsal sınırından geçen hat olarak belirlenmiştir.

Belirlenen nazofarinks ve orofarinks bölgesinin üst ve alt sınırları hakkında literatürde farklı belirlemeler göze çarpmaktadır. Zhao ve ark.¹⁶⁷ 2010 yılında KIBT kullanarak RME tedavisi sonrası orofaringeal hava yolu değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Ölçümlerde havayolunun üst sınırını PNS'den geçen yatay doğru ve inferior sınırını epiglottisin superior noktasından geçen yatay doğru olarak belirlemişlerdir. Orofaringeal hava yolu bölgesini uvulanın inferior noktasından geçen yatay düzlem tarafından retropalatal ve retroglossal hava yolu olarak iki bölümde incelemişlerdir.

Hong ve ark.¹⁷⁰ havayolu üst sınırı için vomerin arka sınırı ve PNS, inferior sınırı için epiglottis tabanından geçen yatay bir düzlem kullanmıştır. Faringeal hava yolu, PNS boyunca yatay bir düzlemle üst ve alt bölmelere ayrılarak nazofarinks alt sınırı PNS'den geçen yatay doğru, orofarinks alt sınırı epiglottisin tabanından geçen yatay doğru olarak belirlenmiştir.

Park ve ark.¹⁶⁹ BT kullanarak yaptıkları çalışmada havayolunu nazofarinks, orofarinks olarak iki bölgede incelemişlerdir. Nazofarinks bölgesini, PNS'den Frankfort Horizontal düzlemine paralel olarak geçen düzlem ile sağ ve sol ptergomaksiller fissür noktalarından ve PNS'den geçen düzlem arasında kalan boşluk olarak, orofarinks bölgesini yine PNS noktasından Frankfort horizontal düzlemine paralel olarak geçen düzlem ve üçüncü servikal vertebranın en alt ve ön hizasından Frankfort horizontal düzlemine paralel olan düzlem arasında kalan boşluk olarak belirlemişlerdir.

Grauer ve ark.¹⁶⁸ KIBT ile yaptıkları çalışmada havayolu sınırlarını anteriorda vomerin arka sınırından ve PNS'den geçen sagittal düzleme dik olan düzlem, arkada farinksin arka duvarı, lateralde farinksin lateral duvarları, inferiorda yine sagittal düzleme dik üçüncü servikal vertebranın en alt ve en ön hizasından geçen düzlem olarak belirlemişlerdir. İncelenilen havayolu bölgesi atlasın en alt ve ön hizası ile PNS'den geçen sagittal düzleme dik olan düzlem referans alınarak alt ve üst olarak iki bölgeye ayrılmıştır. Bu tez çalışmasında daha güvenilir sonuçlar vereceği düşünülen kemik dokudan referanslar almak tercih edilmiştir ve Grauer ve ark. ile uyumlu şekilde total havayolu üst sınırı sagittal kesitte vomerin arka kenarından geçen hat, nazofarinks

havayolunun alt sınırı atlas kemiğinin en alt ve en ön hizasından geçen Frankfort Horizontal düzleme paralel olan hat ve orofarinks havayolunun alt sınırı C3 nolu vertebranın en alt ve en ön hizasından Frankfort Horizontal düzleme paralel olarak geçen hat olarak belirlenmiştir.

Literatür taraması yapıldığında cinsiyet ile maksiller sinüs arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çok çalışma göze çarpmakta ve bu çalışmaların bulgularına bakıldığında erkeklerin kadınlara göre anlamlı derecede daha büyük maksiller sinüs hacmine sahip olduğu sonucuna ulaşıldığı görülmektedir.^{5,171-177} Ancak literatürde cinsiyete göre maksiller sinus değerlendirmesi yapıldığında anlamlı bir sonuca ulaşılmamış bir çok çalışma da mevcuttur.^{56,173,178} Bu çalışmanın sonucu anlamlı sonuca ulaşılmamış diğer çalışmalarla uyum göstermektedir. Farklılığın ırksal nedenlerden kaynaklandığı düşünülebilir.

Prabhat ve ark.¹⁷⁹ maksiller sinus hacminin önemli ölçüde erkeklerde kadınlara göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Sharma ve ark.¹⁸⁰ da 102 hasta üzerinde yaptığı çalışmada erkeklerin maksiller sinüslerinin boyutlarının ve hacminin kadınlarınkinden daha büyük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varmıştır. Aktuna ve ark.¹³⁹ toplam 200 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada ortalama maksiller sinüs hacminin erkek hastalarda kadın hastalara göre anlamlı derecede büyük olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise cinsiyet faktörüne göre maksiller sinüs hacmi değerlendirmesi yapıldığında sağ, sol ve total maksiller sinüs hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır. Bunun sebebi bu çalışmanın hasta sayısının diğer çalışmalara göre daha az olması ve hasta grubunun yaş popülasyonunun daha dar olması olarak düşünülebilir.

Sahlstrand-Johnson ve ark.¹⁷² toplam 60 kişilik hasta grubu ile maksiller sinüs ve yaş ilişkisini inceledikleri bir çalışmada yaşları 18 ve 65 arasında değişiklik gösteren hasta grubunda yaş ile sinüs hacmi arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Karakaş ve ark.¹⁸¹ 5-55 yaş ranjında 91 hastada yapılan çalışmada yaş ile sinüs hacimlerinin artış gösterdiğini göstermiştir. Bu çalışmada ise Karakaş ve ark. ve Sahlstrand-Johnson ve ark.'nın çalışmalarıyla uyumlu şekilde sol maksiller sinüs ve total maksiller sinüs hacmi ile yaş arasında anlamlı bir pozitif korelasyon saptanırken

sağ maksiller sinüs hacmi ile anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bu durum bu çalışmanın hasta popülasyonunun dar bir yaş aralığında olmasıyla açıklanabilir.

Literatür taraması yapıldığında çift taraflı şekilde maksiller sinüs hacimlerini karşılaştırılarak yapılan araştırmalarda sağ ve sol sinüs hacimleri arasında anlamlı değişikliklerin bulunmadığı bildirilmiştir.^{172,173} Bu çalışmada literatüre uygun olarak sağ ve sol sinüs hacimleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Literatürde maksiller sinüsün RME tedavisi ile ilişkisini ve değişimini inceleyen, sonuçları değişkenlik gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmada RME protokolü uygulanmış yaş ortalaması 13±1,3 olan 40 hasta üzerinde tedavi sonrası ölçülen maksiller sinüs hacminin tedavi öncesi ölçülen hacim değerlerine göre kadın ve erkek hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu kaydedilmiştir (p<0,05).

Smith ve ark.¹⁸² ortalama yaşları 12,3 olan 20 genç yetişkin birey üzerinde RME'nin yumuşak doku ve maksiller sinüs üzerindeki etkisini BT kullanarak incelemişler fakat sinüs hacminde anlamlı bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. 2012 yılında Darsey ve ark.¹⁸³ tarafından yaş ortalaması yine benzer şekilde 13,8 olan 30 birey üzerinde yapılan çalışmada RME'nin nazal kavite ve maksiller sinüs hacmi üzerine etkisi değerlendirilmiş, nazal kavitede anlamlı artış görülürken maksiller sinüs hacminde anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir. Bunun sebebi olarak RME tedavisinin nazal kaviteyi genişletirken, buna komşu yapılardan biri olan maksiller sinüsün nazal kavite genişlemesi dolayısıyla daraldığı iddiası olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmadaki hasta grubunun yaş aralığı Darsey ve ark.'nın çalışması uyumlu olmasına rağmen hasta sayısı daha fazladır. Sonuçlardaki farklılığın sebebi olarak bu çalışmanın hasta sayısının fazla olması düşünülmektedir.

Pangrazio-Kulbersh ve ark.¹⁸⁴ yaptığı çalışmada RME tedavisinin maksiller sinüs hacmi üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve maksiller sinüs hacminde %6 ile %11 arasında bir oranda anlamlı genişleme olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları Pangrazio-Kulbersh ve ark.'nın yaptığı çalışma ile uyum göstermektedir.

