

**T. C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI MALOKLUZYONA SAHİP BİREYLERDE FARENGEAL HAVAYOLU
HACMİNİN ÜÇ BOYUTLU OLARAK İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Duygu EKŞİ ÇOBAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2014

**T. C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI MALOKLUZYONA SAHİP BİREYLERDE FARENGEAL HAVAYOLU
HACMİNİN ÜÇ BOYUTLU OLARAK İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Duygu EKŞİ ÇOBAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2014

Projeyi Destekleyen Kurum: Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma

Proje No: 14-DH-11

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ

“Farklı Malokluzyona Sahip Bireylerde Farengial Havayolu Hacminin Üç Boyutlu Olarak İncelenmesi ” isimli Doktora Tezi 16/12/2014 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE
Tezi Teslim Eden : Dh. Duygu EKŞİ ÇOBAN

Jüri Üyesinin

	Ünvanı	Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr.	İsmail CEYLAN
Üye	: Prof. Dr.Dr.	M. İrfan KARADEDE
Üye	: Prof. Dr.	İzzet YAVUZ
Üye	: Doç. Dr.	Güvenç BAŞARAN
Üye	: Yrd.Doç.Dr.	Mehmet DOĞRU

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

16.../12../2014..


Prof. Dr. Ali CEYLAN
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgilerinden ve tecrübelerinden faydalandığım, doktora tez çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE' ye,

Doktora eğitimim boyunca bilgilerini, tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim değerli hocam sayın Doç. Dr. Güvenç BAŞARAN' a,

Doktora eğitimime olan katkılarından dolayı değerli hocalarım sayın Doç Dr. Seher Gündüz ARSLAN' a, Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU' ya, Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT' a,

Ortodonti kliniğinde büyük bir keyifle çalıştığım bütün asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmamın istatistik kısmını yürüten Yrd. Doç. Dr. Ersin UYSAL'a,

Hayatımın her aşamasında yanımda olduklarını hissettiren, verdikleri güvenle daha ileriye gitmeme yardımcı olan canım anneme, babama ve kardeşime,

Bu süreçte, desteğini ve sabrını hiçbir zaman esirgemeyen, her anımda yanımda olan sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tezi Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: **14-DH-11**

İÇİNDEKİLER

İç Kapak	
Onay Sayfası	I
Teşekkür Sayfası	II
İçindekiler Dizini.	III
Şekiller Dizini	VI
Tablolar Dizini	VII
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	VIII
Türkçe Özet	XI
İngilizce Özet	XII
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Farenks.....	3
2.1.1. Nazofarenks.....	4
2.1.2. Orofarenks	4
2.1.3. Hipofarenks	5
2.2. Kafa Kaidesi ve Farenksin Büyümesi.....	5
2.2.1. Kafa Kaidesinin Büyümesi	5
2.2.2. Farenksin Büyümesi	6
2.3. Somatotip ve Havayolu Arasındaki İlişki	8
2.4. Havayolu Tıkanıklığında Görülen Adaptasyonlar	10

2.5. Görüntüleme Yöntemleri	16
2.6. Havayolu ile ilgili yapılmış 3 boyutlu çalışmalar	23
3. GEREÇ ve YÖNTEM	29
3.1. Gereç	29
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	30
3.2.2. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel noktalar	31
3.2.3. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel açısal ölçümler.....	31
3.2.4. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel açısal ölçümlerin üç boyutlu veriler üzerinde elde edilmesi	31
3.2.5. Üç Boyutlu Havayolu Analizi Yöntemi	34
3.2.5.1. Total havayolu hacmi	36
3.2.5.2. Orofarengeal havayolu hacmi	38
3.2.5.2. Nazofarengeal havayolu hacmi	38
3.2.5.6. Orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alan	38
3.2.5.4. C2 seviyesindeki aksiyal alan	39
3.2.5.5. C3 seviyesinde aksiyal alan	40
3.2.5.6. Minimum aksiyal alan	40
3.2.5.7. Transversal ve anteroposterior uzunluk	40
3.2.6. İstatistiksel Yöntem	41
3.2.6.1. Metod hatası	41

4. BULGULAR	43
4.1. Açısal Değerlere Ait Bulgular	44
4.1.1. Grupların oluşturulmasında kullanılan ANB açısına ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi	44
4.2. Havayolu Bulguları	45
4.2.1. Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III Grupları Arasındaki Karşılaştırmalar	48
4.2.1.1. Volumetrik ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi.....	48
4.2.1.2. Alansal ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi.....	49
4.2.1.3. Doğrusal ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi.....	49
4.2.2. Cinsiyete Bağlı Grupların Karşılaştırılması.....	51
4.3. Parametrelerin Korelasyonu.....	51
5. TARTIŞMA	54
5.1. Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi	54
5.2. Havayolu Bulgularının Değerlendirilmesi	65
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	74
6.1. Sonuçlar	74
6.2. Öneriler.....	75
7. KAYNAKLAR	77
8. ÖZGEÇMİŞ	94

ŞEKİLLER

Şekil 1. Farenksin bölümleri	3
Şekil 2. KIBT ile BT'nin görüntü elde etme şekillerinin karşılaştırılması	18
Şekil 3. İzotropik ve izotropik olmayan voksellerin karşılaştırılması.....	19
Şekil 4. Threshold değerinin kemik dokuyu içerecek şekilde ayarlanması.....	32
Şekil 5. Üç boyutlu obje elde edilirken "Optimal" seçeneğinin seçilmesi...	33
Şekil 6. Elde edilen 3 boyutlu obje üzerinde iskeletsel açısal ölçümlerin yapılması.....	33
Şekil 7. Threshold değerinin hava boşluklarını içerecek şekilde ayarlanması.....	34
Şekil 8. Farengeal havayolunun dış ortam ile olan bağlantısının kesilerek kaba bir taslağının oluşturulması.....	35
Şekil 9. Elde ettiğimiz taslak maskenin "Region Growing" ile artefaktlardan arındırılması.....	35
Şekil 10. Vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği hattın belirlenmesi.....	36
Şekil 11. Total havayolunun 3 boyutlu obje halinde elde edilmesi.....	37
Şekil 12. Total havayolu hacmi.....	37
Şekil 13. Orofarengeal ve nazofarengeal havayolu hacmi.....	38
Şekil 14. Orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alanın segmentasyonu.....	39
Şekil 15. Transversal ve antero-posterior uzunluk.....	41

TABLOLAR

Tablo 1. Farklı görüntüleme tekniklerinde maruz kalınan efektif dozlar.....	20
Tablo 2. Farklı KIBT cihazlarının karşılaştırılması.....	21
Tablo 3. Kız ve erkek bireylerin gruplara göre dağılımı.....	30
Tablo 4. Araştırmaya dahil edilen bireylerin KIBT taraması yapıldığı esnadaki yaş dağılımları.....	30
Tablo 5. Hacimsel ölçümlere ait tekraralama katsayıları (r).....	43
Tablo 6. Dahlberg metod hatası formülü kullanılarak hesaplanan açısal, alansal ve doğrusal ölçümlerin metod hatası.....	43
Tablo 7. ANB açısı değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması ve önemi.....	44
Tablo 8. Sınıf I grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	45
Tablo 9. Sınıf II grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	46
Tablo10. Sınıf III grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri.....	47
Tablo 11. Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarına ait havayolu verilerinin karşılaştırılması ve önemi.....	50
Tablo 12. Kız ve erkek bireylerin havayolu verilerinin karşılaştırılması ve önemi.....	52
Tablo 13. Çalışmamızda kullanılan değerlerin Pearson korelasyon katsayıları.....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

CBCT	Cone Beam Computed Tomography
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
PNS	Posterior Nazal Spina
Ba	Basion
N-S-Ba	Nasion-Sella-Basion (Kafa Kaidesi Açısı)
SN	Sella-Nasion
ANS	Anterior Nazal Spina
SNA	Sella-Nasion-A noktası arasındaki açı
SNB	Sella-Nasion-B noktası arasındaki açı
ANB	A noktası-Nasion-B noktası arasındaki açı
OSA	Obstrüktif Uyku Apnesi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
°	Derece
MR	Manyetik Rezonans
Sv	Sievert
mSv	Milisievert
μSv	Mikrosievert
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
cm	Santimetre

mm	Milimetre
mm²	Milimetrekare
mm³	Milimetreküp
HU	Hounsfield Unit
T	Transversal
AP	Antero-posterior
<	Küçüktür
>	Büyüktür
%	Yüzde
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TH	Total Hacim
NH	Nazofarengeal Hacim
OH	Orofarengeal Hacim
sn	Saniye
Sd	Standart Sapma
Sx	Standart Hata
Sm	Standart Metod Hatası
r	Sınıf İçi Tekrarlama Katsayısı
n	Hasta Sayısı
X	Ortalama
min	Minimum

max	Maksimum
p	Probability (İstatistiksel Anlamlılık)
-	$p > 0,05$
*	$p < 0,05$
**	$p < 0,01$
***	$p < 0,001$

ÖZET

Farklı Malokluzyona Sahip Bireylerde Farengeal Havayolu Hacminin Üç Boyutlu Olarak İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı, farklı maloklüzyona sahip erişkin bireylerde farengeal hava yolu şekli ve hacminin üç boyutlu olarak incelenmesidir.

Çalışmanın materyali, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniği arşivinde bulunan konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) verilerinden seçilerek oluşturulmuştur. 89 bireyin (44 kadın, 45 erkek) KIBT verisi ANB açlarına göre Sınıf I ($0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$), Sınıf II ($\text{ANB} > 4^{\circ}$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 0^{\circ}$) olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Mimics (version 15, Materialise Medical Co, Leuven, Belgium) yazılım programı kullanılarak doğrusal, alansal ve hacimsel ölçümler yapılmıştır.

Gruplar arasındaki farkların belirlenmesi için One-way ANOVA varyans analizi kullanılmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık gösteren parametreler için post-hoc Tukey HSD testi uygulanmıştır. Havayolu parametreleri, sefalometrik parametreler ve yaş arasında bir ilişki olup olmadığını saptamak amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

Sonuç olarak, Sınıf II bireylerin total havayolu ve orofarengeal havayolu hacimleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçüktür ($p < 0,01$). Sınıf II bireylerin nazofarengeal havayolu hacimleri Sınıf I bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçüktür ($p < 0,05$). Sınıf I ve Sınıf III bireylerin havayolu parametrelerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). ANB açısı ile total hacim ve orofarengeal hacim parametreleri arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur ($p < 0,01$).

Anahtar Kelimeler: Malokluzyon, Total Havayolu, Orofarengeal Havayolu, Nazofarengeal Havayolu, Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi, Üç boyutlu İnceleme.

ABSTRACT

Three Dimensional Evaluation of Pharyngeal Airway Volume in Individuals with Different Malocclusions

The aim of this study was to evaluate three dimensional pharyngeal airway shape and volume in adults with different malocclusions.

The sample of the study was comprised with selecting cone beam computed tomography (CBCT) datas from the archive of Oral Diagnosis and Radiology Department of Dicle University Faculty of Dentistry. CBCT datas of 89 individuals (44 girls, 45 boys) were divided into three groups due to the ANB angles as; Class I ($0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$), Class II ($\text{ANB} > 4^{\circ}$) ve Class III ($\text{ANB} < 0^{\circ}$). Linear, areal and volumetric measurements were done by using Mimics (version 15, Materialise Medical Co., Leuven, Belgium) software program.

One-way ANOVA analysis of variance was used to determine differences between groups. Post-hoc Tukey HSD test was used for the parameters which were found to be statistically significant between groups according to the results of this method. Pearson correlation analysis was performed to determine whether there is a relationship between airway parameters, cephalometric parameters and age.

As a result, total airway and oropharyngeal airway volume of Class II patients are significantly smaller ($p < 0,01$). Nasopharyngeal airway volume of Class II patients is significantly smaller than Class I patients ($p < 0,05$). There was no statistically significant difference between airway parameters of Class I and Class III patients ($p > 0,05$). Negative correlation was found between the ANB angle and total, oropharyngeal airway volume parameters ($p < 0,01$).

Key Words: Malocclusion, Total Airway, Oropharyngeal Airway, Nasopharyngeal Airway, Cone Beam Computed Tomography, Three-dimensional Analysis.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Havayolu ve dentofasiyal morfoloji arasındaki ilişki 1800'lerden itibaren araştırmacıların ilgisini çekmiştir (1). Yapılan ilk çalışmalar, tıbbi gereçlerin yeterli olmamasından dolayı gözlemsel tahminlere dayanmıştır. Görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesi havayolu ve dentofasiyal morfoloji arasındaki ilişkinin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesine olanak sağlamıştır (2).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bazı araştırmacıların havayolu kapasitesi ve dentofasiyal yapılar arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını belirtmesine karşın (3-7), genel olarak nazofarengeal ve orofarengeal havayolu kapasitesinin dentofasiyal yapıların gelişimi üzerinde rol oynadığı fikri kabul edilmektedir (8-14).

Farengeal ve dentofasiyal yapılar arasındaki yakın ilişkiden dolayı, farengeal yapılar ile dentofasiyal morfoloji arasında karşılıklı bir etkileşim olması beklenen bir sonuçtur (12). Yapılan birçok çalışmada, farengeal yapılar ile dentofasiyal yapılar arasında, çeşitli derecelerde olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin bulunduğu belirtilmiştir (8-11,15).

Pek çok araştırmacı, havayolu kapasitesini belirlemek için iki boyutlu lateral sefalometrik radyografilerden yararlanmış, bu radyografiler üzerinde doğrusal ve alansal ölçümler yapmıştır (16-18). Ancak, havayolu üç boyutlu dinamik bir yapı olduğundan, iki boyutta yapılan ölçümler havayolu kapasitesinin incelenmesinde yeterli olmamaktadır. İki boyutlu görüntüler üzerinde hacimsel ölçümler yapılamamaktadır. Aynı zamanda, bilgi kaybı, görüntü süperimpozisyonu ve artefaktlar, iki boyutlu radyografilerin diğer eksik yanlarını oluşturmaktadır (19).

1972 yılında 'Bilgisayarlı Tomografinin (BT)' tıp dünyasına tanıtılması ile birlikte kraniyofasiyal yapıların 3 boyutlu olarak incelenmesi mümkün olmuştur (20). Bilgisayarlı tomografi; 1998 yılında geliştirilen 'Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)' sayesinde radyasyon dozunun azalması, kolay ve hızlı görüntü elde edebilme imkanı ile diş hekimliği ve ortodonti pratiğine

yerleşmiştir. Bilgisayar yazılım programları, KIBT ile elde edilen veriler üzerinde doğrusal, alansal ve hacimsel ölçümlerin yapılmasına imkan sağlamıştır (21-22).

Farengeal havayolunun şekli ve hacmi bireye göre çeşitlilik göstermektedir. Ortodonti pratiğinde, dentofasiyal yapının bir parçası olan malokluzyon tipi ile havayolu kapasitesi arasındaki ilişkinin bilinmesi tanı ve tedavi planının belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Bireyin tedavi planı belirlenirken amacımız sadece mevcut malokluzyonun düzeltilmesi olmamalıdır. Bununla birlikte, bireyin havayolu kapasitesi değerlendirilmeli ve tedavi planı bu doğrultuda şekillendirilmelidir. Mevcut malokluzyonun cerrahi yöntemlerle düzeltilmesi havayolu kapasitesinde azalmaya sebep olabilirken (23), yetersiz bir havayolu kapasitesine sahip bireyin havayolu kapasitesi doğru tedavi planı ile artırılabilir (24). Bu sebeple farengeal havayolu kapasitesi ve malokluzyon tipi arasındaki ilişkinin tespiti, doğru tanı ve tedavi planının belirlenmesinde yol gösterici olacak böylece hastanın estetik ve fonksiyonel gereksinimleri karşılanırken yaşam konforu olabildiğince en yüksek düzeye taşınacaktır.

Bu çalışmada, malokluzyon tipi ile farengeal havayolu kapasitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla; farklı malokluzyona sahip bireylerin farengeal havayolu şekli ve hacminin üç boyutlu olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

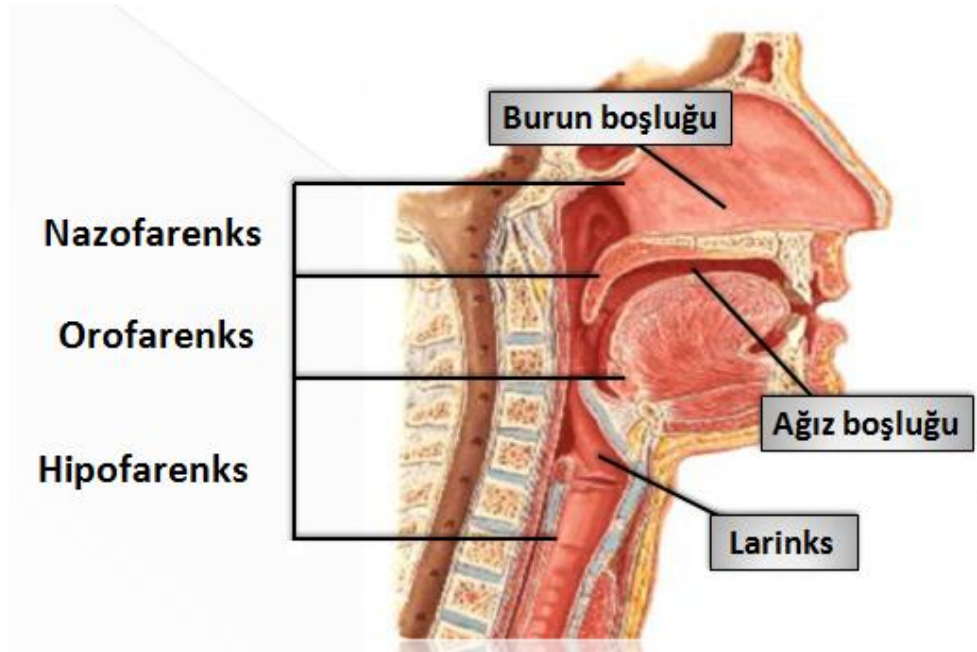
2. GENEL BİLGİLER

Farengial havayolu ve dentofasiyal morfoloji arasındaki ilişki uzun yıllardır araştırmacıların ilgilendiği bir konudur. Farengial yapının kraniyofasiyal ve dentofasiyal yapıların gelişimine olan etkisi günümüzde de tartışılmaktadır. Farengial ve dentofasiyal yapılar arasındaki komşuluk ilişkisinden dolayı aralarında karşılıklı bir etkileşim olması beklenen bir sonuçtur (12).

2.1. Farenks

Farenks; boyun omurlarının önünde, burun boşluğu ve ağız boşluğunun arkasında, yaklaşık olarak 12-14 cm uzunluğunda, üstte kafa tabanından altta 6. boyun omuru seviyesinde krikoid kıkırdağın alt kenarına kadar uzanan, mukoza ile kaplı fibroz ve kas tabakalardan oluşan tüp şeklinde bir yapıdır (25-26).

Solunum ve yutkunma fonksiyonlarının meydana geldiği bir bölge olan farenksin burun boşluğu ile ilgili olan kısmı nazofarenks, ağız boşluğu ile ilgili olan kısmı orofarenks ve larenks ile ilgili olan kısmı da hipofarenks olarak adlandırılır (Şekil 1).



Şekil 1. Farenksin bölümleri (27).

2.1.1. Nazofarenks

Fonksiyon açısından solunum, fonasyon ve işitme organları ile ilişkide olan nazofarenks, burun boşluğunun arka kısmı olarak kabul edilir. Önde koanalar aracılığı ile burun boşluğuna açılan nazofarenks, tuba oditivalar aracılığı ile de orta kulaklar ile ilişkidir (26).

Nazofarenks, kişinin kraniofasiyal gelişmesine bağlı olarak morfolojik değişiklikler göstermektedir.

Nazofarenksin üst duvarı ile arka duvarının birleşim yerinde eğimli bir yüzey bulunmaktadır ve bu yüzeyi örten mukoza içinde farengeal tonsil (adenoid) olarak adlandırılan lenfatik doku ve düğümler vardır. Doğumda mevcut olan adenoid, embriyogenezin 4 ile 7. ayları arasında oluşur. Adenoid doku yaşamın ilk birkaç haftasında bakterilerle kolonize olur. Adenoid dokular, 14-15 yaşlarına kadar yavaş yavaş büyür ve sonra tekrar küçülmeye başlar. 25 yaşından sonra arkada sadece küçük bir parçası kalır (26).

Adenoid ile ilgili semptomlar daha çok 2-12 yaşlar arasında görülmektedir. Adenoid dokudaki büyümenin, burun ile nazofarengeal alan arasındaki hava geçişini engellediği durumlarda solunum adaptasyonun sağlanması için zorunlu ağız solunumu devreye girmektedir.

2.1.2. Orofarenks

Orofarenks hem sindirim hem de solunum sistemi ile ilişkili olup, yumuşak damağın alt yüzünden başlayıp epiglottisin üst sınırına kadar uzanmaktadır. Önde ağız boşluğu ve dil kökünün posterior yüzeyi, arkada 2. ve 3. boyun omurları, yanlarda ise palatofarengeal ve palatoglossal plikalar ile ilişkilidir. Orofarenkste, her iki tarafta, palatofarengeal ve palatoglossal plikalar arasında bulunan tonsiller loja palatin tonsiller yerleşmiştir (26,28).

Palatin tonsilin şekli ve büyüklüğü kişiye göre farklılık göstermektedir. İlk 5-6 yaşlara doğru hiperplaziye olan palatin tonsiller puberte döneminde maksimum boyutlarına ulaşırlar. Sonra yaş ilerledikçe yavaş yavaş küçülürler. Büyük boyutlara ulaşan palatin tonsiller orofarengeal alanın

daralmasına sebep olurlar. Böyle bir durumda adaptasyonun sağlanabilmesi amacı ile dil ileride konumlanır, mandibula saat yönünde rotasyon yapar (30-32).

2.1.3. Hipofarenks

Sindirim ve solunum yolları ile ilişkili olan hipofarenks, epiglottisin üst sınırından krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar uzanmaktadır. Larengofarenks olarak da adlandırılır. Biri arkada özofagusa, diğeri önde trakeaya giden iki açıklığı vardır. Arka duvarı 4. 5. ve 6. boyun omurları ile ilişkilidir (26).

2.2. Kafa Kaidesi ve Farenksin Büyümesi

Büyüme, genetik faktörlerden etkilendiği kadar beslenme şekli, fiziksel aktivite derecesi, çeşitli sağlık problemleri gibi çevresel faktörlerden de etkilenmektedir (33). Prenatal ve postnatal hayatta çenelerin büyüme miktarlarındaki değişiklikler birbirleri ile olan orantısal uyumu etkilemekte ve ortodontik anomalilerin oluşumuna neden olmaktadır.

2.2.1. Kafa Kaidesinin Büyümesi

Kafa kaidesi, fetal hayatın ikinci ayında oluşan kondrokraniumun endokondral kemikleşmesi ile meydana gelmektedir. Endokondral kemikleşme sonrasında, kafa kaidesinin orta hattında kemik kısımlar arasında bazı kıkırdak merkezler kalmaktadır. Ethmoid, sphenoid ve oksipital kemikler arasında bulunan, sinkondrozis adı verilen bu merkezler prenatal ve postnatal dönemde faaliyet göstermekte ve kafa kaidesinin büyümesine katkıda bulunmaktadır (34).

