

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

**OROFARİNGEAL HAVA YOLU ÖLÇÜMÜNDE
KULLANILAN FARKLI ALT REFERANS
DÜZLEMLERİN TEKRAR EDİLEBİLİRLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Şahin BARIŞ

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMANI
Doç. Dr. Ashhan Uzel**

ADANA-2018

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

**OROFARİNGEAL HAVA YOLU ÖLÇÜMÜNDE
KULLANILAN FARKLI ALT REFERANS
DÜZLEMLERİN TEKRAR EDİLEBİLİRLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Şahin BARIŞ

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMANI
Doç. Dr. Aslıhan Uzel**

**Bu tez, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
TDH-2017-8776 no'lu proje ile desteklenmiştir.**

**Tez No:.....
ADANA-2018**

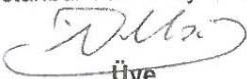
KABUL ve ONAY


Ortodonti Uzmanlık Programı Çerçevesinde yürütölmüş olan
**OROFARİNGEAL HAVA YOLU ÖLÇÖMÜNDE KULLANILAN FARKLI ALT
REFERANS DÜZLEMLERİN TEKRAR EDİLEBİLİRLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**
adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

TARİH:25/12/2018

TEZ SINAV JÜRİSİ


Doç. Dr. Aslıhan UZEL
Çukurova Üniversitesi
Başkan

Prof. Dr. İlter UZEL
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Serdar TOROĞLU
Çukurova Üniversitesi

Üye

Dr.
Üniversitesi
Üye

Dr.
Üniversitesi
Üye

Dr.
Üniversitesi
Üye

Dr.
Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun 02/01/2019 tarih ve 113 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana büyük emeği geçen, tecrübesini ve bilgisini esirgemeyen, yoluma ışık tutan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Aslıhan UZEL'e,

Klinik ve akademik konularda bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Sayın Serdar TOROĞLU, Doç. Dr. Funda Gülay KADIOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Oruç Yener ÇAM ve Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÜSTDAL GÜNEY'e,

Bu tez çalışmasında bana destek olan Dr. Öğr. Üyesi Volkan ÇİFTÇİ, Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Can TÜKEL ve Duygu SAIDDIKOĞLU'na,

Birlikte çalışma ve tanıma fırsatı bulduğum tüm asistan arkadaşlarım ve bölüm personelimize,

Uzmanlık eğitimim boyunca sabırla yolumu bekleyen ve her daim destek olan sevgili eşim Narmin Agayeva Barış'a,

Hayatımın her döneminde bana destek olan ve bugünlere gelmemi sağlayan annem Meral BARIŞ ve babam Muhammed BARIŞ'a,

Meslek hayatlarımız boyunca birbirimize destek olmaya devam edeceğimiz kardeşim Afşin BARIŞ'a,

Sonsuz sevgi ve teşekkürlerimle...

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Faringeal Hava Yolu.....	3
2.1.1. Faringeal Hava Yolu Anatomisi.....	3
2.2. Ortodonti ve Hava Yolu İlişkisi.....	5
2.2.1. Hava Yolunun Çene ve Okluzyon Gelişimi Üzerindeki Etkileri.....	5
2.2.2. Ortodontik tedavilere bağlı hava yolu değişimi.....	8
2.2.2.1. Üst Çene Genişletmesinin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi	8
2.2.2.2. Fonksiyonel Ortopedik Apareyletrin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi.....	9
2.2.2.3. Ortognatik Cerrahinin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi	10
2.3. Ortodontide Faringeal Hava Yolu Değerlendirme Yöntemleri.....	12
2.3.1. Lateral Sefalometri.....	12
2.3.2. Konik Hüzmeli Bilgisayarlı Tomografi(KHBT).....	13
2.3.2.1. KHBT'nin Faringeal Hava Yolu Ölçümünde Güvenilirliğini Kanıtlayan Çalışmalar.....	15
2.3.2.2. KHBT ile Faringeal Hava Yolu Ölçümünde Kullanılan Farklı Programlar.....	16
2.3.2.3. Ortodonti Literatüründe KHBT Kullanılarak Yapılmış Hava Yolu Çalışmaları.....	17
2.3.2.4. KHBT ile yapılmış hava yolu çalışmalarında standardizasyon ve karşılaştırılabilirlik.....	22

3. BİREYLER ve YÖNTEM.....	25
3.1. Bireyler	25
3.2. Yöntem.....	26
3.3. İstatistiksel yöntem:	31
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA.....	35
5.1. Bireyler	35
5.2. Yöntem.....	36
5.3. Bulgular	41
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	44
6.1. Sonuçlar	44
6.2. Öneriler	44
KAYNAKLAR.....	45
EKLER	54
ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No:</u>		<u>Sayfa No:</u>
Şekil 2.1.	Farinksin ön arka düzlemdeki üç ayrı bölümü. Nazofarinks, Orofarinks, Laringofarinks (Hipofarinks)	3
Şekil 2.2.	Faringeal hava yolunda yer alan kaslar	5
Şekil 3.1.	Frontal kesitte sağ ve sol orbitadan geçen çizginin yer düzlemine paralel hale getirilmesi.....	27
Şekil 3.2.	Sagittal kesitte sağ porion ve sağ orbitadan geçen çizginin yer düzlemine paralel hale getirilmesi.....	27
Şekil 3.3.	İkinci servikal vertebra alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları.....	29
Şekil 3.4.	Epiglottis alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları	29
Şekil 3.5.	Yumuşak damak alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları.....	30
Şekil 3.6.	Üçüncü servikal vertebra alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Çizelge 3.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik dağılımları	26
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan 3 boyutlu sefalometrik düzlemler ve açıklamaları	28
Çizelge 4.1. Farklı alt referans düzlemlere göre ölçülen hava yolu hacimlerinin ortalama ve standart sapması	33
Çizelge 4.2. ilk ve ikinci ölçümde gözlemciler arası ortalama farklarının varyans analizi ile değerlendirilmesi	33
Çizelge 4.3. Gözlemci içi ve gözlemciler arası sınıf içi korelasyon ve tekrar edilebilirliğin karşılaştırılması	34



SİMGELER ve KISALTMALAR

Ark.	: Arkadaşları
AHI	: Apne-hipopne indeksi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CV2	: 2. Servikal Vertebra
CV3	: 3. Servikal Vertebra
CV4	: 4. Servikal Vertebra
CV6	: 6. Servikal Vertebra
FHD	: Frankfurt Horizontal Düzlemi
FOV	: Field of view(Görüş alanı)
GA	: Güven Aralığı
HU	: Hounsfield ünitesi
HÜÇG	: Hızlı üst çene genişletmesi
KHBT	: Konik Hüzmeli Bilgisayarlı Tomografi
kV	: Kilovolt
mm3	: Milimetreküp
mA	: Miliamper
Min.	: Minimum
Max.	: Maksimum
OUAS	: Obstruktif uyku apnesi sendromu
Ort.	: Ortalama
p	: İstatistiksel Anlamlılık
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
SS	: Standart Sapma
sn	: Saniye
SKK	: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
TEK	: Tekrar Edilebilirlik Katsayısı
*	: $p \leq 0,05$
µl	: Mikrolitre
µSv	: Mikrosievert

ÖZET

Orofaringeal Hava Yolu Ölçümünde Kullanılan Farklı Alt Referans Düzlemlerin Tekrar Edilebilirliğinin Karşılaştırılması

Bu çalışmanın amacı KHBT üzerinden hacimsel hava yolu ölçümünde kullanılan farklı alt referans düzlemlerin gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirliğinin karşılaştırılmasıdır.

Çalışmamızda 35 iskeletsel Sınıf I bireye ait (ortalama yaş: 18,9±3,4 yıl) Konik Hüzmelili Bilgisayarlı Tomografi (KHBT) görüntüleri kullanılmıştır. Hacimsel hava yolu ölçümleri Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, California) programı kullanılarak yapılmıştır. Her grafiye ait ölçümler farklı tecrübe düzeylerinde olan üç gözlemci tarafından yapılmış ve iki hafta ara ile ikinci kez tekrarlanmıştır. Orofaringeal hava yolu hacim ölçümünde etki edebilecek diğer tüm değişkenler sabit tutularak ölçümler ikinci servikal vertebranın en alt ve ön noktası(CV2ai), üçüncü servikal vertebranın en alt ve ön noktası(CV3ai), epiglottisin ucu(EP) ve yumuşak damağın en uç noktası (SP) alt sınırları ile tekrarlanmıştır. Gözlemciler arası ve gözlemci içi uyuma sınıf içi korelasyon testi (SKK) ile bakılmıştır. Her dört parametre için tekrarlanabilirlik katsayıları (TEK), tekrarlayan ölçüm tasarımında gözlemci içi, gözlemciler arası ve toplam varyans bileşenleri kullanılarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz sonucunda tüm ölçülen değişkenler için güvenilirlik mükemmel ($ICC \geq 0.9$) bulunmuştur. Gözlemci içi ve gözlemciler arası en dar güven aralığı ve en yüksek tekrar edilebilirlik CV2, CV3, SP ve EP sırası ile bulunmuştur.

Çalışmamızın bulgularına göre incelenen referans düzlemlerin güvenilirliği konusunda herhangi bir fark bulunmamasına karşın, kemiksel referans düzlemler, yumuşak doku referans düzlemlerine kıyasla daha yüksek tekrarlanabilirliğe sahiptir.

Havayolu çalışmalarının veri standardizasyonunu sağlayabilmek için, kullanılacak alt referans düzleminin belirlenmesi konusunda görüş birliğine varılması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: : KHBT, Orofaringeal Havayolu, Güvenilirlik

ABSTRACT

Evaluation of the Examiner Reliabilities of Lower Border Planes Used for Volumetric Measurement of Pharyngeal Airway

The aim of this study is to assess the intra-examiner and inter-examiner reliabilities of different lower border planes used for volumetric measurement of oropharyngeal airway in CBCT.

The study consists of CBCT scans of 35 skeletal Class I subjects (mean age: $18,9 \pm 3,4$ years). The volume from each scan was measured by using four common used lower airway borders on Dolphin 3D software (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, California). Three researchers with different levels of experience independently made volumetric measurements twice with two week interval. With keeping all other variables constant, oropharyngeal airway volumes measured four times for each scan with the most anterior and inferior point of second cervical vertebrae (CV2ai), the most anterior and inferior point of third cervical vertebrae (CV3ai), tip of epiglottis (EP) and tip of soft palate (SP) as lower limit. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to assess intra-examiner and inter-examiner reliabilities. Repeatability coefficients (RC) for each 4 parameters were calculated by using interexaminer, intraexaminer and total variance components in the repetitive measurement design.

As a result of statistical analysis reliability was found excellent ($ICC \geq 0.9$) for all measured variants. Narrowest confidence interval and highest Repeatability for both interexaminer and intraexaminer measurements found in CV2 which followed by CV3, SP and EP respectively.

According to the findings of our study although there is no big differences in reliability of all these borders, bony structures has higher repeatability than soft tissue ones. Due to the standardization need for the data of pharyngeal airway studies a consensus should be achieved.

Keywords: CBCT, Oropharyngeal airway, Reliability

1. GİRİŞ

Faringeal hava yolu ile çene-yüz gelişimi arasındaki ilişki 1800'lü yıllardan beri incelenmektedir.¹ Nazofaringeal ve orofaringeal hava yolunun çene-yüz bölgesindeki gelişimi etkilediği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır.¹⁻⁵

Dişlerin dizilimi çevre yumuşak dokularla uyum içerisinde olup çiğneme, konuşma, solunum gibi pek çok fonksiyon tarafından etkilenir. Özellikle solunum ile ilgili bozukluklar büyüme gelişim döneminde çene-yüz ilişkilerini olumsuz etkiler. Ağız solunumu yapan bireylerde, alt çenenin aşağı ve geriye rotasyonu ile birlikte dil de aşağı ve ileride konumlanır. Dik yön yüz gelişimi artar.²⁻⁶ Sonuçta, ön açık kapanış, yan çapraz kapanış, üst çenede darlık ve üst dişlerde ileri itim gibi kapanış bozuklukları ortaya çıkabilir.⁶

Faringeal hava yolu bölgesinde yer alan dil, yumuşak damak, hyoid ve çevre kaslar, üst ve alt çene ile direkt ya da indirekt olarak bağlantı gösterir. Bu nedenle, faringeal hava yolu boyutları, iskeletsel olarak çene hareketlerinin yönü ve miktarına bağlı olarak da değişmektedir.⁷ Yapılan ortopedik ve ortognatik tedaviler ile üst ve alt çene konumlarının değiştirilmesinin hava yolu boyutlarını etkilediği de bilinmektedir.⁶⁻¹⁰ Dolayısıyla ortodonti ile faringeal hava yolunun ilişkisi çok sayıda araştırmaya konu olmaktadır.

Faringeal hava yolunun değerlendirilmesinde ise pek çok görüntüleme yöntemi kullanılmaktadır.^{2,3,6,11} Bu yöntemlerden en sık kullanılanı lateral sefalometrik filmler ve konik hüzmeli bilgisayarlı tomografiler (KHBT) dir.

Faringeal hava yolunun değerlendirilmesinde KHBT ile lateral sefalometrik film görüntülerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, KHBT görüntülemesinin daha güvenilir sonuçlar verdiği ortaya konmuştur.¹²⁻¹⁶ Hava yolunun hacimsel değerlendirmesinde KHBT kullanımının en güvenilir yöntem olduğunun kanıtlanmasıyla, ortodonti literatüründeki çalışmaların sayısı her geçen gün artmaya başlamıştır.^{7,16,17}

Artan çalışma sayıları sonuçlarının birbiri ile karşılaştırılabilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Ancak standart referans düzlemlerin olmayışı benzer çalışmalarda çelişkili sonuçlar ortaya çıkmasına neden olmakta ve sonuçların karşılaştırılmasını imkansızlaştırmaktadır. Literatürde farklı referans sınırlarının tekrar edilebilirliğinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasının amacı, KHBT görüntüleri ile yapılan hava yolu ölçümlerinde standart olarak kullanılacak bir referans düzleminin belirlenmesidir. Çalışmamız “Sert doku referans noktalarının tekrar edilebilirliği yumuşak doku referans noktalarının tekrar edilebilirliğinden yüksektir.” hipotezi üzerine kurulmuştur. Bunun için, literatürde yaygın olarak kullanılan dört farklı yumuşak ve sert doku alt referans düzlemlerinin, tekrarlayan ölçümlerinde güvenilir karşılaştırılmış ve ölçüm güvenilirliği en fazla olan referans düzlemin tespit edilmesi ile literatürde bu konuda standardizasyon sağlanmasının önünün açılması hedeflenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

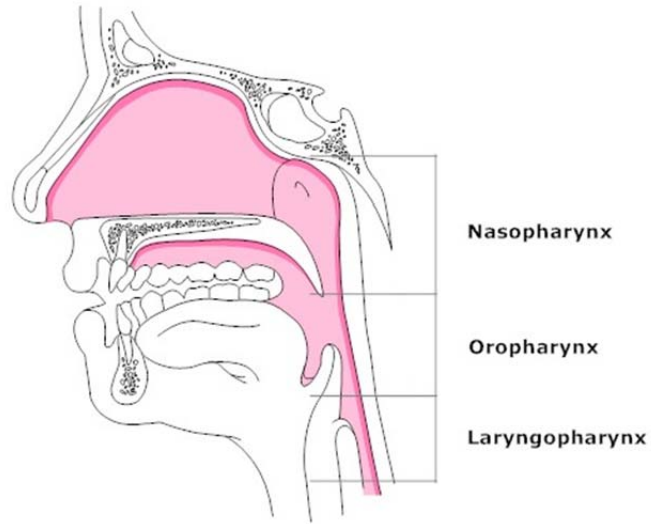
2.1. Faringeal Hava Yolu

2.1.1. Faringeal Hava Yolu Anatomisi

Faringeal hava yolu solunum, konuşma ve yutkunma gibi fizyolojik fonksiyonlarda önemli bir rolü olan karmaşık bir doku bütünüdür. Farinks, primitif önbarsağın büyümesi ve uzaması sonucunda oluşur.^{18,19}

Farinks boru şeklinde bir organ olup sindirim sisteminin ağız boşluğundan sonra gelen kısmıdır. Kafa tabanı ile 6. Servikal vertebra (CV6) arasında uzanan farinksözafagus ile devam eder. Hem solunum hem de sindirim sistemi ile ilişkili olan farinks burun boşluğunun arka duvarından başlayıp ağız boşluğunu da geçerek larinkse kadar uzanmaktadır.^{18,19}

Faringeal hava yolu anatomik olarak üç kısımda incelenmektedir. Bunlar; Nazofarinks, Orofarinks ve Laringofarinks'tir (hipofarinks) (Şekil 2. 1).^{18,19}

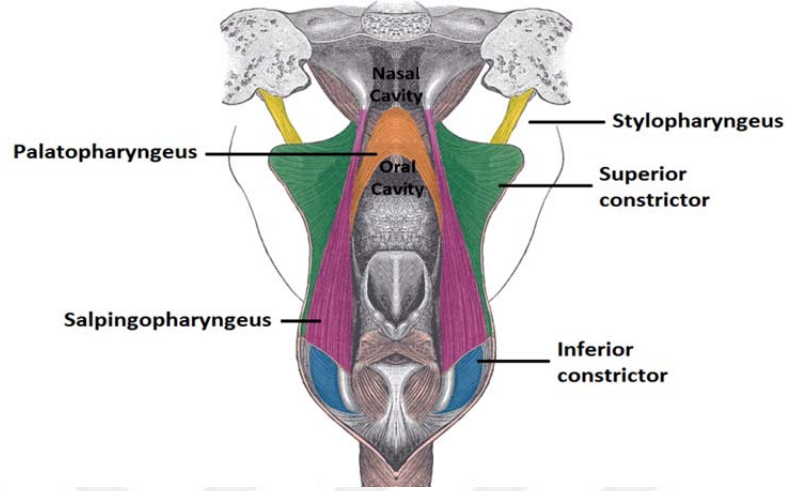


Şekil 2.1. Farinksin ön arka düzlemdeki üç ayrı bölümü. Nazofarinks, Orofarinks, Laringofarinks (Hipofarinks)

- 1) **Nazofarinks:** Farinksin yumuşak damağın üzerinde ve burun boşluğunun arkasında yer alan kısmıdır. Önde koanalar aracılığıyla nazal kaviteye açılır. Orta kulağı farenkse bağlayan östaki tüpü nazofarenkse açılmaktadır. Nazofarenksin tavanı ile arka duvarını birleştiren eğimli yüzeyde lenfoid doku ve foliküller içeren mukoza kabartılarından oluşan farengeal tonsiller yer almaktadır. Nasofarengeal tonsilin genişlemesiyle 'adenoid' ya da 'adenoid vejetasyon' denilen yapı ortaya çıkmaktadır. Nazofarinksin arka duvarı ile yumuşak damağın serbest kenarı arasındaki açıklığa da *faringeal açıklık* adı verilir. Bu açıklık nazofarinksiorofarinkse bağlayıp, yutkunma sırasında yumuşak damağın yukarı kalkmasıyla kapanır.¹⁸⁻²⁰
- 2) **Orofarinks:** Farinksin yumuşak damak ile epiglottis üst kenarı arasında kalan kısmıdır. 2.Servikal vertebra ile 3.Servikal vertebra (CV2-CV3) arasında uzanan bu kısım sindirim ve solunum sistemi için ortak bir geçit yoludur. Önde Orofarengeal isthmus ile ağız boşluğuna açılır. Orofarenksin ön duvarı dil kökü ve epiglottik katlantı tarafından oluşturulmaktadır. Dil kökünün posterior yüzünde bulunan lenfoid doku lingual tonsilolarak adlandırılmaktadır. Lingual tonsilin lokalizasyonu ve boğaz bölgesindeki yapılarla ilişkisi nedeniyle dil pozisyonunda değişikliğe neden olabildiği bildirilmiştir. Orofarenksin lateral duvarları birbirinden uzaklaşan palatoglossal ve palatofarengeal plikalardan oluşmaktadır. Bu plikaların arasında tonsiller fossa denen üçgen şeklinde bir çukurluk mevcuttur, sindirim ve solunum sistemlerinin başlangıç kısmında koruyucu bir mekanizma olarak görev yapan *tonsillapalatin* burada yer alır.¹⁸⁻²⁰
- 3) **Laringofarinks (Hipofarinks):** Önde epiglottisin üst kenarından krikoid kıkırdağın alt kenarına kadar uzanan farinks kısmıdır. Epiglottis, yutkunma sırasında bir kapak gibi larenksin girişini kapayarak gıdanın aspire edilmesini önleyen elastik kartilajdan oluşan bir yapıdır. Anatomik olarak CV3-CV6 arasında yer alan laringofarinksalt kısımdan özafagusla ve laringeal boşluk aracılığı ile trakeayla ilişkili haldedir.¹⁸⁻²⁰

Ayrıca faringeal hava yolunda yutkunma ve konuşma sırasında farinksi yukarı doğru kaldıran M. Palatopharyngeus, M. Stylopharyngeus ve M. Salpingopharyngeus isimli kaldırıcı kaslar ile yutkunma sırasında besin maddelerinin özafagusu geçmesini engelleyen

M. ConstructorPharyngisSüperior, M. ConstructorPharyngisMedius ve M. ConstructorPharyngisİnferior isimli daraltıcı kaslar yer almaktadır (Şekil 2. 2).¹⁸⁻²⁰



Şekil 2. 2. Faringeal hava yolunda yer alan kaslar

2.2. Ortodonti ve Hava Yolu İlişkisi

2.2.1. Hava Yolunun Çene ve Okluzyon Gelişimi Üzerindeki Etkileri

Hava yolu ile yüz morfolojisi arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir.²¹ Hava yolu hacmi sagittal yönde fonksiyonel kaydırmadan, baş pozisyonundan, sagittal iskeletsel ilişki ve maksiller protraksiyon gibi durumlardan etkilenebilmektedir.^{9,22,23}

Yapılan birçok araştırma hava yolu hacmi azalmış hastalarda zayıf perioral kaslar, artmış dik yön, derin damak kubbesi, II. Sınıf kapanış bozukluğu, açık kapanış ve dar burun delikleriyle karakterize adenoid yüz tipinin görülebileceğini ortaya koymuştur.^{24,25}

Hava yolu tıkanıklıklarına bağlı oluşan solunum bozukluklarında dik yönde meydana gelen değişimler birçok çalışmada incelenmiştir. Mc.Namara ve Ark.²⁶ hava yolu daralması gözlemlenen hastalarda sefalometrik filmler üzerinde inceleme yapmıştır. Buna göre üst çenede molarların ileri ve aşağı doğru hareketi ile maksillomandibuler kompleksin normal ön-arka yön ilişkisinde, alt yüz yüksekliğinin artıp daha retrognatik bir profil görüntüsü oluştuğunu tespit edilmiştir.