Haralambidis ve ark.¹⁸⁵ RME tedavisi ile nazal kavite hacmi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu çalışma sonucu olarak nazal kavite hacminin RME tedavisi sonrası anlamlı derecede bir artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Moradi ve ark.¹⁸⁶ orofarinks havayolu ve yaş arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında toplam 87 hastayı 6-20 yaş, 21-40 yaş, ve 41-60 yaş olarak 3 gruba ayırmışlardır. Orofarinks hacminin 21-40 yaş hasta grubunda 6-20 yaş hasta grubuna göre anlamlı derecede fazla olduğunu saptamışlardır. Moradi ve ark.'na göre her ne kadar 41-60 yaş grubu hastaların orofarinks hacimi 21-40 yaş grubuna göre büyük bulunsa da bu fark anlamsızdır.

Schendel ve ark.¹⁸⁷ total üst havayolu hacminin 20 yaşına kadar aktif şekilde artış gösterirken, 40 yaş civarına kadar sabit kaldığını rapor etmişlerdir. 40-60 yaş arasında ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalmadan bahsetmişlerdir. Fagala ve ark.¹⁸⁸ ise çalışmasında Schendel ve ark.'nın yaptığı çalışmaya uyumlu şekilde 5 ile 20 yaş arası havayolu hacminin arttığını bulmuşlardır. Mevcut çalışmada Fagala ve ark. ve Schendel ve ark. ile uyumlu şekilde nazofarinks ve total havayolu hacmi ile yaş arasında anlamlı bir pozitif korelasyon saptanırken orofarinks hacmi ile anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bu durum yine bu çalışmanın hasta popülasyonunun dar bir yaş aralığında olmasıyla açıklanabilir.

Gibelli ve ark.¹⁸⁹ tarafından 80 hasta üzerinde yapılan çalışmada cinsiyetin her bir faringeal bölümün hacmi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir ve bu çalışma sonucunda sadece orofarinks hacminde anlamlı farklılık bulunmuştur. Orofarinks hacminin erkek hastalarda kadın hastalara göre anlamlı derecede daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Al Bahrani ve ark.¹⁹⁰ tarafından 51 hasta üzerinde yapılmış erkek ve kadınlar arasında orofarinks hacmini karşılaştıran çalışmada da erkek hastalarda orofarinks anlamlı derecede büyük çıkmıştır. Diwakar ve ark.¹⁹¹ nın 80 birey üzerinde yaptığı çalışmada faringeal havayolunun tüm bölümleri ve total havayolu hacmi erkek hastalarda kadın hastalardan anlamlı derecede büyüktür. Bu çalışmada ise cinsiyet faktörüne göre nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacim değerlendirmesi yapıldığında kadın hastalarda ve erkek hastalarda anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır. Bunun sebebi bu çalışmada kullanılan hasta sayısının daha az olması olarak düşünülmektedir.

Literatürde faringeal havayolu hacim değişiminin RME tedavisi ile ilişkisini ve değişimini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur ve sonuçları değişkendir. Bu çalışmada RME protokolü uygulanmış yaş ortalaması $13 \pm 1,3$ olan 40 hasta üzerinde tedavi sonrası ölçülen nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacminin tedavi

öncesi ölçülen hacim değerlerine göre kadın ve erkek hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu kaydedilmiştir($p<0,05$).

Chang ve ark.¹⁹² RME tedavisinin havayolu üzerindeki etkilerini 14 hasta üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında sadece PNS-basion düzlemindeki havayolu kesitinde anlamlı artış saptamışlar, retropalatal, retroglossal ve total havayolu hacminde anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak RME'nin üst hava yolu üzerindeki etkisinin lokal olduğunu ve muhtemelen yumuşak doku adaptasyonunun bir sonucu olarak hava yolunun aşağısına doğru azaldığını düşünmüşlerdir. Başka bir deyişle, Chang ve ark.'na göre maksiller sütürden uzaklaştıkça üst hava yolu üzerindeki etki azalmaktadır. Chang ve ark. çalışmasının limitasyonu deneklere 20 saniyelik tarama sırasında dişlerini temas halinde tutmaları dışında nefes almaları için özel talimatlar verilmemiş olmasıdır. Bu süre zarfında hem inspirasyon hem de ekspirasyon gerçekleşmiştir ve bu da havayolu boyutu ve şeklinin değişmesine neden olmuş olabilir. Bu çalışmada ise total havayolu, nazofarinks ve orofarinks hacimlerinde anlamlı artış gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak bu çalışmanın hasta sayısının Chang ve ark.'nın çalışmasına göre fazla olması düşünülebilir.

Zhao ve ark.¹⁶⁷ faringeal havayolunu hem hacimsel hem de kesitsel olarak inceledikleri ve kontrol grubu kullandıkları çalışmada RME tedavisi sonrası orofarinks hacminde ve havayolu minimum kesit alanında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemişlerdir. Zhao ve ark.'nın retrospektif çalışmasının bir kısıtlaması, KIBT görüntüleri alınırken dil pozisyonu üzerinde kontrol olmamasıdır. Dilin ve yumuşak dokuların pozisyonları, orofarenks hava yolu hacminin şeklini ve boyutunu etkileyen önemli anatomik faktörlerdir. Bu çalışmada ise Zhao ve ark.'nın çalışmasıyla uyumsuz olarak total havayolu, nazofarinks ve orofarinks hacimlerinde anlamlı artış gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak kontrol grubu kullanılmamış olması düşünülebilir.

Almuizan ve ark.¹⁹³'nın RME ile havayolu ilişkisini 17 hasta üzerinde inceledikleri çalışmalarına göre üst nazofarenks önemli ölçüde genişlemiştir. Buna karşılık, alt retropalatal boşlukta anlamlı bir değişiklik olmazken üst retropalatal boşluk, orijinal hacminin neredeyse altıda biri kadar önemli ölçüde azalmıştır. Bu azalmanın sebebi olarak özellikle T1 görüntüleri RME'nin aktif fazından hemen sonra alındığı için midpalatal sütürün ayrılmasından kaynaklanan retropalatal travma sonucu oluşan ödem olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmada ise T1 görüntüleri tedaviden

3 ay sonra alınmıştır ve sonucunda nazofarinks, orofarinks ve total havayolu hacminde anlamlı artış gözlenmiştir.

El ve Palamo¹⁹⁴, nun RME ve kontrol grubuyla yaptığı çalışmada tedavi öncesi ve sonrası nazal pasaj ve orofaringeal hacimlerde her iki grupta da anlamlı artış gözlenirken sadece nazal pasaj hacmi gruplar arasında anlamlı bir fark göstermiştir. Nazal pasaj hacmi RME grubunda kontrol grubuna kıyasla iki katı daha fazla artış göstermiştir.¹⁹⁴ Bu çalışmanın sonuçları El ve Palamo'nun çalışmasıyla uyumlu değildir. Bunun sebebi olarak kontrol grubu kullanılmamış olması düşünülebilir.

Smith ve ark.¹⁸² 2012 yılında RME tedavisi uygulanmış 20 hasta üzerinde yapılan çalışmada nazofaringeal havayolu ve nazal kavite hacminde anlamlı bir artış gerçekleştiğini fakat orofaringeal hacimde anlamlı olmayan bir azalış olduğunu saptamış; bu azalışın palatal düzlemin alçalması ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışma nazofarinks hacim bulguları yönünden Smith ve ark.'nın çalışmasıyla uyumludur fakat orofarinks hacim bulguları yönünden uyumlu değildir. Bunun sebebi olarak incelenen hasta sayısının Smith ve ark. 'nın çalışmasının iki katı olması olabileceği düşünülmektedir.

Kulbersh ve ark.¹⁸⁴, nın 2011 yılında yaptığı çalışmada RME tedavisi sonrası posterior havayolu hacminde anlamlı bir değişiklik gözlenmezken maksiller sinüs hacminde anlamlı artış saptamışlardır. Kulbersh ve ark.'nın çalışması yaş ortalaması bu çalışmaya benzerlik gösteren RME tedavisi uygulanmış 23 hasta üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada Kulbersh ve ark. ile uyumlu şekilde maksiller sinüs hacminde tedavi sonrası anlamlı artış saptanmıştır. Total havayolu hacmine bakıldığında ise farklı olarak anlamlı bir artış olduğu gözlenmiştir bunun nedeni kullanılan hasta sayısının daha fazla olması olarak düşünülmektedir.