İntraethmoidal ve intrasphenoidal sinkondrozisler doğumdan önce kapanırken; intraoksipital, sphenoethmoidal ve sphenooksipital sinkondrozisler doğumdan sonraki dönemde kapanmaktadır (34).

Arka kafa kaidesinin büyümesine katkıda bulunan sphenooksipital sinkondrozis ergenliğe kadar kapanmamakta, büyümesi 13-15 yaşlarına kadar devam etmektedir. Bu büyüme, molarların sürmesini sağlamak amacı

ile posteriora doğru büyüyen maksilla ve nazofarenks için yer sağlamaktadır (35). Coben (36), sphenooksipital sinkondirozisteki büyümenin anterior kafa kaidesinin, foramen magnum ve omurlardan uzaklaşacak şekilde yer değiştirmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Kafa kaidesinin anterior kısmı doğumdan 6 yıl sonra yetişkin boyutunun yüzde 95'ine ulaşmaktadır. Sphenoethmoidal sinkondirozis, anterior kafa kaidesinin büyümesine katkı sağlamakta, yaklaşık 6 yaş civarında kapanmaktadır. Anterior kafa kaidesinin inferior kısmı yüzün bir bölümü ile birlikte öne ve aşağı doğru büyümeye devam etmektedir. Sinkondirozislerin yanı sıra, sphenooksipital, frontoethmoidal ve sphenoethmoidal suturlar ön kafa kaidesinin ön-arka yöndeki büyümesine temel katkı sağlamaktadır. Suturların çoğu doğumda ya da doğumdan hemen sonra kapanmaktadır. Sinkondirozislerdeki ve suturalardaki büyümeye ilave olarak, kafa kaidesi rezorpsiyon ve apozisyonla selektif remodelinge uğramaktadır. Böylece büyüme, sinkondirozisler kapandıktan sonra da devam etmektedir (35).

2.2.2. Farenksin Büyümesi

Farengial boşluğun boyutu, bu yapıyı çevreleyen sert ve yumuşak dokuların şekli ve büyüklüğü ile ilişkilidir.

Farenksin transversal yöndeki büyümesi yaşamın ikinci yılında tamamlanmaktadır (12). Fakat medial pterigoid kanatlar arasındaki maksimum mesafe olarak ölçülen koanal genişlikte ergenliğe kadar bir artış gözlenmektedir. Bu büyüme, medial pterygoid lamina üzerindeki remodeling süreci sonucunda oluşmaktadır.

Linder Aronson ve Leighton (37), nazofarenksin posterior duvarının 5 yaşında en kalın halde olduğunu ve 5 yaşından 10 yaşına kadar bu kalınlığın azaldığını bildirmişlerdir.

Büyüme periyodu boyunca, nazofarenksin antero-posterior çapında sınırlı bir artışın olması oldukça şaşırtıcıdır. Farengial derinlik, Posterior

Nasal Spina (PNS) ve Basion (Ba) arasındaki mesafe olarak ölçüldüğünde sadece %9'luk küçük bir artış saptanmıştır (38-39). Bu artışın kafa kaidesi açısından (N-S-Ba) etkilendiği belirtilmiştir. Artmış bir kafa kaidesi açısı farenksin antero-posterior boyutunun artmasına sebep olurken dar bir açı, farenksin dik yön boyutunun artmasına sebep olmaktadır (38,40). Normal bir bireyin kafatası gelişim sürecinde; kafa kaidesi açısının sabit kaldığı ya da clivusta küçük bir dikleşme (kafa kaidesi açısının azaldığı) olduğu belirtilmektedir. Büyüme periyodu boyunca farengeal derinlikteki artış kişiye bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (41).

Vomerin dorsal kenarı ile clivusun yaşla birlikte dikleşmesi ve anterior kafa kaidesi ile yüzün fleksiyonu farengeal boşluğun tavan açısının daralmasına sebep olmakta ve bu durumda servikal omurlar ile sert damak arasındaki farengeal boşluğun derinliği azalmaktadır. Ancak bu durumun clivusun farengeal tarafındaki kemik apozisyonu ile bir miktar önlendiği belirtilmiştir (38). Aynı zamanda farenksin üst sınırını oluşturan posterior kafa kaidesinin büyümesinden sorumlu olan sphenookspital sinkondirozisteki büyüme, farengeal derinliğin artışına katkı sağlamaktadır (42).

Bergland (38), PNS'nin sagittal yöndeki pozisyonunun yaşamın ikinci yılında sabitlendiğini belirtmiştir. Bundan sonra sert damak büyüme boyunca aşağı yönde yer değiştirmektedir (41,43,44). Oysaki, maksilla sagittal yöndeki uzunluğunu posteriora doğru artırmaktadır (45-48). Bu artış posterior kenardaki apozisyondan çok transpalatal sutura katkısı ile gerçekleşmektedir (49,50). Bu posterior yöndeki büyüme, anterior kafa kaidesindeki büyümenin etkisi sonucunda maksillanın bir bütün olarak öne doğru yer değiştirmesi ile dengelenmekte böylece PNS'nin sagittal yöndeki konumu sabit kalmaktadır (49).

Farengeal havayolunun antero-posterior yöndeki derinliği değerlendirilirken basion noktasının dışında, basiondan daha önde konumlanmış olan atlasın vertebral gövdesinin konumu da önemlidir.

Atlasın ve PNS'nin konumu göz önünde bulundurularak farengeal boşluğun antero-posterior yöndeki derinliği değerlendirildiğinde hiç bir artışın olmadığı, yaşamın birinci ya da ikinci yılında atlas konumunun sabitlendiği belirtilmiştir (29,38,51).

King (51), atlasın anterior kenarının öne doğru büyümesinin; sphenookspital sinkondirozisin, nazofarenksin sagittal yöndeki büyümesine olan katkısını elimine ettiğini bildirmiştir.

Orofarenksin, anterior posterior mesafesindeki stabilizasyon nazofarenks ile benzerlik göstermektedir (52,53). King (51), hyoid kemik ve servikal vertebra arasındaki mesafenin puberteye kadar sabit kaldığını belirtmiştir. Mandibulanın büyümesi ile hyoid kemik öne doğru taşınmaktadır.

Farenksin büyüme doğrultusu daha çok vertikal yöndedir (29,38,51). Sert damağın aşağı doğru yer değiştirmesi ve sphenookspital sinkondirozisin vertikal yöndeki büyümeye katkısı ile nazofarengeal yükseklik %38 oranında artmaktadır (38). Bu durum servikal vertebraların daha çok vertikal yönde büyümesi ile bağlantılı olarak orofarenks için de geçerlidir (52). Vertikal yöndeki büyüme iskeletsel olgunluğa erişinceye kadar devam etmektedir (29,38,52).

2.3. Somatotip ve Havayolu Arasındaki İlişki

Malokluzyon ve dentofasiyal deformitelerin etyolojisini anlamak için kraniyofasiyal büyümenin nasıl etkilendiğinin ve kontrol edildiğinin bilinmesi gerekmektedir.

Kraniyofasiyal büyümenin belirleyicilerini açıklamak için üç temel teoriden bahsedilmiştir. Birinci teoride iskeletsel büyüme miktarındaki belirleyicinin kemik doku olduğu savunulurken, ikinci teoride kıkırdak dokunun iskeletsel büyümenin birincil belirleyicisi olduğu ileri sürülmüştür. Üçüncü teoride ise iskeletsel büyüme üzerinde birincil belirleyicinin yumuşak dokular olduğu, kemik ve kıkırdak dokudaki büyüme ve gelişimin yumuşak dokudaki değişiklikleri takiben ikincil olarak meydana geldiği belirtilmiştir (33).

Moss'un 'fonksiyonel matriks teorisi'ne göre; iskeletsel büyüme ve gelişimin birincil belirleyicileri kemik yada kıkırdak dokular değil, ağız boşluğu burun boşluğu gibi fonksiyon gören boşluklar ve bunları çevreleyen yumuşak dokuların tümü yada beyin, göz gibi organlardır. Bu düşünce tarzına göre, fonksiyon ihtiyacı arttıkça beyin, diğer organlar ve fonksiyon gören boşluklar ve dolayısı ile onları çevreleyen yumuşak dokular büyümekte, bu yumuşak dokuları çevreleyen yada bu dokulara destek görevi gören kemik ve kıkırdak dokular da bu büyümeye ayak uydurmaktadır (54).

Kafa kaidesi uzunluğu ile ilişkili olan beyin boyutu, özellikle midsagital düzlemdeki kafa kaidesi açısı gibi birçok temel kranial varyasyonlar üzerinde etkilidir. Ancak, yüz boyutu, yüz oryantasyonu ve postür gibi diğer faktörler de etkili olabilmektedir (34). Beynin şekillenmesi, oluşacak iki temel tip kafa şeklini belirlemektedir (49). Oval dolikosefalik form olarak adlandırılan birinci kafa tipi horizontal olarak uzun ve darken, ikinci tip olan brakisefalik kafa formu ise horizontal olarak kısa ve geniştir. Her iki kafa formunda, yüz tipi kafa tipine benzer özellik göstermektedir. Dolikosefalik büyüme eğiliminde olan bireylerin genellikle geniş kafa kaidesi açısına sahip oldukları bildirilmiştir (49). Geniş kafa kaidesi açısı nedeni ile dolikosefalik tipteki bireylerin nazofarenks derinliklerinin arttığı düşünülebilir ancak birçok çalışma bu görüşün aksi olacak şekilde, aşırı dikey büyüme gösteren uzun yüz sendromunda kafa kaidesi açısının normal olduğunu göstermiştir (55-59). Diğer bir deyişle, kafa kaidesi açısı yüzün dik yön gelişimine tahmin edilenden daha az etki etmektedir.

Kafa kaidesi açısı nazofarenks derinliğinin belirlenmesinde tek faktör değildir. Uzun yüz sendromunda kafa kaidesi açısı daha büyük olmasına rağmen, nazofarenks derinliği kısa yüz sendromuna göre belirgin bir şekilde daha azdır. Bu durumun, maksillanın bütün olarak SN düzlemine göre daha retrognatik konumlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (58). SNA açısı değişmediği halde ANS ve PNS daha posterior pozisyonda konumlanmıştır (55,56). Ayrıca uzun yüz sendromunda, hyoid kemik servikal omurlara daha yakın pozisyonlanmaktadır. Mandibular düzlem açısı ve SN-

hyoid düzlem açısı artmakta, servikal omurlar arkaya ve yukarıya doğru rotasyon yapmaktadırlar (55).

Bench ve arkadaşları (60), dolikosefalik kişilerin brakisefalik kişilere göre daha uzun boyunlu olduklarını bildirmiştir. Brakisefalik kişilerde servikal vertebraların büyümesi genotip kontrolü altında olabilir. Dolikosefalik bireylerde servikal omurlar dikey yönde büyüme gösterirler ve hyoid kemik aşağı yönde hareket eder. Brakisefalik bireylerde ise servikal omurlardaki dikey büyüme minimaldir ve hyoid kemik sadece anteriora doğru hareket eder. Dolikosefalik bireylerde; hyoid kemiğin aşağı yöndeki hareketini dilin takip etmesi sonucunda dental arklarda dil desteğinin azalmasına bağlı olarak daha fazla dental çapraşıklık görülmektedir (60). Ancak, eğer bireyde ilave bir fonksiyonel problem yoksa, farenks ile yüzün yapısal özellikleri arasındaki korelasyon yeterince açık değildir.

Örneğin, Linder-Aronson ve arkadaşları (39), ağız solunumu yapmayan bir bireyde nazofarengeal yükseklik ve yüz yüksekliği arasında düşük bir korelasyon olduğunu belirtirken, nazofarengeal derinlik ve yüz yüksekliği arasında hiç bir korelasyonun olmadığını belirtmişlerdir. Ancak Dunn ve arkadaşları (8), havayolu, gonial açı ve bigonial mesafe arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. Havayolu Tıkanıklığında Görülen Adaptasyonlar

Solunum fonksiyonunun, kraniyofasiyal yapıların gelişimini etkileyen birincil faktör olup olmadığı günümüzde tartışılıyor olmasına rağmen, hava yolu tıkanıklıklarının kraniyofasiyal ve dentoalveolar yapıların gelişiminde önemli rol oynadığına inanılmaktadır. Normal solunum nazofarengeal bölgede adenoid yapının, orofarenks bölgesinde palatin tonsillerin ya da burun kavitesindeki turbinatların aşırı büyümesi gibi sebeplerle engellenebilmektedir (61).

Adenoidlere bağlı nazal obstrüksiyon, uzun yüz sendromlu çocuklarda oldukça yaygındır. Yapılan bir çalışmada, uzun yüz sendromlu çocuklarla kısa yüz sendromlu çocuklar karşılaştırılmış ve uzun yüze sahip çocukların

nazofarengal genişliklerinin daha küçük olduğu ve adenoid büyüklüğündeki hafif bir artışın nazal tıkanıklığa sebep olabildiği belirtilmiştir (62).

Field ve arkadaşları (63) yaptıkları çalışmada, normal ve uzun yüz tipine sahip bireylerde ağız solunumu ve burun solunumu miktarlarını ölçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla yaşları 11 ile 17 arasında değişen 16 normal ve 32 uzun yüz tipine sahip bireyi çalışmalarına dahil etmişlerdir. Bireylerin solunum alışkanlıklarını belirlemek için; soluk hacmi, minimum nazal kesitsel alan boyutu ve nazal solunum yüzdesini ölçmüşlerdir. Çalışmalarında, normal ve uzun yüz tipine sahip bireylerin, soluk hacmi ve minimum nazal kesitsel alan parametrelerinde benzer sonuçlar gösterdiğini, ancak nazal solunum yüzdesi karşılaştırıldığında uzun yüz tipine sahip bireylerin belirgin bir şekilde daha az oranda nazal solunum yaptıklarını bulmuşlardır.

Alerji, enfeksiyon, çevresel iritanlar yada farengal yapıların anotomik şekline bağlı olarak hava yolunun tıkanması yada daralması sonucunda birey zorunlu olarak ağız solunumu yapmaya yönelmektedir (61).

Damak seviyesinin üzerinde yer alan yapılar sabit oldukları için, fonksiyon esnasında hareketsiz kalmaktadırlar. Bu nedenle dengeleyici solunum adaptasyonları daha düşük seviyelerde gerçekleşmektedir (52). Orofarenksin anterior duvarı, dil ve hyoid kemik gibi oldukça hareketli yapılardan, posterior duvarı da pozisyonlarını değiştirebilme yeteneğine sahip servikal omurlardan oluşmaktadır (52).

Zayıf bir nazal solunumun zorunlu ağız solunumuna dönüşmesi ile birlikte dudaklar aralanmakta, mandibula istirahat aralığından biraz daha fazla olacak şekilde posterior rotasyon yapmaktadır (58).

Solunum adaptasyonun sonucu olarak mandibula posterior rotasyon yaptığında, dil ve hyoid kemik orofarengal ve larengal boşlukların daralmasına sebep olmamak için mandibulayı sagital yönde aynı ölçüde takip etmemektedir. Dil oral kavite içerisinde daha aşağıda ve ileride konumlanırken, hyoid kemik aşağı yönde hareket etmektedir (64).

Ung ve arkadaşları (32), 10-16 yaş aralığındaki 49 ağız solunumu yapan birey üzerinde yaptıkları çalışmada, ağız solunumu yapan bireylerin Sınıf II iskeletsel tipe düşük düzeyde eğilimli olduklarını belirtmişlerdir. Ağız solunumu ile artmış ön yüz yüksekliği ve mandibular düzlem açısı parametrelerinin ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Linder-Aronson (65), solunum obstruksiyonu ve kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlamış, nazal obstrüksiyonu olan hastalarda, alt ve total yüz yüksekliklerinin arttığını, maksilla ve mandibulanın daha retrognatik olduğunu ve dilin daha aşağıda konumlandığını belirtmiştir.

Harvold ve arkadaşları (61) yaptıkları çalışmada, hayvanlarda nazal tıkanıklık yaratarak ağız solunumu oluşturmuş ve bu durumu uzun dönemde incelemişlerdir. Deney grubu ile kontrol grubu hayvanları karşılaştırıldığında, ağız solunumu yapanlarda farklı tipte adaptasyonların geliştiğini gözlemlemişlerdir. Bir grup hayvanda mandibula aşağı ve geriye rotasyon yaparken, bir grupta ileriye doğru konum değiştirmiştir. Mandibulanın aşağı ve geriye rotasyon yaptığı grupta Sınıf I iskeletsel openbite yada Sınıf II malokluzyon görüldüğü, mandibulanın ileride konumlandığı grupta ise Sınıf III malokluzyonun olduğu bildirilmiştir.

Nazal tıkanıklık oluşturulmuş başka bir hayvan çalışmasında, deney grubu kontrol grubu ile karşılaştırılmış; ön açık kapanış, mandibulanın aşağı ve arkaya rotasyonu, kondilin yukarı ve arkaya büyümesi ve artmış gonial açı ile nazofarengeal tıkanıklık arasında bir ilişki olduğu ileri sürülmüştür (66).

Linder-Aronson ve arkadaşları (67), yaşları 7 ile 12 arasında değişen, adenoidektomi geçirmiş 38 çocuğu herhangi bir havayolu patolojisine sahip olmayan, benzer yaş aralığında 37 sağlıklı çocukla tedavi sonrası 5 yıllık periyotta karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında nazofarengeal tıkanıklığın mandibulanın büyüme doğrultusu üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Tedavi öncesinde, adenoidektomi geçiren bireylerin kontrol grubundaki bireylere göre, alt yüz yüksekliklerinin daha fazla olduğunu ve bu

bireylerin artmış mandibular düzlem açısı ile retrognatik mandibulaya sahip olduklarını bildirmişlerdir. Tedavi sonrası birinci yıl sonunda oluşan en büyük değişikliklerin, dentisyonda ve nazofarenks derinliğinde olduğunu belirtmişlerdir. 5 yıllık periyotta, adenoidektomi sonrası nazal solunuma geçen çocuklarda mandibula büyüme yönünün daha çok horizontal yönde olduğunu bildirmişlerdir.

Behlfelt ve arkadaşları (68), yaptıkları çalışmada, büyük tonsillere sahip 10 yaşındaki çocuklarla, oluşturdukları kontrol grubundaki çocukları karşılaştırmışlar ve sonuç olarak, büyük tonsile sahip çocukların mandibulalarının posterior rotasyon yaptığını ve daha retrognatik olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda, ön yüz ve alt yüz yüksekliklerinin daha fazla olduğunu ve geniş mandibular düzlem açısına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Çocuklarda, adenotonsiller hipertrofi varlığı obstruktif uyku apnesine (obstructive sleep apnea, OSA) sebep olan başlıca etkidir. Adenotonsiller hipertrofi üst hava yolunu daraltmakta ve azalmış kas tonusu gibi diğer faktörlerle de birleştiğinde uyku esnasında havayolu tıkanıklığına sebep olmaktadır (69).

Katyal ve arkadaşları (70), yaptıkları çalışmada, obstruktif uyku apneli çocuklarda kraniyofasiyal ve üst hava yolu morfolojisini incelemişler, bu çocuklarda ANB açısının mandibulanın retrognatisine bağlı olarak arttığını ve üst hava yolunun sagittal yönde daraldığını belirtmişlerdir.

Zettergren-Wijk ve arkadaşları (71) çalışmalarında, obstrüktif uyku apnesi şikayeti sebebi ile adenoidektomi geçirmiş 17 çocuk ile onlarla uyumlu kontrol grubunun 1, 3 ve 5 yıllık takibini sefalometrik radyografiler üzerinde karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında OSA'lı çocukların mandibulalarının daha posteriorda ($p<0,05$) ve maksillalarının daha anteriorda ($p<0,001$) konumlandığı bildirilmiştir. OSA'lı çocuklarda alt-üst kesici dişlerin retrokline olduğu, alt ön yüz yüksekliğinin daha az ve anterior kafa kaidesinin daha kısa olduğu

belirtilmiştir. Aynı zamanda, havayolu kapasitelerinin daha az olduğu ve burun boyutlarının daha az belirgin olduğu bildirilmiştir. Tedaviden 5 yıl sonra, ön kafa kaidesi uzunluğu ve burun boyutu dışındaki diğer ölçümlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Baik ve arkadaşları (72), obstruktif uyku apnesi olan yetişkinlerin iskeletsel Sınıf II anomaliye eğilimli olduklarını, artmış mandibular düzlem açısına sahip olduklarını ve bu bireylerde hyoid kemiğin daha aşağı pozisyonda konumlandığını bildirmişlerdir.

Miles ve arkadaşları (73), mandibular düzlem açısı ile obstruktif uyku apnesi arasında yakın bir ilişki bulunduğunu, ancak kraniyofasiyal morfolojinin obstruktif uyku apnesi oluşumuna direk olarak sebep olacak bir etken olmadığını belirtmişlerdir.

Hava yolu bazı sebepler ile daraldığında orofarenks nörofizyolojik olarak yeni duruma adaptasyon sağlamaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda, mandibulanın bilateral osteotomi sonrası posteriora alınması sonucunda hyoid kemik ile servikal omurlar arasındaki mesafede bir takım değişiklikler gözlenmiştir (23,74).

Mandibula konumundaki değişiklikler faringeal havayolu kapasitesini etkilemekte ve hyoid kemik pozisyonunun değişmesine sebep olmaktadır. Choi ve arkadaşları (23), mandibulanın bilateral osteotomi ile posteriora alınması sonrasında faringeal havayolu boyutlarında ve hyoid kemik pozisyonunda bir takım değişiklikler gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Operasyonu takiben hyoid kemik aşağı ve arka yönde yer değiştirmiş ve havayolu boyutları azalmıştır. Operasyondan sonraki 6 aylık süreçte hyoid kemik eski pozisyonuna dönme eğilimi göstermiş ve havayolu boyutunda artış gözlenmiştir. Ancak bu artışın, azalan havayolunun operasyondan önceki boyutuna ulaşması için yeterli olmadığı bildirilmiştir. Sahoo ve arkadaşları (24), mandibular yetersizliğe bağlı Sınıf II bireylerde bilateral sagittal split ramus osteotomisinin faringeal havayolu boyutu ve hyoid kemik pozisyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Mandibular ilerletme sonucunda,

farengeal havayolu kapasitesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlemlediklerini ve hyoid kemiğin yukarı ve öne doğru yer değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Havayolu çeşitli sebeplerle daraldığında, dilin ve hyoid kemiğin postural adaptasyonu problemin çözülmesi için her zaman yeterli olmamaktadır. Havayolundaki tıkanıklık sonucunda görülen diğer bir adaptasyon modeli, başın ve boynun ekstansiyon pozisyonudur (75,76).

Baş postürü ve kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişki ilk olarak Schwartz tarafından ortaya atılmıştır (77). Schwartz özellikle uyku esnasında, başın gövdeye göre ekstansiyonda olduğunu ve bu durumun mandibulanın distal yönde konumlanmasına ve Sınıf II malokluzyonun gelişmesine sebep olduğunu belirtmiştir.

Björk (41), kranial taban eğiminin düz olduğu ve retrognatik yüz tipine sahip bireylerin başlarını ekstansiyon pozisyonunda tuttuklarını, kraniyal taban eğiminin belirgin olduğu ve prognatik yüz tipine sahip bireylerde ise başın daha aşağı pozisyonunda tutulduğunu ileri sürmüştür.