Farklı dik büyüme yönü gösterip, ön-arka yönde benzer iskeletsel ilişkiye sahip bireylerin faringeal hava yolu genişlikleriyle ilgili çalışmalarda ise benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmaların bulgularına göre; alt çenenin geriye rotasyon yapması ile dik yön yüz gelişimi artmış bireylerde, dik yönü normal ve azalmış bireylere göre üst faringeal hava yolu genişliğinin daha az olduğu tespit edilmiştir.^{27,28} Çelikoğlu ve Ark.²⁹ yaptığı bir KHBT çalışmasında 100 bireye ait (ort yaş 24±5,3) KHBT görüntüleri dik yön gelişim paternine göre sınıflandırıp incelenmiş ve bunun sonucunda artmış dik yöne sahip bireylerin nazofaringeal, orofaringeal ve total hava yolu hacimleri normal ve azalmış dik yöne sahip bireylerden az bulunmuştur. Azalmış dik yöne sahip bireylerin total ve orofaringeal havayolu hacimlerinin ise diğer iki guruptan daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuç dik yön ve havayolu ilişkisi üzerinde daha önce yapılmış sefalometrik çalışmalar ile uyumludur.^{28,30} Wang ve Ark.³¹ da benzer olarak 64 erişkin iskeletsel II. Sınıf kapanış bozukluğu olan bireye ait KHBT grafileri üzerinde yaptıkları çalışmada artmış dik yöne sahip olguların daha dar faringeal havayoluna sahip olduklarını bulmuşlardır.

Literatürde mandibular yetersizlik ile posterior farengeal havayolu darlığını ilişkilendiren çalışmalar da mevcuttur.^{32,33} Geride konumlanmış mandibula varlığında dilin ve yumuşak damağında daha geride konumlanmasına bağlı olarak solunum fonksiyonunun kısıtlanması ve gece solunum problemleri görülebilmektedir.³⁴

II. Sınıf 1. Bölüm kapanış bozukluğu olan 40 hastanın üst havayolu boyutlarını I. Sınıf molar ilişkiye sahip 80 hastayla karşılaştıran bir sefalometrik çalışmada II. Sınıf kapanış bozukluğu olan bireylerin kontrol grubuna kıyasla nazofarenks alanlarının daha geniş veya benzer olduğu, orofarengeal ve hipofarengeal alanlarının ise daha dar olduğu bulunmuştur.³⁵

Jena ve Ark.³⁶ benzer vertikal büyüme paterni olan normal, retrognatik ve prognatik mandibulalara sahip 44 erkek 47 kadın bireye ait sefalometrik filmleri inceledikleri çalışmada nazofarenks ve hipofarenks boyutlarının sagittal mandibular gelişimden bağımsız olduğunu ancak orofarinks derinliğinin prognatik mandibulaya sahip bireylerde diğer gruplara göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. 2010 yılında yapılan bir KHBT çalışmasında 27 sağlıklı bireye ait (12 erkek, 15 kız, ort. yaş:11±1,11) grafilere incelenmiş ve sonuç olarak normal gelişim gösteren bireylere

kıyasla retrognatik mandibulaya sahip bireylerin total hava yolu hacimlerinin daha az olduğu bulunmuştur.³⁷

Ortalama 11,79 yaşında 60 birey üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise retrognatik mandibulaya sahip bireylerin nazofaringeal ve orofaringeal hava yolu hacimleri normal ve prognatik mandibulaya sahip bireylere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada ayrıca prognatik mandibulaya sahip bireylerin orofaringeal havayolu hacminin diğer iki gruptan fazla olduğu ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı bir boyutta olmadığı rapor edilmiştir.³⁸

Grauer ve Ark.³⁹ büyüme gelişimi tamamlanmış 62 bireye ait KHBT görüntülerinde yaptığı bir başka çalışmada da bu çalışmaya benzer olarak iskeletsel II. Sınıf kapanış bozukluğu olan bireylerin hava yolu hacmi iskeletsel I. Sınıf I ve III. Sınıf bireylerden daha az bulunmuştur. Birçok başka çalışmada da benzer olarak I. Sınıf I ve III. Sınıf kapanışa sahip bireylerin hava yolu hacimleri II. Sınıf bireylerden fazla bulunmuştur.^{2,33,41} Sonuç olarak II. Sınıf kapanış bozukluğu ve vertikal büyüme paternine sahip bireyler, normal oklüzyona ve büyüme modeline sahip bireylerden daha dar bir havayoluna sahip olabilmektedirler.³⁰

Farklı ön-arka yön çene gelişimine sahip bireylerin faringeal hava yolu genişlikleri ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmında alt çenesi ileride olan bireyler ile iskeletsel olarak I.Sınıf ilişkiye sahip bireylerin hava yolu genişlikleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda alt çenesi ileride olan çocuklarda orofaringeal genişliğin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.^{42,43} Bu konuyla ilgili olarak Takemoto ve Ark.⁴² yapmış oldukları çalışmada alt çenesi ileride konumlanmış 25 kız çocuğu ile 15 normal oklüzyonlu karma dentisyona sahip çocuğu değerlendirilmiştir ve bunun sonucunda alt çenesi ileride olan çocukların sefalometrik ölçümlerinde nazofaringeal havayolunun normal oklüzyona sahip bireylerle benzer olduğunu tespit etmiştir. Orofaringeal genişliğin ise daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bu fazlalığın ise dilin ve hyoidin daha önde konumlanmasına bağlı olarak III. Sınıf iskeletsel bozukluklar için zemin hazırlayan bir faktör olabileceği görüşünü savunmuşlardır. Iwasaki ve Ark.⁴³ KHBT üzerinden yaptığı bir çalışmada ise ortalama 8.6 yaşındaki 20 iskeletsel III. Sınıf kapanış bozukluğuna sahip kız çocuğunda orofaringeal hava yolunun, 25 iskeletsel I. Sınıf çocuğa göre daha geniş olduğunu tespit etmiştir.

2.2.2. Ortodontik tedavilere bağlı hava yolu değişimi

2.2.2.1. Üst Çene Genişletmesinin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi

Hızlı üst çene genişletmesinin(HÜÇG) burun boşluğu ölçümlerine olan etkisi ilk defa 1886 yılında Eysel tarafından ortaya konulmuştur. Bu bilgiler ışığında 1961 yılında Haas tarafından yapılan çalışmada burun hava yolu direncinde hızlı üst çene genişletmesine bağlı olarak azalmalar ve orta palatal sutura yakın bölgedeki burun boşluğu genişliğinde artmalar tespit edilmiştir.⁴⁴ Yapılan KHBT çalışmalarında, HÜÇG ile nazal kavite ve nazofarenks hacminde artış tespit edilmişken, orofarinks ve hipofarinkste belirgin değişim olmadığı rapor edilmiştir.⁴⁵⁻⁴⁷

Baratieri ve Ark.⁴⁸ yaptıkları sistematik taramada büyüme gelişimi devam eden bireylerde HÜÇG nin etkisini incelemiş ve meydana gelen hacimsel artışın en az 11 ay stabil kaldığı sonucuna varmıştır. Buck ve Ark.⁴⁹ yaptığı bir başka sistematik taramada da benzer olarak HÜÇG'nin nazal hava yolu hacmini ve total hava yolu hacmini arttırdığı ve uzun vadede bu sonucun stabil kaldığı sonucuna varılmıştır. Ancak randomize klinik çalışmaların ve tedavi edilmemiş kontrol grubu yetersizliği gibi metodolojik sınırlamalara ek olarak, hava yolu sınırlarının belirlenmesinde kullanılan referans nokta ve düzlemlere yönelik bir uluslararası görüş birliğinin olmamasının yapılan sistematik tarama ve meta-analizinin sonucuna etki edebileceğine de değinilmiştir.

Di Carlo ve Ark.⁵⁰ HÜÇG'nin hava yolu üzerine etkisini incelemeye yönelik yaptığı bir başka derlemenin sonucunda çalışmaların birbiri ile kıyaslanmasının sınırların belirlenmesinde kullanılan referans düzlemler, segmentasyon protokolleri, eşik değeri belirlenmesi ve KHBT çekim protokollerinin standart olmaması sebebiyle gereken güvenilirlikte yapılamayacağı sonucuna varmışlardır. Bu bilgiler ışığında her ne kadar yapılan farklı KHBT çalışmaları nazal pasajda genişleme olduğunu gösterse de nazal rezistansın ölçümünde altın standartın hala rinomanometri ve akustik rinometri olduğu belirtilmektedir.⁵¹

2.2.2.2. Fonksiyonel Ortopedik Apareylerin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi

Yapılan KHBT çalışmalarının sonucunda retrognatik mandibulaya sahip bireylerde dilin geride konumlanması hyoid kemiğin daha aşağıda ve geride olmasına bağlı olarak özellikle orofaringeal havayolunun daha dar olduğu bildirilmiştir.^{2,52} Fonksiyonel mandibular ilerletme tedavileri sonucunda, alt çene, yumuşak damak, dil ve hyoid kemiğin öne doğru pozisyonu ile üst hava yolu hacminde artış olduğu rapor edilmiştir.^{53,54}

Iwasaki ve Ark.⁵⁵ yaptığı çalışmada, ortalama 11,6 yaşında 24 iskeletsel II. Sınıf kapanış bozukluğu olan hasta Herbst apareyi ile tedavi edilmiştir. Tedavi öncesi ve sonrası KHBT grafileri üzerinden faringeal hava yolunun değişimi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar benzer yaştaki I. Sınıf bireylerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda tedavi grubunda kontrol grubuna kıyasla orofaringeal ve hipofaringeal hacimlerinde anlamlı artış rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada ise ortalama 11,7 yaşında 20 iskeletsel II. Sınıf kapanış bozukluğu olan hasta MARA apareyi ile tedavi edilmiş ve havayolu hacmi değişimleri KHBT üzerinden tedavi edilmemiş kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda kontrol grubuna kıyasla orofaringeal havayolu hacminde ve hyoid kemiğin anterioposterior konumunda belirgin düzelim bulunmuştur.⁵⁶

Isidor ve Ark.⁵⁷ yaptığı başka bir çalışmada twin-block ile tedavi edilmiş, ortalama 11,4 yaşında 20 II. Sınıf kapanış bozukluğu olan hastaya ait tedavi öncesi ve sonrası KHBT grafileri ile benzer yaş grubundaki I. Sınıf bireylere ait KHBT görüntüleri karşılaştırılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla tedavi grubunda, orofaringeal hava yolu hacim artışına bağlı üst hava yolu hacminde belirgin artış tespit edilmiştir.

Xiang ve Ark.⁵⁸ büyümekte olan hastalarda II. Sınıf kapanış bozukluğu tedavisine yönelik kullanılan fonksiyonel aygıtların havayoluna etkisini incelediği sistematik tarama ve meta-analizin sonucunda orofaringeal havayolu hacminde anlamlı artış bildirilmişken hipofaringeal ve nazofaringeal havayolu hacminde anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Bu çalışma da hava yolu hacmi üzerine yapılmış olan diğer sistematik çalışmalara benzer şekilde literatürde kullanılan farklı referans düzlemlerin veri havuzunu etkileyebileceğine ve standart referans düzlemlerin gerekliliğine vurgu yapmıştır.

III. Sınıf kapanış bozukluğunun erken ortopedik tedavisine yönelik yapılmış olan hava yolu çalışmalarında literatürde çelişki sonuçlar mevcuttur. Kılınç ve Ark.⁵⁹ yaptıkları çalışmada, ortalama 10 yaşında, yüz maskesi ile tedavi edilmiş 18 hasta ile tedavi edilmemiş kontrol grubundaki bireylere ait sefalometrik filmleri karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda nazofaringeal ve orofaringeal havayolu hacminde artış rapor edilmiştir. Hiyama ve Ark.⁹ yüz maskesi tedavisinin havayoluna etkisine yönelik ortalama 9,8 yaşında 25 hasta üzerinde yaptığı çalışmada tedavi öncesi ve sonrası havayolu hacimleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Chen ve Ark.⁶⁰ aktif büyüme dönemindeki 30 hastada yaptığı çalışmada ise hızlı üst çene genişletmesi ile beraber yüz maskesi tedavisi uygulanmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası KHBT görüntüleri incelenmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda nazofarinks ve hipofarinks hacminde belirgin artış bildirilmişken orofarinks hacminde anlamlı artış bulunamamıştır. Pamporakis ve Ark.⁶¹ KHBT üzerinden yaptığı bir çalışmada da HÜÇG ve yüz maskesi tedavisi sonucunda faringeal havayolu hacminde anlamlı bir artış bulamamıştır. Ming ve Ark.⁶² yaptığı bir sistematik tarama ve meta-analizde ise yüz maskesi tedavisi sonucunda üst faringeal hava yolu hacminde belirgin artış olduğu ancak alt faringeal havayolunda oluşan artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

2.2.2.3. Ortognatik Cerrahinin Faringeal Hava Yolu Üzerine Etkisi

Ortognatik cerrahi prosedüründe üst çene ve alt çene uzayın üç yönünde hareket ettirilebilir. Birçok araştırmacı ortognatik cerrahiye bağlı havayolunda oluşan değişimi incelemiştir. Irani ve Ark.⁶³ tek çene mandibular geriletme cerrahisinin etkisini KHBT üzerinden inceledikleri çalışmalarında ortalama 23,88 yaşında 28 hasta incelenmiş ve ortalama 9,93 mm mandibular geriletme sonucu orofaringeal ve hipofaringeal hava yolu hacimlerinde belirgin azalma tespit edilmiştir. Mattos ve Ark.⁶⁴ yaptıkları sistematik tarama ve meta-analiz sonucunda tek başına uygulanan alt çene geriletme cerrahisinin özellikle orofaringeal hava yolu hacmini azalttığını tespit etmişlerdir.

Tan ve Ark.⁶⁵ üst çene ilerletme ile beraber veya üst çene ilerletmesi olmaksızın yapılmış olan alt çene geri alma operasyonlarının hava yoluna etkisini inceledikleri sistematik tarama derlemesinde, altı sistematik taramayı incelemiş ve bunun sonucunda alt çene geriletme cerrahilerinin hava yolunda daralmaya sebebiyet verdiğini

bildirmişlerdir. Üst çene ilerletilmesi ile beraber yapılan alt çene geriletme cerrahilerinin hava yoluna daha az olumsuz etkisinin bulunması sebebiyle tercih edilmesini öneren bu derlemede ayrıca ileride yapılacak olan sistematik taramaların daha güvenilir olabilmesi adına en tekrar edilebilir ve en uygun ölçüm alanlarının belirlenmesi gerektiğine ve ölçüm tekniğine yönelik konsensus ihtiyacına değinilmiştir.

Gökçe ve Ark.⁶⁶ ortalama 21.6 yaşında 25 hastada yaptığı üst çene ilerletme ve alt çene geri alma cerrahisi sonrası hava yolu hacmi değerlendirmesinde, alt faringeal hava yolunda mandibulanın geri alınmasına bağlı daralma tespit edilmiştir. Ancak bu daralmanın maksillanın ilerletilmesine bağlı üst faringeal hava yolundaki artış ile kompanse olduğu ve bu durumun total hava yolu hacmine artış olarak yansıdığı rapor edilmiştir. Gökçe ve Ark.⁶⁷ tarafından distraksiyon osteogenezi tekniği ile yapılan üst çene ilerletmeleri sonucu oluşan faringeal hava yolu değişimleri incelemesinde üst çenenin ortalama 10 mm ilerletilmesi sonucu burun boşluğu ve faringeal hava yolu hacminde belirgin artış tespit edilmiştir.

Çift çene ilerletmesinin hava yolu hacminde neden olduğu belirgin artış sebebiyle OSA tedavisinde kullanılması birçok çalışmada önerilmiştir.⁶⁸⁻⁷⁰ Holty ve Guillemainault'un⁶⁸ yaptığı sistematik tarama ve meta-analizde toplam 627 uyku apneli birey çift çene ilerletme cerrahisi öncesi ve sonrası değerlendirilmiş ve AHI'ne göre belirgin düzelme saptanmıştır. Zaghi ve Ark.⁷⁰ toplam 45 çalışmayı dahil ettikleri bir sistematik tarama ve meta-analizde de benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Christovam ve Ark.⁶⁹ yaptığı başka bir sistematik tarama ve meta-analiz sonucunda total hava yolu hacminin çift çene ilerletilmesi sonucu belirgin düzeyde arttığı, üst çene ilerletilmesi ile beraber veya tek başına yapılan alt çene geriletmesi ile belirgin düzeyde azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da sınırların belirlenmesine yönelik kullanılan referans düzlemlerin heterojenitesi sebebiyle dataların daha güvenilir hale gelmesi için standardizasyon ihtiyacına değinilmiştir. Rosario ve Ark.⁷¹ yaptığı başka bir sistematik tarama ve meta-analizde de çift çene ilerletmesinin üst hava yolu hacminde belirgin artışa sebebiyet verdiğini ancak bu cerrahi türünün gerçek faydalarından emin olmak adına ölçüm tekniği ve anatomik sınırların standardizasyonunun yapılması gerekliliğine vurgu yapılmıştır.