Zeng ve ark.¹⁹⁵ yaş ortalaması 12,3 olan 16 kişi üzerinde yaptığı çalışmasında RME tedavisi sonrası orofaringeal havayolu hacminde anlamsız bir azalma olduğu ve nazofarigeal havayolu hacminde anlamlı bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşmışlar, bunun sebebi olarak her ne kadar baş pozisyonu tedaviden önce ve sonra tutarlı olsa da, özellikle görüntü tarama süresi 30 saniye kadar uzun ve denekler çocuk olduğu için nefes alma ve hafif yutma hareketleriyle ilişkili olarak dil pozisyonunu ve komşu yumuşak dokuları kontrol etmenin zor olduğunu düşünmüşlerdir. Zeng ve ark. eşik değerinin kişiden kişiye göre değişken olduğunu düşündüğü için yazılımın hacim

hesaplama özelliğini kullanmayıp minimum kesit alanı ve yüksekliğin çarpımı ile hacim hesaplamıştır. Her ne kadar bu çalışmanın yaş grubu bu Zeng ve ark.'nın çalışmasıyla büyük benzerlik gösterse de, bu çalışmada nazofaringeal ve orofaringeal havayolu hacminde anlamlı artış gözlenmiştir. Bunun sebebi bu çalışmada tercih edilen KIBT cihazının 18 saniyelik daha kısa görüntü tarama süresi, 3,6 saniyelik pozlama süresi dolayısıyla yumuşak dokuların kontrol edilebilirliğinin fazla olması ve hacim hesabı için programın hacim ölçme özelliğinin kullanılması olarak düşünülebilir.

Kavand ve ark.¹⁹⁶ 2019 senesinde diş destekli ve doku destekli iki RME grubu ve toplam 36 hasta üzerinde yaptığı çalışmada her iki grupta birden RME tedavisi sonrası nazofaringeal hacimde ve nazal kavite hacminde anlamlı bir artış saptanırken orofarinks hacminde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Tedavi sonrası hacim değişimlerinde gruplar arası anlamlı fark gözlenmemiştir. Kavand ve ark.'nın nazofaringeal hacim için bulduğu anlamlı artış bu çalışmayla uyum göstermektedir.

Lotfi ve ark.¹⁹⁷'nin 2015'de RME protokolü ile tedavi edilen her biri 20 hastadan oluşan farklı aktivasyon hızı uygulanan iki grup üzerinde yaptığı araştırmada aktivasyon hızı yüksek grupta nazofarinks ve nazal kavite üzerinde anlamlı artış, düşük grupta ise sadece nazal kavite üzerinde anlamlı artış bulunurken orofarinks, hipofarinks ve maksiller sinüs hacimlerindeki farklılıklar her iki grup için de anlamlı bulunmamıştır. Bunun sebebi olarak kranial sütürlerin anatomik konumlarına göre RME kuvvetlerine farklı tepki verdiği ve kuvvetlerin öncelikle anterior sütürleri, intermaksiller ve maksiller frontal nazal sütür bölgelerini etkilediğini düşünmüşlerdir. Dolayısıyla, Lotfi ve ark.'na göre RME ile ilişkili artan hava yolu hacmi, anterior sütürlere, burun boşluğuna ve nazofarinkse doğrudan bitişik alanlarla sınırlıdır. Lotfi ve ark.'na göre RME sonrası hava yolu hacmi değişiklikleri RME protokolünün aktivasyon hızından etkilenmiştir. Daha hızlı bir aktivasyon hızı, nazal kavite ve nazofarinks için daha yavaş bir aktivasyon hızına göre daha yüksek bir hacim artışına neden olur. Lotfi ve ark.'nın sonuçları nazofarinks hacminde anlamlı artış bulunması yönünden bu çalışmayla uyumludur. Bunun yanında bu çalışmada orofarinks ve maksiller sinüs üzerinde de anlamlı artış gözlenmiştir. Dolayısıyla ativasyon hızının sonuçlar üzerindeki etkisi göz önüne alınarak, yeni araştırmalar yapılması önerilebilir. Böylelikle farklı çalışmaların bulguları daha güvenilir bir şekilde kıyaslanabilir.

Bu tez çalışmasının bir limitasyonu olarak yumuşak dokular üzerinde kontrol edilebilirlik zor olmasına rağmen, nazofarinks hacmi yanında orofarinks hacminde de anlamlı bir artış bulunmuştur. Bunun nedeni maksilla genişlemesi ile çenelerin yer değiştirmesi ve kemik yapıdaki değişiklik sonucunda özellikle yumuşak damak ve orofarinks kaslarının geriye doğru itilmesine ve orofarinkste yer alan bağ doku ve kasların tedavi sonrası yeniden şekillenmesine bağlı olarak orofarinkste de genişleme olması olarak düşünülmektedir.

Bazı çalışmalarda, kronik ağız solunumu görülen bireylerde RME tedavisi sonucu faringeal havayolu ve nazal kavite hacimlerinde oluşan yüksek oranda genişleme ile bu problemin ortadan kalkarak bu hastaların burun solunumuna dönebildiği rapor edilmiştir.^{7,108,198}

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bu çalışma sonucuna göre maksiller sinüs ve faringeal havayolu hacim ölçümlerinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve yarı otomatik segmentasyon methoduyla modellemeye izin veren programların kullanılması pratiktir ve güvenilir sonuçlar verir.

2. Hızlı maksiller genişletme protokolü, faringeal havayolu bölgeleri ve maksiller sinüs hacimlerinde önemli bir artışa yol açarak, nefes almayı kolaylaştırmaktadır.

3. Hızlı maksiller genişletme tedavisinin sonucu olarak gözlemlenen faringeal havayolu ve maksiller sinüs hacimlerindeki artışların uzun vadede geçerliliğini incelemek amacıyla gelecekte yapılacak çalışmaların daha uzun bir takip süresine sahip olması, daha güvenilir bulgular elde edilmesini sağlayacaktır.

Hızlı Maksiller Genişletme Tedavisi Uygulanmış Bireylerde Maksiller Sinüs ve Faringeal Havayolu Hacim Değişimlerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanılarak elde edilen üç boyutlu görüntüler aracılığıyla, hızlı maksiller genişletme (RME) tedavisi uygulanan bireylerde tedavi öncesi ve sonrası faringeal havayolu ile maksiller sinüslerde meydana gelen hacimsel değişiklikleri incelemek, bu değişimleri karşılaştırmak ve elde edilen bulguları mevcut literatürle uyumluluk açısından değerlendirmektir.

Çalışma grubu İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinin retrospektif olarak taranması sonucu elde edilen 22'si erkek 18'i kadın toplam 40 hastanın tedavi öncesi ve sonrası kaydedilmiş toplam 80 görüntü kaydından oluşmaktadır. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üç boyutlu modelleme programına aktararak, sağ ve sol maksiller sinüslerin hacimleri ve faringeal havayolu hacmi ölçülmüştür. Tedavi öncesi ve sonrası hacim değişimleri, cinsiyete göre hacim değerlendirmesi, sağ ve sol maksiller sinüs hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık durumu değerlendirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre cinsiyet faktörüne göre maksiller sinüs ve faringeal havayolu hacim değerlendirildiğinde sağ, sol ve total maksiller sinüs hacimleri arasında anlamlı farklılık olmadığı bunun yanında RME protokolü sonrası ölçülen nazofarinks, orofarinks, total havayolu ve maksiller sinüs hacminde ise tedavi öncesi ölçülen değerlere göre kadın ve erkek hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu rapor edilmiştir.

Sonuç olarak; hızlı maksiller genişletme protokolü, faringeal havayolu bölgeleri ve maksiller sinüs hacimlerinde önemli bir artışa yol açarak, nefes almayı kolaylaştırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: maksiller sinüs, faringeal havayolu, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, hacim

**Analysis of Maxillary Sinus And Pharyngeal Airway Volume Changes in
Individuals Who Had Rapid Maxillary Expansion Treatment Using Cone Beam
Computed Tomography**

Summary

The aim of this study was to evaluate and compare the volumetric changes in the pharyngeal airway and maxillary sinuses in rapid maxillary expansion (RME)-treated individuals before and after treatment by examining cone beam computed tomography (CBCT) images in three dimensions and to determine the agreement with the propositions in the literature.