Solow ve Kreiborg (78), havayolu tıkanıklığı, yumuşak doku gerilimine bağlı postural değişiklikler ve kraniyofasiyal morfolojideki değişiklikler arasındaki ilişkiyi "yumuşak dokuların çekmesi" (soft tissue stretching) hipotezi ile açıklamışlardır. Hava yolu tıkanıklığına bağlı olarak gelişen postural değişiklikler iskeletin çevresindeki kuvvetlerin dengesini bozar ve bunun sonucu olarak morfolojik değişiklikler oluştururlar.

Yapılan çalışmalar, nazofarengeal havayolu yetersizliğine sahip bireylerde görülen kraniyofasiyal özellikler ile kraniyoservikal açılanması fazla olan bireylerde saptanan kraniyofasiyal özellikler arasında bir benzerlik olduğunu belirtmektedir. Nasal obstruksiyonu olan bireylerde başın boyuna göre ekstansiyon pozisyonunda konumlandığı bildirilmiştir (79,80).

Durzo ve Bordie (53) yaptıkları çalışmada, havayolu tıkanıklığı olan hastalarda, orofarenksin ön-arka boyutunun korunduğunu, adaptasyonun

hyoid kemiğin aşağı yönde hareketi ve kafanın ekstansiyonu ile sağlandığını belirtmişlerdir.

Solow ve Tallgren (81) çalışmalarında; başın ekstansiyon pozisyonunda olmasının, anterior yüz yüksekliğinin artması, posterior yüz yüksekliğinin azalması, fasiyal retrognati, geniş kranial taban açısı ve dar nazofarengeal boşluk gibi etkenler ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Tourne ve Schweiger (82), yaptıkları çalışmada, total nazal tıkanıklık sonucunda ortaya çıkan postural değişiklikleri incelemeyi amaçlamışlardır. Total nazal tıkanıklık oluşturdukları 25 erişkin bireyden, total nazal tıkanıklıktan önce ve 1 saat sonra elde ettikleri sefolomektik radyografi ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Dudakların aralanması, mandibulanın pozisyonunda düşme ve hyoid kemiğin aşağıya hareketinde anlamlı farklılıklar bulmuşlardır.

Solow ve arkadaşları (83), yaptıkları longitudinal bir çalışmada, kraniyoservikal postural ölçümler ile kraniyofasiyal morfoloji arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.

2.5. Görüntüleme Yöntemleri

X ışınlarının 1895'te Roentgen tarafından keşfi, vücudun iç kısımlarının invaziv olmayan yöntemlerle incelenebilmesine olanak sağlamıştır. Yaklaşık 36 yıl sonra, lateral sefalometrik grafi Broadbent tarafından dental camiaya tanıtılmıştır (84).

İlk yıllardan beri, sefalogramlar tedavi ve kraniyofasiyal büyüme-gelişme çalışmalarında araştırma ve tanı aracı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Lateral sefalometrik film ile kafa kaidesi, maksilla, mandibula, dental yapılar, yumuşak damak, dil, hyoid kemik, hava yolu ve doğal baş pozisyonu izlenebilmektedir.

Geçmişte yapılan birçok çalışmada, farengeal hava yolu analizi için lateral sefalometrik grafi kullanılmıştır (85-87). Bu radyografilerin yaygın ve ucuz olması, radyasyon düzeyinin tomografiye göre daha düşük olması gibi

avantajları bulunmaktadır. Ancak, lateral sefalometrik radyografiler, 3 boyutlu dinamik bir yapı olan havayolunun yalnızca sagittal ve vertikal yönde değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Transversal yöndeki incelemeler ve hacimsel ölçümler ise yapılamamaktadır. Ayrıca lateral sefalometrik grafilerde, sağ ve soldaki yapıların görüntüleri orta sagittal düzlem üzerinde süperpoze olmakta ve bu durum havayolunun sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesini engellemektedir (85-87).

İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin, üç boyutlu yapıların doğru değerlendirilmeleri konusunda yetersiz kalması, üç boyutlu görüntüleme yöntemlerine olan gereksinimi ortaya koymuştur.

Bilgisayarlı tomografi (BT), X-ışını kullanılarak vücudun incelenen bölgesinin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik teşhis yöntemidir. Bilgisayarlı tomografi (computerized tomography), TOMO (kesit) ve GRAPHY (görüntü) kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Bilgisayarlı Tomografi 1972 yılında Godfrey Hounsfield tarafından tüm bilim dünyasına tanıtılmıştır (20).

BT tarayıcısı; yelpaze şeklinde X ışını üreten X-ray tüpü, hastadan geçen fotonların sayısını ölçen sintilasyon dedektörleri ve iyonizasyon bölmelerinden oluşmaktadır (88). BT cihazlarında, X ışını kaynağı sürekli dönmekte olan bir gantry'e bağlıdır. Sürekli dönen bu tüp ve tam karşısına yerleştirilmiş dedektör vasıtasıyla cihaz, yelpaze şeklinde (fan beam) X ışını demeti kullanarak hastayı kesit, kesit ve genellikle aksiyal planda ışınlar ve hastanın her açıdan elde edilen görüntülerini bilgisayarda işler. Böylece görüntüsü elde edilmek istenen bölgenin kesit görüntüsü oluşturulur (89-91).

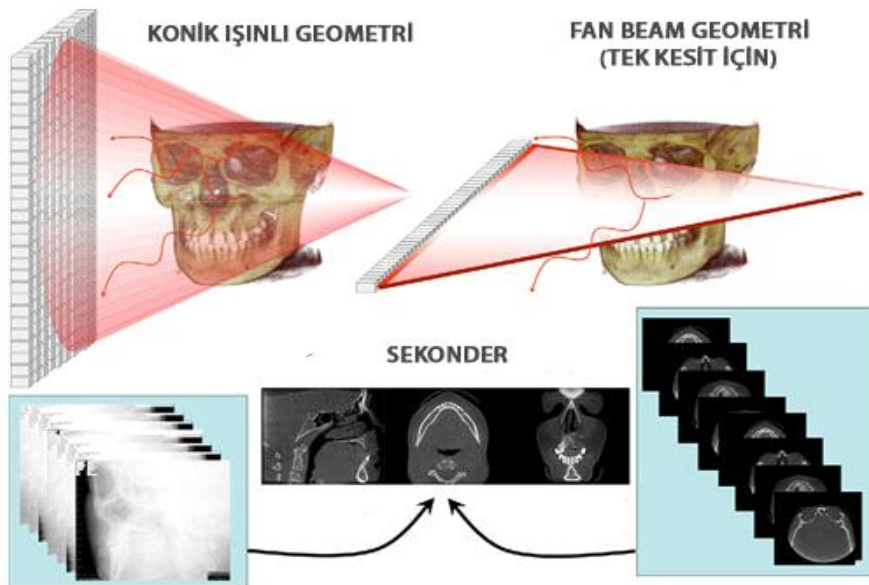
3. nesil BT'lerde X ışını tüpü ve sensörler işlem sırasında birlikte hareket ederek hasta etrafında dönerken, 4. nesil cihazlarda X ışını tüpü tamamen sabit sensörlerin etrafında tek başına döner. Bu sayede sensörler tekrar ışınlanabilir duruma geçmek için zaman kazanır (92).

BT'nin maliyetinin yüksek olması, erişiminin kolay olmaması ve hastaların aldığı radyasyon dozunun fazla olması gibi nedenlerden dolayı dış

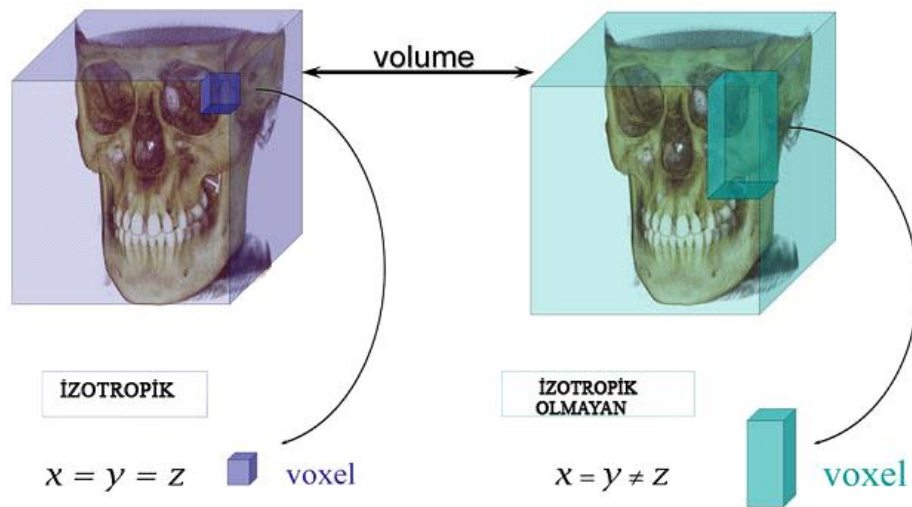
hekimliğinde kullanımı kısıtlıdır (89). Bu nedenle diş hekimliği pratiğinde kullanabilecek, az yer kaplayan ve daha az radyasyonla 3 boyutlu görüntülerin elde edilebildiği yeni sistemler üretilmeye çalışılmıştır (93). Bu amaçla ilk olarak Mozzo ve arkadaşları (93), 1998 yılında 'Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT, Cone Beam Computerized Tomography, CBCT)' cihazını üretmişlerdir.

KIBT'de görüntü, X ışını kaynağı ve dedektörlerin sabit olduğu gantry'nin hastanın çevresinde 360°'lik bir dönüş yapması ile elde edilir. Piramidal veya konik şekilli iyonize radyasyon, ilgili bölgenin ortasından karşı taraftaki X ışını dedektörlerine doğru yönlendirilir (89). Rotasyon sırasında dedektörler tarafından alınan görüntü serileri silindirik numerik bir hacim elde etmek için bilgisayar tarafından işlenir (Şekil 2).

Geleneksel radyografilerde görüntü, piksel adı verilen iki boyutlu resim elemanlarının bir araya gelmesi ile oluşur. Piksel bütün kenarları eşit uzunlukta bir kareden meydana gelmektedir ve uzaysal olarak X ve Y koordinatları vardır. Üçüncü boyuta geçildiğinde piksel hacim kazanır ve 'Voksel' adını alır. Vokselin ise uzaysal olarak X, Y ve Z koordinatları vardır (Şekil 3).



Şekil 2. KIBT ile BT'nin görüntü elde etme şekillerinin karşılaştırılması.



Şekil 3. İzotropik ve izotropik olmayan voksellerin karşılaştırılması.

Konvansiyonel BT'lerde vokseller anizotropiktir ve dikdörtgenler prizması şeklindedir. Z kenarının uzunluğu varyasyon gösterir. Bu nedenle çoklu düzlemlerin ölçümleri tam olarak gerçekleştirilemez. Bütün KIBT cihazlarında ise vokseller izotropiktir yani her üç düzlemdeki boyut eşittir ve bu nedenle görüntü kalitesi daha iyidir (90).

Çeşitli KIBT cihazlarında tarama yapılırken hasta, yatar, ayakta ya da oturur pozisyonda bulunabilmektedir.

1998'de ilk olarak New-Tom (Quantitative Radiology, İtalya) adıyla üretilen cihazda tarama esnasında hasta yatar pozisyonda konumlandırılırken, yeni geliştirilen sistemlerde hasta oturur pozisyondayken tarama yapılmaktadır. Bu yöntem yumuşak dokuların daha az distorsiyona uğramasına neden olmakta ve daha pratik kabul edilmektedir. KIBT'nin üretiminden günümüze kadar geçen süre içerisinde bir çok firma bu teknoloji ile ilgilenmiştir ve bunun sonucu olarak şuanda dünyada otuzun üzerinde KIBT üreticisi firma bulunmaktadır (NewTom (QR, Inc., Verona, Italy/Dent-X Visionary Imaging, Elmsford, New York), i-CAT (imaging Sciences International, Hatfield, PA), KaVo (KaVo Dental Corp., Biberach, Germany) vb.) (89).

Radyasyonun canlı organizmalar üzerinde olumsuz biyolojik etkilere neden olduğu bilinmektedir. Bu yan etkiler radyasyonun dozu ve maruz kalış süresine göre değişiklik göstermektedir (94,95).

Efektif doz, hangi dokunun ne kadar radyasyonu absorbe ettiğini belirten değerdir. Sievert (Sv yada mili Sv) veya mikro Sievert (μSv) olarak ölçülen efektif doz, radyasyon dozunun ve riskinin anlamlı biçimde karşılaştırılabilmesine olanak sağlar (96).

KIBT taraması esnasında hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu, cihazın modeline ve uygulanan görüntüleme tekniğine göre değişiklik göstermektedir. KIBT sistemlerinin doz oranları, cihazların değişim ve gelişim süreci içerisinde değişiklik göstermektedir. Üretici firmalar en iyi görüntüyü, en düşük dozda elde etmek için teknolojik çalışmalarına devam etmektedirler (97).

Farklı görüntüleme tekniklerinde maruz kalınan efektif dozlar tablo 1'de gösterilmiştir (96).

<i>Görüntüleme</i>	<i>E μSv (salgı bezleri dahil değil)</i>	<i>E μSv (salgı bezleri dahil)</i>	<i>Referans</i>
Panoramik(digital)	2.4-6.2	5.5-22.0	142
Sefalometrik(digital)	1.6-1.7	2.2-3.4	143
CBCT(tam fov)			
NewTom 9000	36.3	77.9	144
NewTom 3G	44.5	58.9	128
MercuRay	846.9	1025.4	
i-CAT(9")	68.7	104.5	
i-CAT(12")	134.8		193.4
Konvansiyonel BT	42-657		145
Doğal yollardan maruz kalınan radyasyon	3 mSv/yıllık, ~8 μSv /günlük		141

Tablo 1. Farklı görüntüleme tekniklerinde maruz kalınan efektif dozlar.

Radyasyon dozu, cihazın teknolojik farklılıklarının yanı sıra görüntülenmek istenen alanın boyutu ile de ilgilidir. Bu alan, gömülü molar dişi gibi yalnızca sınırlı bir bölgeyi kapsıyorsa, görüntüleme alanının yüksekliği azaltılarak hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu azaltılabilmekte

ve radyasyonun başın diğer bölgelerine etki etmesi önlenmektedir (97). Farklı KIBT cihazlarının efektif dozları tablo 2'de gösterilmiştir (89).

Bazı CBCT cihazlarının efektif radyasyon dozlarının karşılaştırılması

CBCT cihazı	Görüntüleme Alanı	Doz ^a		Karşılaştırma	
		Mutlak	Efektif doz ^a (μSv)	Görüntüleme	Kişi başı yıllık doz ^c
				Panoramik eşdeğeri ^b	% Yıllık
CB MercuRay ^d	12-in/9-in/6-in FOV	477/289/169		74/45/26	48.0/29.0/17.0
Galileos ^e	Ön tanımlı/maksimum	29/54		5/9	3.0/5.5
i-Cat ^d	12-in/9-in FOV	135/69		21/11	13.5/7.0
Iluma ^e	Düşük/Yüksek	61/331		10/53	6.2/33.5
Newtom 3G ^d	12-in/9-in FOV	45/37		7/6	4.5/3.5
PreXion 3D ^e	Standard/Yüksek çöz.	69/160		11/25	7.0/16.0
ProMax 3D ^e	Küçük/Büyük	157/210		25/33	16.0/21.5

^a Kaynak: 1990 International Commission on Radiological Protection calculations.

^b Kaynak: Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. Dentomaxillofac Radiol 2003;32:229-34.

^c Kişi başı yıllık doz = 3.6 mSv (3600 mSv)

^d Kaynak: Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB MercuRay, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006;35:219-26.

^e Kaynak: Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Mol A. Dosimetry of recently introduced CBCT units for oral and maxillofacial radiology. Proceedings of the 16th International Congress of Dentomaxillofacial Radiology. Beijing, China, June 26-30, 2007. p. 97.

Tablo 2. Farklı KIBT cihazlarının karşılaştırılması.

Herhangi bir radyolojik tetkik yöntemine ihtiyaç duyulduğunda amacımız, mümkün olan en az radyolojik doz ile en fazla tanısal değeri elde etmek olmalıdır. Bu kavram ALARA (As Low As Reasonably Achievable: İyi bir radyolojik muayenenin, mümkün olabilecek en az risk ile mümkün olabilecek en kısa sürede ve mümkün olabilecek en iyi sonucu elde edebilecek şekilde yapılmasıdır) prensibi olarak bilinmektedir. Her zaman radyasyonun hasta üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurulmalı ve hasta mümkün olduğunca en az radyasyon ile görüntülenmelidir (98).

KIBT cihazlarının boyutları geleneksel BT'lere göre daha küçüktür ve maliyetleri de daha azdır. KIBT'lerde görüntü hasta etrafında tek bir 360 derecelik dönüş ile elde edildiğinden tarama 10-70 sn gibi kısa bir sürede tamamlanmaktadır. Kısa tarama süresi, hastanın hareket etmesine bağlı olarak oluşan artefakt riskini de azaltmaktadır (89).

KIBT cihazlarında radyasyon dozu; cihazın modeline, görüntülenmek istenen alanın büyüklüğüne ve kullanılan görüntüleme tekniğine göre değişiklik göstermektedir. X ışın demetinin yalnızca görüntülenmek istenen

bölgeye yöneltilmesi ile ışınlanan alanın boyutu azalmakta ve böylece hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu minimum düzeyde kalmaktadır. KIBT'lerde efektif doz geleneksel BT'lere göre daha düşüktür. Farklı KIBT cihazları marka ve kurulum ayarlarına göre 29-477 μSv arasında değişen farklı efektif dozlara sahiptir. Sefalometrik radyografilerin efektif dozu ise 2-3 μSv kadardır. KIBT, panoramik röntgenle karşılaştırıldığında 4-15 kat daha fazla radyasyon yaymaktayken, bu oran BT'de panoramik röntgenin neredeyse 40 katıdır (90,99-102).

Herbiri farklı derecelerde X ışını emilimine sahip olan voksellerin boyutları, görüntünün çözünürlüğünü belirlemektedir. Medikal BT'lerde vokseller anizotropiktir yani aksiyal kesit kalınlığı vokselin en uzun kenarını belirler. KIBT'lerde ise vokseller izotropiktir. 3 boyutta da eşit voksel çözünürlüğü elde edilir. Kenar boyutları 0,4 mm ile 0,076 mm arasında değişen vokseller ile elde edilen görüntü kalitesi artmakta, çok daha detaylı ve güvenilir ölçümler yapılabilmektedir. İzotropik vokseller hacimsel ölçümlerin yapılabilmesine de olanak sağlamaktadır (89,90).

Geleneksel BT'lerde elde edilen verilere ulaşmak ve bu veriler üzerinde işlem yapmak oldukça maliyetli ve zahmetli bir süreç gerektirirken, KIBT verilerinin 3 boyutlu olarak görüntülenmesi ve incelenmesi kişisel bilgisayarlarda kolayca gerçekleştirilebilmektedir. İlgili yazılım programına sahip olan her kullanıcı radyologa gerek kalmaksızın KIBT verilerini istediği düzlemde inceleyebilmekte ve gerekli analizleri yapabilmektedir (89).

KIBT'nin en önemli dezavantajı artefaktlardır. Hastada metal materyallerinin varlığı ya da tarama esnasında hastanın hareket etmesi artefakt oluşumuna sebep olmaktadır. Tarama esnasında hasta pozisyonunun korunması gerekmektedir.

KIBT ile elde edilen yumuşak doku görüntülerinde, benzer kas grupları benzer yoğunluk değerleri ile tanımlandıkları için görüntü üzerinde birbirlerinden ayırt edilmeleri oldukça güç olmaktadır.

2.6. Havayolu ile ilgili yapılmış 3 boyutlu çalışmalar

Sefalometrik radyografler kullanılarak yapılan havayolu çalışmalarında havayolu yalnızca iki boyutta incelenebilmektedir (85-87). Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin keşfi, havayolunun üç boyutta incelenmesine ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamıştır. Bu zamana kadar havayolu ile ilgili yapılmış çalışmalar; kraniyofasiyal morfoloji, dentofasiyal morfoloji, ortognatik cerrahi ve uyku apnesi ile havayolu arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Havayolunun KIBT ile incelenmesi sonucunda elde edilen bulguların doğruluğunu tespit etmeye yönelik bir çok çalışma yapılmıştır (103-105).

Yamashina ve arkadaşları (104), KIBT ile elde edilen havayolu verilerinin güvenilir ve kesin olduğunu belirtirken, El ve Palomo (103) çalışmalarında KIBT verilerinin güvenilir ancak kesinliğinin zayıf olduğunu ileri sürmüşlerdir. Alves ve arkadaşları çalışmalarında (105); havayolu hacmi ölçülürken ‘threshold değeri’ nin önemine dikkat çekmiş, threshold değerindeki değişikliklerin havayolu hacmi ile ilgili sonuçları değiştirebileceğini belirtmişlerdir.

Park ve arkadaşları (74), mandibular setback cerrahisinden sonra farengeal havayolundaki volumetrik değişiklikleri KIBT ile 3 boyutlu olarak incelemeyi amaçlamışlardır. 12 vaka üzerinde yaptıkları ölçümler sonucunda, mandibular setback cerrahisi ile orofarenks hacminin azaldığını, ancak bu azalmanın anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Cerrahi sonrası sagittal yönde hareket eden mandibulanın havayolunu daraltmasına karşılık gelişen fizyolojik adaptasyonla havayolu kapasitesinin korunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Palaisa ve arkadaşları (106) yaptıkları çalışmada, hızlı üst çene genişletmesinden (RME) sonra, nazal havayolu kapasitesindeki değişiklikleri 3 boyutlu olarak incelemişlerdir. RME sonrası, nazal kavite hacminde artış gözlemlediklerini ve bu artışın 3 ay boyunca sabit kaldığını belirtmişlerdir.

Haralambidis ve arkadaşları (107), RME sonrası nazal kavite hacminde meydana gelen değişiklikleri incelemek amacı ile 24 hastayı çalışmalarına dahil etmişlerdir. RME'den önce ve 3 ay sonra elde ettikleri KIBT verileri üzerinde yaptıkları ölçümler sonucunda RME sonrasında nazal kavite hacminde ortalama %11,3' lük bir artış olduğunu bulmuşlardır. Cinsiyet, yaş yada iskeletsel maloklüzyonun bu artışı etkilemediğini belirtmişlerdir.

Zhao ve arkadaşları (108), RME sonrası orofarengeal havayolu hacminde meydana gelen değişiklikleri KIBT ile incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, 24 RME grubu, 24 kontrol grubu olacak şekilde 48 hasta üzerinde hacim, uzunluk ve kesitsel alan ölçümleri yapmışlardır. Kontrol grubu hastalarına normal ortodontik tedavi prosedürü uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda gruplar arasında sadece retropalatal havayolu hacminde tedavi öncesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulduklarını, bu farklılığın tedavi sonrasında da devam ettiğini bildirmişlerdir. Maksiller darlığa sahip hastalarda yapılacak maksiller genişletme işleminin orofarengeal havayolu hacmine herhangi bir fayda sağlamadığını bildirmişlerdir.

Haskell ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (109), OSA teşhisi konulan 26 hastanın havayolu hacmi mandibular ilerletme apareyi takılmasından önce ve sonra alınan KIBT verileri üzerinde incelenmiştir. Mandibular ilerletme apareyinin kullanılması ile birlikte, orofarengeal hacimde ortalama 2800 mm^3 'lük bir artışın gözlemlendiği bildirilmiştir.