Alt çene ilerletilmesi cerrahisinin hava yoluna etkisini sefalometrik olarak inceleyen bir çalışmada saat yönü tersine yapılan alt çene ilerletmesinin orofaringeal

hava yolu hacminde artışa sebebiyet verdiği bildirilmiştir.⁷² Yuen ve Ark.⁷³ 137 hastada KHBT ile yaptıkları bir çalışmada da alt çene ilerletmesinin faringeal hava yolu hacmini arttırdığı rapor edilmiştir. Ristow ve Ark.⁷⁴ yaptığı başka bir çalışmada ise alt çene ilerletilmesi sonrası ortalama 28,94 yaşında 89 hasta değerlendirilmiştir. KHBT ile yapılan bu çalışmada da tek başına yapılan alt çene ilerletilmesi operasyonunun iskeletsel II. Sınıf kapanış bozukluğu olan hastalarda posterior hava yolu hacmini belirgin olarak arttırdığı rapor edilmiştir.

2.3. Ortodontide Faringeal Hava Yolu Değerlendirme Yöntemleri

2.3.1. Lateral Sefalometri

Lateral sefalometri, teknik kolaylığı, erişilebilirliği, düşük maliyeti ve düşük radyasyonu gibi avantajlarına karşın, faringeal hava yolunun üç boyutlu görüntüsünü iki boyutluya indirilmesi nedeniyle, doğruluğu ve güvenilirliği de pek çok araştırmada tartışılmaktadır.^{14,75,76}

Lateral sefalometrilere üzerinde güvenilir lineer ölçümler yapılabilmektedir⁷⁷, nazofaringeal ve retropalatal bölgelerin boyutları ölçülebilirken, dilin arka tarafındaki hava yolunu ölçmek için lateral sefalometrinin güvenilir olduğu kanıtlanmamıştır.⁷⁸ Kraniofasiyal morfoloji üzerine yapılan bir meta-analizde adenoid hipertrofiye bağlı farinks seviyesinde azalmış hava yolu ile pediatrik uyku bozuklukları arasında anlamlı bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.⁷⁹

Üst hava yolu obstrüksiyonunun en yaygın nedenlerinden biri, hipertrofik adenoidlerdir. Nazofarenksin arka duvarında bulunan bu lenfoid dokular artan immün aktiviteye bağlı olarak hacim olarak büyümektedir. Adenoidler 4 ila 5 yaş arasında en yüksek büyüme hızına erişir. Daha sonra 9 ila 10 yaş arasında tekrar hızlanan bir süreçle adenoidlerin boyutları 14-15 yaşına kadar artmaya devam eder.⁸⁰

Sefalometrik filmlerin adenoidal oran kullanılarak hava yolu hacmini tahmin etmede kullanılabilir olup olmadığını değerlendirmek için doğrulama metodu olarak KHBT'yi kullanan bir çalışmada, lateral sefalogramın özellikle 15 yaşın üzerindeki hastalarda dokuda erişilen stabiliteye bağlı olarak nazofaringeal alan hakkında fikir verebileceği, ancak hava yolu hacmini değerlendirmede kullanılan bir tanı aracından

ziyade daha kapsamlı bir değerlendirmenin gerekliliğini tespit eden bir ön tanı aracı olabileceği sonucuna varmışlardır.⁸¹

Yapılan başka çalışmalarda da lateral sefalometrik filmlerin nazofaringeal hava yolundaki daralmalarda ve mukozadaki patolojik dokuların görüntülenmesinde yetersiz kalabileceği rapor edilmiřtir⁸²⁻⁸⁴

2.3.2. Konik Hüzmeli Bilgisayarlı Tomografi(KHBT)

KHBT bilgisayarlı tomografiye kıyasla daha düşük maliyet ve radyasyon dozu ile maksilofasiyel alanın 3 boyutlu incelenmesine olanak sağlar.^{11,85} düşük doza bağlı olarak görüntü hassasiyeti BT ye nazaran daha düşük olsa da çoğu durumda diagnostik olarak yeterlidir.⁸⁶ KHBT'nin birçok çalışma üst hava yolunun değerlendirmesi için anlamlı ve güvenilir olduğu gsterilmiştir^{11,15,77,85,87}

Bilgisayar programları ile iki boyutlu kesitlerden oluşan görüntüler birleştirilerek 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar elde edilmektedir.⁸⁸ Bu 3 boyutlu görüntü üzerinde sınırlar belirlenerek(segmentasyon) hacimsel ve doğrusal ölçümler yapılabilir. KHBT de segmentasyon işlemi otomatik, yarı otomatik ya da manuel yapılmaktadır.⁸⁹ Yarı otomatik segmentasyon günümüz teknolojisinde şimdilik otomatik rekonstrksiyondan daha gvenilirken manuel segmentasyondan daha az güvenilirdir. Manuel yaklaşımda, segmentasyon kullanıcı tarafından her kesitte tek tek yapılır. Yazılım daha sonra 3 boyutlu bir birim oluşturmak için tüm dilimleri birleştirir. Bu yöntem klinik uygulama için pratik değildir ve çok zaman almaktadır.⁸⁹ Hava yolunun yarı otomatik segmentasyonu manuel segmentasyona göre çok daha hızlıdır.⁸⁵ Yarı otomatik yaklaşımda, bilgisayar otomatik olarak hava ve çevreleyen yapıların yoğunluk değerleri arasındaki farklılıkları (gri seviyesi) kullanarak, hava yolunu çevreleyen yumuşak dokulardan ayırır. Segmentasyon işleminin yapılabilmesi için eşik değer aralığının belirlenmesi gerekmektedir. Kullanıcı bir eşik değer aralığı belirlediğinde gri seviyesi o aralıkta olan tüm vokseller 3 boyutlu modellemeye girer.⁸⁵

Genel olarak artan ya da azalan eşik değerleri hava yolu hacminin de değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle uygun eşik aralığı seçimi önem taşımaktadır.^{85,89} Hava yolu hacminin değerlendirilmesinde standart bir eşik değeri yoktur.⁹⁰ Yarı otomatik segmentasyon yapan programlardaki eşik değeri aralığının belirlenmesi ise iki şekilde olmaktadır: 1.interaktif eşik değeri aralığı ile, 2. sabit eşik

değeri aralığı ile belirlenmektedir. İnteraktif eşik değeri aralığı belirlenmesinde, kullanıcı görüntüdeki anatomik yapıların netliğine göre her görüntüde ayarlama yapılıp bu görüntüler için ayrı ayrı eşik değerleri belirlemektedir. Bu nedenle operatöre bağlı farklılıklar oluşabilmektedir. Sabit olan eşik değeri aralıkları ise programlar arası farklılık gösterse bile dinamik olanlara göre tekrarlana bilirliliği daha yüksektir.⁸⁹

KHBT çekimi esnasında hastanın baş pozisyonu hava yolu hacmini etkilemektedir. Literatürde hava yolu hacminin üç boyutlu değerlendirildiği bazı çalışmalarda hastalar dik (upright) pozisyonda^{16,91,92} bazı çalışmalarda ise yatar (supin) pozisyonda^{93,94} iken görüntüler alınmıştır. Alsufyani⁸⁷, hava yolu çapını etkilememek için görüntülerin oturur vaziyette doğal baş pozisyonunda alınması gerektiğini belirtmektedir. Sutthiprapaporn et al.⁹⁵ yaptıkları çalışmada, orofaringeal yapıların dik pozisyon yerine yatar pozisyonda alınan KHBT görüntülerinde oluşan farklılıkları değerlendirmişlerdir. Buna göre epiglottis, yumuşak damak ve özofagus girişi ile hyoid konumunun dik pozisyondan yatar pozisyona geçerken yer değiştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmalarda kesitsel alan ölçümlerinde dik pozisyondaki ölçümler yatar pozisyona göre daha geniş bulunmuştur. Yapılan bir sistematik taramada bu sebeple obstruktif uyku apnesi sendromu (OUAS) görülen bireylerde uyku esnasında hava yolu boyutlarının değerlendirilmesi gerektiği için görüntülerin yatar pozisyonda alınması gerektiği belirtilmiştir.¹¹Solow ve Ark.⁹⁶, dik pozisyonda veya kranioservikal açının artırılması ile üst hava yolu çaplarında bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Kranioservikal açı sella-nasion (SN) ile servikal vertebralardan uzanan doğru arasındaki açıdır. Yapılan pek çok çalışmada da kafa pozisyonuna bağlı olarak faringeal hava yolu boyutlarında değişiklikler saptanmıştır.⁹⁷⁻⁹⁹ Yapılan çalışmalarda 10 derecelik kranioservikal açı değişiminde arka hava yolu boşluğunda 4mm'lik değişiklik tespit edilmiştir. Doğal baş pozisyonundaki farklılıklar yapılacak çalışmalarda standardizasyonu da etkilemektedir.¹¹ Üç boyutlu değerlendirme yapan hava yolu çalışmalarında, hava yolu hacmini etkileyebilecek faktörlerden biri, hastaların görüntüleme sırasındaki solunum evreleridir. Yapılan çalışmalarda ekspirasyon ve inspirasyon safhalarında hava yolu hacminin farklılık gösterebileceği tespit edilmiştir.^{11,39} buna ek olarak dil hareketi ve yutkunma evresine bağlı olarak da hava yolu boyutlarının değiştiğini belirten çalışmalar da mevcuttur.^{75,100}

Yapılan iki sistematik taramada^{11,87}, KHBT görüntülerinin elde edilmesi ve işlenmesi konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, üst hava yolunu analiz etmek için optimize edilmiş kanıta dayalı bir çekim protokolu bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Bu faktörlerin etkisini ortadan kaldırmak için, hastalara ışınlama süresi boyunca yutkunmamaları, yavaş nefes alıp vermeleri, baş pozisyonlarını değiştirmemeleri ve dişlerini maksimum kapanışta tutmaları söylenmelidir. Ayrıca hastaların baş açılarını ayarlamak için, baş ve/veya çene destekleyici ya da lazer, ayna gibi araçlar kullanılabilir.^{16,101}

2.3.2.1. KHBT'nin Faringeal Hava Yolu Ölçümünde Güvenilirliğini Kanıtlayan Çalışmalar

Aboudara ve Ark.¹⁰² 2003 senesinde hava yolu hacmini üç boyutlu değerlendirmek amacıyla KHBT ve lateral sefalometrik filmleri bir pilot çalışmada karşılaştırmıştır ve hava yolunun lateral sefalometrik filmlerden değerlendirilmesinin doğru olmayabileceğini bildirmiştir. Aboudara ve Ark.¹³ 2009 yılında ortalama 14 yaşında 35 bireyde nazofaringeal hava yolunu KHBT ve laterale sefalometri ile değerlendirmiş ve bunun sonucunda KHBT den elde edilen hacimsel verinin lateral sefalometrik filmde elde edilen boyut ile uyumlu olduğuna ancak 3 boyutlu filmlerde yapılan değerlendirmenin gerçek hava yolu ile ilgili daha doğru bir bilgi verebileceği sonucuna varmışlardır.

Lenza ve Ark.¹⁴ 34 hastaya ait KHBT grafiplerinde sefalometrik filmlerde kullanılan doğrusal ölçümlere ek olarak kesitsel ve hacimsel ölçümler yapmış ve üç boyutlu olan hava yolu morfolojisinin iki boyutlu grafipler ile doğru şekilde ölçülemeyeceği sonucuna varmıştır. Aboudara ve Ark.¹³ yaptığı başka bir çalışmada ise nazofaringeal alan değerlendirilmesinde lateral sefalometrik filmler ile KHBT grafipleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda KHBT nazofaringeal hava yolu değerlendirilmesi için güvenilir bulunmuş ve üç boyutlu bir yapı olan hava yolunun iki boyutlu grafiplerle değerlendirilmesinin zor olması sebebiyle KHBT nin sefalometrik filmlere kıyasla daha güvenilir olabileceği bildirilmiştir.

Çift çene ilerletmesi operasyonu sonrası hava yolunda oluşan değişimi KHBT ve sefalometrik filmler kullanarak karşılaştıran bir çalışmada da sefalometrik filmlerden elde edilen kısıtlı bilgiye kıyasla KHBT ile elde edilen ölçümlerin daha güvenilir

olabileceği sonucuna varılmıştır.¹⁰³ Ghoneima ve Ark.¹⁰⁴ KHBT üzerinden yapılan hava yolu ölçümlerinin güvenilirliğini akrilik model ile değerlendirmiştir. Akrilik modelin gerçek hacmi 20 – 1000 µl pipet ile ölçülmüş ve KHBT de elde edilen hacimsel veri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda KHBT ile elde edilen hacimsel verinin güvenilir olduğuna karar verilmiştir. Benzer bir çalışmada Chen ve Ark.¹⁰⁵ 3 Boyutlu yazıcı ile elde ettikleri hava yolu modelinden BT ve KHBT grafileri olarak hacimsel ölçümlerin güvenilirliğini karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda KHBT grafilerinin hava yolu hacmi değerlendirmesinde güvenilir olduğuna ve BT ye alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Yapılan bir sistematik taramada KHBT'nin üst hava yolu değerlendirilmesi için güvenilir bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma da faringeal hava yolu sınırlarına yönelik literatürdeki çeşitliliğe ve fikir birliği gereksinimine değinmiştir.¹¹

2.3.2.2. KHBT ile Faringeal Hava Yolu Ölçümünde Kullanılan Farklı Programlar

El ve Palomo⁸⁵ otomatik segmentasyonun güvenilirliğini incelemek amacıyla KHBT ile hava yolu değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan üç otomatik yazılımı manuel segmentasyon ile karşılaştırmışlardır. Bu amaçla manuel segmentasyon OrthoSegment (OS) (developed at the Department of Orthodontics at Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio) yazılımı ile, otomatik segmentasyonlar ise Dolphin3D (version 11, Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivoDental (version 4.0.70, Anatomage, San Jose, Calif), ve OnDemand3D (version 1.0.1.8407, CyberMed, Seoul, Korea) ile yapılmıştır. Bu çalışmada ayrıca programların kendi içerisinde tekrar edilebilirliğini karşılaştırmak amacıyla yapılan ölçümler iki hafta ara ile tekrarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda tüm programlar kendi içlerinde tekrar edilebilir bulunmuş ancak programlar arası tutarlılık düşük bulunmuştur. Ayrıca manuel segmentasyonla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların doğruluğu yetersiz bulunmuştur. Bu sonuca rağmen orofarinks ölçümünde OS ile en yüksek korelasyonu Dolphin3d, nazal hava yolu için ise InVivoDental göstermiştir. Weissheimer ve Ark.⁸⁹ hacimsel hava yolu ölçümünde kullanılan altı yazılımı karşılaştırmak amacıyla fantom model ve 33 hastaya ait KHBT grafilerini kullanmıştır. Akrilik fantomun hacmi, Mimics (Materialise, Leuven, Belgium), ITK-Snap (www.itksnap.org), OsiriX (Pixmeo,

Geneva, Switzerland), Dolphin3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivo Dental (Anatomage, San Jose, Calif), and Ondemand3D (CyberMed, Seoul, Korea) yazılımları ile ölçülmüş ve elde edilen veriler akrilik fantomun gerçek hacmi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre tüm yazılımların hacimsel değerleri gerçek hacmin altında kalmıştır. Mimics, Dolphin3D, ITK-Snap, ve OsiriX, InVivo Dental ve Ondemand3D den daha doğru sonuçlar vermiştir. Dolphin 3D ile Mimics in orofaringeal hava yolu hacmi ölçümünde uyumunu 9 KHBT grafisinde karşılaştıran bir pilot çalışmada ise sonuçlar arasında istatistiksel farklılık bulunamamış ve bu iki program birbiri ile uyumlu bulunmuştur.¹⁰⁶ Amira® (Visage Imaging Inc., Carlsbad, CA), 3Diagnosys® (3diemme, Cantu, Italy) ve OnDemand3D® (CyberMed, Seoul, Republic of Korea) nin gözlemci içi ve gözlemciler arası tekrar edilebilir ve anlamlılığını ölçen başka bir çalışmada üç boyutlu yazıcı ile hazırlanan bir fantom model kullanılmıştır. Modelin gerçek hacmi altın standart olarak kabul edilmiş ve programlarda elde edilen veriler bu veri ile kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucunda programlar arasında gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum yüksek bulunmuştur ($SKK \geq 0.75$). Ancak tüm programların hacim ölçümleri altın standarttan düşük çıkmıştır.¹⁰⁷

2.3.2.3 Ortodonti Literatüründe KHBT Kullanılarak Yapılmış Hava Yolu Çalışmaları

KHBT üzerinden yapılan hava yolu ölçümlerde kullanılan referans düzlemlerin belirlenmesine yönelik literatürde henüz bir fikir birliği yoktur.⁶⁶ Anatomi literatüründe hava yolu segmentleri arasındaki sınırlar konusunda fikir birliği olmaması ve yapılmış olan tanımlamaların yetersizliği sebebiyle nazal kaviteden larenks e uzanan üst hava yolu, birçok çalışmada farklı bölgelerden alt segmentlere ayrılmıştır.¹⁶ Nazal kavite ile farinksin bağlantısı sert damağın bitim seviyesinde koanalar ile sağlandığından²¹ arka nazal spina(PNS) 'nın faringeal hava yolu ile nazal hava yolu sınırı olarak kullanılması konusunda literatürde fikir birliği mevcuttur.¹¹ Guijarro-Martinez ve Swennen⁷ 'in 2011 yılında yayınladıkları sistematik derlemede KHBT üzerinden üst havayolunu incelemiş olan 46 makaleye eriştiklerini bildirmişlerdir. Alsufyani ve Ark.⁸⁷ 2012 de yayınladıkları sistematik derlemede ise BT veya KHBT ile yapılmış olan, üst hava yolunu inceleyen ve segmentasyon algoritmasını açıklamış olan 138 makaleye

eriştiklerini bildirmişlerdir. Zimmerman ve Ark.¹⁰⁹ 2016 yılında yayınladıkları sistematik derleme için KHBT üzerinden faringeal hava yolu incelemesi yapmış olan insan çalışmalarını 2015 hazirana kadar taramış ve İngilizce yayınlanmış olan 1241 makaleye erişmişlerdir. Yapılan çalışmaların sayısındaki logaritmik artışa karşın Martinez ve Swennen in literatürde ilk olarak dile getirdiği standardizasyon ihtiyacına yönelik yeterli sayıda çalışma yapılmamış olması sebebiyle genel kabul gören herhangi bir fikir birliğine erişilememiştir ve ölçüm metodolojisindeki heterojenite artan çalışma sayısına bağılı olarak artmaya devam etmektedir.⁶⁶

Tso ve Ark.¹¹⁰ insan havayolunu KHBT üzerinden ölçme amacıyla yaptıkları randomize retrospektif çalışmada 10 bireye ait KHBT görüntüleri kullanılmıştır. 10 saniyelik hızlı tarama protokolu ile elde edilen 19 cm FOV alanına sahip 0,6mm voxel boyutlu grafilere hava yolu rekonstrüksiyonu CBWorks yazılımı ile (CBWorks 2.0; CyberMed, Seoul, Korea) yapılmıştır. her grafide görüntüye uygun eşik değeri seçilerek hazırlanan maskelerde orofaringeal alanın sınırları üstte PNS horizontal altta epiglottisin en üstünden geçen kesit olarak belirlenmiştir. Grafileerin kafa oryantasyonu ve kullanılan ön sınır hakkında bilgi verilmemiş olan bu çalışmada elde edilen hacim değerleri 15,019 mm³ ila 41,557 mm³ arasında değişmektedir.