The study group consisted of a total of 80 pre-treatment and post-treatment images of 40 patients, 22 males and 18 females, obtained from a retrospective review of the archives of the Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Izmir Katip Çelebi University. Cone beam computed tomography images were transferred to a three-dimensional modeling program and the volumes of the right and left maxillary sinuses and pharyngeal airway volume were measured. Pre- and post-treatment volume changes were evaluated.

According to the findings obtained from this study, when the maxillary sinus and pharyngeal airway volumes were evaluated according to the gender factor, it was reported that there was no significant difference right, left and total maxillary sinus volumes and no significant difference was found when right and left maxillary sinus volumes were compared. While there was a statistically significant increase in nasopharynx, oropharynx, total airway and maxillary sinus volume measured after the RME protocol in female and male patients compared to the values measured before treatment.

In conclusion, the rapid maxillary expansion protocol results in significant increases in pharyngeal airway compartments and maxillary sinus volumes, possibly leading to breathing relief.

Key words: maxillary sinus, pharyngeal airway, cone-beam computed tomography, volume

KAYNAKLAR

1. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6 Suppl 1:173-175. doi:10.1034/j.1600-0544.2003.253.x
2. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2009;135(4):468-479. doi:10.1016/j.ajodo.2007.04.043
3. Akcam MO, Toygar TU, Wada T. Longitudinal investigation of soft palate and nasopharyngeal airway relations in different rotation types. *Angle Orthod.* 2002;72(6):521-526. doi:10.1043/0003-3219(2002)072<0521:LIOSPA>2.0.CO;2
4. Sánchez Fernández JM, Anta Escuredo JA, Sánchez Del Rey A, Santaolalla Montoya F. Morphometric study of the paranasal sinuses in normal and pathological conditions. *Acta Otolaryngol.* 2000;120(2):273-278. doi:10.1080/000164800750001080
5. Jun BC, Song SW, Park CS, Lee DH, Cho KJ, Cho JH. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolution CT scanning. *Otolaryngol neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol Neck Surg.* 2005;132(3):429-434. doi:10.1016/j.otohns.2004.11.012
6. Cho SH, Kim TH, Kim KR, et al. Factors for maxillary sinus volume and craniofacial anatomical features in adults with chronic rhinosinusitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;136(6):610-615. doi:10.1001/archoto.2010.75
7. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 1987;91(1):3-14. doi:10.1016/0889-5406(87)90202-2
8. Ülgen M. *Ülgen M. Ortodontik Tedavi Prensipleri.* Ankara 2005. Vol 1.; 2005.
9. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002;72(2):118-123. doi:10.1043/0003-3219(2002)072<0118:DTTAMO>2.0.CO;2
10. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* 2005;75(4):548-557. doi:10.1043/0003-3219(2005)75[548:RMETVT]2.0.CO;2
11. Sérgio Batista P, Do Rosário Junior AF, Wichnieski C. Contribuição para o

- estudo do seio maxilar. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac*. 2011;52(4):235-239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.04.003>
12. Gallup AC, Hack GD. Human paranasal sinuses and selective brain cooling: a ventilation system activated by yawning? *Med Hypotheses*. 2011;77(6):970-973. doi:10.1016/j.mehy.2011.08.022
 13. Keir J. Why do we have paranasal sinuses? *J Laryngol Otol*. 2009;123(1):4-8. doi:10.1017/S0022215108003976
 14. Liebgott Bernard. *The Nasal Cavity and Paranasal Air Sinuses. The Anatomicalbasis of Dentistry*. 3rd ed. Elsevier Health Sciences; 2011.
 15. O'Brien WTS, Hamelin S, Weitzel EK. The Preoperative Sinus CT: Avoiding a "CLOSE" Call with Surgical Complications. *Radiology*. 2016;281(1):10-21. doi:10.1148/radiol.2016152230
 16. <https://drozcanozturk.com/sinuzit-belirtileri-tani-ve-tedavi-yontemleri/>. Accessed at september 2024
 17. Eggesbø HB. Radiological imaging of inflammatory lesions in the nasal cavity and paranasal sinuses. *Eur Radiol*. 2006;16(4):872-888. doi:10.1007/s00330-005-0068-2
 18. Iwanaga J, Wilson C, Lachkar S, Tomaszewski KA, Walocha JA, Tubbs RS. Clinical anatomy of the maxillary sinus: application to sinus floor augmentation. *Anat Cell Biol*. 2019;52(1):17-24. doi:10.5115/acb.2019.52.1.17
 19. Snell R. Snell R. Klinik Anatomi. 6.Edisyon ed: Nobel Tıp Kitapevleri Ltd.şti.; 2004: 745-747. In: 6th ed. ; 2004:754-747.
 20. Whyte A, Boeddinghaus R. The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2019;48(8):20190205. doi:10.1259/dmfr.20190205
 21. M.A. S. *Maksiller Sinüs Enflamatuvar Hastalıklarında Volumetrik Dental Tomografinin Tanı Değeri ve Bulguların Waters Pozisyonunda Çekilen Paranasal Sinüs Radyogramı Ile Karşılaştırılması*. Erzurum Atatürk Üniversitesi; 2010.
 22. Apuhan T, Yıldırım YS, Özaslan H. The developmental relation between adenoid tissue and paranasal sinus volumes in 3-dimensional computed tomography assessment. *Otolaryngol neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol Neck Surg*. 2011;144(6):964-971. doi:10.1177/0194599811399712
 23. Lawson W, Patel ZM, Lin FY. The development and pathologic processes that influence maxillary sinus pneumatization. *Anat Rec (Hoboken)*. 2008;291(11):1554-1563. doi:10.1002/ar.20774
 24. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Weinstein T, Del Fabbro M. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(7):711-715. doi:10.1111/j.1600-0501.2010.02045.x

25. Chaboki Houtan, Wanna GB WR. Chaboki Houtan, Wanna GB, Westreich R, et al. Carcinomas of the nasal cavity and paranasal sinuses. Head and Neck Cancer: An evidence-based team approach. Newyork: Thieme, 2008. Newyork: Thieme,. 2008;(Carcinomas of the nasal cavity and paranasal sinuses. Head and Neck Cancer: An evidence-based team approach).
26. Prasanna LC, Mamatha H. The location of maxillary sinus ostium and its clinical application. *Indian J Otolaryngol head neck Surg Off Publ Assoc Otolaryngol India*. 2010;62(4):335-337. doi:10.1007/s12070-010-0047-z
27. U. BŞ. Şakul U, Bilecenoğlu B. Baş ve Boynun Klinik Bölgesel Anatomisi 2009: 29.; 2009.
28. Diyarbakırlı D dr. semi., Aydınlioğlu D atı., Keleş D papaty. PARANASAL SİNÜSLERİN KLİNİK ANATOMİSİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg*. 1995;1995(1).
29. Chanavaz M. Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). *J Oral Implantol*. 1990;16(3):199-209.
30. van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Krekeler G, Tuinzing DB. Sinusfloor elevation and grafting with autogenous iliac crest bone. *Clin Oral Implants Res*. 1998;9(6):429-435. doi:10.1034/j.1600-0501.1996.090608.x
31. AYDIN Ö, KESKİN G, ÖZKARAKAŞ H, ÜSTÜNDAĞ E, Iseri M. Maksiller sinüs hipoplazisi. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi*. 1998;6(3). <http://search/yayin/detay/5293>
32. Erdem T, Aktas D, Erdem G, Miman MC, Ozturan O. Maxillary sinus hypoplasia. *Rhinology*. 2002;40(3):150-153.
33. Sirikçi A, Bayazit Y, Gümüşburun E, Bayram M, Kanlikana M. A new approach to the classification of maxillary sinus hypoplasia with relevant clinical implications. *Surg Radiol Anat*. 2000;22(5-6):243-247. doi:10.1007/s00276-000-0243-8
34. Kass ES, Salman S, Rubin PA, Weber AL, Montgomery WW. Chronic maxillary atelectasis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1997;106(2):109-116. doi:10.1177/000348949710600204
35. Sarna A, Hayman LA, Laine FJ, Taber KH. Coronal imaging of the osteomeatal unit: anatomy of 24 variants. *J Comput Assist Tomogr*. 2002;26(1):153-157. doi:10.1097/00004728-200201000-00027
36. Lee WJ, Lee SJ, Kim HS. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *J Periodontal Implant Sci*. 2010;40(2):56-60. doi:10.5051/jpis.2010.40.2.56
37. Blanton PL, Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: the paranasal sinuses. *Am J Anat*. 1969;124(2):135-147. doi:10.1002/aja.1001240202
38. Malina-Altzinger J, Damerau G, Grätz KW, Stadlinger PDB. Evaluation of the maxillary sinus in panoramic radiography-a comparative study. *Int J Implant*