Kim ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (110), yaş ortalaması 11 olan farklı iskeletsel anomaliye sahip, 27 (12 erkek, 15 kız) preadelosan dönemdeki çocuğun farengeal havayolunu 3 boyutlu olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Lateral sefalometrik grafler üzerinde yapılan ölçümler sonucunda bireyler ANB açılarına göre iki farklı gruba ayrılmıştır (Grup 1: $2^\circ \leq \text{ANB} \leq 5^\circ$, Grup 2: $\text{ANB} > 5^\circ$). Elde edilen grupların sefalometrik değerleri, havayolu hacimleri ve kesitsel alanlarının karşılaştırılması sonucunda, arka nazal düzlem yüksekliği, Pogonion ile Nasion arasındaki dik mesafe, ANB

açısı, mandibular gövde uzunluğu, yüz konveksitesi ve total havayolu hacmi parametrelerinde anlamlı bir farklılık bulduklarını, havayolunun kesitsel alanında ise anlamlı bir farklılık bulmadıklarını belirtmişlerdir. Total havayolu hacminin, retrognatik mandibulası olan bireylerde normal bireylerden daha küçük olduğunu bildirmişlerdir.

Iwasaki ve arkadaşları (111), Sınıf III maloklüzyona sahip bireylerin orofarengeal havayolunu KIBT ile değerlendirmişlerdir. Ortalama yaşları $8,6 \pm 1$ yıl olan 45 çocuğu, Sınıf I (25 birey) ve Sınıf III (20 birey) olacak şekilde iki gruba ayırmışlardır. Sınıf III grubunda Sınıf I grubuna kıyasla daha geniş orofarengeal alan ve genişlik gözlemişlerdir. Orofarengeal alanın Sınıf III maloklüzyon şiddeti ile aynı yönde ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Alves ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (112), antero-posterior yönde farklı iskeletsel yapıya sahip çocuklarda farengeal havayolunu 3 boyutlu olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Yaş ortalamaları 9.16 yıl olan 50 hasta ANB açılarına göre 2 gruba ayrılmıştır (Grup1: $2 \leq \text{ANB} \leq 5$, Grup 2: $\text{ANB} > 5$). Elde edilen KIBT verileri üzerinde, hacim, alan, minimum aksiyal alan ve 7 doğrusal ölçüm yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, grup 2'de yer alan hastaların havayolu hacimleri grup 1'dekilere göre istatistiksel olarak daha büyük bulunmuştur. Farengeal havayolunun antero-posterior yöndeki farklı iskeletsel yapılardan etkilendiği belirtilmiştir.

Oh ve arkadaşları çalışmalarında (113), 60 sağlıklı çocuk hastayı antero-posterior yöndeki ilişkilerine göre 3 gruba ayırmışlar ve 3 boyutlu olarak farengeal havayolu analizi yapmışlardır. Sınıf II grubundaki çocukların farengeal havayolu hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf III grubundakilere göre daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Orofarengeal havayolunun incelenmesinin, bütün farengeal havayolunun değerlendirilmesinde rehber olabileceği bildirilmiştir.

Tso ve arkadaşları (114), insan havayolunu KIBT kullanarak değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında; 196 vakadan rastgele seçtikleri 10 hasta üzerinde ölçümler yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda,

en dar kesitsel alanın farengeal havayolu üzerinde farklı konumlarda bulunabildiğini ancak sıklıkla orofarengeal havayolu üzerinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Havayolundaki en dar kesitsel alan ile total havayolu hacmi arasında yüksek bir korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir.

Grauer ve arkadaşları (115), 17 ile 46 yaş aralığında büyümesi tamamlanmış 62 birey üzerinde yaptıkları çalışmada, farengeal havayolu hacmini ve şeklini yüz morfolojisi ile ilişkili olarak 3 boyutlu incelemeyi amaçlamışlardır. Sagittal yöndeki çene ilişkilerine ve dik yön orantılarına göre gruplandıkları hastaların KIBT verileri üzerinde havayolu ölçümlerini yapmışlardır. Çenelerin sagittal yön ilişkileri ile alt havayolu hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulmuşlardır. Aynı zamanda, havayolu hacmi ile yüz boyutu ve cinsiyet arasında da anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Vertikal yöndeki yüz oranları ile havayolu hacmi arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

El ve Palomo (116) yaptıkları çalışmada farklı iskeletsel yapıya sahip bireylerde nazal kavite ve orofarengeal havayolu hacmini incelemeyi amaçlamışlardır. Yaşları 14-18 arasında olan 140 hastayı ANB açısına göre Sınıf I ($1 \leq \text{ANB} \leq 3$), Sınıf II ($\text{ANB} > 3$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 1$) olacak şekilde 3 gruba ayırmışlardır. Aynı zamanda, maksilla ve mandibulanın pozisyonlarının nazal kavite ve orofarengeal havayolu hacmi üzerindeki etkisini belirleyebilmek için yine 140 hastayı; $\text{SNA} \geq 80^\circ$, $\text{SNA} < 80^\circ$, $\text{SNB} \geq 78^\circ$, $\text{SNB} < 78^\circ$ olacak şekilde 4 gruba ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, nazal kavite hacmi parametresinde yalnızca Sınıf I ve Sınıf II grubundaki bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu, Sınıf II bireylerin nazal kavite hacimlerinin daha küçük olduğu belirtilmiştir. Orofarengeal hacim değerlendirildiğinde, Sınıf II grubundaki bireylerin orofarengeal havayolu hacminin, Sınıf I ve Sınıf III grubundaki bireylerden daha küçük olduğu bildirilmiştir. Maksilla ve mandibula pozisyonları değerlendirildiğinde; maksilla pozisyonunun havayolu hacmi üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı, ancak mandibulası retrognatik olan bireylerin artmış SNB açısına sahip bireylere göre daha küçük orofarengeal

havayolu hacmine sahip oldukları belirtilmiştir. Minimum aksiyal alan parametresinin orofarengeal hacim için bir öngörü olabileceği ancak nazal kavite hacminin aynı potansiyele sahip olmadığı fikri ileri sürülmüştür.

Hong ve arkadaşları çalışmalarında (117), iskeletsel Sınıf III ve Sınıf I malokluzyona sahip hastaların havayolu hacimlerini incelemişlerdir. Çalışmaya dahil ettikleri, 18-30 yaş aralığındaki 60 bireyi Sınıf I ve Sınıf III olacak şekilde iki gruba ayırmışlar ve KIBT verileri üzerinde ölçümler yapmışlardır. Sınıf III malokluzyona sahip hastalarda üst havayolu hacminin ve alt havayolunun kesitsel alan ölçümlerinin Sınıf I grubuna göre daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Üst hava yolu hacmi ile ANB açısının negatif korelasyon, SNB açısının ise pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

El ve Palomo çalışmalarında (118), sagittal yönde farklı maksiller ve mandibular pozisyonlara sahip bireylerde havayolunu incelemeyi amaçlamışlardır. 101 hastayı (57 erkek, 44 kız); Sınıf I ($81 \leq SNA \leq 77$; $80 \leq SNB \leq 76$; $3 \leq ANB \leq 1$), Sınıf II maksiller protrüzyon ($SNA > 81$; $80 \leq SNB \leq 76$; $ANB > 3$), Sınıf II mandibular retrüzyon ($81 \leq SNA \leq 77$; $SNB < 76$; $ANB > 3$), Sınıf III maksiller retrüzyon ($SNA < 77$; $80 \leq SNB \leq 76$; $ANB < 1$) ve Sınıf III mandibular protrüzyon ($81 \leq SNA \leq 77$; $SNB > 80$; $ANB < 1$) olacak şekilde 5 gruba ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, minimum aksiyal kesitsel alan ve orofarengeal hacim parametreleri Sınıf III mandibular protrüzyon grubunda anlamlı düzeyde yüksek bulunurken, Sınıf II mandibular retrüzyon grubunda düşük bulunmuştur. Nazal kavite hacmi değerlendirildiğinde, sadece Sınıf I ve Sınıf II mandibular retrüzyon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Minimum aksiyal kesitsel alan parametresi ile orofarengeal havayolu hacmi arasında oldukça yüksek bir korelasyon bulunduğu belirtilmiş ve havayolunun detaylı analizinin ortodontik teşhiste yardımcı bir faktör olacağı bildirilmiştir.

Zheng ve arkadaşları (119) farklı antero-posterior iskeletsel yapıya sahip bireylerin üst havayolu hacmini 3 boyutlu olarak incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, 29 erkek, 31 kız toplam 60 bireyi Sınıf I ($1 \leq ANB \leq 3$), Sınıf II ($ANB > 3$) ve Sınıf III ($ANB < 1$) olacak şekilde 3 gruba

ayırmıştır. Çalışmanın sonucunda, farengeal havayolu hacmi ve minimum aksiyal kesit alanı parametrelerinin antero-posterior iskeletsel yapı ile ilişkili olduğu, Sınıf I ve Sınıf III grubunun nazofarengeal havayolu hacimlerinin Sınıf II grubundan daha büyük olduğu belirtilmiştir. Minimum aksiyal kesit alanı ve farengeal havayolunun dikey yöndeki uzunluğu ile farengeal havayolu hacmi arasında korelasyon bulunmuştur. Minimum aksiyal kesit alanı şeklinin ve konumunun 3 grup arasında farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu çalışmanın materyalini oluşturan KIBT verileri, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniği arşivinden temin edilmiştir. Araştırmanın yürütülebilmesi için Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Yerel Etik Kurulundan D.Ü.D.F.E.K2014/14 sayılı etik kurul raporu alınmıştır.

Araştırmamıza dahil edilen KIBT'ler aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir:

1- Hava yolunda bir patoloji saptanmayan, dudak damak yarığı ya da kraniyofasial bir sendromu olmayan,

2- Ortodontik tedavi ya da ortognatik cerrahi operasyon geçirmiş olmayan,

3- Adenoidektomi ya da tonsillektomi operasyonu geçirmiş olmayan,

4- KIBT taraması yapıldığı sırada 16 yaşından büyük olan,

5- Dikey boyutun değişmesine neden olabilecek çok sayıda ($n>4$) diş eksikliği görülmeyen,

6- Doğru pozisyonlandırma ile elde edilmiş, gerekli olan referans noktalarının tespit edilebileceği yeterli görüntü kalitesine sahip olan KIBT verileri çalışmamıza dahil edilmiştir.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz bireylerin belirlenmesi için Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniğinin arşivindeki 500 KIBT taranmış ve yukarıdaki kriterlere uygun olacak şekilde 89 bireyin KIBT'si (44 kız, 45 erkek) araştırmaya dahil edilmiştir. Seçilen KIBT'ler iskeletsel malokluzyonlarına göre kız ve erkek sayıları benzer olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. KIBT verileri ANB açılarına göre Sınıf I ($0^\circ \leq \text{ANB} \leq 4^\circ$), Sınıf II ($\text{ANB} > 4^\circ$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 0^\circ$) olacak şekilde 3 gruba

ayrılmıştır. Kız ve erkek bireylerin gruplara göre dağılımı tablo 3'te görülmektedir.

GRUP	KIZ	ERKEK	TOPLAM
Sınıf I	15	15	30
Sınıf II	15	15	30
Sınıf III	14	15	29
Toplam	44	45	89

Tablo 3. Kız ve erkek bireylerin gruplara göre dağılımı.

Çalışma grubuna dahil edilen bireylerin KIBT taraması yapıldığı esnadaki ortalama yaşları Tablo 4'te gösterilmektedir.

GRUP	KIZ			ERKEK			TOPLAM		
	X	Min	Max	X	Min	Max	X	Min	Max
Sınıf I	24 yıl 6 ay	16 yıl 4 ay	40 yıl 3 ay	27 yıl 3 ay	16 yıl 1 ay	43 yıl 7 ay	25 yıl 9 ay	16 yıl 1 ay	43 yıl 7 ay
Sınıf II	26 yıl 6 ay	16 yıl 1 ay	47 yıl 2 ay	27 yıl 5 ay	16 yıl 3 ay	57 yıl 10 ay	27 yıl 0 ay	57 yıl 10 ay	16 yıl 1 ay
Sınıf III	26 yıl 6 ay	16 yıl 2 ay	56 yıl 0 ay	28 yıl 2 ay	16 yıl 1 ay	38 yıl 5 ay	27 yıl 4 ay	16 yıl 1 ay	56 yıl 0 ay
Toplam	25 yıl 9 ay	16 yıl 1 ay	56 yıl 0 ay	27 yıl 7 ay	16 yıl 1 ay	57 yıl 10 ay	26 yıl 8 ay	16 yıl 1 ay	57 yıl 10 ay

Tablo 4. Araştırmaya dahil edilen bireylerin KIBT taraması yapıldığı esnadaki yaş dağılımları.

3.2. Yöntem

3.2.1. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi görüntüleri Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi cihazı kullanılarak alınmış arşiv verilerinden seçilmiştir. Tomografi görüntüleri cihaz 5.0 mA, 120 kV, voxel kalınlığı 0.3 mm olacak şekilde, 360 derece rotasyonla ve 9.6 saniyede alınacak şekilde ayarlanıp elde edilmiştir.

Rutin tomografik görüntü alınması protokolünde, hastalar KIBT cihazına dik olarak oturtulduktan sonra hastanın başı, Frankfort Horizontal düzlemi yer düzlemine paralel olacak şekilde konumlandırılmakta, çeneler sentrik ilişkide ve hastanın dudakları istirahat pozisyonunda iken görüntüleme yapılmaktadır.

3.2.2. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel noktalar

Sella (S): Orta oksal düzlemde, Fossa hypofisea'nın orta noktasıdır.

Nasion (N): Orta oksal düzlemde nazofrontal suturun en ileri noktasıdır.

A Noktası (A): Orta oksal düzlemde Anterior Nazal Spina'nın altındaki içbükeyliğin en derin noktasıdır.

B Noktası (B): Orta oksal düzlemde Pogonion noktası ile alt kesici diş alveolü arasındaki kemik girintisinin en derin noktasıdır.

3.2.3. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel açısal ölçümler

SNA: Sella-Nasion ile Nasion-A doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Üst çenenin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu belirlemektedir.

SNB: Sella-Nasion ile Nasion-B doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Alt çenenin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu belirlemektedir.

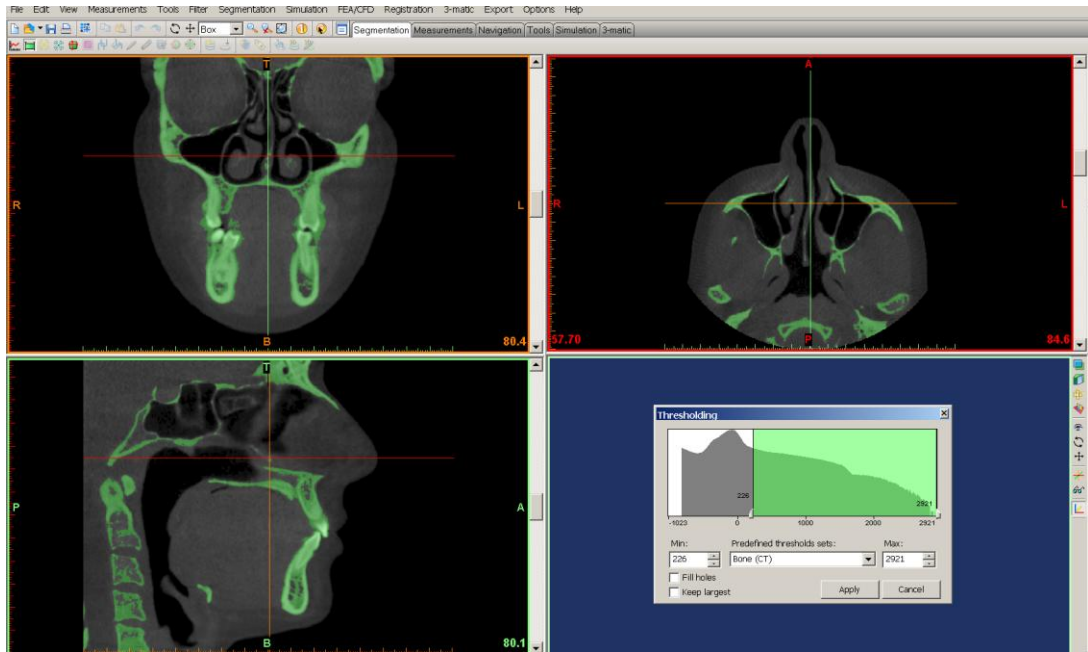
ANB: Nasion-A ve Nasion-B doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Üst ve alt çenenin ön-arka yönde birbirlerine göre konumlarını belirlemektedir.

3.2.4. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel açısal ölçümlerin üç boyutlu veriler üzerinde elde edilmesi

Elde edilen KIBT verileri, gerekli iskeletsel ölçümlerin 3 boyutlu olarak yapılabilmesi için Mimics 15.0 (Materialise Europe, World Headquarters,

Leuven, Belgium) yazılım programına aktarılmıştır. Grupların oluşturulabilmesi için gerekli olan SNA, SNB ve ANB açısı ölçümleri bu program üzerinde elde edilmiştir.

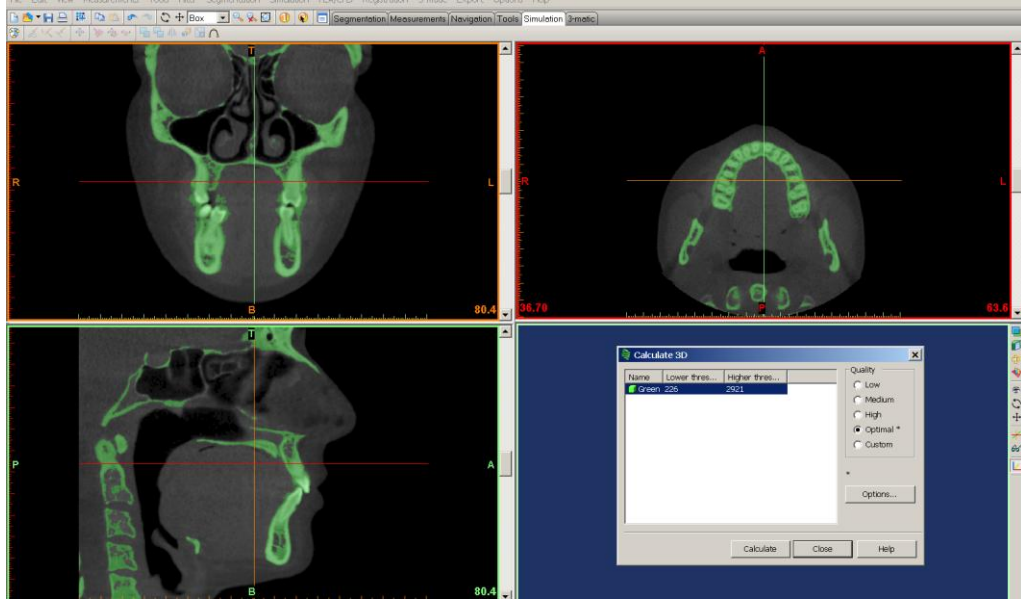
Farklı dokuların birbirlerinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerlerinden yararlanılmaktadır. Hounsfield değerlerinde '0' su yoğunluğunu temsil etmektedir. Eksi değerlere gidildikçe hava görüntüsüne ulaşılmakta ve artı değerlere gidildikçe spongios kemik, kortikal kemik, diş dokuları ve benzer dokular diğerlerinden ayırt edilebilmektedir. Mimics programına aktarılan DICOM veriler üzerinde önce "Segmentation" bölümünde yer alan "Threshold" sekmesinden threshold değeri kemik dokuyu belirleyecek şekilde seçilmiştir. Hounsfield değeri minimum "226 HU", maksimum "2921 HU" olarak belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Threshold değerinin kemik dokuyu içerecek şekilde ayarlanması.

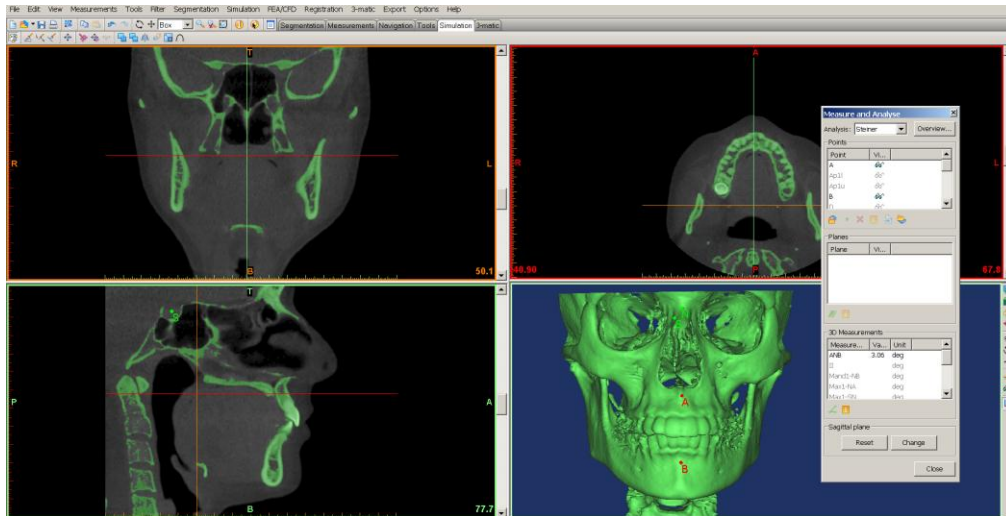
Elde edilen maske, "Calculate 3D from Mask" sekmesi kullanılarak üç boyutlu obje haline dönüştürülmüştür. Elde ettiğimiz maske üç boyutlu obje haline dönüştürülmeden önce bu objenin görüntü kalitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Kullandığımız yazılım programı yüklü bulunduğu bilgisayarın çözünürlük değerlerini de göz önünde bulundurarak en kaliteli ve doğru görüntü seçeneğini otomatik olarak önermektedir. Yazılım programının

önerdiği "Optimal" seçeneği seçildikten sonra üç boyutlu obje elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Üç boyutlu obje elde edilirken "Optimal" seçeneğinin seçilmesi.

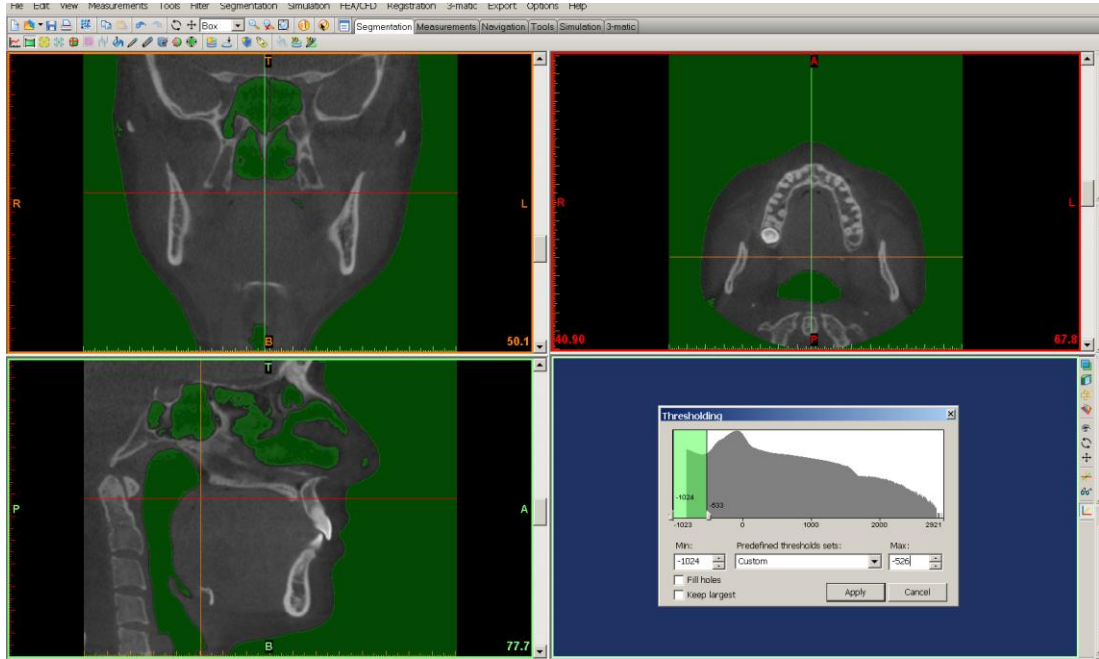
Daha sonra "Simulation" bölümünde yer alan "Measure and Analyse" sekmesine tıklanmış ve "Steiner analizi" seçilmiştir. Gerekli noktaların işaretlenebilmesi için açılan pencerede, önce istenilen noktaya sonra "Indicate" sekmesine tıklanır ve üç boyutlu obje üzerinde ilgili nokta işaretlenir. Bu şekilde üç boyutlu obje üzerinde gerekli açısal ölçümler yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Elde edilen 3 boyutlu obje üzerinde iskeletsel açısal ölçümlerin yapılması.