Benzer zamanda Lenza ve Ark.¹⁴ tarafından yapılmış olan başka bir retrospektif çalışmada 34 hastaya ait KHBT grafileleri kullanılmıştır. 30cm FOV alanı olan grafilelerle yapılmış olan bu çalışmada tarama süresi hakkında bilgi verilmemiştir. 0,36mm lik voxel hacmi ile MIMICS 12.13 (Materialise Interactive Medical Image Control System, Leuven, Belgium) yazılımında ölçümler yapılmıştır. Her grafiye özel olarak uygun eşik değeri aralığı Hounsfield ünitesi cinsinden belirlenmiş ve sefalometrik noktalardan modifiye edilen ölçüm parametreleri kullanılmıştır. PNS ve epiglottisin en üst kenarı arasında kalan alan üst velofarinks, alt velofarinks, üst orofarinks ve alt orofarinks alt ünitelerine ayrılarak incelenmiştir. ad2-PNS ve epiglottis arası elde edilen ortalama total hacim 8620,41 ± 2938,49 mm³ olarak bildirilmiştir.

Kim ve Ark.³⁷ yaptıkları çalışmada ortalama 11.19±1.28 yaşında 27 sağlıklı bireye ait KHBT görüntülerini incelemişlerdir. 19cm FOV genişliğinde ve 0,3mm voxel hacminde elde edilen grafileler doğal baş pozisyonu ve oturur pozisyonda çekilmiştir. InVivoDental (Anatomage, San Jose, Calif) programında horizontal referans düzlem olarak FH düzlemi yer düzlemine paralel hale getirilmiş ve eşik değeri her grafi için

farklı olarak belirlenmiştir. faringeal hava yolu üst orta ve alt olarak 3 alt ünite de incelenmiştir. Üst faringeal hava yolunun sınırları FH düzlemine paralel olacak şekilde önde PNS'den geçen koronal kesit, altta PNS den geçen aksiyal kesit, üstte, yanlarda ve geride anatomik duvarlar olarak belirlenmiştir. Orta faringeal hava yolu üstte PNS horizontal, önde PNS perpendiküler, altta yumuşak damağın en altından geçen kesit, arkada ve yanlarda anatomik sınırlar olarak segmente edilmiştir. Alt faringeal hava yolu, orta faringeal havayolunun devamı olacak şekilde yanlar, ön ve arkada benzer sınırlara sahipken üst sınır orta faringeal havayolunun bitimi alt sınır epiglottisin en üst noktasından geçen kesit olarak belirlenmiştir. KHBT tarama süresi hakkında bilgi verilmemiş olan bu çalışmada dahil edilen grafipler ANB açısına göre iki grupta değerlendirilmiştir. Buna göre, ANB açısı 2 ila 5 derece arasında olan grupta üst faringeal hava yolu hacmi 2620.77 ± 899.23 mm³, orta faringeal hava yolu hacmi 1581.23 ± 509.83 mm³, alt faringeal hava yolu hacmi 3278 ± 1101.55 mm³ olarak bildirilmiştir. ANB açısı 5 dereceden fazla olan grupta, üst faringeal hava yolu hacmi 2138.38 ± 658.27 mm³, orta faringeal hava yolu hacmi 1402.92 ± 662.49 mm³, alt faringeal hava yolu hacmi 2498.77 ± 1095.03 mm³ olarak rapor edilmiştir.

El ve Palomo'nun⁸⁵ 30 KHBT üzerinden yaptıkları çalışmada 12 inch FOV alanında çekilmiş 0,377mm lik voxellerden oluşan grafipler kullanılmıştır. Sabit eşik değeri kullanılan bu çalışmada kafa oryantasyonu palatal düzleme göre yapılmış ve orofaringeal hava yolunun üst sınırı palatal düzlem, alt sınırı 2. servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen kesit olarak belirlenmiştir. Farklı yazılımların karşılaştırıldığı bu çalışmada aynı grafiplerde üç farklı yazılım karşılaştırılmış ve ortalama orofaringeal hava yolu hacmi Dolphin 3d için 7444.37 ± 3250.08 mm³, InVivoDental için 6244.69 ± 2631.5 mm³, OnDemand3D için 4603.06 ± 1741.03 mm³ olarak bulunmuştur.

El ve Palomo² farklı dik yön büyüme paternine sahip 14-18 yaş aralığında 140 hastada yaptıkları çalışmada 12 inch FOV alanı ve 0,377 mm voxel genişliğinde çekilmiş olan KHBT görüntülerini kullanmışlardır. bu çalışmada orofarinksin sınırları sagittal kesitte palatal düzlem yer düzlemine paralel olacak şekilde PNS horizontal ve 2.servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen düzlem olarak belirlenmiştir. Kullanılan gri skala eşik değer dansitesi ile ilgili bilgi verilmemiş olan bu çalışmada 1.Sınıf kapanışa sahip bireylerin orofaringeal hava yolu hacmi 7762.3 ± 2783.7 mm³, 2.Sınıf kapanış bozukluğuna sahip bireylerin orofaringeal hava yolu hacmi $6292.8 \pm$

2709.9 mm³, 3.Sınıf kapanış bozukluğuna sahip bireylerin orofaringeal hava yolu hacmi ise 8042.9 ± 2407.7 mm³ olarak verilmiştir.

Weissheimer ve Ark.⁸⁹ farklı yazılımların tekrar edilebilirliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında 120 kVp, 8 mA ve 40 sn tarama süresi ile çekilen grafler kullanılmıştır. 0,3 mm voksel boyutu ve sabit eşik değeri aralığında (-1000 ve -587 HU) incelenen graflerin orofaringeal hava yolu palatal düzlem yer düzlemine paralel olacak şekilde PNS ve 2.servikal vertebra arasında kalan alan olarak belirlenmiştir. Farklı yazılımlarda ölçülen alan hacmi 8310 mm³ ile 9392 mm³ arasında değışirken fantom modelden ölçülen gerçek hacim 9407 mm³ olarak bildirilmiştir.

Yoshihara ve Ark.⁹² dudak damak yarıklı çocuklarla sendromsuz çocukların faringeal hava yolunu karşılaştırdıkları çalışmalarında faringeal hava yolu sagittal kesitte PNS ve Epiglottisin kökü arasında kalan alan olarak belirlenmiş ve bu alanı yumuşak damağın en alt ve uç noktasından ayırarak üst orofaringeal ve alt orofaringeal olarak segmente etmişlerdir. 19 cm FOV alanı,120 kV and 15 mA, ve 9,6 sn lik hızlı tarama protokolunde elde edilmiş olan graflerde inceleme esnasında kullanılan gri eşik değeri hakkında bilgi verilmemiştir.

Hong ve Ark.¹¹¹ I. Sınıf kapanışa sahip bireyler ile III. Sınıf kapanış bozukluğuna sahip bireylerin havayolu hacmini karşılaştırdığı çalışmada 60 bireye ait hava yolu hacmini değerlendirmişlerdir. 90 kV, 3.6 mA, 15sn tarama süresi ve 20x19cm FOV aralığında 0,3 mm voxel aralığında çekilen grafler Frankfurt horizontale göre oryante edilmiş ve grafler ve -1024 ila 300 HU sabit eşik değeri aralığında incelenmiştir. PNS horizontal ile epiglottis arasında kalan alan orofaringeal hava yolu olarak segmente edilmiştir. orofaringeal alan yumuşak damağın en alt noktasından üst ve alt olarak iki segmente ayrılarak incelenmiştir.

Celikoglu ve Ark.¹¹² Tek taraflı dudak damak yarıklı bireyler ile sendromsuz bireylere ait havayolu hacmini karşılaştırdığı çalışmada kullanılan grafler 0,3mm voxel kalınlığında ve 13 cm FOV aralığında taranmış ve görüntüler Frankfurt horizontale göre oryante edilmiştir. Orofaringeal hava yolu sınırları sagittal kesitte Üstte PNS ile 1. Servikal vertebra arasında kalan düzlem ile altta 3. Servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen düzlem olarak belirlenmiştir. Kullanılan radyodansite eşik değeri aralığı hakkında bilgi vermeyen bu çalışmada sağlıklı bireylerin ortalama hava yolu hacmi 13866.1± 6462.7 mm³ olarak elde edilmiştir.

Alves Jr. ve Ark.⁹⁰ bir bireye ait KHBT grafisinden 3d yazıcı ile fantom orofaringeal hava yolu modeli elde etmişlerdir. Orofaringeal hava yolunun üst sınırı FH e paralel olacak şekilde PNS horizontal, alt sınırı epiglottisin en üst noktasından geçen düzlem olarak belirlenmiştir. Elde edilen fantom model den aynı cihazda 10 KHBT grafisi elde edilmiş ve bu grafilerde Dolphin 3d yazılımında farklı eşik değerlerinde hacimsel ölçüm yapılmıştır. 25 eşik değerinde $11880.38 \pm 1034.62 \text{mm}^3$, 50 eşik değerinde $18044.02 \pm 154.30 \text{mm}^3$, 73 eşik değerinde $20470.96 \pm 112.39 \text{mm}^3$ hacimsel alan tespit edilmiştir.

Guijarro-Martinez ve Swennen¹⁶ yaptıkları ileriye dönük çalışmada 23-35 yaş arasında 40 sağlıklı I. Sınıf kapanışa sahip birey dahil edilmiştir. 2x20 sn tarama protokolünde 17cm FOV alanı ve 0,4mm voxel boyutu elde edilmiştir. Doğal baş pozisyonunda çekilen grafiler Dolphin 3d yazılımına aktarılmış ve her grafide uygun eşik değeri belirlenmiştir. Kafa oryantasyonu FH düzleme göre yapılarak orofaringeal hava yolu sınırları önde PNS den geçen FH a dik kesit, üstte PNS den geçen FH a paralel kesit, altta 3.servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen kesit olarak belirlenmiştir. buna göre ortalama orofaringeal havayolu hacmi kadınlarda $17,447.59 \pm 3604.90 \text{mm}^3$, erkeklerde $23,980.83 \pm 6241.83 \text{mm}^3$ olarak bulunmuştur.

Zimmerman ve Ark.¹¹³ geriye dönük olarak 10 bireye ait KHBT grafilerinde yaptıkları çalışmaya 5 yavaş tarama (13 cm \times 17 cm FOV, 0.3 mm voxel boyutu, 17.8 sn tarama süresi) ve 5 hızlı tarama (13 cm \times 17 cm FOV, 0.4 mm voxel boyutu, 8.9 sn tarama süresi) ile elde edilmiş grafi dahil edilmiştir. Frankfurt horizontal düzlemine göre oryante edilen grafilerde orofaringeal hava yolu sınırları FH a paralel olacak şekilde üstte PNS horizontal, altta epiglottisin en üst noktasından geçen horizontal kesit, önde ise PNS den epiglottisin köküne uzanan oblik kesit olarak belirlenmiştir. Yavaş tarama protokolünün daha tekrar edilebilir olduğunu bildiren bu çalışmada ölçülen ortalama orofaringeal hava yolu hacmi $18213.40 \text{mm}^3 (6985.20 \text{mm}^3 - 40242.30 \text{mm}^3)$ olarak bildirilmiştir.

Yapılan literatür incelemesi sistematik taramalarda erişilen ilişkili literatür sayısı göz önünde bulundurulduğunda literatürün küçük bir kısmını temsil etse de, görüldüğü gibi 12 çalışmanın üç tanesinde ikinci servikal vertebra (CV2), iki tanesinde 3. Servikal vertebra (CV3), beş tanesinde epiglottis ucu (EP), iki tanesinde yumuşak damak (SP) referans düzlem olarak kullanılmıştır. Guijarro-Martinez ve Swennen⁷ 2011 yılında

yaptıkları sistematik derlemede orofaringeal alan alt sınırı olarak CV2 yi kullanan 4, CV3 u kullanan 2, epiglottis kökünü kullanan 1 ve epiglottis ucunu kullanan 4 makaleye erişmişlerdir.

2.3.2.4. KHBT ile yapılmış hava yolu çalışmalarında standardizasyon ve karşılaştırılabilirlik

KHBT üzerinden hava yolu ölçümüne yönelik birçok çalışma yapılmışken bu alanda yapılmış çok az güvenilirlik çalışması vardır. Guijarro-Martinez ve Swennen¹⁶ 23-35 yaş arası 35 sendromsuz hastayı değerlendirmiştir. Bu çalışmada iki araştırmacı 4 hafta arayla ölçümleri iki kez tekrarlamışlardır. Sonuç olarak havayolu hacim ölçümünde 0,981-0,999'luk bir gözlemci içi güvenilirlik ve 0,986-0,998 arası gözlemciler arası güvenilirlik ile mükemmel güvenilirlik ve tekrar edilebilirlik bulmuşlardır. Ayrıca, minimum kesitsel alanın mükemmel-iyi güvenilirliğe sahip olduğunu, 0,780-0,937 arası bir gözlemci-içi güvenilirlik ve 0,839-0,876 arası bir gözlemci arası güvenilirliği olduğunu bildirmişlerdir.

De Souza ve Ark.¹⁰³, yaş ortalaması 17.86 olan 60 sendromsuz hastayı değerlendirmiştir. İki araştırmacı, bağımsız olarak iki hafta arayla iki kez hasta taramalarını değerlendirmiştir. Toplam hava yolu hacminin mükemmel bir güvenilirliğe sahip olduğunu, 0.99'luk bir gözlemci-içi ve 0.95'lik bir gözlemciler arası güvenilirliği olduğunu bildirmişlerdir. Nazofarengal minimum kesit alanında 0.93-0.98 arası bir gözlemci-içi güvenilirlik ve 0.88'lik bir gözlemci arası güvenilirlik tespit edilmişken, orofaringeal minimum kesit alanında 0.98-0.99 arası bir gözlemci-içi güvenilirlik ve 0.98'lik bir gözlemciler arası güvenilirlik rapor etmişlerdir.

Mattos ve Ark.¹¹⁴ tarafından yapılan bir başka çalışmada, belirtilmemiş yaşta 12 sendromsuz hastayı değerlendirmiştir. Üç araştırmacı, iki hafta arayla iki kez bağımsız olarak hasta taramalarını incelemiş ve bunun sonucunda havayolu hacminin mükemmel bir güvenilirliğe sahip olduğunu, 0,987-0,995 arası bir gözlemci-içi güvenilirlik ve 0.992'lik bir gözlemci arası güvenilirlik ile rapor etmişlerdir. Minimum kesit alanında ise orta dereceden mükemmel değişiklik göstermiş ve 0,869-0,999'luk bir gözlemci-içi güvenilirlik ve 0.696-0.988 arası bir gözlemci arası güvenilirlik rapor edilmiştir. Değerlendirilen üst hava yolunun anatomik özellikleri gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği etkilerken, araştırmacının tecrübe düzeyinin gözlemci içi uyumda belirgin

rol oynadığı tespit edilmiştir. Buna karşın, yapılmış olan çalışmaların çoğunluğu değerlendirmelerini gözlemci içi güvenilirlik ile sınırlandırmış ve araştırmacılar arası güvenilirliği göz önünde bulundurmamıştır. Ancak gözlemciler arası uyumun gözlemci içi uyum kadar önemli olduğu ve operatörün deneyiminin havayolu ölçüm güvenilirliğini etkilediği bilinmektedir.¹¹⁵

Bireysel anatomik farklılıklara ek olarak seçilen referans düzlemlerin tespit kolaylığı bu durumu etkilemektedir. Farklı çalışmalarda nazofarenks ve orofarinksin anatomik sınırları farklılıklar göstermektedir. Ağız boşluğu ve burun boşluğu sınırlarında herhangi bir uyumsuzluk yokken, nazofarenksin üst sınırı, orofarenksin alt sınırı ve bu iki yapı arasındaki sınır araştırmacılar arasında çok fazla değişkenliğe sahiptir.^{11,87}

Alsufyani ve Ark.⁸⁷ 2012 yılında yayınladıkları sistematik taramada, 2010 yılında El ve Palomo tarafından önerilen protokolün diğer çalışmalarda takip edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Buna göre nazofarenksin üst sınırı, farinksin arka duvarı ile nazal septumun birleşiminden önceki son dilim olarak aksiyal düzlemde belirlenip sagittal düzleme yansıtılmaktadır. Alt sınır ise palatal düzlem olarak belirlenmektedir. Orofarenksin üst sınırı nazofarenksin alt sınırı, altta ise ikinci servikal vertebranın en alt anterior noktasından geçen düzleme paraleldir. CV3, CV4 veya epiglottis gibi daha düşük bir seviye yerine, CV2'nin alt sınır olarak kullanılması daha küçük FOV ve dolayısı ile daha düşük radyasyon için önerilmiştir.

Weissheimer ve Ark.⁸⁹ 33 hastada ve bir fantom model üzerinde altı üçüncü parti yazılımının CBCT'den üst hava yolu hacimlerini ölçmek için kesinliğini ve doğruluğunu karşılaştırmış ve tüm programların güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır. Hastaların orofarenksi ve akrilik fantomun ölçümü interaktif ve sabit eşik değerleri kullanılarak yarı otomatik segmentasyonları Mimics (Materialize, Leuven, Belçika), ITK-Snap (www.itksnap.org), OsiriX (Pixmeo, Geneva, Switzerland), Dolphin3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivo Dental (Anatomage, San Jose, Calif) ve Ondemand3D (CyberMed, Seoul, Korea) yazılım programları kullanılarak ölçülmüş ve bunun sonucunda interaktif eşik protokolünde, Mimics, Dolphin3D, OsiriX ve ITK-Snap ile orofarinks akrilik fantom segmentasyonları, altın standart ile karşılaştırıldığında hacim ölçümünde % 2'den az hata göstermiş, Ondemand3D ve InVivo Dental, altın standartla karşılaştırıldığında ise % 5'ten fazla

hata göstermiştir. Sabit eşik protokolü ile, programlar arasında hacim hataları benzer (% -11.1-% -11.7) bulunmuştur.

Alves ve Ark.⁹⁰ Dolphin 3D programında hava yolu hacim ölçümü için en doğru eşik değerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında 3 boyutlu yazıcı ile gerçek hasta tomografisinden elde ettikleri fantom modelden aynı cihazda 10 KHBT görüntüsü almışlardır. Elde edilen tomografilerin hava yolu hacimleri Dolphin 3D programında 25,50,70,71,72,73,74 ve 75 eşik değerleri ile ölçülmüştür. Hava yolu prototipinin gerçek hacmi 2 ila 20 mL (Tedia Pet, Fairfield, Ohio) yüksek hassasiyetli mikropipet ile ölçülmüş ve altın standart olarak kullanılmıştır. Yazılımda simüle edilen tüm değerler arasında, 73, altın standarda en yakın ölçümü vermiştir. 70, 71, 72, 74 ve 75 eşikleri, altın standarda göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Bununla birlikte, 25 ve 50 eşikleri, altın standart ve kullanılan tüm diğer eşikler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir.

Zimmerman ve Ark.¹¹³ farklı tecrübe düzeyinde 6 araştırmacı ile yaptıkları çalışmada hava yolu hacmi ve minimum kesitsel alan ölçümünde tüm sürecin gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumunu değerlendirmişlerdir. Gözlemciler ölçümlerde sabit referans düzlemleri kullanarak, kafa oryantasyonu, segmentasyon ve eşik değeri belirleme işlemlerini bireysel olarak yapmışlardır. 10 KHBT görüntüsünde yapılan ölçümler 4 hafta arayla tekrarlanmış ve bunun sonucunda eşik değeri belirleme konusunda gözlemciler arası düşük uyum, minimum kesit alanı belirleme konusunda gözlemci içi orta düzey, gözlemciler arası düşük uyum bulunmuştur. hipofarinks ve nazofarinks için hacimsel ölçümlerde gözlemci içi ve gözlemciler arası düşük uyum, orofarinks için gözlemci için ve gözlemciler arası yüksek uyum bildirmiştir.

3. BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Bireyler

Geriye dönük olarak planlanan bu arşiv çalışması için gerekli etik kurul onayı Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır. Çalışma için gerekli birey sayısı G-Power programı ile tespit edilmiştir. Alfa 0.05 seviyesinde 90% gücü elde etmek ve alternatif hipotezde 0.7 sınıf içi korelasyon katsayısına karşı yokluk hipotezinde 0.5 Sınıf içi korelasyon katsayısını test etmek için 35 bireye ait KHBT görüntüsünün çalışmaya dahil edilmesi ve üç gözlemcinin ölçümleri ikişer defa tekrarlanması ($j=2$ ölçüm, $i=3$ gözlemci) gerektiği tespit edilmiştir.¹¹⁶

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'na ait Konik Hüzmeli Bilgisayarlı Tomografi (KHBT) arşivi taranmış ve bunun sonucunda, çalışmaya aşağıda belirtilen dahil etme kriterlerine uygun 35 bireye ait KHBT görüntüleri dahil edilmiştir. Çalışma için operatöre bağlı farklılıkları elemine etmek adına aynı operatör tarafından çekilen görüntüler kullanılmıştır. Bütün görüntüler ILUMA (USA-Los Alamos NM, Ardmore OK with 120 kV and 3,8 mA) aygıtı ile bireyler dik (upright) pozisyonda iken elde edilmiştir. Hastanemizde rutin protokol olarak çekim esnasında hastalardan yutkunmamaya çalışmaları, dillerini damaklarına yapıştırmaları ve maksimum interküspidayonda kalmaları istenmektedir. Standart tarama protokolü 142 x 211 mm FOV alanı 0,3 mm voxel boyutu, 20 saniye tarama süresi, 120 kV tüp voltajı ve 3,8 mA tüp akımı'dır.

Dahil etme kriterleri:

1. Dişsel ve iskeletsel olarak I. Sınıf kapanışa sahip olması,
2. KHBT çekim sırasında 15-25 yaş aralığında olması,
3. Kafa-yüz bölgesini ilgilendiren herhangi bir sendromun bulunmaması,

Hariç etme kriterleri:

1. Ortognatik cerrahi veya herhangi bir kraniyofasiyel cerrahi geçirmiş olan hastalar,
2. Çekim sürecine bağlı görüntü netliğinin yetersiz bulunduğu grafiler,

3. Hava yollarında herhangi bir patolojinin tespit edildiği hastalar,
4. Çekim esnasında yutkunmaya bağlı distorsiyon bulunan görüntüler,

Çizelge 3.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik dağılımları

Çalışma Grubu			
n=35			
Erkek	Kız	Yaş (yıl) Ort±SS	Yaş(yıl) Min-Max
11	24	18.9 ±3,4	15-25

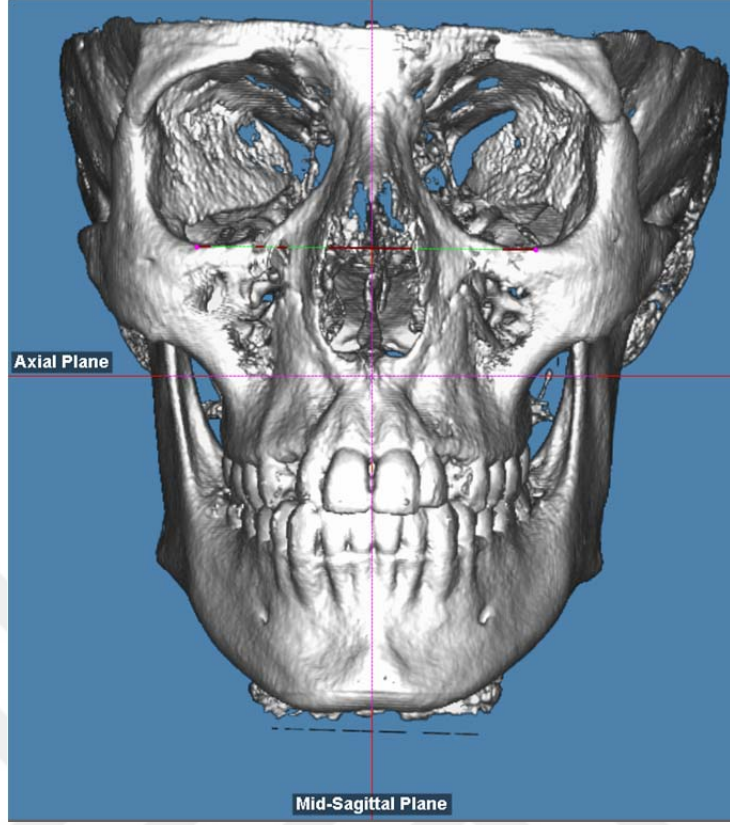
n: Birey sayısı; Ort: ortalama; SS: standart sapma; Min-Max: en düşük en yüksek değer aralığı.

3.2. Yöntem

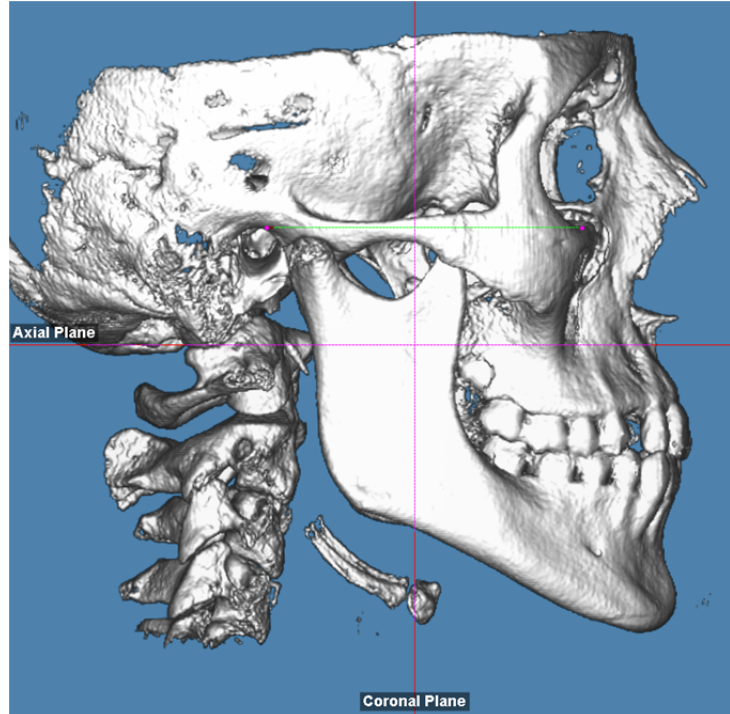
Dolphin 3D ile üç boyutlu havayolu analizi deneyimi bulunan bir ortodonti asistanı (birincil araştırmacı), başka bir yazılımla [Simplant O&O v3.0.0.59 (Materialise, Belgium)] 3 boyutlu havayolu analizi deneyimi bulunan bir çene cerrahı ve daha önce herhangi bir üç boyutlu havayolu ölçümü yapmamış bir pedodonti uzmanı gönüllü olarak çalışmaya dahil olmuştur.

Seçilen üç boyutlu görüntüler DICOM formatında alınmış ve Dolphin 3D (version 11.9; Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif) programı ile değerlendirilmiştir. Tüm çizimler 40 inch led monitör önünde 1,5m sabit mesafeden yapılmıştır. Kullanılan bilgisayara (Intel CORE İ7 6700HQ 2.6GHZ-16GB-1TB+128 SSD-15.6-GTX960M 4GB-W10) Dolphin 3D yazılımı SSD üzerine kurulmuş ve çalıştırılmıştır. Operatörler göz yorulmasını önlemek adına en fazla ardaşık dört hasta ölçümü yapmış ve her ölçümden seansından sonra en az 20 dakika ara vermiştir. İkinci ölçümler ilk ölçümleri takiben iki hafta ara ile yapılmıştır.

Araştırılması amaçlanan olgu dışındaki değişkenlerin sabit tutulabilmesi amacıyla tüm görüntülerin kafa pozisyonu oryantasyonu Frankfurt horizontal düzlem yer düzlemine paralel olacak şekilde birincil gözlemci tarafından yapılmış ve tüm ölçümlerde kullanılmak üzere kaydedilmiştir (şekil 3.1-3.2). Yine aynı sebeple kullanılan tomografi cihazlarının ve görüntüleme protokollerinin benzer olmasına dayanarak Alves ve Ark.⁹⁰ bulguları doğrultusunda ölçüm eşik değeri sabit tutulmuş ve 73 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Frontal kesitte sağ ve sol orbitadan geçen çizginin yer düzlemine paralel hale getirilmesi



Şekil 3.2. Sagittal kesitte sağ porion ve sağ orbitadan geçen çizginin yer düzlemine paralel hale getirilmesi

Çalışmamızın amacı farklı alt referans düzlemlerin tekrar edilebilirliğini ölçmek olduğu için diğer sınırları basite indirmek amacıyla havayolunun ön sınırı PNS perpendikular ve üst sınırı PNS horizontal olarak seçilmiştir.^{11,37,117} Yan ve arka sınırlar anatomik olarak sınırlandırıldığından hacim ölçümlerindeki tek değişkenin alt sınır olması sağlanmıştır. Literatürde kullanımına en çok rastlanan alt referans düzlemlerinden iki yumuşak doku iki sert doku referansı seçilerek her görüntü üzerinden 4 kez hacim ölçümü yapılmıştır.^{11,14,37,39,85,92,95,100,117}(şekil 3.3-3.6)

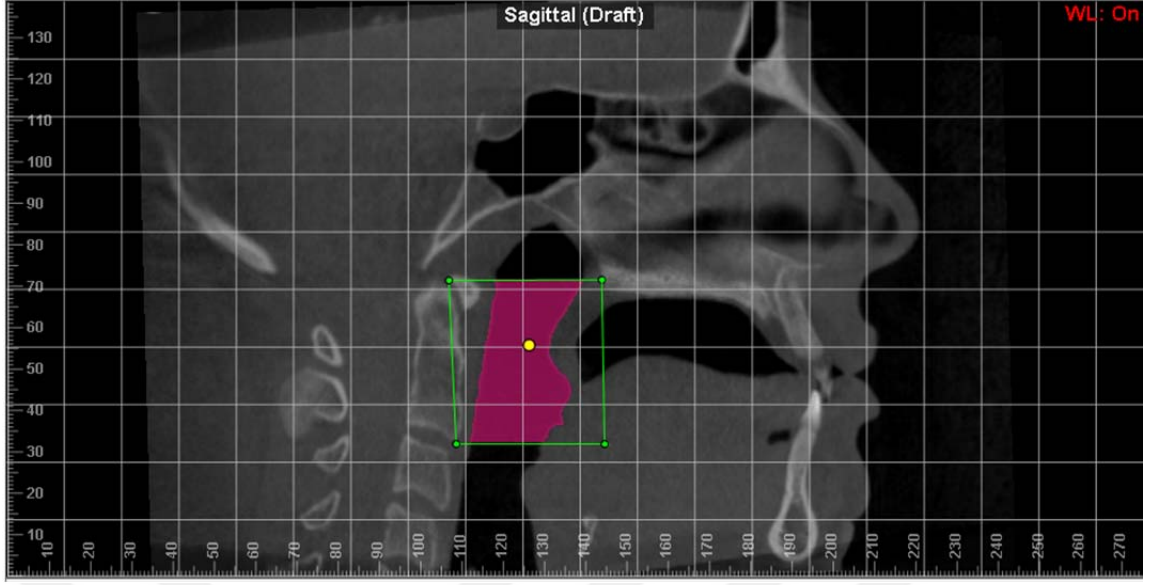
Çalışmada kullanılan alt referans düzlemler Frankfurt horizontal düzleme paralel olarak;

- Epiglottisin en üstünden geçen aksiyal kesit
- Yumuşak damağın en alt noktasından geçen aksiyal kesit
- 2. Servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen aksiyal kesit
- 3. Servikal vertebranın en alt ön noktasından geçen aksiyal kesit

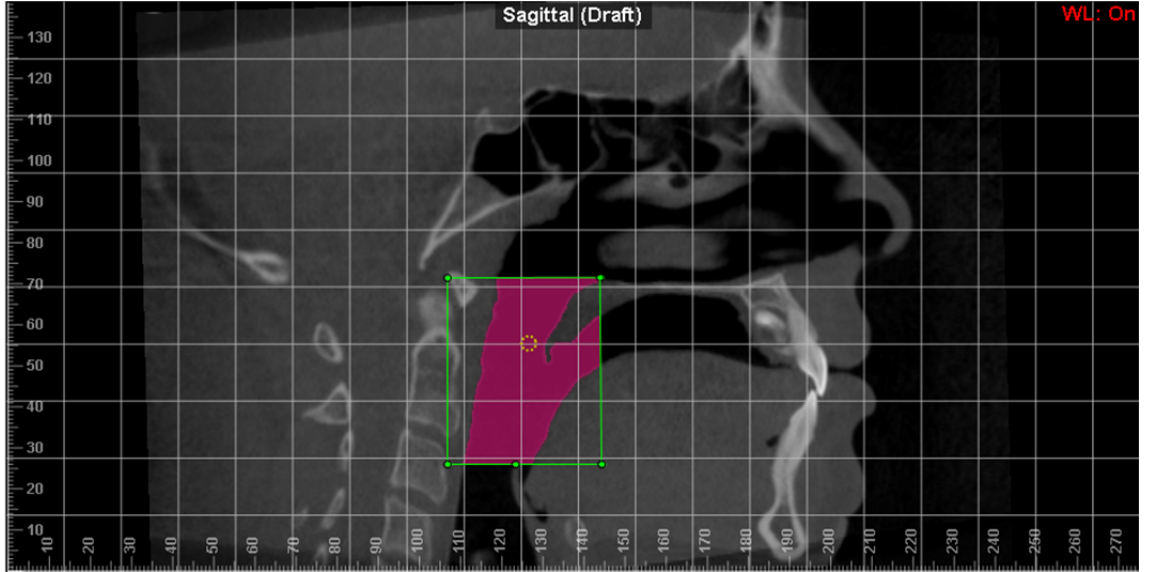
Çalışmada kullanılan üç boyutlu sefalometrik düzlemler Çizelge 3.2 de kısaltmaları ile açıklanmıştır;

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan 3 boyutlu sefalometrik düzlemler ve açıklamaları

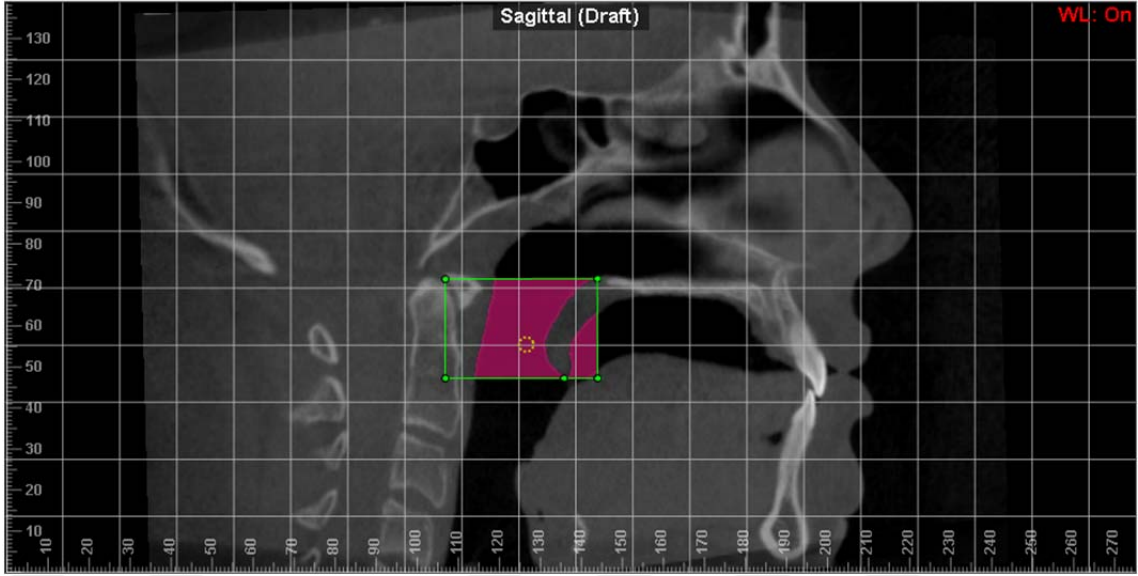
Frankfurt Horizontal Düzlem (FH)	Sağ ve sol orbitale den ve sağ poriondan geçen aksiyal kesit
PNS Perpendikular (PNSp)	Posterior nazal spinadan geçen koronal kesit
PNS Horizontal (PNSh)	Posterior nazal spinadan geçen aksiyal kesit
Yumuşak Damak(SP)	Yumuşak damağın en alt noktasından geçen aksiyal kesit
Epiglottis (EP)	Epiglottisin en üst noktasından geçen aksiyal kesit
2. Servikal Vertebra (CV2ai)	2.servikal vertebranın en alt ve en ön noktasından geçen aksiyal kesit
3. Servikal Vertebra (CV3ai)	3.servikal vertebranın en alt ve en ön noktasından geçen aksiyal kesit



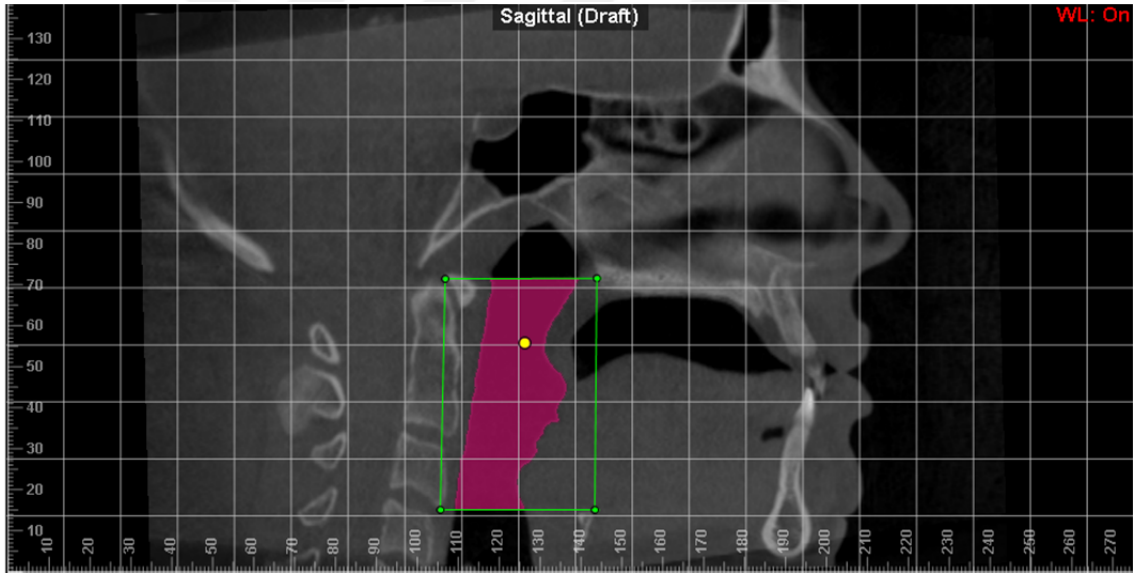
Şekil 3.3. İkinci servikal vertebra alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları



Şekil 3.4. Epiglottis alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları



Şekil 3.5. Yumuşak damak alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları



Şekil 3.6. Üçüncü servikal vertebra alt sınırı ile orofaringeal havayolunun sınırları

3.3. İstatistiksel yöntem:

Tüm ölçümler Microsoft Excel®'e (2007; Microsoft Corporation, Redmond, ABD) aktarıldı ve istatistiksel analizi, Windows için Sosyal Bilimler İstatistik Paketi (SPSS® sürüm 21, Chicago, Il, ABD) kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $\alpha = 0,05$ olarak belirlenmiştir. Ölçümlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Gözlemci içi t1 ve t2 anı ölçümleri Student-t testi ve Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. 4 hacim değeri içinde gözlemciler arası ortalamaların farkı parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi ile test edilmiştir. Gözlemciler arası ve gözlemci içi Güvenilirlik sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) kullanılarak değerlendirilmiş olup, tekrar edilebilirlik katsayısı (TEK) iki farklı istatistiksel yöntem ile ölçülmüştür. Her 4 parametre için Sınıf içi korelasyon katsayısı ve tekrar edilebilirlik katsayısı tekrarlı ölçüm tasarımında gözlemciler arası, gözlemci içi ve total varyans bileşenleri kullanılarak hesaplanmıştır. SKK değerleri 0 ve 1 aralığında değişmekte ve bu katsayının 1'e yaklaşması iki uygulamada elde edilen değerlerin yakın olduğunu ifade etmektedir. SKK <0,50 zayıf, 0,5- 0,75 orta seviye 0,75 - 0,90 iyi, >0,9 mükemmel güvenilirlik olduğunun göstergesi olacaktır. Ölçümler arasındaki uyum değerlendirilirken güven aralığı (GA) %95 olarak belirlenmiştir. ^{118,119}

4. BULGULAR

İncelenen dört referans düzlem için tüm gözlemlerde elde edilen hava yolu hacim değerleri ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Her üç gözlemci için ilk ve ikinci gözlemlerde yumuşak damak(SP) için edilen hacim değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.2. de gözlemciler arası ortalama hacim değerleri incelenmiştir. İncelenen tüm referans düzlemler için ilk ve ikinci ölçümde elde edilen ortalama hacimler arasında istatistiksel fark bulunmamaktadır ($p \leq 0.05$).