Dent. 2015;1(1):17. doi:10.1186/s40729-015-0015-1

39. Elwany S, Abdel-Kreim A, Talaat M. Relevance of the conventional Waters' view in evaluating chronic bacterial maxillary sinusitis. *J Laryngol & Otol.* 1985;99(12):1233–1244. doi:10.1017/S0022215100098467
40. Timmenga N, Stegenga B, Raghoobar G, van Hoogstraten J, van Weissenbruch R, Vissink A. The value of Waters' projection for assessing maxillary sinus inflammatory disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(1):103-109. doi:10.1067/moe.2002.120056
41. Songu METO. Songu, M., Ertekin, E. & Tuncyurek, Ozum. (2018). Burun ve paranasal sinüs radyolojisi. Kulak burun boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Uzmanlık eğitimi Kaynak Kitap (pp.295-300). In: *Burun ve Paranasal Sinüs Radyolojisi.* ; 2018:295-300.
42. Ebrahimnejad H, Zarch SHH, Langaroodi AJ. Diagnostic Efficacy of Digital Waters' and Caldwell's Radiographic Views for Evaluation of Sinonasal Area. *J Dent (Tehran).* 2016;13(5):357-364.
43. Caldwell EW. Caldwell, E.W.: Skiagraphy of the Accessory Sinuses of the Nose, Amer J Roentgen 5:569-574, 1918. In: *Skiagraphy of the Accessory Sinuses of the Nose.* 5th ed. ; 1918:569-574.
44. Yanagisawa E, Smith HM. Radiographic Anatomy of the Paranasal Sinuses: IV. Caldwell View. *Arch Otolaryngol.* 1968;87(3):311-322. doi:10.1001/archotol.1968.00760060313016
45. White SC PM. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation. Elsevier Health Sciences, 2014. In: *Oral Radiology-E-Book: Principles and Interpretation.* Elsevier Health Sciences,; 2014.
46. Ohlerth S, Scharf G. Computed tomography in small animals--basic principles and state of the art applications. *Vet J.* 2007;173(2):254-271. doi:10.1016/j.tvjl.2005.12.014
47. Özkadif, S., & Eken E. Özkadif, S., & Eken, E. (2013). Three-dimensional reconstruction of multidetector computed tomography images of paranasal sinuses of New Zealand rabbits. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 37(6), 675-681. *Turkish J Vet Anim Sci.* 2013;37(6)(Three-dimensional reconstruction of multidetector computed tomography images of paranasal sinuses of New Zealand rabbits.):675-681.
48. Rudralingam M, Jones K, Woolford TJ. The unilateral opaque maxillary sinus on computed tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2002;40(6):504-507. doi:10.1016/s0266-4356(02)00225-5
49. Mossa-Basha M, Blitz AM. Imaging of the paranasal sinuses. *Semin Roentgenol.* 2013;48(1):14-34. doi:10.1053/j.ro.2012.09.006
50. Nishimura T, Iizuka T. Evaluation of the pathophysiology of odontogenic maxillary sinusitis using bone scintigraphy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002;31(4):389-396. doi:10.1054/ijom.2001.0198

51. Brook I. Sinusitis of odontogenic origin. *Otolaryngol neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol Neck Surg*. 2006;135(3):349-355. doi:10.1016/j.otohns.2005.10.059
52. Quereshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(4):791-796. doi:10.1016/j.joms.2007.11.018
53. White SC, Pharoah MJ. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin North Am*. 2008;52(4):689-705, v. doi:10.1016/j.cden.2008.05.006
54. Revett K. An Introduction to Magnetic Resonance Imaging: From Image Acquisition to Clinical Diagnosis. In: Kwaśnicka H, Jain LC, eds. *Innovations in Intelligent Image Analysis*. Springer Berlin Heidelberg; 2011:127-161. doi:10.1007/978-3-642-17934-1_7
55. Beahm E, Teresi L, Lufkin R, Hanafey W. MR of the paranasal sinuses. *Surg Radiol Anat*. 1990;12(3):203-208. doi:10.1007/BF01624524
56. Saccucci M, Cipriani F, Carderi S, et al. Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of cone beam computed tomography. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015;19(2):185-193.
57. Batra PS. Radiologic imaging in rhinosinusitis. *Cleve Clin J Med*. 2004;71(11):886-888. doi:10.3949/ccjm.71.11.886
58. Jecker P. [Diagnostic use of ultrasound for examination of the nose and the paranasal sinuses]. *Ultraschall Med*. 2005;26(6):501-506. doi:10.1055/s-2005-857898
59. Rohr AS, Spector SL, Siegel SC, Katz RM, Rachelefsky GS. Correlation between A-mode ultrasound and radiography in the diagnosis of maxillary sinusitis. *J Allergy Clin Immunol*. 1986;78(1, Part 1):58-61. doi:https://doi.org/10.1016/0091-6749(86)90115-6
60. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol*. 2009;71(3):461-468. doi:10.1016/j.ejrad.2008.06.002
61. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*. 1998;8(9):1558-1564. doi:10.1007/s003300050586
62. Scarfe W F. Scarfe W, Farman A. *Cone-Beam Computed Tomography. Oral Radiology, Principles and Interpretation*. 6th Ed. Noida, India: Elsevier 2009:225-43.; 2009.
63. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am*. 2018;62(3):361-391. doi:10.1016/j.cden.2018.03.002

64. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-730, v. doi:10.1016/j.cden.2008.05.005
65. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
66. Jaffray DA, Siewerdsen JH. Cone-beam computed tomography with a flat-panel imager: initial performance characterization. *Med Phys.* 2000;27(6):1311-1323. doi:10.1118/1.599009
67. Kau CH, Bozic M, English J, Lee R, Bussa H, Ellis RK. Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region--an update. *Int J Med Robot.* 2009;5(4):366-380. doi:10.1002/rcs.279
68. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6 Suppl 1:31-82. doi:10.1034/j.1600-0544.2003.259.x
69. Dawood A, Patel S, Brown J. Cone beam CT in dental practice. *Br Dent J.* 2009;207(1):23-28. doi:10.1038/sj.bdj.2009.560
70. Morris IR. Functional anatomy of the upper airway. *Emerg Med Clin North Am.* 1988;6(4):639-669.
71. ODAR İV. *Odar İV. Anatomi Ders Kitabı: Hacettepe Taş Kitapçılık; 1986.; 1986.*
72. Fouke JM, Teeter JP, Strohl KP. Pressure-volume behavior of the upper airway. *J Appl Physiol.* 1986;61(3):912-918. doi:10.1152/jappl.1986.61.3.912
73. Grist WJ. The Tonsils and Pharynx. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, eds. ; 1990.
74. Mete A, Akbudak İH. Functional Anatomy and Physiology of Airway. In: Erbay RH, ed. *Tracheal Intubation.* IntechOpen; 2018. doi:10.5772/intechopen.77037
75. ellis H L. *Ellis H, Lawson A. Anatomy for Anaesthetists. 9th Ed., Harold Ellis; London: Clinical Anatomist, Guy's, King's and St Thomas' School of Biomedical Sciences; Emeritus Professor of Surgery, Charing Cross and Westminster Medical School; 2013. Chapter 1. Pp. .; 2013.*
76. Schwab RJ, Pasirstein M, Pierson R, et al. Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(5):522-530. doi:10.1164/rccm.200208-866OC
77. Ball M, Hossain M, Padalia D. Anatomy, Airway. In: ; 2024.
78. Noden DM. Interactions and fates of avian craniofacial mesenchyme. *Development.* 1988;103 Suppl:121-140. doi:10.1242/dev.103.Supplement.121
79. Verwoerd CD, van Oostrom CG. Cephalic neural crest and placodes. *Adv Anat Embryol Cell Biol.* 1979;58:1-75.