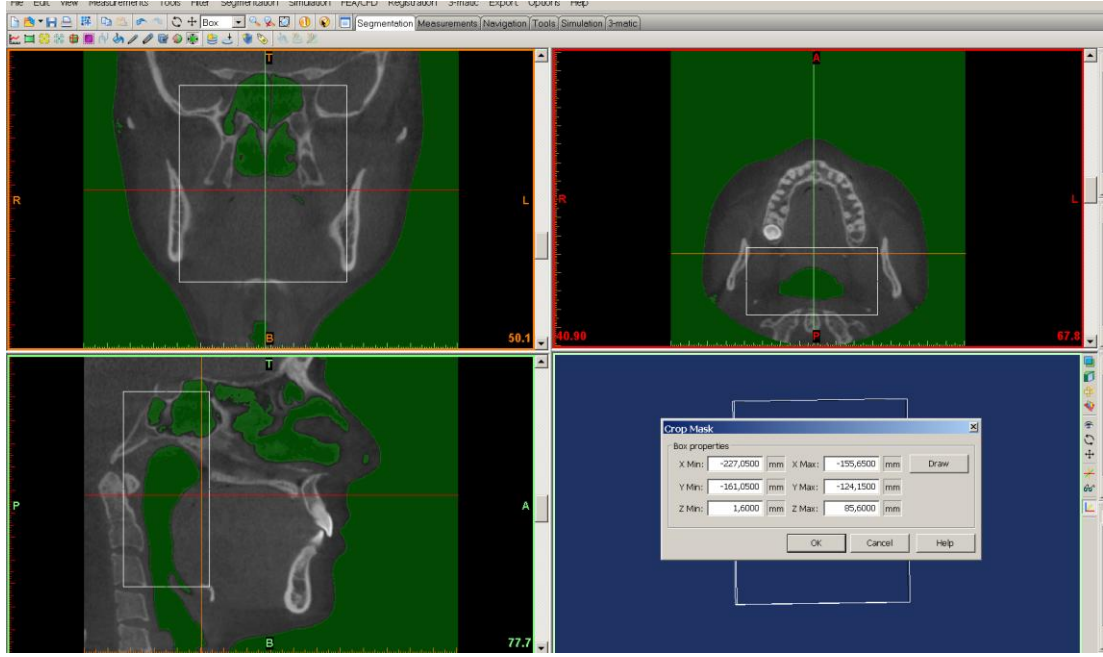
3.2.5. Üç Boyutlu Havayolu Analizi Yöntemi

Çalışmamıza dahil edilen bireylerin KIBT verileri Mimics 15.0 yazılım programına aktarılmıştır. Her üç düzlemde başın oryantasyonu kontrol edildikten sonra "Segmentation" bölümünde yer alan "Thresholding" sekmesine tıklanarak threshold değeri -1024/-526 HU olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 7).



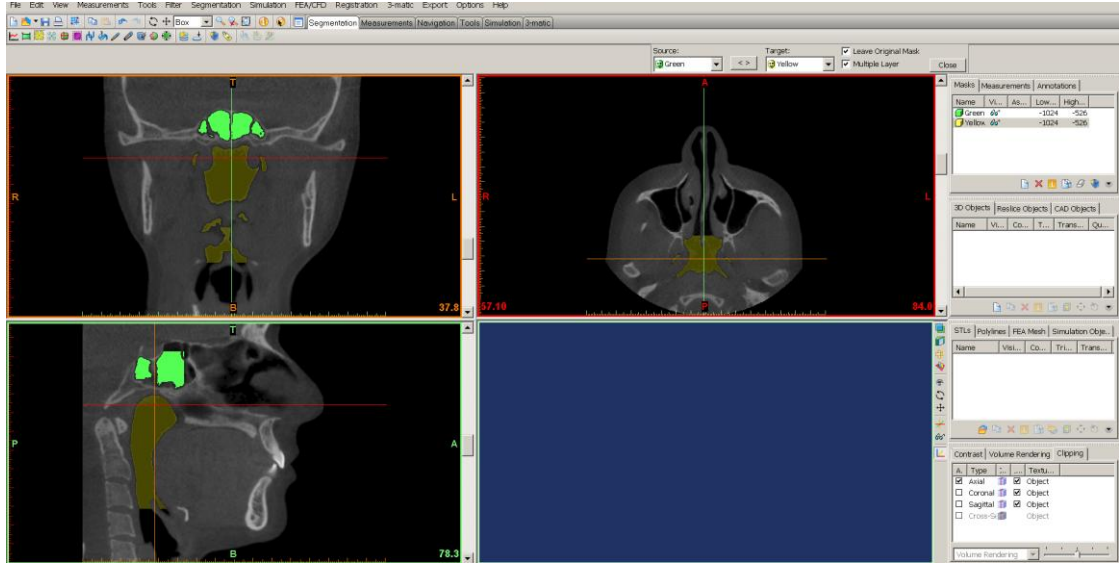
Şekil 7. Threshold değerinin hava boşluklarını içerecek şekilde ayarlanması.

Böylece sadece hava boşluğu alanlarının seçili olduğu bir maske oluşturulmuştur. Daha sonra "Segmentation" bölümünde yer alan "Crop Mask" sekmesine tıklanarak ayarlamalar yapılmış ve çalışmak istediğimiz alanla dış ortam arasındaki bağlantı kesilmiştir. Üstte Sella noktası, altta C3 nolu vertebranın en alt en ön noktası, önde PNS noktası ve arkada vertebraların orta hizası referans alınarak sınırlar oluşturulmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Farengeal havayolunun dış ortam ile olan bağlantısının kesilerek kaba bir taslağının oluşturulması.

Bu maskenin artefaktlardan arındırılması için "Segmentation" bölümünde yer alan "Region Growing" sekmesi seçildikten sonra elde etmek istediğimiz alan üzerine tıklanmış ve sekme kapatılmıştır (Şekil 9).

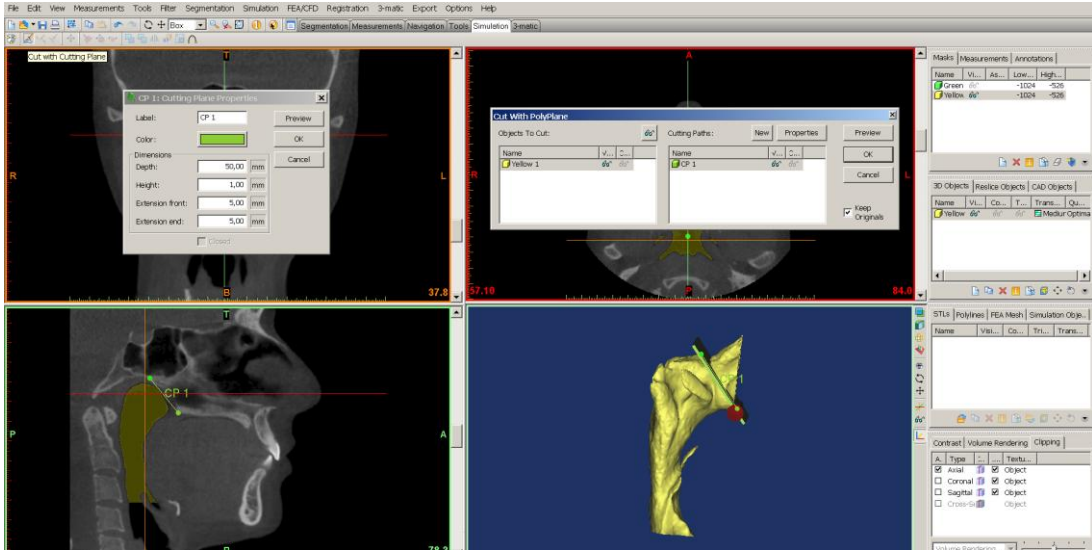


Şekil 9. Elde ettiğimiz taslak maskenin "Region Growing" ile artefaktlardan arındırılması.

Oluşturduğumuz yeni maske "Calculate 3D from Mask" sekmesine tıklanarak üç boyutlu obje haline dönüştürülmüş böylece havayolunun henüz sınırları bizim kriterlerimize göre belirlenmemiş olan taslağı oluşturulmuştur.

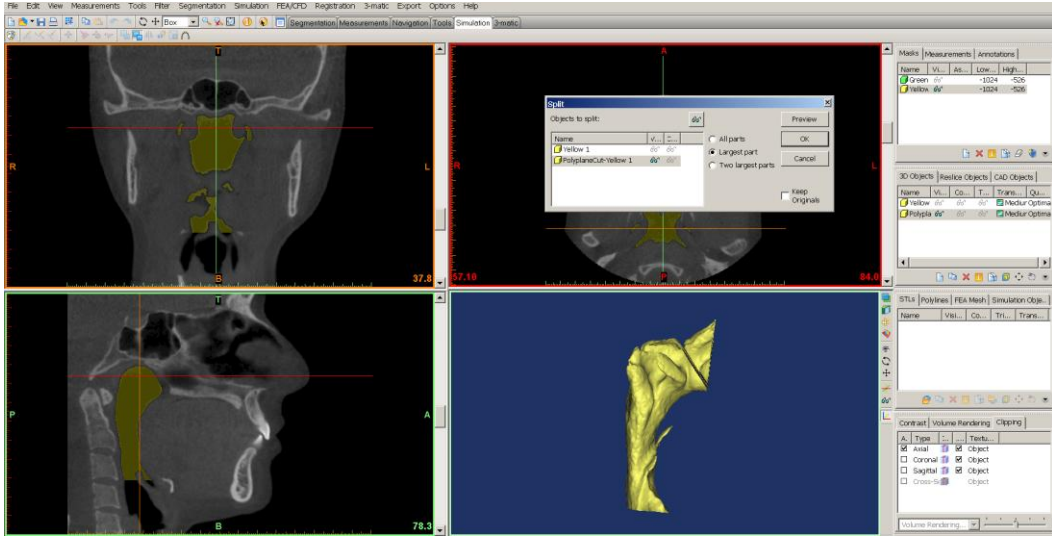
3.2.5.1. Total havayolu hacmi

Elde ettiğimiz 3 boyutlu obje üzerinde gerekli işlemleri yapabilmemiz amacı ile "Simulation" bölümünde yer alan "cut with cutting plane" sekmesine tıklanmış ve sagittal kesitte, vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği hat belirlenmiştir. Oluşan düzlemin derinliğini artırmak için açılan pencerede bulunan "Properties" sekmesine tıklanmış ve düzlemin derinliği 50 mm olarak ayarlanmıştır ve pencere kapatılmıştır (Şekil 10).



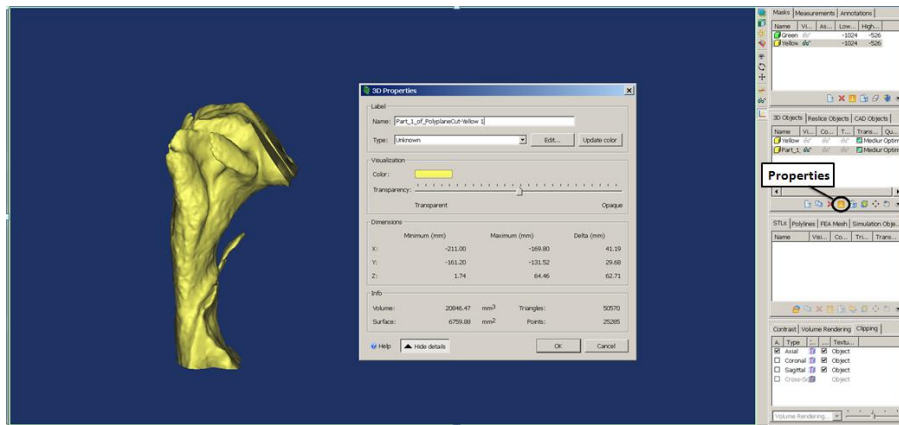
Şekil 10. Vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği hattın belirlenmesi.

Daha sonra yine "Simulation" bölümünde yer alan "Split" sekmesi tıklanmış, "Largest part" seçilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Total havayolunun 3 boyutlu obje halinde elde edilmesi.

Böylece; arka sınırını posterior farengeal duvarın, ön sınırını anterior farengeal duvarın, alt sınırını C3 nolu vertebranın en alt en ön hizasından geçen doğrunun oluşturduğu total havayolu hacminin 3 boyutlu modeli elde edilmiştir. Bu modelin üst sınırı, sagittal yönden bakıldığında vomerin dorsal bölgesinin damak ile birleştiği kesitte posteriorda kalan radyolusent bölgeyi içine alacak hat olarak belirlenmiştir. Ekranın sağ tarafında yer alan sekmede üç boyutlu objenin bulunduğu bölmenin "Properties" sekmesine tıklanarak 3 boyutlu modelin hacmi belirlenmiştir (Şekil 12).



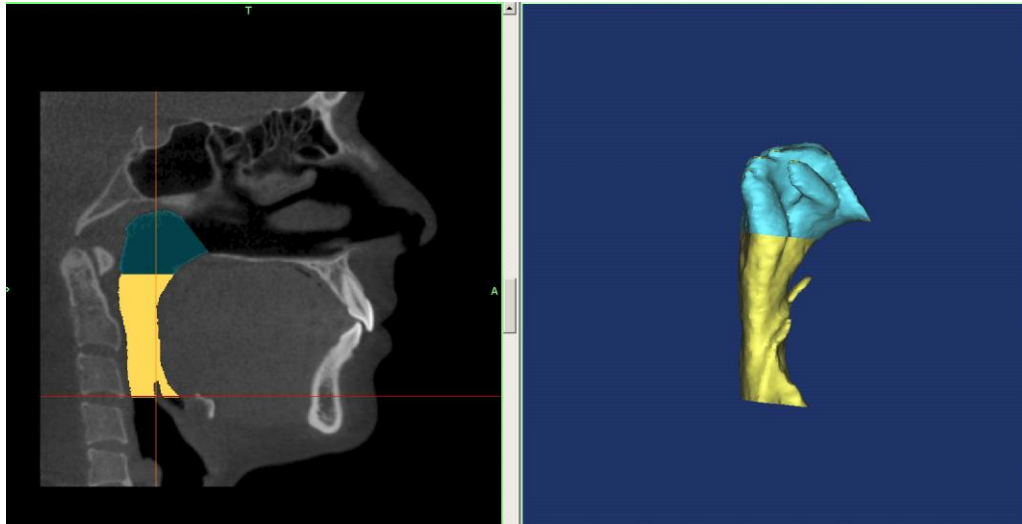
Şekil 12. Total havayolu hacmi.

3.2.5.2. Orofarengeal havayolu hacmi

Region growing yaparak elde ettiğimiz maske ilk olarak "Duplicate mask" sekmesi ile kopyalanmıştır. Daha sonra bu yeni maske üzerinde "Crop Mask" sekmesi kullanılarak üst sınır atlasın en alt ve en ön hizasından geçecek şekilde ayarlanmıştır. Elde ettiğimiz maske "Calculate 3D from Mask" sekmesi kullanılarak 3 boyutlu obje haline dönüştürülmüş ve "Properties" sekmesine tıklanarak 3 boyutlu modelin hacmi belirlenmiştir (Şekil 13).

3.2.5.2. Nazofarengeal havayolu hacmi

Total hacimden, orofarengeal hacim çıkarıldığında elde edilen sonuç nazofarengeal hacim olarak kaydedilmiştir (Şekil 13).

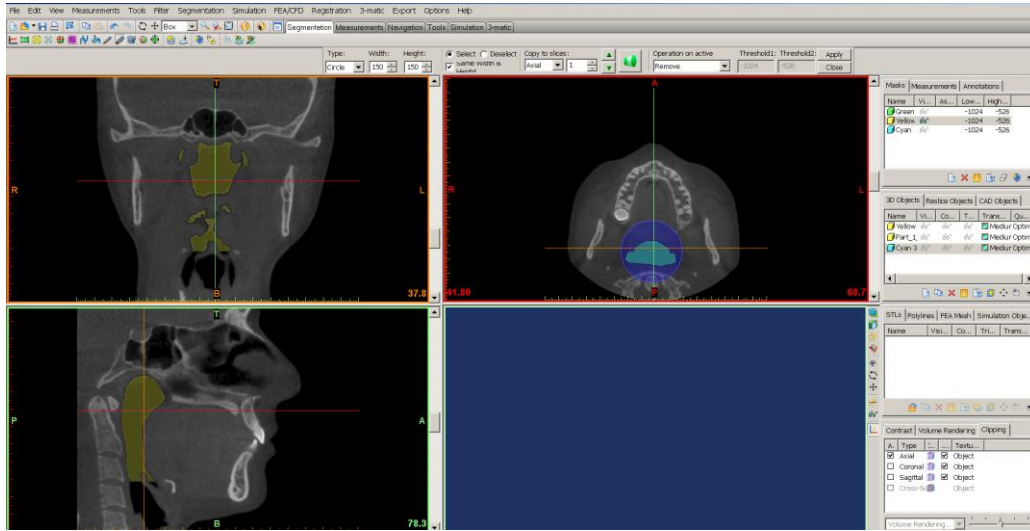


Şekil 13. Orofarengeal ve nazofarengeal havayolu hacmi.

3.2.5.6. Orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alan

Düzlem çubuğu atlasın en alt ve en ön ucuna denk gelecek şekilde belirlenen orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alan yine sagittal düzlemde düzlem çubuğu bu hatta denk gelecek şekilde ayarlandığında aksiyal kesitte beliren maskenin alanı ölçülerek hesaplanmıştır. Bu alanın belirlenmesi için bu hatta bulunan kesitin maskedeki diğer alanlardan ayrılması gerekmektedir. Bu amaçla, ilk elde ettiğimiz maskeye tıklanmış

diğer maskeler kapatılmıştır. Düzlem çubuğu sagittal düzlemde atlasın en alt ve en ön ucuna denk gelecek şekilde ayarlandığında aksiyal düzlemde görülen kesitin, koronal düzlemde hemen üstünde ve altında yer alan kesitler "Segmentation" bölümündeki "Multiple Slice Edit" sekmesi ile silinmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alanın segmentasyonu.

Böylece elde etmek istediğimiz hizadaki kesit alanının maske ile olan bağlantısı kesilmiştir. Aynı bölmedeki "Region Growing" sekmesine tıklandıktan sonra bu alan üzerine tıklanarak orofarenks ve nazofarenks sınırındaki kesit alanını temsil eden yeni bir maske elde edilmiştir. Mimics yazılım programı iki boyutlu bir görüntünün yüzey alanını vermemektedir. Bu nedenle oluşturduğumuz maske üç boyutlu obje haline dönüştürülmüş ve bu objenin yüzey alanı ölçülmüştür. Bütün aksiyal alan ölçümleri aynı yöntemle yapılmış ve standardizasyon sağlanmıştır.

3.2.5.4. C2 seviyesindeki aksiyal alan

Koronal kesitte düzlem çubuğu orta hat hizasındayken, sagittal kesitte düzlem çubuğu C2 vertebraının en alt ve en ön seviyesinden geçecek şekilde ayarlandığında aksiyal kesitte beliren maskenin alanı, orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alanın belirlenmesinde anlatılan yöntem ile benzer şekilde hesaplanmıştır.

3.2.5.5. C3 seviyesinde aksiyal alan

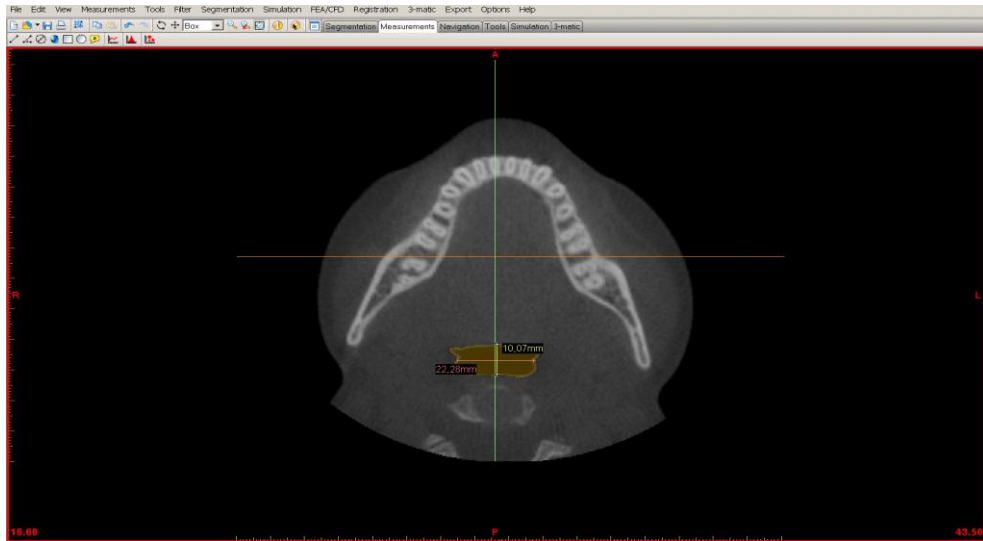
Koronal kesitte düzlem çubuğu orta hat hizasındayken, sagittal kesitte düzlem çubuğu C3 vertebraının en alt ve en ön seviyesinden geçecek şekilde ayarlandığında aksiyal kesitte beliren maskenin alanı orofarenks ve nazofarenks sınırındaki aksiyal alanın belirlenmesinde anlatılan yöntem ile benzer şekilde hesaplanmıştır.

3.2.5.6. Minimum aksiyal alan

Kullandığımız Mimics yazılım programında minimum aksiyal alan tespiti için herhangi bir uygulama bulunmadığından biz bu alanın ölçümünü Dolphin 3D yazılım programı kullanarak gerçekleştirdik. Minimum aksiyal alan, Atlasın en alt ve en ön hizası ile C3'ün en alt ve en ön hizası arasındaki bölgedeki en dar aksiyal alan olacak şekilde belirlenmiştir.

3.2.5.7. Transversal ve anteroposterior uzunluk

Çalışmamızda ölçülen, C2, C3 ve orofarenks-nazofarenks sınırındaki aksiyal alanların her birinin transversal (T) ve anteroposterior (AP) yöndeki milimetrik uzunluğu hesaplanarak belirlenmiştir (Şekil 15). "Measurements" bölümünde yer alan "Distance" sekmesine tıklanmış ve gerekli ölçümler yapılmıştır.