Üç gözlemci için gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum katsayıları hesaplanmıştır, Kullanılan iki sert doku ve iki yumuşak doku referans düzlemi için gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum tüm ölçümlerde mükemmel ($SKK \geq 0.9$) olarak bulunmuştur. Gözlemciler arası ve gözlemci içi uyumun en yüksek değeri CV2 olup sırasıyla CV3, SP ve EP olarak elde edilmiştir. Tekrar edilebilirlik katsayılarının birimi ölçülen parametrenin birimi ile aynı olup, $\sqrt{2} * z_{\alpha/2} * \text{Standart Ölçüm Hatası}$ olarak hesaplanmıştır. Her 4 parametre için tahminler ve güven aralıkları Çizelge 4.3. de verilmiştir. Güven aralığı en geniş olan parametre EP iken, tekrar edilebilirlik katsayısı en düşük ve %95 güven aralığı en dar olan referans düzlem CV2'dir.

Çizelge 4.1. Farklı alt referans düzlemlere göre ölçülen hava yolu hacimlerinin ortalama ve standart sapması

Alt Ref. Düzlem	1. Gözlemci			2. Gözlemci			3. Gözlemci		
	İlk gözlem Ort ± SS	İkinci gözlem Ort ± SS	p değeri	İlk gözlem Ort ± SS	İkinci gözlem Ort ± SS	p değeri	İlk gözlem Ort ± SS	İkinci gözlem Ort ± SS	p değeri
CV ₂ _{ai}	23305,75± 7770,26	22866,47± 7538,22	0,041 ^{b*}	23315,78± 7839,31	22955,82± 7682,14	0,026 ^{b*}	22729,11± 7461,89	22842,16± 7415,21	0,768 ^b
CV ₃ _{ai}	28504,42± 9158,98	27381,31± 9859,92	0,007 ^{b*}	28412,14± 9052,31	28147,58± 8975,35	0,088 ^b	27834,08± 8793,31	28038,93± 8747,63	0,225 ^b
SP	19841,17± 6542,59	19240,39± 6228,20	0,024 ^{a*}	19674,96± 6211,40	18982,63± 5817,66	0,012 ^{a*}	19577,36± 5978,32	20588,05± 7039,69	0,005 ^{b*}
EP	25218,02± 8142,00	24853,55± 8033,02	0,318 ^b	25756,17± 8234,05	24453,43± 8556,56	0,105 ^b	24838,13± 7774,14	25182,37± 7856,43	0,098 ^b

t1-t0: ilk ve ikinci ölçüm arasındaki fark, Ort: ortalama, SS: standart sapma, *: p≤0.05, a:Student t testi, b:Wilcoxon testi

*: İlk ve ikinci gözlemden hacim değerleri arasında elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

1.Gözlemci: Dolphin 3D ile 3 boyutlu hava yolu analizi deneyimi bulunan Ortodonti asistanı,

2.Gözlemci: Çalışma öncesi 3 boyutlu hava yolu ölçümü deneyimi olmayan Pedodonti uzmanı

3.Gözlemci: Başka bir yazılımla [Simplant O&O v3.0.0.59 (Materialise, Belgium)] 3 boyutlu hava yolu analizi deneyimi bulunan Ağız Diş ve Çene Cerrahisi

CV₃_{ai}: 3.servikal vertebraın en alt ve ön noktası

CV₂_{ai}: 2.servikal vertebraın en alt ve ön noktası

EP: Epiglottisin en tepe noktası

SP: yumuşak damağın en alt noktası

Çizelge 4.2. ilk ve ikinci ölçümde gözlemciler arası ortalama farklarının varyans analizi ile değerlendirilmesi

	İlk Gözlem		İkinci gözlem	
	Tüm Gözlemler Ort ± SS (n=210)	p değeri	Tüm Gözlemler Ort ± SS (n=210)	p değeri
CV ₂ _{ai}	23116,88±7622,90	0,912	22888,15±7473,23	0,995
CV ₃ _{ai}	28250,21±8920,84	0,878	27855,94±9124,19	0,988
SP	19697,83±6188,99	0,989	19603,68±6359,87	0,594
EP	25270,77±7983,68	0,873	24829,78±8080,85	0,954

Ort: ortalama, SS: standart sapma, *: p≤0.05, Varyans analizi F testi

Çizelge 4.3. Gözlemci içi ve gözlemciler arası sınıf içi korelasyon ve tekrar edilebilirliğin karşılaştırılması

Referans Düzlem	Gözlemci İçi Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı [ICC] (%95 CI)				Gözlemciler Arası Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı [ICC] (%95 CI)	Gözlemci İçi Tekrar Edilirlik Katsayıları [RC] (%95 CI)	Gözlemciler Arası Tekrar Edilirlik Katsayıları [RC] (%95 CI)
	1.Gözlemci	2.Gözlemci	3.Gözlemci	Ortalama			
	CV₃_{ai}	0,897 (0,796; 0,948)	0,993 (0,985; 0,996)	0,993 (0,987; 0,997)			
CV₂_{ai}	0,959 (0,914; 0,980)	0,989 (0,978; 0,994)	0,991 (0,983; 0,996)	0,990 (0,980; 0,995)	0,989 (0,985 ; 0,995)	2119,476 (1940,347 ; 2298,604)	2171,969 (1988,404 ; 2355,534)
EP	0,966 (0,928; 0,983)	0,723 (0,521; 0,850)	0,992 (0,983; 0,996)	0,894 (0,794; 0,942)	0,894 (0,844 ; 0,940)	7342,196 (6721,667 ; 7962,725)	7342,196313 (6721,667 ; 7962,725)
SP	0,951 (0,899; 0,976)	0,959 (0,909; 0,981)	0,921 (0,835; 0,961)	0,949 (0,900; 0,973)	0,943 (0,908 ; 0,969)	3949,323 (3615,545 ; 4283,102)	4206,399448 (3850,893 ; 4561,905)

ICC: sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK), RC: tekrar edilebilirlik katsayısı (TEK), CI: güven aralığı (GA) %95

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı KHBT görüntüleri ile yapılan hava yolu ölçümlerinde standart olarak kullanılacak bir alt referans düzleminin belirlenmesidir. Literatürde son yıllarda yapılan birçok sistematik tarama bu ihtiyaca değinmiş ve standart bir ölçüm protokolü olmaması sebebiyle çalışmaların birbiri ile karşılaştırılmadığını bildirmişlerdir.^{11,49,58,69,71} Bu bölümde öncelikle çalışmada kullanılan yöntem ve hasta grubunun seçimi tartışılacak daha sonra ise bu çalışmada elde edilen veriler literatürdeki benzer çalışmalar eşliğinde irdelenecektir.

5.1. Bireyler

Geriye dönük arşiv çalışması olarak planlanan bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı KHBT arşivinden iskeletsel 1.sınıf kapanışa sahip 15-25 yaş aralığında ki 35 birey seçilmiştir. Çalışmamızın yapıldığı dönemde literatürde benzer bir çalışma olmaması sebebiyle gerekli birey sayısına çalışmamıza en yakın çalışma olarak Mattos ve Ark.¹¹⁴ yaptığı çalışma esas alınarak karar verilmiştir. Çalışmamız bir standardizasyon çalışması olduğundan birey sayısını daha fazla tutmak ve hata payını azaltmak için power analizi %90 güvenilirliğe göre yapılmıştır.¹²⁰

Yapılan pek çok çalışmada faringeal hava yolunda büyüme gelişime bağlı olarak birtakım değişikliklerin meydana geldiği ortaya konmuştur^{36,121,122}. Jena ve Ark.³⁶ yaptıkları çalışmada faringeal hava yolunda 13 yaşına kadar belirgin bir artış olduğunu ve bunu takip eden yıllarda ise bu artışta azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. King ve Brodie ise nazofaringeal derinliğin yaşamın ilk yıllarında şekillendiğini sonrasında ise sabit kaldığını tespit etmişlerdir.⁶ Schendel et al.¹²¹ 2012 yılında bilgisayarlı tomografi ile yaptıkları çalışmalarında, 15-17 yaş aralığından sonra faringeal hava yolu boyutlarındaki artışın minimum düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Büyüme gelişim ile nazofarinks boyutlarında meydana gelen değişimlerde, bu bölgede yer alan adenoid dokunun boyutları da büyük önem taşımaktadır. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda literatürde henüz bir fikir birliğine varılamamıştır.^{6,122,123} Fakat genel olarak adenoid boyutlarının tonsillerle birlikte doğumdan itibaren hızlıca arttığı sonrasında yaşa bağlı

olarak bu boyutların değiştiği ve 12-14 yaşından sonra ise tamamen küçüldüğü tespit edilmiştir.¹²²

Bu sonuçlar bireylerde büyüme gelişime bağlı olarak farklı dönemlerde, adenoid doku ve faringeal hava yolu boyutlarının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında büyüme gelişime bağlı olarak orofaringeal hava yolu boyutlarında meydana gelen değişimleri standardize edebilmek için çalışmamızdaki yaş aralığında en alt sınır 15 olarak seçilmiştir. 20-50 yaş aralığında hava yolu hacminin değişmediğini ortaya koyan çalışmalar olmakla birlikte bizim çalışmamızda yaş aralığını sınırlandırmak adına en üst sınır 25 olarak belirlenmiştir.¹²¹

Faringeal hava yolu hacminin değerlendirilmesinde seçilen bireylerin iskeletsel çene ilişkilerindeki farklılıkların hava yolu boyutlarını etkilediği yapılan pek çok çalışmayla kanıtlanmıştır.^{35,36,42,45} Bu nedenle faringeal hava yolunun incelendiği çalışmalarda bireylerin iskeletsel çene ölçümlerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Çalışmamızda kullanılan bireylerin SNA ve SNB açıları kliniğimizde yapılan başka bir araştırma için ölçülmüştür. Buna göre dahil edilen bireylerin ortalama SNA açısı: 81(±2,4), SNB açısı 77,4±2,6° dır. Bu bulgular Başçiftçi ve Ark.¹²⁴ çalışması ile uyumlu olduğundan kullandığımız birey grubu Türk popülasyonuna göre iskeletsel I. Sınıftır.

5.2. Yöntem

KHBT'nin birçok çalışma üst hava yolunun değerlendirmesi için anlamlı ve güvenilir olduğu gösterilmiştir.^{11,15,77,85,87} KHBT'nin BT ye kıyasla radyasyon dozunun daha düşük olmasına bağlı olarak görüntü hassasiyeti daha düşük olsa da hava yolu incelemesi için KHBT'nin görüntü kalitesi yeterlidir.¹⁰⁵ Ayrıca 3 boyutlu inceleme olanağı sağlaması sebebiyle eskiden hava yolu ölçümünde kullanılan lateral sefalometrik filmlere kıyasla KHBT'nin daha güvenilir olduğu bilinmektedir.^{13,14,103}

KHBT çekimi esnasında yavaş tarama protokolunun daha düşük voksel boyutuna bağlı olarak daha yüksek çözünürlük sunduğu bilinmektedir.⁸⁷ Hızlı ve yavaş tarama protokollerinin gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumunu değerlendiren bir çalışmada yavaş tarama protokolunun daha fazla güvenilirliğe sahip olduğu bildirilmiştir.¹¹³ Ancak yavaş tarama protokolunun efektif radyasyon dozu 127.3µSv iken hızlı tarama protokolunun efektif dozu 64.7µSv dir.¹²⁵ Özellikle çocuklarda

bireysel efektif dozunun çok üzerinde olabileceğinden “ALARA- As low as reasonably achievable” prensibi gereği hiç bir doz hasta açısından güvenli kabul edilemez.¹²⁶ Çalışmamız bir standardizasyon çalışması olduğundan çalışmada kullanılmak üzere yavaş tarama protokolünde çekilmiş grafiler tercih edilmiştir. Çalışmamız retrospektif bir çalışma olduğundan bu çalışma için hiçbir hasta radyasyona maruz kalmamıştır. Arşiv taramasında operatöre bağlı oluşabilecek farklılıklardan kaçınmak amacıyla seçilen tüm hastaların KHBT görüntülerinin aynı Ağız-Diş-Çene Radyolojisi uzmanı tarafından çekilmiş olduğuna dikkat edilmiştir.

Havayolunun yarı otomatik segmentasyonu esnasında araştırmacının tecrübe düzeyinin seçilen noktaları etkileyebileceği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir.^{113,114} Çalışmamızda tecrübe düzeyinden bağımsız olarak en tekrar edilebilir referans düzlemlerin tespiti amaçlandığından tecrübeli, yarı tecrübeli ve tecrübesiz 3 farklı araştırmacının çalışmaya dahil olmasına karar verilmiştir.

KHBT üzerinden hava yolu ölçümünde 3. parti yazılımı olarak en fazla Dolphin 3d kullanımına rastlanmıştır. Bunun sebebi yazılım ara yüzünün kullanım kolaylığı veya yazılımın hali hazırda yaygın olarak kullanılan bir sefalometrik ölçüm programı olması olabilir.⁸⁹ Farklı programların güvenilirliğini araştıran çalışmalar tüm programları güvenilir ve programlar arası yüksek korelasyon bulmuştur^{85,89} Çalışmamızda bu sebeple Dolphin 3d üzerinden ölçüm yapılmasına karar verilmiştir.

Hava yolu hacminin kafa oryantasyonu ve eşik değeri seçiminden etkilenebileceği bilinmektedir.¹¹³ Yaptığımız literatür incelemesinde, Doğal baş pozisyonu^{14,37}, Frankfurt horizontal düzlem^{16,90,113} ve palatal düzlem^{47,85,107} gibi bir çok farklı oryantasyon düzlemleri kullanımına rastlanmıştır. Bireylerin palatal düzlem eğimi farklılık gösterebileceğinden, bu farklılığın ölçülen değişkenleri etkilemesi amacıyla çalışmamızda Frankfurt horizontal düzlemin kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışmamız bir standardizasyon çalışması olduğu için test edilen parametreye karşılık diğer tüm değişkenleri sabit tutabilmek amacıyla tüm görüntülerin kafa oryantasyonu aynı gözlemci tarafından yapılıp kaydedilmiştir. Takip eden tüm ölçümlerde aynı kafa oryantasyonu kullanılmıştır.

Martins ve Ark.¹²⁷ yaptıkları çalışmada hacimsel ölçümlerin eşik değer aralığı seçimi ve tarama protokolünden etkilenebileceğini bildirmişlerdir. Literatür incelendiğinde birçok çalışmanın tarama protokolü ve eşik değer dansitesi seçimi

konusunda eksik bilgi verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca KHBT cihazlarındaki gri skalasının Hounsfield ünitesine(HU) göre belirlenmiyor oluşu farklı cihazlar arasında yapılan çekimlerin karşılaştırılabilmesi konusunda bir başka engeldir.¹²⁸ Bu sebeple yapılan ölçümlerin bu değişkenden etkilenmemesi için çalışmamızda Alves ve Ark.⁹⁰ fantom orofarinks ölçümünde altın standart olarak bildirdikleri 73 eşik değeri kullanılmıştır. Çalışmamızda gerçek hastalara ait grafiler kullanıldığından kemik dansitesi ve yumuşak doku kalınlığı göz önünde bulundurularak standart eşik değeri kullanımı bazı grafilerde hacimsel ölçümün gerçekte olduğundan fazla veya az bulunmasına sebep olmuş olabilir. Ancak amacımız hava yolu hacmi tespiti olmadığından tüm gözlemciler için hacimsel ölçüm aynı oranda gerçek hacimden sapma göstermiştir ve tekrar edilebilirlik sonucu bu parametreden etkilenmemiştir. Eşik değer aralığı tespiti referans düzlemlere ek olarak farklı çalışmaların birbiri ile karşılaştırılabilmesinin önündeki bir başka engeldir. Alves ve Ark.⁹⁰ aynı bireye ait grafide havayolunu aynı segmentlerde aynı programda farklı radyodansite eşik değer aralıklarında incelediklerinde ölçülen hacim alanı iki kat değişiklik gösterirken (11800-20470 mm³) standart sapma on kat farklılık göstermiştir(1034-112 mm³). Bireysel kemik dansitesi ve KHBT cihazlarındaki gri skala farklılıklarına bağlı olarak bir çok çalışma her grafiye özgü optimum eşik değer aralığı kullandığını bildirmiştir. Ancak Zimmerman ve Ark.¹¹³ yaptığı çalışmada farklı tecrübe düzeyindeki araştırmacıların eşik değeri belirleme konusunda gözlemci içi ve gözlemciler arası zayıf uyum gösterdiğini tespit etmeleri optimum eşik değerinin subjektif bir bulgu olduğunu ve çalışmaların bulguları arasında farklılıklara sebebiyet vereceğini göstermektedir. Bu sebeple meta-analiz yapılmasının önündeki en büyük engel olarak literatürde bir çok sistematik taramada belirtilen standardizasyon eksikliğinin aşılabilmesi için bu değişkenden etkilenmeyen ölçüm metotlarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Faringeal alan nazofarinks, orofarinks ve hipofarinks olmak üzere üç alt segmente ayrılmaktadır.¹⁹ Bazı araştırmacılar faringeal alanı farklı alt segmentlere bölerek incelemiştir. Lenza ve Ark.¹⁴ hava yolunu alt nazofarenks, üst velofarenks, alt velofarenks, üst orofarenks ve alt orofarenks olarak segmente etmiştir ancak bu metodoloji literatürde başka hiç bir çalışmada takip edilmemiştir. bu çalışmada belirlenen üst velofarenks, alt velofarenks ve üst orafarenks sınırları yaklaşık olarak diğer çalışmalardaki orofarinks alanına tekabül etmektedir. Kim ve Ark.³⁷

çalışmalarında faringeal alanı üst orta ve alt faringeal alan olarak üç segmente ayırarak incelemiş ancak literatürdeki birçok diğer çalışma gibi anatomik referans veya seçim kriterine yönelik bilgi vermemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan üst faringeal alan PNS nin üzerinde kaldığından literatürdeki yaygın kullanımda Nazofarenkse denk gelmektedir ancak orta faringeal alan ve alt faringeal alan yumuşak damak seviyesinden segmente edildiği için bu alanların orofarinks ve hipofarinks olarak yorumlanması anatomik olarak mümkün değildir.