80. Wilton N, Hack H. Developmental anatomy of the airway. *Anaesth Intensive Care Med*. 2019;20(1):29-34. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2018.11.010>
81. Woodson BT. A method to describe the pharyngeal airway. *Laryngoscope*. 2015;125(5):1233-1238. doi:10.1002/lary.24972
82. Graham A, Smith A. Patterning the pharyngeal arches. *Bioessays*. 2001;23(1):54-61. doi:10.1002/1521-1878(200101)23:1<54::AID-BIES1007>3.0.CO;2-5
83. Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology*. 2003;98(1):41-45. doi:10.1097/0000542-200301000-00010
84. Arens R, McDonough JM, Corbin AM, et al. Linear dimensions of the upper airway structure during development: assessment by magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165(1):117-122. doi:10.1164/ajrccm.165.1.2107140
85. Taylor M, Hans MG, Strohl KP, Nelson S, Broadbent BH. Soft tissue growth of the oropharynx. *Angle Orthod*. 1996;66(5):393-400. doi:10.1043/0003-3219(1996)066<0393:STGOTO>2.3.CO;2
86. Pohunek P. Development, structure and function of the upper airways. *Paediatr Respir Rev*. 2004;5(1):2-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.prrv.2003.09.002>
87. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth*. 2009;19 Suppl 1:1-8. doi:10.1111/j.1460-9592.2009.03012.x
88. Schwab RJ, Geftter WB, Hoffman EA, Gupta KB, Pack AI. Dynamic upper airway imaging during awake respiration in normal subjects and patients with sleep disordered breathing. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148(5):1385-1400. doi:10.1164/ajrccm/148.5.1385
89. Schwab RJ, Geftter WB, Pack AI, Hoffman EA. Dynamic imaging of the upper airway during respiration in normal subjects. *J Appl Physiol*. 1993;74(4):1504-1514. doi:10.1152/jappl.1993.74.4.1504
90. Schwab RJ. Upper airway imaging. *Clin Chest Med*. 1998;19(1):33-54. doi:10.1016/s0272-5231(05)70430-5
91. Preston CB, Lampasso JD, Tobias P V. Cephalometric evaluation and measurement of the upper airway. *Semin Orthod*. 2004;10(1):3-15. doi:<https://doi.org/10.1053/j.sodo.2003.10.001>
92. Schwab RJ, Goldberg AN. UPPER AIRWAY ASSESSMENT: Radiographic and Other Imaging Techniques. *Otolaryngol Clin North Am*. 1998;31(6):931-968. doi:[https://doi.org/10.1016/S0030-6665\(05\)70100-6](https://doi.org/10.1016/S0030-6665(05)70100-6)
93. Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2006;130(4):436.e1-9. doi:10.1016/j.ajodo.2006.03.022

94. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol.* 1989;66(1):295-303. doi:10.1152/jappl.1989.66.1.295
95. Buenting JE, Dalston RM, Smith TL, Drake AF. Artifacts associated with acoustic rhinometric assessment of infants and young children: a model study. *J Appl Physiol.* 1994;77(6):2558-2563. doi:10.1152/jappl.1994.77.6.2558
96. Molfenter SM. The Reliability of Oral and Pharyngeal Dimensions Captured with Acoustic Pharyngometry. *Dysphagia.* 2016;31(4):555-559. doi:10.1007/s00455-016-9713-y
97. Brooks LJ, Castile RG, Glass GM, Griscom NT, Wohl ME, Fredberg JJ. Reproducibility and accuracy of airway area by acoustic reflection. *J Appl Physiol.* 1984;57(3):777-787. doi:10.1152/jappl.1984.57.3.777
98. Bokov P, Essalhi M, Medjahdi N, et al. The utility of acoustic pharyngometry and rhinometry in pediatric obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Med.* 2019;58:75-81. doi:10.1016/j.sleep.2019.03.003
99. Groß TF, Peters F. A fluid mechanical interpretation of hysteresis in rhinomanometry. *ISRN Otolaryngol.* 2011;2011:126520. doi:10.5402/2011/126520
100. Abbey NC, Block AJ, Green D, Mancuso A, Hellard DW. Measurement of pharyngeal volume by digitized magnetic resonance imaging. Effect of nasal continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis.* 1989;140(3):717-723. doi:10.1164/ajrccm/140.3.717
101. Stuck BA, Neff W, Hörmann K, et al. Anatomic changes after hyoid suspension for obstructive sleep apnea: an MRI study. *Otolaryngol neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol Neck Surg.* 2005;133(3):397-402. doi:10.1016/j.otohns.2005.06.002
102. Macey PM, Macey KE, Henderson LA, et al. Functional magnetic resonance imaging responses to expiratory loading in obstructive sleep apnea. *Respir Physiol Neurobiol.* 2003;138(2-3):275-290. doi:10.1016/j.resp.2003.09.002
103. Mello Junior CF de, Guimarães Filho HA, Gomes CA de B, Paiva CC de A. Radiological findings in patients with obstructive sleep apnea. *J Bras Pneumol publicacao Of da Soc Bras Pneumol e Tisiologia.* 2013;39(1):98-101. doi:10.1590/s1806-37132013000100014
104. Cavalcanti MGP, Rocha SS, Vannier MW. Craniofacial measurements based on 3D-CT volume rendering: implications for clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(3):170-176. doi:10.1259/dmfr/13603271
105. Kayipmaz S SÖ. Kayipmaz S, Sezgin OS. Bilgisayarlı Tomografi: Prensibi, Tarihsel Gelişimi ve Diş Hekimliğindeki Uygulama Alanları. *Türkiye Klinikleri Journal of Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics* 2016;2(1):1-8. *Türkiye Klin J Oral Maxillofac Radiol.* 2016;(Bilgisayarlı Tomografi: Prensibi, Tarihsel Gelişimi ve Diş Hekimliğindeki Uygulama Alanları.):1-8.

106. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(11):1227-1237. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.06.017
107. Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod*. 2011;35(2):256-261. doi:10.1093/ejo/cjr099
108. HAAS AJ. THE TREATMENT OF MAXILLARY DEFICIENCY BY OPENING THE MIDPALATAL SUTURE. *Angle Orthod*. 1965;35:200-217. doi:10.1043/0003-3219(1965)035<0200:TTOMDB>2.0.CO;2
109. Cannavale R, Chiodini P, Perillo L, Piancino MG. Rapid palatal expansion (RPE): Meta-analysis of long-term effects. *Orthod Craniofac Res*. 2018;21(4):225-235. doi:10.1111/ocr.12244
110. De Felipe NLO, Da Silveira AC, Viana G, Smith B. Influence of palatal expanders on oral comfort, speech, and mastication. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2010;137(1):48-53. doi:10.1016/j.ajodo.2008.01.023
111. McNamara JAJ, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod*. 2003;73(4):344-353. doi:10.1043/0003-3219(2003)073<0344:RMEFBF>2.0.CO;2
112. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod*. 1970;57(3):219-255. doi:10.1016/0002-9416(70)90241-1
113. Menon S, Manerikar R, Sinha R. Surgical management of transverse maxillary deficiency in adults. *J Maxillofac Oral Surg*. 2010;9(3):241-246. doi:10.1007/s12663-010-0034-7
114. Seto BH, Gotsopoulos H, Sims MR, Cistulli PA. Maxillary morphology in obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur J Orthod*. 2001;23(6):703-714. doi:10.1093/ejo/23.6.703
115. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1995;10(2):75-96.
116. Larsson E. Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod*. 2001;71(2):116-119. doi:10.1043/0003-3219(2001)071<0116:SCAFHA>2.0.CO;2
117. Larsson E. The effect of dummy-sucking on the occlusion: a review. *Eur J Orthod*. 1986;8(2):127-130. doi:10.1093/ejo/8.2.127
118. Marcus CL. Pathophysiology of childhood obstructive sleep apnea: current concepts. *Respir Physiol*. 2000;119(2-3):143-154. doi:10.1016/s0034-5687(99)00109-7