Şekil 15. Transversal ve antero-posterior uzunluk.

3.2.6. İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen verilerin analizinde SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chigago, IL, USA) istatistik paket programı kullanılmıştır. Araştırmamızdaki verilerin normal dağılıp dağılmadığını tespit edebilmek amacı ile Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Bu testin sonucunda verilerin normal dağılış gösterdiği belirlenmiş ve parametrik testler uygulanmıştır.

Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III grupları arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde Oneway ANOVA (Tek yönlü varyans) analizi uygulanmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık gösteren parametreler için post-hoc çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD testi uygulanmıştır.

Havayolu parametreleri, sefalometrik parametreler ve yaş arasında bir ilişki olup olmadığını saptamak amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

3.2.6.1. Metod hatası

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde elde edilen açısal ölçümler ve havayolu ölçümleri yapıldıktan sonra, bireysel çizim ve ölçüm hatasının kontrolü için, 1 aylık aradan sonra, 89 adet konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüsü içinden rastgele seçilen 20 adet tomografi kaydı aynı araştırmacı tarafından tekrar çizilerek tüm ölçümler tekrarlandı. Havayolu ölçümlerinde elde edilen hacimsel ölçümlerin ölçüm hatasını değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı ile güven aralığı ölçüldü. Çalışmamızda %95'lik güven aralığı uygulanmıştır. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 değerleri arasında değişmektedir. Korelasyon katsayısının -1 değerine yaklaşması iki değişken arasındaki negatif korelasyonun güçlenmesini, +1 değerine yaklaşması ise pozitif korelasyonun güçlenmesini temsil etmektedir. '0' değeri iki değişken arasında herhangi bir ilişki olmadığı anlamına gelmektedir. Korelasyon katsayısı +1 değerine yaklaştıkça pozitif korelasyonun gücü artmaktadır.

Hacimsel ölçümler dışında; elde ettiğimiz diğer açısal, alansal ve doğrusal parametrelerin ölçüm hatasını değerlendirmek için Dahlberg formülü kullanılmıştır. Sonuçlar anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir (120).

$S_m = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$ (Standart metod hatası) (d:iki farklı zamanda alınan ölçümler arasındaki fark; n: ölçümü tekrar yapılan birey sayısı).

Sonuçlar anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Hacimsel ölçümlerin metod hatasını belirlemek için sınıf içi korelasyon katsayısı ile ölçülen güven aralığı sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Açısal, Alansal ve Doğrusal ölçümlerinin Dahlberg metod hatası formülü kullanılarak hesaplanan metod hataları Tablo 6'da verilmiştir.

Hacimsel ölçümler (mm ³)	r
Total hacim (TH)	0,995
Nazofarengeal hacim (NH)	0,996
Orofarengeal hacim (OH)	0,970

Tablo 5. Hacimsel ölçümlere ait tekraralama katsayıları (r).

İskeletsel Açısal Ölçümler	Sm
ANB	0,35
Alansal Ölçümler (mm²)	
O-N Sınırı	0,37
C2	0,39
C3	0,38
Min aksiyal	0,26
Doğrusal Ölçümler (mm)	
O-N sınırı T	0,35
O-N sınırı AP	0,31
C2 T	0,30
C2 AP	0,33
C3 T	0,33
C3 AP	0,44
Min aksiyal T	0,32
Min aksiyal AP	0,43

Tablo 6. Dahlberg metod hatası formülü kullanılarak hesaplanan açısal, alansal ve doğrusal ölçümlerin metod hatası.

4.1. Açısal Değerlere Ait Bulgular

4.1.1. Grupların oluşturulmasında kullanılan ANB açısına ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi

ANB açısında Sınıf I ve Sınıf II grubu arasında $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

ANB açısında Sınıf I ve Sınıf III grubu arasında $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

ANB açısında Sınıf II ve Sınıf III grubu arasında $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarının oluşturulması için kullanılan ANB açısı değerlerine ait ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması ve önemi Tablo 7' de verilmiştir.

	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III			I-II	I-III	II-III
Ölçümler	<i>X</i>	<i>Sd</i>	<i>Sx</i>	<i>X</i>	<i>Sd</i>	<i>Sx</i>	<i>X</i>	<i>Sd</i>	<i>Sx</i>	<i>p</i>	<i>P</i>	<i>p</i>
ANB	2,64	1,11	0,20	6,33	1,40	0,25	-2,11	1,80	0,33	***	***	***

Tablo 7. ANB açısı değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması ve önemi. **n:** hasta sayısı, **X:** ortalama, **Sd:** standart sapma, **Sx:** ortalamanın standart hatası. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, - $p > 0,05$ anlamsız.

4.2. Havayolu Bulguları

Sınıf I grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri Tablo 8'de verilmiştir.

Sınıf I						
Hacimsel ölçümler (mm ³)	n	X	Sd	Sx	Min	Max
Total hacim (TH)	30	24154,33	5886,42	1074,70	15359,90	40490,45
Nazofarengeal hacim (NH)	30	11299,46	2785,54	508,56	6329,65	20387,23
Orofarengeal hacim (OH)	30	12854,86	3748,28	684,34	6640,49	20897,62
Alansal Ölçümler (mm ²)						
O-N Sınırı	30	724,77	227,14	41,47	348,56	1367,56
C2	30	573,27	213,24	38,93	295,34	1135,92
C3	30	587,98	186,01	33,96	258,51	952,60
Min aksiyal	30	213,89	78,44	14,32	116,34	405,58
Doğrusal Ölçümler (mm)						
O-N sınırı T	30	27,52	5,03	0,91	19,04	42,94
O-N sınırı AP	30	12,28	3,49	0,63	5,76	18,89
C2 T	30	23,09	5,73	1,04	15,78	36,67
C2 AP	30	10,29	3,25	0,59	3,42	17,39
C3 T	30	27,16	4,34	0,79	17,97	34,51
C3 AP	30	10,31	4,00	0,73	4,69	18,53
Min aksiyal T	30	23,41	5,62	1,08	16,34	35,23
Min aksiyal AP	30	10,22	3,58	0,65	5,01	17,45

Tablo 8. Sınıf I grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri. **n:** hasta sayısı, **X:** ortalama, **Sd:** standart sapma, **Sx:** ortalamanın standart hatası.

Sınıf II grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri
Tablo 9'da verilmiştir.

Sınıf II						
Hacimsel Ölçümler (mm ³)	n	X	Sd	Sx	Min	Max
Total hacim (TH)	30	19052,70	5435,34	992,35	10453,82	31447,19
Nazofarengeal hacim (NH)	30	9512,97	2635,06	481,09	4584,73	14795,63
Orofarengeal hacim (OH)	30	9539,73	3538,88	646,10	3127,90	16651,56
Alansal Ölçümler (mm ²)						
O-N Sınırı	30	576,42	235,22	42,94	122,90	1114,07
C2	30	413,99	183,13	33,43	171,59	881,98
C3	30	518,92	220,50	40,25	203,59	1254,15
Min aksiyal	30	162,69	80,15	14,63	68,70	367,80
Doğrusal Ölçümler (mm)						
O-N sınırı T	30	25,50	6,33	1,15	11,33	37,01
O-N sınırı AP	30	10,67	3,50	0,64	3,96	17,45
C2 T	30	20,27	5,08	0,92	11,68	34,68
C2 AP	30	8,65	3,39	0,62	3,42	18,17
C3 T	30	23,65	5,46	0,99	13,84	34,62
C3 AP	30	8,67	3,71	0,67	2,79	17,99
Min aksiyal T	30	23,22	6,08	1,11	12,33	32,46
Min aksiyal AP	30	9,04	3,07	0,56	3,15	18,03

Tablo 9. Sınıf II grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri. **n**: hasta sayısı, **X**: ortalama, **Sd**: standart sapma, **Sx**: ortalamanın standart hatası.

Sınıf III grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri
Tablo 10'da verilmiştir.

Sınıf III						
Hacimsel ölçümler (mm³)	n	X	Sd	Sx	Min	Max
Total hacim (TH)	29	23968,10	7020,89	1303,74	15727,49	39467,34
Nazofarengeal hacim (NH)	29	11039,48	2912,96	540,92	4491,29	20513,31
Orofarengeal hacim (OH)	29	12928,61	4995,43	927,62	5992,86	25680,93
Alansal Ölçümler (mm²)						
O-N Sınırı	29	703,37	258,53	48,00	260,38	1298,63
C2	29	612,92	291,85	54,19	175,88	1360,45
C3	29	660,99	312,88	58,10	171,94	1411,93
Min aksiyal	29	209,43	88,79	16,48	100,60	412,32
Doğrusal Ölçümler (mm)						
O-N sınırı T	29	27,78	6,79	1,26	18,05	51,74
O-N sınırı AP	29	11,95	3,89	0,72	4,86	19,79
C2 T	29	25,31	5,72	1,06	16,17	34,68
C2 AP	29	11,16	3,86	0,71	4,32	22,30
C3 T	29	27,88	7,11	1,32	15,14	38,81
C3 AP	29	10,49	4,29	0,79	2,52	24,46
Min aksiyal T	29	23,68	5,61	1,04	17,56	32,43
Min aksiyal AP	29	9,64	4,36	0,8	3,57	17,82

Tablo10. Sınıf III grubunun havayolu verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri. **n**: hasta sayısı, **X**: ortalama, **Sd**: standart sapma, **Sx**: ortalamanın standart hatası.

4.2.1. Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III Grupları Arasındaki Karşılaştırmalar

Grupların havayolu verilerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması ve önemi Tablo 11' de verilmiştir.

4.2.1.1. Volumetrik ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi

Total havayolu hacmi ölçümünde Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Total havayolu hacmi ölçümünde Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Total havayolu hacmi ölçümünde Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Nazofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Nazofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Nazofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Orofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Orofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Orofarengeal havayolu ölçümünde Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4.2.1.2. Alansal ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi

C2 seviyesindeki aksiyal kesit alanı ölçümünde Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

C2 seviyesindeki aksiyal kesit alanı ölçümünde Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Minimum aksiyal kesit alanı ölçümünde Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Minimum aksiyal kesit alanı ölçümünde Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Diğer alansal ölçümlere ait parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4.2.1.3. Doğrusal ölçümlere ilişkin ortalamaların karşılaştırılması ve önemi

C2 T uzunluğunda, Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

C2 AP uzunluğunda, Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

C3 T uzunluğunda, Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Min aksiyal alan AP uzunluğunda Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Diğer doğrusal ölçümlere ait parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Sınıf I				Sınıf II				Sınıf III				I-II	I-III	II-III	
Hacimsel ölçümler (mm³)	n	X	Sd	Sx	n	X	Sd	Sx	n	X	Sd	Sx	P	P	P
Total hacim (TH)	30	24154,33	5886,42	1074,7	30	19052,7	5435,34	992,3	29	23968,1	7020,8	1303,7	**	-	**
Nazofarengeal hacim (NH)	30	11299,46	2785,54	508,56	30	9512,97	2635,06	481,0	29	11039,4	2912,9	540,92	*	-	-
Orofarengeal hacim (OH)	30	12854,86	3748,28	684,34	30	9539,73	4995,43	646,1	29	12928,6	4995,4	927,62	**	-	**
Alansal Ölçümler (mm²)															
O-N Sınırı	30	724,77	227,14	41,47	30	576,42	235,22	42,94	29	703,37	258,53	48,00	-	-	-
C2	30	573,27	213,24	38,93	30	413,99	183,13	33,43	29	612,92	291,85	54,19	*	-	**
C3	30	587,98	186,01	33,96	30	518,92	220,50	40,25	29	660,99	312,88	58,10	-	-	-
Min aksiyal	30	213,89	78,44	14,32	30	162,69	80,15	14,63	29	209,43	88,79	16,48	*	-	*
Doğrusal Ölçümler (mm)															
O-N sınırı T	30	27,52	5,03	0,91	30	25,50	6,33	1,15	29	27,78	6,79	1,26	-	-	-
O-N sınırı AP	30	12,28	3,49	0,63	30	10,67	3,50	0,64	29	11,95	3,89	0,72	-	-	-
C2 T	30	23,09	5,73	1,04	30	20,27	5,08	0,92	29	25,31	5,72	1,06	-	-	*
C2 AP	30	10,29	3,25	0,59	30	8,65	3,39	0,62	29	11,16	3,86	0,71	-	-	*
C3 T	30	27,16	4,34	0,79	30	23,65	5,46	0,99	29	27,88	7,11	1,32	-	-	*
C3 AP	30	10,31	4,00	0,73	30	8,67	3,71	3,71	29	10,49	4,29	0,79	-	-	-
Min aksiyal T	30	23,41	5,62	1,08	30	23,22	6,08	1,11	29	23,68	5,61	1,04	-	-	-
Min aksiyal AP	30	10,22	3,58	0,65	30	9,04	3,07	0,56	29	9,64	4,36	0,8	*	-	-

Tablo 11. Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarına ait havayolu verilerinin karşılaştırılması ve önemi.

n: hasta sayısı, **X**: ortalama, **Sd**: standart sapma, **Sx**: ortalamanın standart hatası.

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, - p>0,05 anlamsız.

4.2.2. Cinsiyete Bağlı Grupların Karşılaştırılması

Kız ve erkek bireylerin havayolu değerlerinin ortalamalarının karşılaştırması ve önemi Tablo 12' de verilmiştir.

Kız ve erkek bireyler arasında hiç bir parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.3. Parametrelerin Korelasyonu

ANB açısı, yaş ve havayolu parametrelerinin birbirleri ile olan korelasyonları Tablo 13' de verilmiştir.

ANB açısı ile orofarengeal hacim ve total havayolu hacmi arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Yaş ile hiçbir havayolu parametresi arasında korelasyon bulunmamıştır.

Orofarengeal, nazofarengeal ve total havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

C2 seviyesindeki kesitsel alan ve minimum aksiyal kesitsel alan parametreleri ile diğer bütün havayolu parametreleri arasında pozitif bir korelasyon, ANB açısı arasında ise negatif bir korelasyon bulunmuştur.

	Kız				Erkek				Kız-Erkek
Hacimsel ölçümler (mm ³)	n	X	Sd	Sx	n	X	Sd	Sx	P
Total hacim (TH)	44	22083,74	6041,53	910,79	45	22657,80	7014,07	1045,59	-
Nazofarengeal hacim (NH)	44	10452,9	2535,90	382,3	45	10768,67	3165,65	471,9	-
Orofarengeal hacim (OH)	44	11630,8	4191,61	631,91	45	11889,13	4611,8	687,48	-
Alansal Ölçümler (mm ²)									
O-N Sınırı	44	684,59	263,08	39,66	45	651,36	231,40	34,49	-
C2	44	532,91	230,94	34,81	45	532,10	262,92	39,19	-
C3	44	609,61	230,95	34,81	45	567,84	266,27	39,69	-
Min aksiyal	44	194,79	78,83	11,88	45	195,56	91,25	13,60	-
Doğrusal Ölçümler (mm)									
O-N sınırı T	44	27,70	6,64	1,00	45	26,16	5,50	0,82	-
O-N sınırı AP	44	11,29	3,78	0,57	45	11,96	3,55	0,52	-
C2 T	44	23,99	5,73	0,86	45	21,76	5,79	0,86	-
C2 AP	44	9,67	3,13	0,47	45	10,37	4,04	0,60	-
C3 T	44	27,35	5,29	0,79	45	25,11	6,42	0,95	-
C3 AP	44	10,10	3,97	0,59	45	9,54	4,14	0,61	-
Min aksiyal T	44	24,03	5,84	0,88	45	24,42	5,58	0,83	-
Min aksiyal AP	44	8,52	2,73	0,41	45	8,65	3,01	0,44	-

Tablo 12. Kız ve erkek bireylerin havayolu verilerinin karşılaştırılması ve önemi.

n: hasta sayısı, X: ortalama, Sd: standart sapma, Sx: ortalamanın standart hatası.

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, - p>0,05 anlamsız.

		ANB	YAŞ	TH	NH	OH	O-N ALAN	C2 ALAN	C3 ALAN	MIN ALAN	O-N T	O-N AP	C2 T	C2 AP	C3 T	C3 AP	MIN T	MIN AP
ANB	R	1	0,001	-0,291 **	-0,154	-0,382 **	-0,213 *	-0,309 **	-0,227 *	-0,241	-0,116	-0,180	-0,306	-0,271	-0,259 *	-0,135	-0,124	-0,056
YAŞ	R	0,001	1	0,124	0,025	-0,011	-0,033	0,015	-0,203	0,018	0,350	-0,074	0,359	0,606	0,237	-0,126	0,234	0,368
TH	R	-0,291 **	0,124	1	0,844 **	0,937 **	0,705 **	0,850 **	0,528 **	0,874 **	0,739 **	0,357 **	0,596 **	0,581 **	0,312 **	0,369 **	0,564 **	0,645 **
NH	R	-0,154	0,025	0,844 **	1	0,602 **	0,535 **	0,539 **	0,252 *	0,671 **	0,582 **	0,247 *	0,582 **	0,247 **	0,357 **	0,242 **	0,387 **	0,476 **
OH	R	-0,382 **	-0,011	0,937 **	0,602 **	1	0,698 **	0,912 **	0,618 **	0,863 **	0,720 **	0,371 **	0,627 **	0,627 **	0,386 **	0,461 **	0,712 **	0,624 **
O-N ALAN	R	-0,213 *	-0,033	0,705 **	0,535 **	0,698 **	1	0,579 **	0,240 *	0,572 **	0,815 **	0,799 **	0,319 **	0,296 **	0,705 **	0,582 **	0,456 **	0,534 **
C2 ALAN	R	-0,309 **	0,015	0,850 **	0,539 **	0,912 **	0,579 **	1	0,614 **	0,788 **	0,638 **	0,269 **	0,647 **	0,647 **	0,350 **	0,269 **	0,454 **	0,602 **
C3 ALAN	R	-0,227 *	-0,203	0,528 **	0,252 *	0,618 **	0,240 *	0,614 **	1	0,484 **	0,350 **	-0,074	0,359 **	0,606 **	0,563 **	0,242 **	0,712 **	0,488 **
MIN ALAN	R	-0,241	0,118	0,874 **	0,671 **	0,863 **	0,572 **	0,788 **	0,484 **	1	0,605 **	0,280 **	0,498 **	0,580 **	0,237 **	0,242 **	0,612 **	0,720 **
O-N T	R	-0,116	-0,046	0,739 **	0,582 **	0,720 **	0,815 **	0,638 **	0,350 **	0,605 **	1	0,449 **	0,468 **	0,122	0,223 **	0,126 **	0,509 **	0,335 **
O-N AP	R	-0,180	-0,014	0,357 **	0,247 *	0,371 **	0,799 **	0,269 *	-0,074	0,280 **	0,449 **	1	0,359 **	0,606 **	0,563 **	0,242 **	0,398 **	0,368 **
C2 T	R	-0,306	0,060	0,596 **	0,398 **	0,627 **	0,319 **	0,647 **	0,359 **	0,498 **	0,468 **	-0,015	1	0,156 **	0,510 **	0,242 *	0,326 **	0,580 **
C2 AP	R	-0,271	-0,028	0,581 **	0,360 **	0,627 **	0,296 **	0,740 **	0,606 **	0,580 **	0,328 **	0,122	0,156 **	1	0,164 **	0,564 **	0,473 **	0,326 **
C3 T	R	-0,259 *	-0,202	0,312 **	0,117	0,386 **	0,182	0,350 **	0,563 **	0,237 *	0,223 **	-0,056	0,510 **	0,164	1	0,462 **	0,358 **	0,627 **
C3 AP	R	-0,135	-0,196	0,369 **	0,133	0,461 **	0,112	0,472 **	0,770 **	0,385 **	0,170	-0,126	0,242 *	0,564 **	0,462 **	1	0,398 **	0,582 **
MIN T	R	-0,124	-0,052	0,564 **	0,387 **	0,712 **	0,456 **	0,552 **	0,454 **	0,612 **	0,509 **	0,234 **	0,326 **	0,473 **	0,358 **	0,398 **	1	0,375 **
MIN AP	R	-0,056	0,118	0,645 **	0,476 **	0,624 **	0,534 **	0,602 **	0,488 **	0,720 **	0,335 **	0,368 **	0,580 **	0,326 **	0,627 **	0,582 **	0,375 **	1

Tablo 13. Çalışmamızda kullanılan değerlerin Pearson korelasyon katsayıları.

5. TARTIŞMA

5.1. Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın materyali, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniğinin arşivindeki KIBT verilerinden seçilerek oluşturulmuştur. 44 kız ve 45 erkek toplam 89 bireyin KIBT verisi araştırmaya dahil edilmiştir. Seçilen KIBT verileri iskeletsel malokluzyonlarına göre kız ve erkek sayıları benzer olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır.

Araştırmamıza dahil edilen KIBT'ler aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir:

- 1- Hava yolunda bir patoloji saptanmayan, dudak damak yarığı ya da kraniyofasial bir sendromu olmayan,
- 2- Ortodontik tedavi ya da ortognatik cerrahi operasyon geçirmiş olmayan,
- 3- Adenoidektomi ya da tonsillektomi operasyonu geçirmiş olmayan,
- 4- KIBT taraması yapıldığı sırada 16 yaşından büyük olan,
- 5- Dikey boyutun değişmesine neden olabilecek çok sayıda ($n>4$) diş eksikliği görülmeyen,
- 6- Doğru pozisyonlandırma ile elde edilmiş, gerekli olan referans noktalarının tespit edilebileceği yeterli görüntü kalitesine sahip olan KIBT verileri çalışmamıza dahil edilmiştir.

Araştırmamızın materyali Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniğinin arşivindeki KIBT verilerinden seçilerek oluşturulduğu için hastaların seçim kriterlerimize uyup uymadıklarına, kayıtlı anamnez formları ve KIBT verileri incelenerek karar verilmiştir. Elimizdeki veriler ile hastaların yaşı ve cinsiyeti belirlenebilirken, nazal solunum şekillerinin kesin olarak belirlenmesi mümkün olmamıştır. KIBT, havayolunun her üç boyutta ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. KIBT

verilerinin ve anamnez kayıtlarının incelenmesi sonucunda herhangi bir farengeal patolojiye bağlı klinik semptomu bulunan ve farengeal patoloji nedenli tedavi görmüş olan (adenoidektomi, tonsillektomi) hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Hastaların KIBT bulguları incelenerek, şiddetli ve orta şiddetteki farenks patolojileri ve farengeal tıkanıklıklar saptanabilirken, hafif şiddettekiler saptanamayabilmektedir (32). Laine-Alava and Minklainen çalışmalarında (121), ölçümler asemptomatik dönemde yapıldığında üst solunum yolu hastalıklarına ait semptomların nazal solunum şekli üzerinde herhangi bir etkilerinin olmadığını belirtmiştir. Çalışma grubumuzu oluştururken farklı malokluzyona sahip olan ve farengeal havayolunda herhangi bir patoloji saptanmayan hastalar seçilmiştir. Çalışmamıza dahil ettiğimiz KIBT verilerinin seçim kriterleri diğer araştırmacılarla uyumludur (115,116,118).