Dolphin 3d üzerinde yapılan ölçümlerde faringeal segmentler arasında en keskin ölçümün orofarinkste yapılabildiği bildirilmiştir.^{85,113} Hipofarinks ve Nazofarenksin segmentasyon için sınırlarını belirlemek bireysel anatomik farklılıklar sebebiyle daha zordur.⁸⁷ Gözlemcilerin eğitim düzeyi ve tecrübesi bu iki alanın ölçümlerini daha fazla etkilemektedir.¹¹³ Buna ek olarak hipofarenks sınırlarının FOV alanının dış sınırına yakın olması sebebiyle radyolojik artefaktlardan daha fazla etkilenebileceği bilinmektedir.¹¹³ Daha geniş FOV alanında çekilen grafilerde hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarını azaltmak ve tarama süresini kısaltmak için daha geniş voxel ebatları tercih edilmektedir, ancak bu durum uzaysal çözünürlüğün azalmasına sebebiyet verdiğiinden hata payını arttırabilmektedir.¹²⁹ Çalışmamız referans düzlemlere yönelik literatürde ilk standardizasyon çalışması olduğundan çevresel etkenlerden daha az etkilenmek ve tekrar edilebilirlik konusunda daha keskin bir sonuç elde edebilmek amacıyla orofarenks düzeyinde ölçüm yapılmasına karar verilmiştir.

Orofarenks anatomik olarak silindire benzer bir yapıdadır. Literatürde orofarenks ve nazofarenks sınırı konusunda herhangi bir fikir ayrılığı yoktur.¹¹ PNS horizontal genel kanı olarak orofarinksin üst sınırı olarak kabul edilmektedir. Literatürde kraniofasiyal sendromu bulunmayan bireylerde yapılan çalışmalarda farklı bir kullanıma rastlanmamıştır. Orofarinksin arka ve yan sınırları anatomik olarak perifaringeal kaslarla sınırlanmaktadır. Ölçülecek hacimsel alanı geometrik olarak basit hale indirmek ve başka bir referans nokta belirlemek için orofarenksin ön sınırı hali hazırda üst sınır için belirlenmiş olan PNS noktasından geçen koronal kesit olarak seçilmiştir. Tüm grafilerde kafa oryantasyonu ile beraber tecrübeli gözlemci tarafından PNS işaretlenmiş ve tüm ölçümlerde aynı nokta kullanılmıştır. Böylece tekrarlayan ölçümlerde gözlemcilerin sadece alt referans düzlemi baştan belirlemesi sağlanmış ve hacim ölçümünün diğer herhangi bir parametreden etkilenmesi önlenmeye çalışılmıştır.

Literatürde orofaringeal hava yolu alt sınırı olarak en çok epiglottis ucunun(EP) kullanımına rastlanmaktadır.^{11,14,37,107,113} Buna ek olarak birçok çalışma kafa tabanına epiglottisten daha yakın bir konumda olan 2. Servikal vertebrayı(CV2) orofarinks alt sınırı olarak kullanmıştır.^{47,85,89} Ancak bu alan anatomik olarak orofarinks alt sınırına tekabül etmediğinden CV2 alt sınırı ile yapılan ölçümlerde orofaringeal hava yolu olduğundan daha dar bulunabilir.

Çalışmamızda tekrar edilebilirliği karşılaştırmak üzere seçilen iki yumuşak doku referans noktasının çekim aşamasında yutkunmadan etkilenebileceği bilinmektedir.^{87,130} Buna karşın günümüze kadar yapılmış birçok çalışma çekim esnasında hastadan yutkunmamasını istendiğini belirterek alt sınır olarak yumuşak doku referanslarını kullanmışlardır.^{14,37,107,113}

Yavaş çekim protokolü daha keskin ve net bir radyolojik görüntü sağlarken hastanın 20 saniyelik çekim süresi sebebiyle yutkunması ve bu fonksiyona bağlı hareket eden epiglottis ve uvulada çift imaj oluşması kaçınılmazdır.⁸⁷ Buna ek olarak FOV alanı dışına yaklaştıkça rezölüsyonun azalacağı ve dolayısı ile hata payının artabileceği düşüncesi ile çalışmamızda tekrar edilebilirliği incelenmek üzere imaj tabakası dışına yakın bir sert ve bir yumuşak doku referansı ve imaj tabakası merkezine yakın bir sert ve bir yumuşak doku referansı seçilmiştir.

Çalışmamızda karşılaştırmak üzere CV2 ye yakın yumuşak doku referansı olarak SP, CV3 e yakın yumuşak doku referansı olarak EP incelenmek üzere seçilmiştir. İmaj tabakası merkezine benzer mesafelerde bulunan sert doku ve yumuşak doku referansları karşılaştırıldığında 2. Servikal vertebranın yumuşak damaktan ve 3. Servikal vertebranın epiglottisten daha tekrar edilebilir bulunması ancak yumuşak damağın 3. Servikal vertebradan daha tekrar edilebilir olması bu durumu doğrular niteliktedir (Çizelge 4.3).

Anandarajah ve Ark.¹³¹ ortalama $10,9 \pm 2,5$ yaşındaki çocuklarda yaptıkları çalışmada anatomik olarak orofarinks alt sınırı olan Vallekula ya daha yakın olması sebebiyle 4. Servikal vertebranın en üst noktasının alt referans düzlem olarak kullanılmasını önermişlerdir. Ancak bu tercih erişkinlerde daha geniş FOV alanına ihtiyaç duyacağından daha fazla radyasyon maruziyetine sebebiyet verecektir.

5.3. Bulgular

Kullanılan iki sert doku ve iki yumuşak doku referans düzlemi için gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum tüm ölçümlerde mükemmel ($SKK \geq 0.9$) olarak bulunmuştur. (Çizelge 4.3) Çalışmamızda sadece orofarinneal alan değerlendirildiği için Alsufyani ve Ark.⁸⁷ belirttiği gibi orofaringeal alanın sınırların tespitinin kolay olması sebebi ile uyum yüksek bulunmuş olabilir.

Guijarro-Martinez ve Swennen¹⁶ 'ın orofaringeal hava yolunu belirlemede kullandıkları referans düzlemler ve kafa oryantasyonu çalışmamızda 3. Servikal vertebra alt sınırı ile yapılan değerlendirme ile bire bir uyumludur. Her iki çalışmanın hasta gurubu iskeletsel I. Sınıf bireylerden oluşmaktadır. Çalışmamızda da kullanılan Dolphin 3D yazılımında sabit eşik değer aralığı (70) ile yapılan bu çalışmada gözlemci içi ve gözlemciler arası $SKK \geq 0.9$ olarak rapor edilmiştir ve çalışmamız bulguları ile uyumludur. Ancak elde edilen ortalama hacim değerleri karşılaştırıldığında çoğu değişken aynı olmasına karşın çalışmamızda CV3 alt sınırı ile elde edilen ortalama orofaringeal hava yolu hacmi $28250,21 \pm 8920,84$ mm³ iken bu çalışmada $20994,20 \pm 6104,37$ mm³ olarak bildirilmiştir. KHBT görüntülerinin elde edildiği cihaz özelliklerinin farklı olması bu farkın sebebi olarak yorumlanabilir. Bu çalışmanın grafileleri 40 sn, 48mA ve 120kV tüp voltajı ile elde edilmişken çalışmamız grafileleri 20 sn de 3,8mA 120kV ile çekilmiştir. Daha düşük dozda çekilmiş olan grafilelerinde voxellerin yoğunluğu daha az olacağından çalışmamızda kullanılan 73 eşik değeri bu çalışmadan daha geniş bir voxel hacimini doldurmuştur. Bu sebeple sabit eşik değer kullanımı yerine çekim "Hounsfield" skalasına göre kalibre edilmiş bir KHBT cihazında çekilmiş olan grafilelerde hounsfield ünitesi eşik değer aralığında ölçümlerin yapılması daha doğru ve karşılaştırılabilir hacimsel ölçümlerin elde edilmesine olanak verecektir.

Çalışmamızda gözlemciler arası ve gözlemci içi uyumun en yüksek değeri CV2 olup sırasıyla CV3, SP ve EP olarak elde edilmiştir. Tekrar edilirlilik katsayıları bir bireyden alınan ölçümün tekrar edilmesi durumunda ölçülen yeni değer ile arasında oluşan farkın $|x_{i11} - x_{i21}|$, hesaplanan güven aralığı değerini aşması durumunda gerçek bir klinik değişim meydana gelmiştir anlamında kullanılır. Bu nedenle çalışmamızda en düşük tekrar edilirlilik katsayısına (ve en dar güven aralığına) sahip olan parametrenin tekrar edilirliliği en güçlü olan parametre olduğu yorumu yapılabilir.

Çalışmamızdaki tüm parametrelerin birimi aynı olduğundan, ölçümler tekrar edildiğinde parametreler arasından tekrar edilirlilik katsayısı en düşük olanın tekrar edilebilirliği en fazla olan referans düzlem olduğu yorumu yapılabilir. Dolayısıyla çalışmamızda CV2'nin tekrar edilirliliği en güçlü parametre olduğu görülmüştür. İkinci sırada uyumu iyi olan parametre CV3 olmasına karşın TEK en düşük 2. parametre SP olarak elde edilmiştir. Bu durum SP ortalama ve standart sapmasının CV3 den düşük olmasından kaynaklanmaktadır. SP alt referans düzlemi ile ölçülen hava yolu hacmi CV3 ile ölçülene nazaran daha dardır. Dolayısıyla standart sapması da daha küçük çıkacaktır. TEK için güven aralığı en geniş olan parametre EP olup bu parametre uyum katsayısı açısından da dördüncü sırada yer almaktadır.

İncelenen dört referans düzlem içerisinde en düşük tekrar edilebilirlik ve en geniş güven aralığı EP de olmasına karşın literatürde birçok çalışma orofaringeal hava yolu alt sınırı olarak EP'i kullanmaktadır.^{11,14,37,107,113} Literatürde gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumu değerlendiren çalışmalarda kullanılan referans düzlemlerden bağımsız olarak orofaringeal hava yolu hacminde mükemmel uyum bildirilmiştir.^{16,64,85,109} Bizim çalışmamızda da SKK göz önünde bulundurulduğunda orofarinal hava yolu hacim ölçümü her dört alt referans düzlemde de mükemmel gözlemci içi ve gözlemciler arası uyuma sahiptir.(SKK \geq 0.9) Ancak çalışmamızda TEK ve GA'ları incelendiğinde grafi merkezine benzer mesafede bulunan sert doku referans düzlemleri ile yapılan hacimsel ölçümler kullanılan yumuşak doku referanslarına nazaran daha tekrar edilebilir bulunmuştur. Literatürde orofaringeal hava yolu hacmi değerlendirmesinde TEK inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sonuç olarak sert doku referans düzlemlerinin tekrar edilebilirliğinin yavaş tarama protokolünde yumuşak doku referans noktalarından yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum seçilen yumuşak doku referanslarının çekim esnasında muhtemel yutkunmaya bağlı hareket ile açıklanabilir. Hızlı tarama protokolünde bu durum hastanın kesin olarak yutkunmaması şartı ile farklı olabilir. Ayrıca daha dar olan bir hacimsel alan ölçümünün daha düşük standart sapma sebebiyle daha tekrar edilebilir görülmesi bu referans sınırının anatomik ve fizyolojik ihtiyacı karşılayacağı anlamına gelmemektedir. CV2 her ne kadar çalışmamızda en yüksek tekrar edilebilirliğe sahip alt sınır olarak bulunsa da anatomik olarak orofaringeal alanın tamamını temsil edememektedir. Bu sebeple her ne kadar tekrar edilebilirliği daha düşük olacak olsa da

daha alt segmentte bir sert doku referansının kullanımı ölçülen hacmin anlamlılığı açısından daha doğru olabilir.



6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

KHBT görüntüleri üzerinde yapılan üç boyutlu hacimsel ölçümlere göre:

1. Sert doku referans noktalarının tekrar edilebilirliği yumuşak doku referans noktalarından yüksektir.
2. Ölçülen hacimsel alan daraldıkça tekrar edilebilirlik artmaktadır.
3. Karşılaştırılan alt referans düzlemler arasında CV2 en yüksek tekrar edilebilirliğe sahiptir.

6.2. Öneriler

Faringeal hava yolu hacminin, bireyin görüntüleme sırasındaki baş ve vücut pozisyonundan, solunum evresi ile dil ve mandibula konumundan etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle, ileriye yönelik planlanan KHBT çalışmalarında görüntüleme sırasındaki birey pozisyonlarının standardize edilmesi sonuçların güvenilirliğini arttıracaktır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda yumuşak doku ve sert doku referans noktalarının tekrar edilebilirliği hızlı tarama protokolü ve yavaş tarama protokolünde karşılaştırılabilir.

Orofaringeal hava yolunu inceleyen çalışmalar arasında anlamlı karşılaştırmalar yapılabilmesi için kullanılan tüm referans düzlemler ve diğer değişkenlerin standardize edilmesine veya bu değişkenlerden etkilenmeyen ölçüm tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Faringeal hava yolu incelemesinde KHBT üzerinden yapılan hacimsel ölçümlerin anlamlılığına yönelik daha fazla polisomnografi ile karşılaştırmalı çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. **Zettergren-Wijk, L., Forsberg, C. M., Linder-Aronson, S.** Changes in dentofacial morphology after adeno-/tonsillectomy in young children with obstructive sleep apnoea—a 5-year follow-up study. *The European Journal of Orthodontics*, **2006**;28(4):319-326.
2. **El, H., Palomo, J. M.** Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, **2011**;39(6):e511-e521.
3. **Tourne, L. P.** The long face syndrome and impairment of the nasopharyngeal airway. *The Angle Orthodontist*, **1989**;60(3):167-176.
4. **McNamara Jr, J. A.** Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *The Angle Orthodontist*, **1981**;51(4):269-300.
5. **Paul, J. L., Nanda, R. S.** Effect of mouth breathing on dental occlusion. *The Angle Orthodontist*, **1973**;43(2):201-206.
6. **Thomas M. Graber, Robert L. Vanarsdall Jr. and Katherine W.L. Vig.** *Orthodontics Current Principles Techniques*. Elsevier Inc. St. Louis, Missouri. 4th.Ed. **2005**: 117-141.
7. **Hernández-Alfaro, F., Guijarro-Martínez, R., Mareque-Bueno, J.** Effect of mono- and bimaxillary advancement on pharyngeal airway volume: cone-beam computed tomography evaluation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2011**;69(11):e395-e400.
8. **Baccetti, T., McGill, J. S., Franchi, L., McNamara Jr, J. A., Tollaro, I.** Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **1998**;113(3):333-343.
9. **Hiyama, S., Suda, N., Ishii-Suzuki, M., Tsuiki, S., Ogawa, M., Suzuki, S., Kuroda, T.** Effects of maxillary protraction on craniofacial structures and upper-airway dimension. *The Angle orthodontist*, **2002**;72(1):43-47.
10. **Chen, F., Terada, K., Hua, Y., Saito, I.** Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2007**;131(3):372-377.
11. **Guijarro-Martínez, R., Swennen, G. R. J.** Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2011**;40(11):1227-1237.
12. **Sears, C. R., Miller, A. J., Chang, M. K., Huang, J. C., Lee, J. S.** Comparison of pharyngeal airway changes on plain radiography and cone-beam computed tomography after orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2011**;69(11):e385-e394.
13. **Aboudara, C., Nielsen, I. B., Huang, J. C., Maki, K., Miller, A. J., Hatcher, D.** Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2009**;135(4):468-479.
14. **Lenza, M. G., Lenza, M. D. O., Dalstra, M., Melsen, B., Cattaneo, P. M.** An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthodontics craniofacial research*, **2010**;13(2):96-105.

15. **Ghoneima A, Kula K.** Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod.* **2011**;35(2):256-261.
16. **Guijarro-Martínez, R., Swennen, G. R. J.** Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical subregions of the upper airway: a validation study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2013**;42(9):1140-1149
17. **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. *Dentomaxillofacial Radiology*, **2008**;37(5):245-251.
18. **Şimşek cevaz.** *Anatomi*. 3. Baskı, Ankara: Atlas Kitapçılık; **2006**; 222-226.
19. **Seiden A, Tami T, Cotton R, Pensak M, Gluckman J.** *Otolaringoloji Temel Bilgiler*; **2003**; 177-78,207.
20. **Odar, I.V.** *Anatomi Ders Kitabı*. 2. Baskı. Ankara: Elif Matbaacılık. **1978**; 58-68
21. **Proffit, W.R. Fields, H.W.** Contemporary orthodontics. Mosby Inc. St.Louis- Philadelphia. 4th edition. **2007**:63-65, 113-116
22. **Mamandras, A. H., Magli, L. A.** Orthodontic treatment of a pseudo-class III malocclusion. A case report. *Journal (Canadian Dental Association)*, **1984**; 50(10):779.
23. **Oktay, H., Ulukaya, E.** Maxillary protraction appliance effect on the size of the upper airway passage. *The Angle orthodontist*, **2008**; 78(2):209-214.
24. **Ricketts, R. M.** Forum on the tonsil and adenoid problem in orthodontics Respiratory obstruction syndrome. *American journal of orthodontics*, **1968**; 54(7):495-507.
25. **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, rhinomanometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta oto-laryngologica. Supplementum*, **1970**; 265:1.
26. **McNamara Jr, James A.** Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *The Angle Orthodontist*, **1981**; 51(4):269-300.
27. **Akcam, M. O., Toygar, T. U., Wada, T.** Longitudinal investigation of soft palate and nasopharyngeal airway relations in different rotation types. *The Angle Orthodontist*, **2002**;72(6):521-526.
28. **Uçar, F. İ., Uysal, T.** Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. *The Angle Orthodontist*, **2011**;81(3):460-468.
29. **Celikoglu, M., Bayram, M., Sekerci, A. E., Buyuk, S. K., Toy, E.** Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: a cone-beam computed tomography study. *The Angle Orthodontist*, **2014**;84(5):782-787.
30. **de Freitas, M. R., Alcazar, N. M. P. V., Janson, G., de Freitas, K. M. S., Henriques, J. F. C.** Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, **2006**;130(6):742-745.
31. **Wang, T., Yang, Z., Yang, F., Zhang, M., Zhao, J., Chen, J., Li, Y.** A three dimensional study of upper airway in adult skeletal Class II patients with different vertical growth patterns. *PLoS one*, **2014**; 9(4):e95544.

32. **Muto, T., Yamazaki, A., Takeda, S.** A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2008**; 37(3): 228-231.
33. **Muto, T., Yamazaki, A., Takeda, S.** A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2012**; 37(3): 228-231.
34. **Murat Özbek, M., Ufuk Toygar Memikoglu, T., Gögen, H., Lowe, A. A., Baspinar, E.** Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *The Angle Orthodontist*, **1998**; 68(4):327-336.
35. **Kirjavainen, M., Kirjavainen, T.** Upper airway dimensions in Class II malocclusion: effects of headgear treatment. *The Angle Orthodontist*, **2007**;77(6):1046-1053.
36. **Jena, A. K., Singh, S. P., Utreja, A. K.** Sagittal mandibular development effects on the dimensions of the awake pharyngeal airway passage. *The Angle Orthodontist*, **2010**;80(6)1: 061-1067.
37. **Kim, Y. J., Hong, J. S., Hwang, Y. I., Park, Y. H.** Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2010**; 137(3), 306-e1.
38. **Oh, K. M., Hong, J. S., Kim, Y. J., Cevidanes, L. S., Park, Y. H.** Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *The Angle Orthodontist*, **2011**; 81(6):1075-1082.
39. **Grauer, D., Cevidanes, L. S., Styner, M. A., Ackerman, J. L., Proffit, W. R.** Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, **2009**;136(6):805-814.
40. **Vig KW.** Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **1998**;113(6):603-611.
41. **Claudino, L. V., Mattos, C. T., de Oliveira Ruellas, A. C., Sant'Anna, E. F.** Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2013**;143(6):799-809.
42. **Takemoto, Y., Saitoh, I., Iwasaki, T., Inada, E., Yamada, C., Iwase, Y., Yamasaki, Y.** Pharyngeal airway in children with prognathism and normal occlusion. *The Angle Orthodontist*, **2011**;81(1):75-80.
43. **Iwasaki, T., Hayasaki, H., Takemoto, Y., Kanomi, R., Yamasaki, Y.** Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *American Journal of orthodontics and Dentofacial orthopedics*, **2009**;136(3):318-e1.
44. **Haas, A. J.** Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, **1961**;31(2)7:3-90.
45. **Iwasaki, T., Saitoh, I., Takemoto, Y., Inada, E., Kakuno, E., Kanomi, R., Yamasaki, Y.** Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: a cone-beam computed tomography study. *American Journal of orthodontics and Dentofacial orthopedics*, **2013**;143(2):235-245.
46. **Chang, Y., Koenig, L. J., Pruszynski, J. E., Bradley, T. G., Bosio, J. A., Liu, D.** Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: a prospective cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2013**;143(4):462-470.