119. Erverdi N, Okar I, Küçükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 1994;106(1):47-51. doi:10.1016/S0889-5406(94)70020-6
120. Bazargani F, Magnuson A, Ludwig B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018;40(3):281-284. doi:10.1093/ejo/cjx081
121. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *Angle Orthod*. 1961;31(2):73-90. doi:10.1043/0003-3219(1961)031<0073:REOTMD>2.0.CO;2
122. Agarwal A, Mathur R. Maxillary Expansion. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2010;3(3):139-146. doi:10.5005/jp-journals-10005-1069
123. Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. *JPO J Pract Orthod*. 1968;2(2):67-70.
124. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 1989;95(6):462-466. doi:10.1016/0889-5406(89)90409-5
125. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*. 1999;21(2):175-180. doi:10.1093/ejo/21.2.175
126. Işeri H, Özsoy S. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod*. 2004;74(1):71-78. doi:10.1043/0003-3219(2004)074<0071:SMESOL>2.0.CO;2
127. Halıcıoğlu YDDK, Yavuz DDİ. Literatür derlemesi: üst çene genişletmesinde apareyler ve felsefeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg*. 2011;2011(4):32–39.
128. Ludwig, B., Baumgaertel, S., Böhm, B., Bowman, S. J., Glasl, B., Johnston, L. E., Landes, P. D. D. C., Lietz, T., Schopf, P., ve Wilmes B. Ludwig, B., Baumgaertel, S., Böhm, B., Bowman, S. J., Glasl, B., Johnston, L. E., Landes, P. D. D. C., Lietz, T., Schopf, P., ve Wilmes, B. (2007). Mini-Implants in Orthodontics. *Innovation. Anchorage. Concepts. Quintessence International*, 91- 119.; 2007.
129. Hansson S, Josefsson E, Lindsten R, Magnuson A, Bazargani F. Pain and discomfort during the first week of maxillary expansion using two different expanders: patient-reported outcomes in a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2023;45(3):271-280. doi:10.1093/ejo/cjac067
130. Liou EJW, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft palate-craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc*. 2005;42(2):121-127. doi:10.1597/03-107.1

131. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66. doi:10.1016/0002-9416(70)90127-2
132. Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;69(3):274-284. doi:10.1016/0002-9416(76)90076-2
133. Agacayak KS, Gulsun B, Koparal M, Atalay Y, Aksoy O, Adiguzel O. Alterations in maxillary sinus volume among oral and nasal breathers. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 2015;21:18-26. doi:10.12659/MSM.891371
134. Tikku T, Khanna R, Sachan K, Srivastava K, Munjal N. Dimensional changes in maxillary sinus of mouth breathers. *J oral Biol craniofacial Res.* 2013;3(1):9-14. doi:10.1016/j.jobcr.2012.11.005
135. Harorlı A M. Harorlı A, Miloğlu Ö. Manyetik Rezonans Görüntüleme. Türkiye Klinikleri Journal of Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics 2016;2(1):22-32. *Türkiye Klin J Oral Maxillofac Radiol Top.* 2016;(Manyetik Rezonans Görüntüleme.):22-32.
136. Hashimoto K, Kawashima S, Araki M, Iwai K, Sawada K, Akiyama Y. Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT. *J Oral Sci.* 2006;48(1):27-34. doi:10.2334/josnurd.48.27
137. Aksoy S OK. Aksoy S, Orhan K. Manyetik Rezonans Görüntülemenin Dentomaksillofasiyal Bölgedeki Kullanım Alanları. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics. 2010;1(2):44-57. *Turkiye Klin J Dent Sci.* 2010;(Manyetik Rezonans Görüntülemenin Dentomaksillofasiyal Bölgedeki Kullanım Alanları.):57.
138. Okuyemi KS, Tsue TT. Radiologic imaging in the management of sinusitis. *Am Fam Physician.* 2002;66(10):1882-1886.
139. Aktuna Belgin C, Colak M, Adiguzel O, Akkus Z, Orhan K. Three-dimensional evaluation of maxillary sinus volume in different age and sex groups using CBCT. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2019;276(5):1493-1499. doi:10.1007/s00405-019-05383-y
140. Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1970;265:1-132.
141. Takemoto Y, Saitoh I, Iwasaki T, et al. Pharyngeal airway in children with prognathism and normal occlusion. *Angle Orthod.* 2011;81(1):75-80. doi:10.2319/013010-65.1
142. Ceylan I, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 1995;108(1):69-75. doi:10.1016/s0889-5406(95)70068-4

143. Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Comparative study of nasopharyngeal soft-tissue characteristics in patients with Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2011;139(2):242-251. doi:10.1016/j.ajodo.2009.07.016
144. Elwareth Abd Elrazik Yousif AA. Evaluation of upper and lower pharyngeal airway in hypo and hyper divergent Class I, II and III malocclusions in a group of Egyptian patients. *Tanta Dent J*. 2015;12(4):265-276. doi:https://doi.org/10.1016/j.tdj.2015.07.001
145. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2006;130(6):700-708. doi:10.1016/j.ajodo.2005.05.050
146. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(1):106-114. doi:10.1016/j.tripleo.2008.03.018
147. Donnelly LF, Surdulescu V, Chini BA, Casper KA, Poe SA, Amin RS. Upper airway motion depicted at cine MR imaging performed during sleep: comparison between young Patients with and those without obstructive sleep apnea. *Radiology*. 2003;227(1):239-245. doi:10.1148/radiol.2271020198
148. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(5):768-776. doi:10.1016/j.tripleo.2009.05.026
149. Lenza MG, Lenza MM de O, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2010;13(2):96-105. doi:10.1111/j.1601-6343.2010.01482.x
150. Yamashina A, Tanimoto K, Sutthiprapaporn P, Hayakawa Y. The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(5):245-251. doi:10.1259/dmfr/45926904
151. Ryan CF, Lowe AA, Li D, Fleetham JA. Three-dimensional upper airway computed tomography in obstructive sleep apnea. A prospective study in patients treated by uvulopalatopharyngoplasty. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144(2):428-432. doi:10.1164/ajrccm/144.2.428
152. Ingman T, Nieminen T, Hurmerinta K. Cephalometric comparison of pharyngeal changes in subjects with upper airway resistance syndrome or obstructive sleep apnoea in upright and supine positions. *Eur J Orthod*. 2004;26(3):321-326. doi:10.1093/ejo/26.3.321

153. van Vlijmen OJC, Kuijpers MAR, Bergé SJ, et al. Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc.* 2012;143(3):241-252. doi:10.14219/jada.archive.2012.0148
154. Hellsing E. Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head. *Eur J Orthod.* 1989;11(4):359-365. doi:10.1093/oxfordjournals.ejo.a036007
155. Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18(1):1-11. doi:10.1111/ocr.12053
156. Mah J, Hatcher D. Current status and future needs in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6 Suppl 1:10-82. doi:10.1034/j.1600-0544.2003.230.x
157. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2004;125(4):512-515. doi:10.1016/j.ajodo.2003.12.009
158. El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2010;137(4 Suppl):S50.e1-9; discussion S50-2. doi:10.1016/j.ajodo.2010.01.014
159. Garcia-Usó M, Lima TF, Trindade IEK, Pimenta LAF, Trindade-Suedam IK. Three-dimensional tomographic assessment of the upper airway using 2 different imaging software programs: A comparison study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2021;159(2):217-223. doi:https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.04.021
160. Chen H, van Eijnatten M, Wolff J, et al. Reliability and accuracy of three imaging software packages used for 3D analysis of the upper airway on cone beam computed tomography images. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2017;46(6):20170043. doi:10.1259/dmfr.20170043
161. Weissheimer A, Menezes LM de, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2012;142(6):801-813. doi:10.1016/j.ajodo.2012.07.015
162. Panou E, Motro M, Ateş M, Acar A, Erverdi N. Dimensional changes of maxillary sinuses and pharyngeal airway in Class III patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery. *Angle Orthod.* 2013;83(5):824-831. doi:10.2319/100212-777.1
163. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2011;139(6):e511-21. doi:10.1016/j.ajodo.2011.02.015
164. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod*