Çalışmamızda havayolu verileri ile yaş arasında herhangi bir korelasyonun bulunmadığı Tablo 13'de görülmektedir. Çalışmamızda kullanılan bireylerin yaşları 16 yıl 1 ay ve 57 yıl 10 ay arasında değişmekte olup ortalama yaş 26 yıl 8 aydır. KIBT verilerinin elde edildiği tarihte bütün bireyler pubertal atılım dönemini geçmiştir. Bu nedenle havayolu verileri ile yaş arasında herhangi bir korelasyonun bulunmaması beklenen bir sonuçtur.

Büyüme ile havayolu boyutunda meydana gelen değişiklikleri incelemek amacı ile yapılan iki boyutlu çalışmalarda, Tourne ve arkadaşları (12), King ve arkadaşları (51) ve Bench ve arkadaşları (60) yaşamın erken dönemlerinde nazofarenksin daha çok vertikal yönde büyüdüğünü, antero-posterior yöndeki büyümenin oldukça az olduğunu belirtmişlerdir. Büyüme atılımından sonraki dönemde havayolunda meydana gelen değişikliklerin minimal olduğunu bildirmişlerdir (12,51,60).

Nazofarenksin üst duvarı ile arka duvarının birleşim yerinde mukoza içine yerleşmiş olan farengeal tonsil (adenoid) olarak adlandırılan lenfatik doku ve düğümler vardır. Adenoid dokudaki büyüme nazofarengeal havayolunun daralmasına sebep olmaktadır. Adenoid dokular 14-15 yaşlarına kadar büyürler ve sonra giderek yetişkin boyutuna ulaşacak şekilde

küçülürler (26,28,29). Benzer şekilde orofarenkste yer alan palatin tonsiller de puberte döneminde maksimum boyutlarına ulaşırlar ve puberteden sonra küçülürler. Dolayısı ile araştırmamıza dahil ettiğimiz bireyler KIBT verileri elde edildiği sırada pubertal atılım dönemini geçmiş olduklarından, havayolu boyutlarında büyümeye bağlı herhangi bir değişim beklememekteyiz. Çalışmamıza dahil ettiğimiz bireylerin yaş aralığı Grauer ve arkadaşlarının (115) çalışması ile uyum gösterirken El ve Palomo'nun (116) çalışması ile uyumlu değildir.

Brown ve arkadaşları (122), Martin ve arkadaşları (14) ve Linder-Aronson ve arkadaşları (37) yaptıkları iki boyutlu çalışmalarda kız ve erkek bireylerin havayolu ölçümlerinde anlamlı farklılık bulduklarını belirtmişlerdir. Erkek bireylerin havayolu verilerinin daha büyük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bulguların sonuçlarımızla uyumlu olmamasının, bu çalışmaların iki boyutlu çalışmalar olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Sagittal düzlemde yapılan ölçümler havayolu hacmini değerlendirmek için yeterli değildir. Havayolu hacminin kapsamlı incelenmesi için 3 boyutlu yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Abramson ve arkadaşları (123) yaptıkları üç boyutlu çalışmada, kız ve erkek bireylerin doğrusal, alansal ve hacimsel havayolu ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, kız ve erkek grupların sagittal düzlem üzerinde orofarengeal havayolu uzunlukları; sert damak ile epiglottisin tabanı arasındaki mesafe olacak şekilde ölçüldüğünde, erkeklerin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha uzun havayoluna sahip olduklarını belirtmişlerdir. Orofarengeal havayolu uzunluğu dışındaki hiçbir doğrusal, alansal ve hacimsel parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmadıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda havayolunun uzunluğunu belirlemeye yönelik herhangi bir doğrusal ölçüm yapmamamıza karşın cinsiyetler arası farkı elimine etmek amacı ile gruplardaki kız ve erkek dağılımlarını sayılar benzer olacak şekilde belirledik. Çalışmamızın sonucunda kız ve erkek bireylerin havayolu

verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 12). Bu bulgumuz Abramson ve arkadaşlarının (123) çalışması ile uyumludur.

Geçmişte yapılan birçok çalışmada, farengeal hava yolu analizi için lateral sefalometrik grafler kullanılmıştır (85-87). Bu radyograflerin yaygın ve ucuz olması, radyasyon düzeyinin tomografiye göre daha düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak, lateral sefalometrik radyografler, 3 boyutlu dinamik bir yapı olan havayolunun yalnızca anterior posterior ve vertikal yönde değerlendirilmesine imkan sağlamakta ve transversal yöndeki incelemeler ve hacimsel ölçümler yapılamamaktadır. Ayrıca lateral sefalometrik graflerde, sağ ve soldaki yapıların görüntüleri orta sagittal düzlem üzerinde süperpoze olmakta ve bu durum havayolunun sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesini engellemektedir (85-87).

İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin üç boyutlu yapıların doğru değerlendirilmeleri konusunda yetersiz kalması, 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerine olan gereksinimi ortaya koymuştur.

Havayolunun kapsamlı analizi için, manyetik rezonans görüntüleme (MRI), cine-MRI, multidedektör CT (MDCT), endoskopi, optik koherens tomografi ve KIBT gibi bir çok yöntem kullanılabilmektedir. KIBT bu yöntemlerle karşılaştırıldığında düşük maliyet, kolay elde edilebilirlik, yüksek çözünürlük gibi avantajlara sahip olduğu için havayolunun 3 boyutlu incelenmesi için tercih edilen bir yöntemdir.

KIBT farengeal havayolunun her 3 boyutta ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Martinez ve Swennen (124), literatürde, havayolu ile ilgili yapılan KIBT çalışmalarının son 8 yılda artış gösterdiğini belirtmiştir. Havayolu ile ilgili yapılan bu KIBT çalışmaları; havayolunun incelenmesinde KIBT ile yapılan ölçümlerin doğruluğu, büyüme ile birlikte havayolunda meydana gelen değişiklikler, OSA'lı hastalarda havayolunun değerlendirilmesi, havayolunun dentofasiyal morfoloji ile olan ilişkisi gibi konuları içermektedir (124).

Aboudara ve arkadaşları çalışmalarında (19), KIBT üzerinde elde ettikleri havayolu hacim ölçümlerini, fantom modelden elde edilen havayolu hacim ölçümleri ile karşılaştırdıklarında %0 ile %5 arasında değişen bir hata oranı tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Havayolu hacmi ile havayolu alanı arasında yüksek bir korelasyon ($r=0.75$) bulmuşlardır. Ancak farklı havayolu şekillerine sahip bireylerin havayolu görüntülerinin lateral sefalometrik radyografiler üzerinde benzer bir şekilde görüldüğünü belirtmişlerdir. Çalışmaya dahil edilen modellerin % 25'inde havayolunun belirli alanlarda daraldığını ve bu durumun lateral sefalometrik grafilerde tespit edilemediğini belirtmişlerdir. Aboudara ve arkadaşları (19) ile Sears ve arkadaşları (125) lateral sefalometrik radyografi ve KIBT verileri üzerinde yaptıkları havayolu ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda, havayolunun doğru bir şekilde analizi için KIBT'nin basit ve etkili bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Lateral sefalometrik radyografiler üzerinde yapılan nazofarengeal havayolu ölçümlerinin, 3 boyutlu yapının 2 boyuta sıkıştırılmasından dolayı yapısal bilgi açısından yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Biz çalışmamızda farengeal havayolu ölçümlerini daha doğru ve güvenilir bir şekilde yapabilmek, lateral sefalometrik radyografilerden kaynaklanan olumsuzlukları elimine edebilmek amacıyla konik ışıklı bilgisayarlı tomografi verilerini kullandık.

Tomografi yöntemlerinin birçok avantajı bulunmasına karşın, en önemli dezavantajları yüksek doz radyasyon miktarıdır. KIBT cihazlarında radyasyon dozu; cihazın modeline, görüntülenmek istenen alanın büyüklüğüne ve kullanılan görüntüleme tekniğine göre değişiklik göstermektedir. X ışın demetinin yalnızca görüntülenmek istenen bölgeye yönlendirilmesi ile ışınlanan alanın boyutu azalmakta ve böylece hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu minimum düzeyde kalmaktadır. KIBT'lerde efektif doz geleneksel BT'lere göre çok daha düşüktür. Farklı KIBT cihazları marka ve kurulum ayarlarına göre 29-477 μSv arasında değişen farklı efektif dozlara sahiptir. KIBT, panoramik röntgenle karşılaştırıldığında 4-15 kat daha fazla radyasyon yaymaktayken, bu oran BT'de panoramik röntgenin neredeyse 40

katıdır (90,99-102). KIBT'nin konvansiyonel BT'ye olan bu üstünlükleri sayesinde, KIBT günümüzde daha güvenle ve sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışmamız retrospektif bir çalışma olduğu için KIBT verilerinin elde edilmesi amacıyla hastalara ilave radyasyon verilmemiştir. Çalışma materyali, fakültemiz arşivinde kayıtlı olan tanı amaçlı çekilmiş KIBT verilerinin arasından seçilerek oluşturulmuştur (90, 99-101).

Çalışmamızda kullandığımız KIBT verileri, i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) Cone Beam CT cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Tomografi görüntüleri hastalar dikey pozisyondayken, 360 derece rotasyonla ve 9.6 saniyede alınacak şekilde ayarlanıp elde edilmiştir. KIBT taraması yapılırken hastanın pozisyonu ve solunum fazı havayolu üzerinde etkili olmaktadır. Pevernagie ve arkadaşları (126), Yıldırım ve arkadaşları (127) ve Pae ve arkadaşları (128) çalışmalarında OSA'lı hastalar ile kontrol grubu hastalarının üst havayolu hacminde ve şeklinde vücut yatar pozisyonundan dikey pozisyona geçtiğinde meydana gelen değişiklikleri incelemeyi amaçlamışlardır. Üst havayolu hacminde ve şeklinde vücut pozisyonuna göre değişiklik meydana geldiğini belirtmişlerdir. Prachartam ve arkadaşları (129), dikey pozisyonda elde edilen verilerin havayolu değerlendirilmesi için yeterli olacağını bildirmişlerdir. Çalışmamız obstruktif uyku apnesi çalışması olmadığı ve dikey pozisyon normal pozisyona daha yakın olduğu için çalışmamızda, i-CAT cihazı ile dik oturur pozisyonda elde edilmiş KIBT arşiv verileri kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan bütün veriler aynı cihazla ve aynı pozisyonda alınmıştır.

KIBT taraması esnasında hasta pozisyonu ile ilgili diğer bir faktör hastanın çene pozisyonu ve kafa oryantasyonudur. Önemli olan hastanın KIBT taraması esnasındaki pozisyonunun tekrarlanabilirliğidir. Elde edilen verilerin hepsinin aynı cihazla ve aynı teknikle elde edilmesi gerekmektedir. Hasta yatar pozisyondayken tarama yapan cihazlarda kafa oryantasyonu yapılmamaktadır. Bu nedenle tarama esnasındaki pozisyonun tekrarlanabilirliği zordur. Hasta dikey pozisyondayken tarama yapan cihazlarda ise hastanın kafası alından sabitlenmekte ve çenesi bir platform

üzerine yerleştirilmektedir. Eğer hastanın belirgin bir çenesi varsa, bu başın daha fazla ekstansiyonda konumlanmasına sebep olacaktır. Daha az belirgin bir çenede ise tam tersi bir etki oluşacaktır. Son jenerasyon İ-CAT cihazlarında çene platformunun bulunmaması ya da tercihe bağlı olarak kullanılabilmesi bu dezavantajı ortadan kaldırmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız KIBT verileri elde edilirken, dik olarak oturtulan hastanın başı, Frankfort Horizontal düzlem yere paralel olacak şekilde konumlandırıldıktan sonra cihaza bağlı olan bantla sabitlenmiş ve KIBT taraması yapılmıştır.

Havayolu yumuşak doku ile kaplı hareketli bir yapıdır. Soluk alıp verme esnasında hareketlilik gösterebilmektedir. Lowe ve arkadaşları (130), havayolu boyutlarının solunum fazı ile ilgili olarak değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. KIBT verilerinin standardizasyonun sağlanması için hastanın KIBT taramasını soluk alma, soluk verme yada nefes tutma paternlerinden biriyle tamamlaması gerekmektedir. Taramanın uzun sürede tamamlandığı cihazlarda hastanın bu paternlerden sadece birini sürdürmesi mümkün değildir. Hasta tarama esnasında birden çok soluk alıp verme döngüsüne girdiği için görüntü artefaktlarının oluşma ihtimali artmakta ve standardizasyon sağlanamamaktadır. Çalışmamızın materyali, i-CAT cihazı kullanılarak 360° rotasyonla ve 9.6 saniyede elde edilmiş KIBT verilerden seçilerek oluşturulmuştur. Hastalara rutin olarak i-CAT cihazı ile tarama esnasında nefeslerini tutmaları söylenmektedir. 9.6 saniyelik tarama süresi hastanın tek bir solunum paternini gerçekleştirebilmesi için uygun bir süredir. Hastalar rahatlıkla bu süre içinde nefeslerini tutabilmektedirler. Böylece tarama esnasında solunum fazındaki değişiklikler nedeniyle havayolunda meydana gelebilecek değişiklikler elimine edilerek standardizasyon elde edilmekte ve tarama esnasında havayolunun stabil kalması sağlanmaktadır.

Havayolundaki hava akışının devamlılığı havayolu açıklığını etkileyen bir faktördür. Havayolundaki sürekli hava akışı sayesinde intralüminal ve ekstralüminal basınçlar bir denge içerisinde. Intralüminal doku basıncı ve ekstralüminal doku basıncı arasındaki fark '**transmural basınç**' olarak tanımlanmaktadır. Havayolu, transmural basınç pozitif olduğunda açık

kalmakta, transmural basınç negatif olduğunda ise kapanmaktadır (131). Havayolunun herhangi bir seviyesinde anatomik, mekanik veya fonksiyonel bir patolojiye bağlı olarak daralma meydana geldiğinde bu daralan alanda hava akışı hızlanmakta ve havayolu çeperindeki basınç azalmaktadır. Havayolu açıklığını sağlayan dilatör kasların yorulması ile havayolu tıkanıklığı yaşanabilmektedir. Havayolu açıklığını etkileyen diğer bir faktör de mukozal gerginliktir. Havayolu gerilme eğilimde iken daralma azalmaktadır (132). Bu denge mekanizmaları arasındaki fizyolojik bağlantıyı tespit etmek için eksternal yumuşak dokuların gerilimi ile internal yumuşak dokuların gerilimi arasındaki ilişkinin bilinmesi ilgi çekici olabilir.

Sefalometrik analiz yöntemleri ortodonti pratiğinde, yüz iskeletinin morfolojisinin incelenmesi, yapılacak tedavinin planlanması ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Bu amaçla bazı anatomik noktalar belirlenmiş, açısal ve doğrusal ölçümler yapılmıştır. Sefalometrik radyografi çekimi esnasında hasta başının doğru pozisyonda konumlandırılmaması veya hastada var olan asimetri nedeni ile sefalometrik radyografiler üzerindeki bazı anatomik noktalar çakışmayabilmekte bu da sefalometrik radyografiler üzerinde yapılan analiz sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. Sefalometrik ölçümler iki boyutlu sefalometrik grafiler üzerinde yapılabildiği gibi yazılım programlarındaki mevcut özellikler kullanılarak 3 boyutlu veriler üzerinde de yapılabilmektedir (133).

İki sefalometrik analiz yöntemini karşılaştırmayı amaçlayan birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların bir kısmında her iki yöntemde de elde edilen sonuçların güvenilir olduğu belirtilirken (134, 135); bir çoğunda 3 boyutlu görüntüler üzerinde yapılan ölçümlerin daha güvenilir olduğu bildirilmektedir (136-139).

Nalçacı ve arkadaşları (140) yaptıkları çalışmada, sefalometrik radyografi ve KIBT verileri üzerinde yaptıkları 14 farklı açısal ölçümü karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarının sonucunda sadece U1-NA ve U1-SN ölçümlerinde $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulduklarını belirtmişlerdir.

Ölmez ve arkadaşları (138) yaptıkları çalışmada, 13 insan kuru kafatası üzerinde yaptıkları sefalometrik ölçümler ile bu kafataslarından elde edilen üç boyutlu tomografik ve lateral sefalometrik veriler üzerinde yaptıkları ölçümleri karşılaştırmışlardır. Üç boyutlu tomografik görüntüler üzerinde elde edilen ölçümler ile kuru kafatası üzerinde yapılan manual ölçümler arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir fark bulmadıklarını belirtmişlerdir. Ancak lateral sefalometrik radyografiler üzerinde yaptıkları ölçümler ile kuru kafatası üzerinde yaptıkları ölçümler arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir fark bulduklarını bildirmişlerdir. Özellikle Nasion-Menton mesafesinde büyük bir magnifikasyon (%14,6) ve istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde anlamlı bir fark bulmuşlardır. Benzer şekilde Ludlow ve arkadaşları da (139) yaptıkları çalışmada lateral sefalometrik radyografiler ile üç boyutlu tomografik görüntülerden elde edilen ölçümleri karşılaştırmışlar ve iki yöntem ile elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulmuşlardır. Ölçümler arasındaki farkın bilateral olan gonion, orbitale ve kondilion noktalarının sefalometrik radyografiler üzerindeki süperimpozisyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda KIBT verileri üzerinde yapılan sert doku ölçümlerinin sefalometrik radyografi ölçümlerine göre daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (139).

Bir çok araştırmacı insan kuru kafataslarından faydalananarak üç boyutlu veriler üzerinde yapılan ölçümlerin doğruluğunu araştırmıştır. Araştırmacılar üç boyutlu analiz yöntemlerinin doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (141-143).

Biz de çalışmamızda, gerekli sefalometrik ölçümleri elde edebilmek amacı ile üç boyutlu sefalometrik analiz yönteminden yararlandık.

Çalışmamızda bireylerin ön arka yöndeki ilişkilerinin belirlenmesi ve grupların oluşturulması için ANB açısı kullanılmıştır. Ön arka yön ilişkilerinin belirlenmesinde ANB açısının güvenilirliği çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Hussels ve Nanda (144) yaptıkları çalışmanın sonucunda, ANB açısının çeşitli geometrik değişkenlerden etkilendiğini bu nedenle çenelerin ön arka

yöndeki ilişkilerinin değerlendirilmesinde yeterince güvenilir olmadığını belirtmiştir. ANB açısının; Nasion'un ön arka yöndeki konumundan, okluzal düzlem eğiminden, A ve B noktaları arasındaki dikey mesafeden ve Nasion ve B noktaları arasındaki uzaklıktan etkilendiğini bildirmişlerdir. Sadat-Khonsari ve arkadaşları (145) da benzer şekilde ANB açısının bazı geometrik faktörlerden etkilendiğini, bu nedenle çenelerin ön arka yön ilişkileri değerlendirilirken ANB açısı kullanılacaksa bu durumun göz ardı edilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Ferrario ve arkadaşları (146), ortodontik anomaliler teşhis edilirken, ön arka yöndeki düzensizliklerin belirlenmesinde birden daha çok parametreden yararlanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Ancak ANB açısı, çenelerin birbirleri ile olan ön arka yöndeki ilişkilerinin belirlenmesi için en sık kullanılan parametre olduğu için bu çalışmada tercih edilmiştir (85,110,115,116).

Ceylan ve Oktay (85), farklı iskeletsel yapıya sahip bireylerin havayolu ölçümlerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, grupları ANB açısından faydalananarak, Sınıf I ($1 \leq \text{ANB} \leq 5$), Sınıf II ($\text{ANB} > 5$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 1$) olacak şekilde ayırmıştır. El ve Palomo (116) benzer amaçla yaptıkları çalışmada KIBT verileri üzerinde ölçümler yapmış ve ANB açısından faydalananarak; Sınıf I ($1 \leq \text{ANB} \leq 3$), Sınıf II ($\text{ANB} > 3$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 1$) olacak şekilde grupları oluşturmuşlardır.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz bireyler ANB açısı ölçümlerine göre, Sınıf I ($0 \leq \text{ANB} \leq 4$), Sınıf II ($\text{ANB} > 4$) ve Sınıf III ($\text{ANB} < 0$) olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Çalışmamızda Steiner'in normları kullanılmıştır.

Çalışmamızda farengeal havayolu hacmi KIBT verileri üzerinde total, nazofarengeal ve orofarengeal olacak şekilde ölçülmüştür. Bir çok çalışmada farengeal havayolunun üst sınırı PNS'den geçen yatay doğru olarak belirlenmiştir (108-111,116). Anatomik olarak farengeal havayolu hacminin üst ve anterior sınırını vomerin dorsal kenarı oluşturmaktadır. Farengeal havayolunun üst sınırı PNS'den geçen hat olarak belirlendiğinde farengeal

havayolunun koanaların arkasında ve PNS düzleminin üst kısmında kalan bölümü ölçüme dahil edilmemiş olmaktadır. Biz bu durumdan kaçınmak için çalışmamızda farengeal havayolunun üst ve anterior sınırını vomerin dorsal kenarının arkasında kalacak hat olarak belirledik. Bu yöntem diğer araştırmacıların kullandığı yöntem ile benzerdir (74,115,117).

Hong ve arkadaşları (117) çalışmalarında, nazofarengeal havayolunun alt sınırını PNS'den geçen horizontal hat olarak belirlemişlerdir. Grauer ve arkadaşları (115) ise çalışmalarında, nazofarengeal havayolunun alt sınırını PNS ile atlasın en alt noktası arasında çizilen hat olarak belirlemişlerdir. Ancak bireyler arası anatomik varyasyonlardan dolayı bu hattın her zaman aynı olmadığını bazen yatay bazense daha eğimli olabildiğini belirtmişlerdir. Biz çalışmamızda nazofarengeal havayolunun alt sınırını atlas kemiğinin en alt ve en ön hizasından geçen, Frankfort Horizontal düzleme paralel olan hat olarak belirledik. Çalışmamızda belirlediğimiz bu sınır Park ve arkadaşların (74) çalışması ile uyumludur.

Orofarengeal havayolunun alt sınırı, Hong ve arkadaşlarının (117) çalışmasında epiglottis sınırından geçen horizontal hat olarak belirlenirken Palomo ve arkadaşlarının çalışmasında (116) C2 nolu vertebranın en alt ve en ön hizasından geçen ve ANS-PNS düzlemine paralel olan hat olarak belirlenmiştir. Biz çalışmamızda orofarengeal havayolunun alt sınırını C3 nolu vertebranın en alt ve en ön hizasından geçen ve Frankfort Horizontal düzleme paralel olan hat olarak belirledik. Çalışmamızda belirlediğimiz bu sınır Grauer ve arkadaşları (115) ile Panou ve arkadaşlarının (150) çalışmaları ile uyumludur.

Weissheimer ve arkadaşları (147) çalışmalarında, üst havayolunun KIBT verileri üzerinde 3 boyutlu analizi için kullanılan çeşitli yazılım programlarının doğruluğunu karşılaştırmayı amaçlamışlardır. 33 hasta ve akrilik orofarenks modelinden elde ettikleri KIBT verilerini 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) yazılım programlarını kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kullanılan 6 yazılım programının da kabul edilebilir sonuçlar verdiği ancak Mimics programının da içinde bulunduğu 4 programın diğer 2 programa göre daha güvenilir ve doğru sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

KIBT verileri üzerinde 3 boyutlu analiz yapmayı amaçlayan bir çok çalışmada Mimics (Materialise, Leuven, Belgium) yazılım programı kullanılmıştır (148-151).

Biz de çalışmamızda farengeal havayolunun 3 boyutlu analizini yapabilmek için Mimics 15.0 (Materialise Europe, World Headquarters, Leuven, Belgium) yazılım programını kullandık.