47. **El, H., Palomo, J. M.** Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study. *The Angle Orthodontist*, **2014**;84(2):265-273
48. **Baratieri, C., Alves Jr, M., de Souza, M. M. G., de Souza Araújo, M. T., Maia, L. C.** Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2011**;140(2) :146-156.
49. **Buck, L. M., Dalci, O., Darendeliler, M. A., Papageorgiou, S. N., Papadopoulou, A. K.** Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *European journal of orthodontics*, **2017**;39(5):463-473.
50. **Di Carlo, G., Saccucci, M., Ierardo, G., Luzzi, V., Occasi, F., Zicari, A. M., Polimeni, A.** Rapid Maxillary Expansion and Upper Airway Morphology: A Systematic Review on the Role of Cone Beam Computed Tomography. *BioMed research international*, **2017**. <https://doi.org/10.1155/2017/5460429>.
51. **Andre, R. F., Vuyk, H. D., Ahmed, A., Graamans, K., Nolst Trenite, G. J.** Correlation between subjective and objective evaluation of the nasal airway. A systematic review of the highest level of evidence. *Clinical Otolaryngology*, **2009**;34(6):518-525.
52. **Alves, P. V. M., Zhao, L., O'gara, M., Patel, P. K., Bolognese, A. M.** Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *Journal of Craniofacial Surgery*, **2008**;19(6):1497-1507.
53. **Restrepo, C., Santamaría, A., Peláez, S., Tapias, A.** Oropharyngeal airway dimensions after treatment with functional appliances in class II retrognathic children. *Journal of oral rehabilitation*, **2011**;38(8):588-594.
54. **Zhou, L., Zhao, Z., Lu, D.** The analysis of the changes of tongue shape and position, hyoid position in Class II, division 1 malocclusion treated with functional appliances (FR-I). *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*, **2000**;18(2):123-125.
55. **Iwasaki, T., Takemoto, Y., Inada, E., Sato, H., Saitoh, I., Kakuno, E., ... Yamasaki, Y.** Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2014**;146(6):776-785.
56. **Rizk, S., Kulbersh, V. P., Al-Qawasmi, R.** Changes in the oropharyngeal airway of Class II patients treated with the mandibular anterior repositioning appliance. *The Angle Orthodontist*, **2015**;86(6):955-961.
57. **Isidor, S., Di Carlo, G., Cornelis, M. A., Isidor, F., Cattaneo, P. M.** Three-dimensional evaluation of changes in upper airway volume in growing skeletal Class II patients following mandibular advancement treatment with functional orthopedic appliances. *The Angle Orthodontist*. **2018**; 88(5):552-559
58. **Xiang, M., Hu, B., Liu, Y., Sun, J., Song, J.** Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, **97**, **2017**:170-180.
59. **Kilinç, A. S., Arslan, S. G., Kama, J. D., Özer, T., Dari, O.** Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. *The European Journal of Orthodontics*, **2007**;30(1):61-66.

60. **Chen, X., Liu, D., Liu, J., Wu, Z., Xie, Y., Li, L., Zhang, S.** Three-dimensional evaluation of the upper airway morphological changes in growing patients with skeletal class III malocclusion treated by protraction headgear and rapid palatal expansion: a comparative research. *PloS one*, **2015**;10(8):e0135273.
61. **Pamporakis, P., Nevzatoğlu, Ş., Küçükkeleş, N.** Three-dimensional alterations in pharyngeal airway and maxillary sinus volumes in Class III maxillary deficiency subjects undergoing orthopedic facemask treatment. *Angle Orthodontist*, **2014**;84(4): 701-707.
62. **Ming, Y., Hu, Y., Li, Y., Yu, J., He, H., Zheng, L.** Effects of maxillary protraction appliances on airway dimensions in growing class III maxillary retrognathic patients: A systematic review and meta-analysis. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, **2018**;105:138-145.
63. **Irani, S. K., Oliver, D. R., Movahed, R., Kim, Y. I., Thiesen, G., Kim, K. B.** Pharyngeal airway evaluation after isolated mandibular setback surgery using cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2018**;153(1): 46-53.
64. **Mattos, C. T., Vilani, G. N. L., Sant'Anna, E. F., Ruellas, A. C. O., Maia, L. C.** Effects of orthognathic surgery on oropharyngeal airway: a meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2011**;40(12):1347-1356.
65. **Tan, S. K., Leung, W. K., Tang, A. T. H., Zwahlen, R. A.** Effects of mandibular setback with or without maxillary advancement osteotomies on pharyngeal airways: An overview of systematic reviews. *PloS one*, **2017**;12(10):e0185951.
66. **Gokce, S. M., Gorgulu, S., Gokce, H. S., Bengi, A. O., Karacayli, U., Ors, F.** Evaluation of pharyngeal airway space changes after bimaxillary orthognathic surgery with a 3-dimensional simulation and modeling program. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2014**;146(4):477-492.
67. **Gokce, S. M., Gorgulu, S., Karacayli, U., Gokce, H. S., Battal, B.** Three-dimensional evaluation of nasal and pharyngeal airway after Le Fort I maxillary distraction osteogenesis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2015**;44(4):455-461.
68. **Holty, J. E. C., Guilleminault, C.** Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, **2010**;14(5):287-297.
69. **Christovam, I. O., Lisboa, C. O., Ferreira, D. M. T. P., Cury-Saramago, A. A., Mattos, C. T.** Upper airway dimensions in patients undergoing orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2016**;45(4):460-471.
70. **Zaghi, S., Holty, J. E. C., Certal, V., Abdullatif, J., Guilleminault, C., Powell, N. B., ... Camacho, M.** Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head Neck Surgery*, **2016**;142(1):58-66.
71. **Rosário, H. D., Oliveira, G. M. S., Freires, I. A., de Souza Matos, F., Paranhos, L. R.** Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, **2017**;274(1):35-44.
72. **Riepponen, A., Myllykangas, R., Savolainen, J., Kilpeläinen, P., Kellokoski, J., Pahkala, R.** Changes in posterior airway space and hyoid bone position after surgical mandibular advancement. *Acta Odontologica Scandinavica*, **2017**;75(1):73-78.
73. **Yuen, H., Rossouw, P. E., Wolford, L. M., Wang, H.** Pharyngeal Airway Space Changes After Condylar Replacement and Mandibular Advancement Surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2018**;76(6):1165-1174.

74. **Ristow, O., Rückschloß, T., Berger, M., Grötz, T., Kargus, S., Krisam, J., Freudlsperger, C.** Short-and long-term changes of the pharyngeal airway after surgical mandibular advancement in Class II patients—a three-dimensional retrospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, **2018**;46(1):56-62.
75. **Alsufyani, N. A., Dietrich, N. H., Lagravère, M. O., Carey, J. P., Major, P. W.** Cone beam computed tomography registration for 3-D airway analysis based on anatomic landmarks. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, **2014**;118(3):371-383.
76. **Martins, L. S., Liedke, G. S., Heraldo, L. D. D. S., da Silveira, P. F., Arus, N. A., Ongkosuwito, E. M., Vizzotto, M. B.** Airway volume analysis: is there a correlation between two and three-dimensions?. *European journal of orthodontics*, **2017**;40(3):262-267.
77. **Vizzotto, M. B., Liedke, G. S., Delamare, E. L., Silveira, H. D., Dutra, V., Silveira, H. E.** A comparative study of lateral cephalograms and cone-beam computed tomographic images in upper airway assessment. *The European Journal of Orthodontics*, **2011**;34(3):390-393.
78. **Battagel, J. M., Johal, A., Smith, A. M., Kotecha, B.** Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disordered breathing: a cephalometric study. *The European Journal of Orthodontics*, **2002**;24(3):263–276.
79. **Katyal, V., Pamula, Y., Martin, A. J., Daynes, C. N., Kennedy, J. D., Sampson, W. J.** Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing: systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2013**;143(1):20-30.
80. **Fujioka, M., Young, L. W., Girdany, B. R.** Radiographic evaluation of adenoidal size in children: adenoidal-nasopharyngeal ratio. *American Journal of Roentgenology*, **1979**;133(3):401-404.
81. **Feng, X., Li, G., Qu, Z., Liu, L., Näsström, K., Shi, X. Q.** Comparative analysis of upper airway volume with lateral cephalograms and cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2015**;147(2):197-204.
82. **Ianni Filho, D., Raveli, D. B., Raveli, R. B., Monteiro, L. D. C. L., Gandin Jr, L. G.** A comparison of nasopharyngeal endoscopy and lateral cephalometric radiography in the diagnosis of nasopharyngeal airway obstruction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2001**;120(4):348-352.
83. **Wang, D., Clement, P., Kaufman, L., Derde, M. P.** Fiberoptic examination of the nasal cavity and nasopharynx in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, **1992**;24(1):35-44.
84. **Laranne, J. E., Penttilä, M. A., Paakkala, T. A., Pukander, J. S., Karma, P. H.** Diagnostic value of plain radiographs in chronic maxillary sinusitis: a comparison between radiological and endoscopic findings in 75 patients. *Rhinology*, **1992**;30(3):205-215.
85. **El, H., Palomo, J. M.** Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2010**;137(4):S50.e1-
86. **Matiñó, E., Manel, J., Rubert, A., Bellet, L.** Trastornos de respiración obstructivos del sueño en los niños. *Acta otorrinolaringológica española*, **2010**; 61 (1): 40-44.
87. **Alsufyani, N. A., Flores-Mir, C., Major, P. W.** Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, **2012**; 41 (4): 276–284.

88. **Celenk, M., Farrell, M. L., Eren, H., Kumar, K., Singh, G. D., Lozanoff, S.** Upper airway detection and visualization from cone beam image slices. *Journal of X-ray science and technology*, **2010**; 18 (2): 121–135.
89. **Weissheimer, A., de Menezes, L. M., Sameshima, G. T., Enciso, R., Pham, J., Grauer, D.** Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2012**;142(6):801-813.
90. **Alves Jr, M., Baratieri, C., Mattos, C. T., Brunetto, D., da Cunha Fontes, R., Santos, J. R. L., de Oliveira Ruellas, A. C.** Is the airway volume being correctly analyzed?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2012**;141(5):657-661.
91. **Xu, Y., Zhao, S., Shi, J., Wang, Y., Shi, B., Zheng, Q., Lo, L. J.** 3-dimensional computed tomographic analysis of the pharynx in adult patients with unrepaired isolated cleft palate. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2013**;71(8):1424-1434.
92. **Yoshihara M, Terajima M, Yanagita N, et al.** Three-dimensional analysis of the pharyngeal airway morphology in growing Japanese girls with and without cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. **2012**;141(4):92-101.
93. **Aras, I., Olmez, S., Dogan, S.** Comparative evaluation of nasopharyngeal airways of unilateral cleft lip and palate patients using three-dimensional and two-dimensional methods. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, **2012**;49(6):75-81.
94. **Celikoglu, M., Ucar, F. I., Sekerci, A. E., Buyuk, S. K., Ersoz, M., Sisman, Y.** Assessment of pharyngeal airway volume in adolescent patients affected by bilateral cleft lip and palate using cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, **2014**;84(6):995-1001.
95. **Sutthiprapaporn, P., Tanimoto, K., Ohtsuka, M., Nagasaki, T., Iida, Y., Katsumata, A.** Positional changes of oropharyngeal structures due to gravity in the upright and supine positions. *Dentomaxillofacial Radiology*, **2008**;37(3):130-135.
96. **Solow, B., Skov, S., Ovesen, J., Norup, P. W., Wildschjødztz, G.** Airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnoea. *The European Journal of Orthodontics*, **1996**; 18 (6): 571–579.
97. **Helsing, E.** Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head. *The European Journal of Orthodontics*, **1989**;11(4):359-365.
98. **Muto, T., Takeda, S., Kanazawa, M., Yamazaki, A., Fujiwara, Y., Mizoguchi, I.** The effect of head posture on the pharyngeal airway space (PAS). *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **2002**;31(6):579-583.
99. **Muto T, Yamazaki A, Takeda S.** Relationship between the pharyngeal airway space and craniofacial morphology, taking into account head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg*. **2006**;35(2):132-136.
100. **Zhao, Y., Nguyen, M., Gohl, E., Mah, J. K., Sameshima, G., Enciso, R.** Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2010**;137(4):S71-S78
101. **Hart, P. S., McIntyre, B. P., Kadioglu, O., Currier, G. F., Sullivan, S. M., Li, J., Shay, C.** Postsurgical volumetric airway changes in 2-jaw orthognathic surgery patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2015**;147(5):536-546.
102. **Aboudara, C. A., Hatcher, D., Nielsen, I. L., Miller, A.** A three dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthodontics craniofacial research*, **2003**;6: 173-175.

103. **Souza, K. R. S. D., Oltramari-Navarro, P. V. P., Navarro, R. D. L., Conti, A. C. D. C. F., Almeida, M. R. D.** Reliability of a method to conduct upper airway analysis in cone-beam computed tomography. *Brazilian oral research*, **2013**;27(1):48–54.
104. **Ghoneima, A., Kula, K.** Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *The European Journal of Orthodontics*, **2011**;35(2):256-261.
105. **Chen, H., van Eijnatten, M., Aarab, G., Forouzanfar, T., de Lange, J., van der Stelt, P., ... Wolff, J.** Accuracy of MDCT and CBCT in three-dimensional evaluation of the oropharynx morphology. *European journal of orthodontics*, **2017**;40(1):58-64.
106. **dos Santos Trento, G., Moura, L. B., Spin-Neto, R., Jürgens, P. C., Gabrielli, M. A. C., Pereira-Filho, V. A.** Comparison of Imaging Softwares for Upper Airway Evaluation: Preliminary Study. *Craniomaxillofacial Trauma Reconstruction*, **2017**;11(04): 273-277.
107. **Chen, H., van Eijnatten, M., Wolff, J., de Lange, J., van der Stelt, P. F., Lobbezoo, F., Aarab, G.** Reliability and accuracy of three imaging software packages used for 3D analysis of the upper airway on cone beam computed tomography images. *Dentomaxillofacial Radiology*, **2007**;46(6):20170043.
108. **Yamanaka M, Hironaka S, Ishikawa K, Kanomi R, Mukai Y.** Assessment of oropharynx using cone beam computed tomography—Change in volume during oropharynx growth—. *Pediatric Dental Journal*, **2010**;20(1):7-15.
109. **Zimmerman, J. N., Lee, J., Pliska, B. T.** Reliability of upper pharyngeal airway assessment using dental CBCT: a systematic review. *European journal of orthodontics*, **2016**;39(5) : 489-496.
110. **Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ.** Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. **2009**;108(5):768-776.
111. **Hong J-S, Oh K-M, Kim B-R, Kim Y-J, Park Y-H.** Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. **2011**; (140.4): e161-e169.
112. **Celikoglu, M., Buyuk, S. K., Sekerci, A. E., Ucar, F. I., Cantekin, K.** Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway volumes in patients affected by unilateral cleft lip and palate. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2014**;145(6):780-786.
113. **Zimmerman, J. N., Vora, S. R., Pliska, B. T.** Reliability of upper airway assessment using CBCT. *European journal of orthodontics*, **2018**;cjj058, <https://doi.org/10.1093/ejo/cjj058>
114. **Mattos, C. T., Cruz, C. V., da Matta, T. C. S., de Abreu Pereira, L., de Almeida Solon-de-Mello, P., de Oliveira Ruellas, A. C., Sant’Anna, E. F.** Reliability of upper airway linear, area, and volumetric measurements in cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2014**;145(2):188-197.
115. **Major, M. P., Witmans, M., El-Hakim, H., Major, P. W., Flores-Mir, C.** Agreement between cone-beam computed tomography and nasoendoscopy evaluations of adenoid hypertrophy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2014**;146(4):451-459.
116. **Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., Buchner, A.** G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, **2007**;39(2): 175-191.

117. **Enciso, R., Nguyen, M., Shigeta, Y., Ogawa, T., Clark, G. T.** Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **2010** ;109(2):285-293.
118. **Hayen, A., Dennis, R. J., Finch, C. F.** Determining the intra-and inter-observer reliability of screening tools used in sports injury research. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **2007**;10(4) : 201-210.
119. **Eliasziw, M., Young, S. L., Woodbury, M. G., Fryday-Field, K.** Statistical methodology for the concurrent assessment of interrater and intrarater reliability: using goniometric measurements as an example. *Physical therapy*, **1994**;74(8):777—88.
120. **Kraemer, H. C., Blasey, C.** *How many subjects?: Statistical power analysis in research.* Sage Publications, **2015**
121. **Schendel, S. A., Jacobson, R., Khalessi, S.** Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **2012**;70(9):2174-2183.
122. **Taylor, M., Hans, M. G., Strohl, K. P., Nelson, S., Holly Broadbent, B.** Soft tissue growth of the oropharynx. *The Angle Orthodontist*, **1996**;66(5):393-400.
123. **Linder-Aronson, S., Leighton, B. C.** A longitudinal study of the development of the posterior nasopharyngeal wall between 3 and 16 years of age. *The European Journal of Orthodontics*, **1983**;5(1):47-58.
124. **Basciftci, F. A., Uysal, T., Buyukerkmen, A.** Craniofacial structure of Anatolian Turkish adults with normal occlusions and well-balanced faces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **2004**;125(3): 366-372.
125. **Güldner, C., Diogo, I., Leicht, J., Mandapathil, M., Wilhelm, T., Teymoortash, A., Jahns, E.** Reduction of radiation dosage in visualization of paranasal sinuses in daily routine. *International journal of otolaryngology*, **2017**.
126. **Patel, A., Jackson, B.** Low-dose radiation use in diagnostic imaging and cancer therapy settings. *La radiologia medica*, **2018**:1-2.
127. **Martins, L. S., Liedke, G. S., Silveira, H. L. D. D., Silveira, P. F. D., Arus, N. A., Ongkosuwito, E. M., Vizzotto, M. B.** Important queries for the airway analysis in cone-beam computed tomography scans: Threshold tool and voxel size protocol. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. **2018**; 6(2): 26-30.
128. **Pauwels, R., Araki, K., Siewerdsen, J. H., Thongvigitmanee, S. S.** Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology(Electronic Journal)*, **2014**; <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140224>
129. **Farman, A. G.** ALARA still applies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, **2005**;100(4):395-397.
130. **Shigeta, Y., Ogawa, T., Tomoko, I., Clark, G. T., Enciso, R.** Soft palate length and upper airway relationship in OSA and non-OSA subjects. *Sleep and Breathing*, **2010**; 4(4):353-358.
- 131.. **Anandarajah, S., Abdalla, Y., Dudhia, R., Sonnesen, L.** Proposal of new upper airway margins in children assessed by CBCT. *Dentomaxillofacial Radiology(Electronic Journal)*, **2015**; <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140438>

EKLER

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı	Tarih
61	10 Şubat 2017

KARAR NO 39- Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda, Doç. Dr. Aslıhan Uzel yönetiminde, Araş. Gör. Dt. Şahin Barış tarafından yürütülmesi öngörülen, "Faringeal Havayolu Ölçümünde Kullanılan Farklı Alt Referans Düzlemlerinin Tekrar Edilebilirliğinin Karşılaştırılması: KHBT Çalışması" başlıklı diş hekimliğinde uzmanlık tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Doç Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
ÜYELER	Prof Dr Davut Alptekin Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	
	Prof Dr Mehmet Kanadaşı Kardiyoloji Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gülşah Seydaoğlu Biyostatistik Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı	
	Doç Dr Suat Gezer Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Av. Zehra Bulut Hukukçu Üye	
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye	

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

ÖZGEÇMİŞ

Şahin BARIŞ, 1989 yılında Tahran’da doğdu. İlk ve ortaöğretimi İstanbul’da tamamladı. Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladı.