- its Const Soc Am Board Orthod.* 2010;137(3):306.e1-11; discussion 306-7. doi:10.1016/j.ajodo.2009.10.025
165. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2009;136(3):318.e1-9; discussion 318-9. doi:10.1016/j.ajodo.2009.02.017
 166. Haskell JA, McCrillis J, Haskell BS, Scheetz JP, Scarfe WC, Farman AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Semin Orthod.* 2009;15(2):132-158. doi:https://doi.org/10.1053/j.sodo.2009.02.001
 167. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2010;137(4 Suppl):S71-8. doi:10.1016/j.ajodo.2008.08.026
 168. Grauer D, Cevidanesh LSH, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2009;136(6):805-814. doi:10.1016/j.ajodo.2008.01.020
 169. Park JW, Kim NK, Kim JW, Kim MJ, Chang YI. Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on computed tomography and cephalometry after mandibular setback surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2010;138(3):292-299. doi:10.1016/j.ajodo.2009.10.036
 170. Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2011;140(4):e161-9. doi:10.1016/j.ajodo.2011.04.020
 171. Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, Celebi M, Uzun A. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: a stereological study. *Auris Nasus Larynx.* 2007;34(2):191-195. doi:10.1016/j.anl.2006.09.003
 172. Sahlstrand-Johnson P, Jannert M, Strömbeck A, Abul-Kasim K. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. *BMC Med Imaging.* 2011;11:8. doi:10.1186/1471-2342-11-8
 173. Arijji Y, Kuroki T, Moriguchi S, Arijji E, Kanda S. Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1994;23(3):163-168. doi:10.1259/dmfr.23.3.7835518
 174. Teke HY, Duran S, Canturk N, Canturk G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography

- scans. *Surg Radiol Anat.* 2007;29(1):9-13. doi:10.1007/s00276-006-0157-1
175. Kim J, Song SW, Cho JH, Chang KH, Jun BC. Comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and paranasal sinuses using three-dimensional reconstruction of computed tomography scans. *Surg Radiol Anat.* 2010;32(6):593-599. doi:10.1007/s00276-009-0618-4
 176. Gosau M, Rink D, Driemel O, Draenert FG. Maxillary sinus anatomy: a cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec (Hoboken).* 2009;292(3):352-354. doi:10.1002/ar.20859
 177. Fernandes CL. Volumetric analysis of maxillary sinuses of Zulu and European crania by helical, multislice computed tomography. *J Laryngol Otol.* 2004;118(11):877-881. doi:10.1258/0022215042703705
 178. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 1998;56(10):1158-1163. doi:10.1016/s0278-2391(98)90761-3
 179. Prabhat M, Rai S, Kaur M, Prabhat K, Bhatnagar P, Panjwani S. Computed tomography based forensic gender determination by measuring the size and volume of the maxillary sinuses. *J Forensic Dent Sci.* 2016;8(1):40-46. doi:10.4103/0975-1475.176950
 180. Sharma SK, Jehan M, Kumar A. Measurements of maxillary sinus volume and dimensions by computed tomography scan for gender determination. *J Anat Soc India.* 2014;63(1):36-42. doi:https://doi.org/10.1016/j.jasi.2014.04.007
 181. Karakas S, Kavakli A. Morphometric examination of the paranasal sinuses and mastoid air cells using computed tomography. *Ann Saudi Med.* 2005;25(1):41-45. doi:10.5144/0256-4947.2005.41
 182. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2012;141(5):618-626. doi:10.1016/j.ajodo.2011.12.017
 183. Darsey DM, English JD, Kau CH, Ellis RK, Akyalcin S. Does hyrax expansion therapy affect maxillary sinus volume? A cone-beam computed tomography report. *Imaging Sci Dent.* 2012;42(2):83-88. doi:10.5624/isd.2012.42.2.83
 184. Pangrazio-Kulbersh V, Wine P, Haughey M, Pajtas B, Kaczynski R. Cone beam computed tomography evaluation of changes in the naso-maxillary complex associated with two types of maxillary expanders. *Angle Orthod.* 2012;82(3):448-457. doi:10.2319/072211-464.1
 185. Haralambidis A, Ari-Demirkaya A, Acar A, Küçükkeleş N, Ateş M, Ozkaya S. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: a study on 3-dimensional computed tomography models. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board*

Orthod. 2009;136(6):815-821. doi:10.1016/j.ajodo.2008.03.020

186. Moradi, E., Sheikh, M., & Vaezi T. Moradi, E., Sheikh, M., & Vaezi, T. (2016). Cone beam computed tomography (CBCT) evaluation of age-related upper airway changes. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 15(1), 78-83. doi:<https://doi.org/10.3329/bjms.v15i1.19296>. *Bangladesh J Med Sci*. Published online 2016:78-83.
187. Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis. *J oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(9):2174-2183. doi:10.1016/j.joms.2011.10.013
188. Fagala KO, Streight RA HE. Fagala KO, Streight RA, Harris EF. Growth of the nasopharynx: a three –dimensional CBCT study. *J Dent Res* 2011;09(spec iss A):1518. *J Dent Res*. Published online 2011.
189. Gibelli D, Cellina M, Gibelli S, Oliva AG, Termine G, Sforza C. Three-Dimensional Assessment of Pharyngeal Volume on Computed Tomography Scans: Applications to Anesthesiology and Endoscopy. *J Craniofac Surg.* 2020;31(3):755-758. doi:10.1097/SCS.00000000000006094
190. Al-Bahrani ZM, Najm AA, Hadi FA. CBCT Analysis of Oropharynx Airway Volume. *J Craniofac Surg.* 2023;34(8). https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/fulltext/2023/11000/cbct_analysis_of_oropharynx_airway_volume.114.aspx
191. Diwakar R, Kochhar AS, Gupta H, et al. Effect of Craniofacial Morphology on Pharyngeal Airway Volume Measured Using Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)-A Retrospective Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(9). doi:10.3390/ijerph18095040
192. Chang Y, Koenig LJ, Pruszyński JE, Bradley TG, Bosio JA, Liu D. Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: a prospective cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2013;143(4):462-470. doi:10.1016/j.ajodo.2012.11.019
193. Almuzian M, Ju X, Almukhtar A, Ayoub A, Al-Muzian L, McDonald JP. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computerised Tomography (CBCT) based study. *Surgeon.* 2018;16(1):1-11. doi:10.1016/j.surge.2015.12.006
194. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study. *Angle Orthod.* 2014;84(2):265-273. doi:10.2319/012313-71.1
195. Zeng J, Gao X. A prospective CBCT study of upper airway changes after rapid maxillary expansion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013;77(11):1805-1810. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.07.028>
196. Kavand G, Lagravère M, Kula K, Stewart K, Ghoneima A. Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2019;89(4):566-574.

doi:10.2319/070818-507.1

197. Lotfi V, Ghoneima A, Lagraverre M, Kula K, Stewart K. Three-dimensional evaluation of airway volume changes in two expansion activation protocols. *Int Orthod*. 2018;16(1):144-157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ortho.2018.01.001>
198. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2000;117(5):567-570. doi:10.1016/s0889-5406(00)70202-2



T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu

0929

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"* Hızlı maksiller genişletme tedavisi uygulanmış bireylerde maksiller sinüs ve faringeal havayolu hacim değişimlerinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile incelenmesi "
VARSA ARAŞTIRMA PROTOKOL/PLAN KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi Eğitim ve Araştırma Hastanesi 35360 Karabağlar / İZMİR
	TELEFON	0 232 245 04 38 --- 0 232 244 44 44 / 1034
	FAKS	0 232 245 04 38
	E-POSTA	

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Ersen Bilgili			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ağız Diş ve Çene Radyolojisi, İ.K.Ç.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ağız Diş ve Çene Radyolojisi, İ.K.Ç.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi			
DESTEKLEYİCİ				
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	Uzmanlık tezi			
ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	retrospektif			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Yürürlük Numarası	Dil		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	22.04.2024		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 0229	Tarih: 16.05.2024				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler çalışmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.					
KARŞI OY						

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU	
ÇALIŞMA ESASI	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Çalışma Esasları Yönergesi
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Yılmaz ÖZKUL





ÖZGEÇMİŞ

EĞİTİM DÜZEYİ

Uzmanlık: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı (2021-2025)

Yüksek Lisans: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2019)

Lise: Bornova Anadolu Lisesi (2012)

İlkokul: Ekin Koleji (2008)

Yabancı Dil: İngilizce

BİLİMSEL ETKİNLİKLER

Poster Bildirileri:

Güleş B, Çiftçi C, Kalabalık F, Aytuğar E. Bir Türk popülasyonunda süpernumere diş karakteristikleri. İzmir Dişhekimleri Odası Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi. İzmir, Türkiye, 28-31 ekim 2021.

Karpat B, Miriler D, Aytuğar E, Özcan S. Alt dudak ve yanak içinde lokalize kapiller hemanjiom: bir olgu sunumu. İzmir Dişhekimleri Odası Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi. İzmir, Türkiye, 24-26 kasım 2023.