5.2. Havayolu Bulgularının Değerlendirilmesi

Literatürde malokluzyon tipinin farengeal havayolu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (3-7). Angle iskeletsel sınıflandırmayı yaptığında, Sınıf I ve Sınıf III vakaların Sınıf II vakalarla karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde daha büyük farengeal havayolu boyutlarına sahip olduğunu belirtmiş ve havayolu ile dentofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir (1). Günümüze kadar havayolu ve dentofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik birçok 2 boyutlu ve 3 boyutlu çalışma yapılmıştır (1,4,21,87).

Çalışmamızda, Sınıf I ve Sınıf II grubu ile Sınıf II ve Sınıf III grubu arasında orofarengeal hacimde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sınıf II grubu her iki gruba göre daha küçük havayolu hacmine sahiptir.

Kikuchi (152) maksillo fasiyal morfoloji ile farengeal havayolu arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçladığı üç boyutlu çalışmasında, orofarengeal havayolunun iskeletsel paternden etkilendiğini, mandibulanın ön arka yöndeki konumunun havayolu hacminden ziyade havayolu şekli

üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Mandibula konumunun ön arka yöndeki değişiklikleri ile havayolu hacminin, havayoluna komşu kaslardaki yatay ve dikey kompanzasyon mekanizmaları ile sabit kaldığını ileri sürmüştür.

Kim ve arkadaşları (110), retrognatik hastaların normal anterior posterior paterne sahip hastalarla karşılaştırıldıklarında daha küçük faringeal havayolu hacmine sahip olduklarını belirtmiştir.

Abdelkarim ve arkadaşları (153), mandibula pozisyonunun ön-arka yöndeki konumunun orofarengeal hacim üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sınıf III hastaların orofarengeal hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf II hastalara göre daha büyük olduğunu bildirmişlerdir.

Haskell ve arkadaşları (109) OSA'lı hastalarda mandibular ilerletme apareyi kullanarak mandibulayı ilerde konumlandırmışlar ve bu apareyin orofarengeal havayolu üzerine olan etkilerini 3 boyutlu olarak incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda mandibulanın ön-arka yönde ileride konumlanması ile, orofarengeal havayolu hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu belirtmişlerdir.

Anterior posterior olarak geride konumlanmış bir mandibula, dil ve hyoid kemiğin geride konumlanmasına dolayısı ile faringeal alanın daralmasına sebep olmaktadır (16,154).

Zheng ve arkadaşları (119) yaptıkları 3 boyutlu çalışmanın sonucunda, Sınıf II bireylerin orofarengeal hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf III bireylere göre daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak orofarengeal hacimde Sınıf I ve Sınıf III bireyler arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmuşlardır. Biz bu durumun, Zheng'in çalışmasındaki Sınıf I ve Sınıf III grubundaki bireylerin SNB açılarının ortalamaları arasındaki farkın fazla olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Claudino ve arkadaşları (155), farklı iskeletsel yapıya sahip yetişkin bireylerde faringeal havayolu boyutlarını üç boyutlu olarak karşılaştırdıkları

çalışmalarının sonucunda, Sınıf II bireylerin alt havayolu hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf III bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında yapılan havayolu ölçümlerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bildirmemişlerdir. Çalışmalarının sonuçları bizim çalışmamız ile uyumludur.

El ve Palomo (116), farklı dentofasiyal iskeletsel yapıya sahip hastaların havayolu hacimlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, Sınıf II bireylerin orofarengeal havayolu hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf III bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. SNB açısı azalmış, mandibulası geride konumlanmış bireylerin orofarengeal hacimlerinin, SNB açısı artmış bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçük olduğu belirtilmiştir. Çalışmalarının sonuçları bizim çalışmamız ile paraleldir.

Grauer ve arkadaşları (115), Sınıf II grubundaki bireylerin orofarengeal hacim ölçümlerinin Sınıf I ve Sınıf III bireylerinkinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Orofarengeal hacim parametrelerinde Sınıf I ve Sınıf III bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, Sınıf II bireylerin orofarengeal havayolu hacimlerinin Sınıf I ve Sınıf III bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha küçük olduğu sonucuna ulaştık. Bu sonucun, retrognatik iskeletsel yapının etkisi ile oluştuğunu düşünmekteyiz. Sınıf II grubunda geride konumlanan mandibula, dil ve hyoid kemiğin geride konumlanmasına dolayısı ile orofarengeal alanın daralmasına sebep olmaktadır.

Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarının nazofarengeal havayolu hacimleri karşılaştırıldığında, sadece Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Sınıf I ve Sınıf III gruplarının nazofarengeal hacimlerinin Sınıf II grubunun nazofarengeal hacminden daha büyük olduğu Tablo 11' de görülmektedir. Ancak Sınıf I ve Sınıf II gruplarının nazofarengeal hacimleri arasında istatistiksel olarak

anlamalı bir fark bulunurken Sınıf II ve Sınıf III gruplarının nazofarengeal hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

El ve Palomo (116), farklı dentofasiyal yapıya sahip bireylerin havayolu hacimlerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, nazofarengeal hacim ölçümlerinde sadece Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık bulduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen nazofarengeal hacim ile ilgili sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile benzerdir.

Zheng ve arkadaşları (119), yaptıkları 3 boyutlu çalışmanın sonucunda Sınıf I ve Sınıf III bireylerin nazofarengeal havayolu hacimlerinin Sınıf II bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları da bizim çalışmamız ile kısmen uyumludur, çünkü çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre Sınıf III bireylerin nazofarengeal havayolu hacimleri, Sınıf II bireylere göre istatistiksel olarak anlam ifade etmeyen düzeyde daha büyüktür.

Kim ve arkadaşları (110), Sınıf I bireylerin nazofarengeal hacimlerinin Sınıf II bireylerin hacminden daha büyük olduğunu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında elde ettikleri sonuç çalışmamız ile kısmen uyumlu değildir. Bu uyumsuzluğun, Kim ve arkadaşlarının çalışmasındaki bireylerin yaş ortalamasının (11 yıl), çalışmamızın grubumuzun yaş ortalamasından (26 yıl 8 ay) farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nazofarenksin üst duvarı ile arka duvarının birleşim yerinde 'Adenoid' olarak adlandırılan lenfatik doku ve düğümler yer almaktadır. Adenoid ile ilgili semptomlar daha çok 2-12 yaşlar arasında görülmektedir (26). Kim ve arkadaşlarının (110) çalışmasındaki yaş ortalaması 11 yıl olduğundan, adenoid dokudaki olası büyüklük farklılıklarının nazofarengeal hacim ile ilgili sonuçları etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

Kerr (11), Sınıf II malokluzyonlu bireylerin nazofarengeal alanlarının daha küçük olduğunu belirtmiştir. Hwang ve arkadaşları (156), daralmış bir

nazofarengeal havayolunun geride konumlanmış mandibula ve maksilla ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Iwasaki ve arkadaşları (111) çalışmalarında Sınıf I ve Sınıf III bireylerin farengeal havayolu hacimlerini 3 boyutlu olarak incelemişler ve çalışmalarının sonucunda bizim çalışmamızla uyumlu olacak şekilde Sınıf I ve Sınıf III gruplarının nazofarengeal hacim ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmadıklarını belirtmişlerdir.

Claudino ve arkadaşları (155) Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarının havayolu hacimlerini inceledikleri çalışmalarında, nazofarengeal hacim ölçümlerinde 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmadıklarını bildirmişlerdir. Çalışmalarında nazofarenksin sınırlarını; altta PNS'den geçen ve farenksin arka duvarına uzanan düzlem, arkada farenksin arka duvarı ve önde Sella ile Basion noktaları arasındaki doğrunun orta noktası (So) ile PNS arasında oluşturulan düzlem olacak şekilde belirlemişlerdir. Biz, çalışmamızla uyumlu olmayan bu sonucun Claudino ve arkadaşlarının çalışmalarındaki nazofarenks sınırı ile bizim çalışmamızdaki nazofarenks sınırının farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Benzer şekilde, Ceylan ve Oktay (85) ile Freitas ve arkadaşlarının (87) çalışmalarında farklı malokluzyona sahip grupların üst havayolu karşılaştırmalarının sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Her iki çalışmada da ölçümler 2 boyutlu veriler üzerinde yapılmıştır. Aynı zamanda, Ceylan ve Oktay' ın çalışma grubunun yaş ortalaması 14 yıl 2 ay ve Freitas ve arkadaşlarının çalışma gruplarının yaş ortalaması 11 yıl 6 aydır. Araştırmacıların çalışmalarında elde ettikleri sonucun çalışmamızın sonuçları ile uyumsuz olmasının, bizim çalışmamızın 3 boyutlu veriler üzerinde yapılmış olmasından ve çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalamalarının 26 yıl 8 ay olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III gruplarının total havayolu hacimleri karşılaştırıldığında, sadece Sınıf I ve Sınıf II grupları ile Sınıf II ve

Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Sınıf I ve Sınıf III gruplarının total havayolu hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sınıf II grubunun total havayolu hacminin Sınıf I ve Sınıf III gruplarından küçük olduğu Tablo 11'de görülmektedir.

Kim ve arkadaşları (110) çalışmalarında, Sınıf II bireylerin total havayolu hacimlerinin Sınıf I bireylerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha küçük olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç çalışmamızla benzerdir.

Grupların kesitsel alan parametreleri değerlendirildiğinde, C2 seviyesindeki aksiyal kesitsel alan ve minimum aksiyal kesitsel alan ölçümlerinde, Sınıf I ve Sınıf II grubu ile Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Diğer kesitsel alan parametrelerinin hiçbirinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Haskell ve arkadaşları (109) çalışmalarında mandibulanın ilerde konumlandırılması ile orofarengeal hacimde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda kesitsel alan parametrelerinde, C2 seviyesindeki aksiyal alanda da istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulduklarını belirtmişlerdir.

Doğrusal ölçümler değerlendirildiğinde sadece birkaç parametrede anlamlı farklılık gözlenmiş birçok parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Alansal parametrelerde elde ettiğimiz sonuçlar ile doğrusal parametrelerde elde ettiğimiz sonuçlar birbirleri ile uyumlu değildir. Farengeal havayolu boru şeklinde düz bir yapı değildir ve morfolojisi bireyler arasında çeşitlilik göstermektedir. Herhangi bir kesitte iki bireyin havayolu karşılaştırıldığında; bir bireyin daha büyük kesitsel alana sahip olması, benzer sonucun aynı kesitin T ve AP uzunluklarında da elde edileceği anlamına gelmemektedir. Alansal olarak daha büyük olan bir kesitin T yada AP uzunluğu, alansal olarak küçük olan kesite göre daha kısa olabilmektedir.

Çalışmamızda, hacimsel parametrelerde ulaştığımız sonuçlar ile alansal ve doğrusal parametrelerde elde ettiğimiz sonuçların benzer olmadığı gözlenmiştir. Bu durumdan yola çıkarak bireyin hacimsel tüm havayolu kapasitesi ile havayolunun alt bölümlerindeki havayolu kapasitesinin birbiri ile birebir uyumlu olamayabileceği, alt bölümlerdeki kesitsel ve doğrusal parametrelerin havayolu kapasitesi hakkında kesin bir bilgi vermeyebileceğini düşünmekteyiz.

Kim ve arkadaşları (110) çalışmalarında Sınıf I ve Sınıf II bireylerin havayolu hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulurken kesitsel ve doğrusal ölçümlerin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmadıklarını belirtmişlerdir. Havayolu değerlendirilirken üst havayolunun yada alt havayolunun tek başına değerlendirilmemesi gerektiği havayolunun bütün olarak incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmamızda, Sınıf I ve Sınıf III bireylerin havayolu parametrelerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durumun; çalışmamıza dahil ettiğimiz Sınıf III bireylerin malokluzyonlarının, mandibulanın prognatisinden daha çok maksillanın retrognatisine bağlı olarak gelişmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda korelasyon sonuçlarını incelediğimizde, ANB açısı ile total havayolu hacmi ve orofarengeal havayolu hacmi arasında negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Nazofarengeal hacim ile ANB açısı arasında herhangi bir korelasyon bulunmamıştır. Zheng ve arkadaşları (119) çalışmalarında nazofarengeal hacim dışındaki diğer bütün hacimsel havayolu ölçümleri ile ANB açısı arasında negatif bir korelasyon bulmuştur. Çalışmalarında elde ettikleri bulgular bizim çalışmamız ile uyumludur.

Kim ve arkadaşları (110) total havayolu hacmi ile ANB açısı arasında negatif bir korelasyon bulduklarını belirtmişlerdir. El ve Palomo (116) yaptıkları çalışmada, orofarengeal hacim ile ANB açısı arasında negatif bir korelasyon olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Hong ve arkadaşları çalışmalarında (117), ANB açısı ile alt havayolu hacmi arasında korelasyon olmadığını ancak ANB açısı ile üst havayolu hacmi arasında negatif bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarının sonuçları bizim çalışmamız ile uyumlu değildir. Bu durumun, Hong ve arkadaşlarının çalışmasında belirlenen havayolu sınırlarının bizim çalışmamızdaki sınırlardan farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Hong ve arkadaşlarının çalışmasında nazofarengeal havayolunun alt sınırı PNS' den geçen horizontal düzlem olarak belirlenirken bizim çalışmamızda atlasın en alt ve en ön hizasından geçen horizontal düzlem olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bu bulgu, çenelerin ön-arka yöndeki ilişkilerine göre gruplara ayırdığımız bireylerin havayolu hacimleri karşılaştırıldığında elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. ANB açısı azaldıkça total ve orofarengeal havayolu hacmi artmıştır. Sınıf I ve Sınıf III bireylerin havayolu hacimlerinin Sınıf II bireylerinkinden daha büyük olması bu durumu açıklamaktadır.

Elde ettiğimiz hacimsel parametreler birbirleri ile karşılaştırıldığında, orofarengeal, nazofarengeal ve total havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu sonucuna ulaştık.

El ve Palomo (116) nazofarengeal havayolu ile orofarengeal havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir. Zheng ve arkadaşları (119), nazofarengeal havayolu hacmi ile orofarengeal ve total havayolu hacimleri arasında herhangi bir korelasyon bulmadıklarını ancak, orofarengeal havayolu hacmi ile total havayolu hacmi arasında pozitif bir korelasyon bulduklarını belirtmişlerdir. Kim ve arkadaşları (110), nazal havayolu ile üst farengeal havayolu arasında pozitif bir korelasyon bulmuştur.

Çalışmamızın materyalini oluştururken herhangi bir havayolu patolojisine sahip olmayan bireyler tercih edildiği için, orofarengeal ve nazofarengeal havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmasının şaşırtıcı olmadığını düşünmekteyiz. Sadece anatomik olarak

komşu olmayan aynı zamanda fonksiyonel olarak da birebir ilişkide olan orofarengeal ve nazofarengeal havayolu yapılarından birinde meydana gelen daralma iki yapının korelasyon ilişkisini negatif yönde etkileyecektir.

Total havayolu hacmi ve orofarengeal havayolu hacmi ile diğer bütün alansal ve doğrusal havayolu parametreleri arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur.

Minimum aksiyal alan ile hacimsel parametreler arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. El ve Palomo (116) minimum aksiyal kesit alanı ile nazofarengeal ve orofarengeal havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Ancak bu korelasyonun minimum aksiyal kesit alanı ile orofarengeal havayolu hacmi arasında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Zheng ve arkadaşları (119), minimum aksiyal kesit alanı ile nazofarengeal havayolu hacmi hariç diğer hacimsel ölçümler arasında pozitif bir korelasyon bulduklarını belirtmişlerdir. Tso ve arkadaşları (114) çalışmalarında, bireyler arasında en dar kesitsel alana sahip bireyin total havayolu hacminin de benzer şekilde en küçük olduğunu bulmuşlar ve havayolunun en dar kesitsel alanı ile total havayolu hacmi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1- Sınıf II grubunun total ve orofarengeal havayolu hacmi Sınıf I ve Sınıf III grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde küçüktür ($p<0,01$).

2- Sınıf I ve Sınıf III gruplarının havayolu hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

3- Nazofarengeal hacim parametreleri değerlendirildiğinde sadece Sınıf I ve Sınıf II grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

4- C2 seviyesindeki kesitsel alan ve minimum aksiyal alan parametrelerinde, Sınıf I ve Sınıf II grupları ile Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

5- ANB açısı ile orofarengeal ve total havayolu hacimleri arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

6- Orofarengeal, nazofarengeal ve total havayolu hacimleri arasında pozitif bir korelasyon izlenmiştir.

7- Minimum aksiyal kesit alanı ile havayolu hacmi parametreleri arasında pozitif bir korelasyon görülmüştür.

6.2. Öneriler

Geçmişten bugüne havayolu ve dentofasiyal yapılar arasındaki ilişkiyi araştırmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin keşfi ve KIBT'nin diş hekimliği pratiğine girmesi ile birlikte havayolunun ayrıntılı bir şekilde incelenmesi mümkün olmuştur.

Ortodonti pratiğinde farklı malokluzyona sahip hastalarda farklı tedavi protokolleri uygulanmaktadır. Bu tedavi protokolleri belirlenirken hastanın havayolu kapasitesi de ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmeli ve mevcut havayolu kapasitesi göz önünde bulundurularak tedavi yaklaşımına karar verilmelidir.

Bizim çalışmamızda ve benzer diğer çalışmalarda da görüldüğü gibi Sınıf II malokluzyona sahip bireylerde mandibulanın geride konumlanması ile birlikte havayolu hacmi, Sınıf I ve Sınıf III bireylerin havayolu hacimlerine göre daha küçük bulunmuştur. Bu hastalarda tedavi planı belirlenirken havayolu kapasitesi göz önüne alınmalı ve havayolu kapasitesini artırmaya yönelik bir tedavi yaklaşımı hedeflenmelidir. Bu amaçla alt çene geriliği olan ve pubertal atılım döneminde bulunan bireyler için fonksiyonel ortopedik tedaviler, yetişkin bireyler için de ortognatik cerrahi yaklaşımlar tercih edilebilir.

Havayolu ile malokluzyon tipi arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, gruplar oluşturulurken, ANB açısının yanında SNA ve SNB açıları da dikkate alınarak Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III grupların alt gruplarının oluşturulmasının, farengeal havayolu ile malokluzyon tipi arasındaki ilişkinin daha iyi bir şekilde anlaşılmasına olanak sağlayacağını düşünmekteyiz.

Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ve mevcut yazılım programları ile birlikte havayolunun üç boyutta ayrıntılı olarak incelenmesinin ortodontik açıdan önemli bir yardımcı tanı aracı olduğunu, dolayısı ile bu yöntemlerin daha sık kullanılması ve bu konuda daha çok bilimsel çalışma yapılması

gerektiğini düşünmekteyiz. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz bulgular yapılacak yeni araştırmalarla daha anlaşılır hale gelecektir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Angle E. Treatment of malocclusion of the teeth. Philadelphia:SS White Manufacturing Company; 1907.
- 2- Guilleminault C. Obstructive sleep apnea: the clinical syndrome and historical perspective. Med Clin North Am 1985;69:1187-203.
- 3- Kluemper GT, Vig PS, Vig KW. Nasorespiratory characteristics and craniofacial morphology. Eur J Orthod 1995;17:491-5.
- 4- Watson RM Jr, Warren DW, Fischer ND. Nasal resistance, skeletal classification, and mouth breathing in orthodontic patients. Am J Orthod 1968;54:367-79.
- 5- Rasmus RL, Jacobs RM. Mouth breathing and malocclusion: quantitative technique for measurement of oral and nasal air-flow velocities. Angle Orthod 1969;39:296-302.
- 6- Leech HL. A clinical analysis of orofacial morphology and behavior of 500 patients attending an upper respiratory research clinic. Dent Practit 1958;9:57-68.
- 7- Gwynne-Evans E. Discussion on the mouth-breather. Proc R Soc Med 1958;51:279-82.
- 8- Dunn GF, Green LJ, Cunat JJ. Relationships between variation of mandibular morphology and variation of nasopharyngeal airway size in monozygotic twins. Angle Orthod 1973;43:129-35.
- 9- McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. Angle Orthod 1981;51:269-300.
- 10- Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. Am J Orthod 1984;86:214-23.

11- Kerr WJ. The nasopharynx, face height, and overbite. *Angle Orthod* 1985;55:31-6.

12- Tourne LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-39.

13- Johnston CD, Richardson A. Cephalometric changes in adult pharyngeal morphology. *Eur J Orthod* 1999;21:357-62.

14- Martin O, Muelas L, Vinas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130:436.e1-9.

15- Mergen DC, Facobs RM. The size of the nasopharynx associated with normal occlusion and Class II malocclusions. *Angle Orthod* 1970; 40:342-6.

16- Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:228–31.

17- Zhong Z, Tang Zhihui Gao X, Zeng XL. A comparison study of upper among different skeletal craniofacial patterns in nonsnoring Chinese children. *Angle Orthod* 2010;80: 267–74.

18- Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB. A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56:135–9.

19- Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135: 468-79.

20- Selekler K. Röntgen tekniği'nde devrim yapan G. N. Hounsfield- 'ın ardından. Turk Noroşirurji Dergisi 2006;16:194-196.

21- Alves PV, Zhao L, O'Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal Class II and III healthy patients. J Craniofac Surg 2008;19:1497-507.

22- Chang HS, Baik HS. A proposal of landmarks for craniofacial analysis using three-dimensional CT imaging. Korean J Orthod 2002;32:313-25.

23- Choi SK, Yoon JE, Cho JW, Kim JW, Kim SJ, Kim MR. Changes of the airway space and the position of hyoid bone after mandibular set back surgery using bilateral sagittal split ramus osteotomy technique. Maxillofac Plast Reconstr Surg. 2014;36:185-191.

24- Sahoo NK, Jayan B, Ramakrishna N, Chopra SS, Kochar G. Evaluation of upper airway dimensional changes and hyoid position following mandibular advancement in patients with skeletal class II malocclusion. J Craniofac Surg. 2012;23(6):623-7.

25- Meschan I. An atlas anatomy basic to radiology. W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto. 1975: 580-582.

26- Odar IV. Anatomi ders kitabı. Elif matbaacılık. 2. Baskı. 2. cilt: 58-68. Ankara, 1978.

27- <http://www.cancer.gov/cancertopics/pdq/treatment/oropharyngeal/Patient> .

28- Demiray D, Günay N. Naso-orofarenksin alanı ile üst çene boyutları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 1987.

29- Handelman CS, Osborne G. Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *Angle Orthod*. 1976;46:243-259.

30- Tourne LP. The long face syndrome and implant of the nasopharyngeal Airway. *Angle Orthod* 1989; 60:167-175.

31- Quick CA, Gundlach KK. Adenoid facies. *The laryngoscope* 1978; 88:327-333.

32- Ung N, Koenig J, Shapiro PA, Shapiro G, Trask G. A quantitative assessment of respiratory patterns and their effects on dentofacial development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;98:523-32.

33- Proffit WR. *Contemporary Orthodontics*. St. Louis: Mosby; 2000:24-63.

34- Bishara SE. *Textbook of Orthodontics*. Philadelphia, PA: WB Saunders 2001:1-24.

35- Enlow DH, Hans MG. *Essentials of facial growth. Overview of craniofacial growth and development: The three principal regions of facial and neurocranial development*. Philadelphia, WB Saunders Company, 1996.

36- Coben SE. The sphenoccipital synchondrosis: the missing link between the profession's concept of craniofacial growth and orthodontic treatment. *Am J Orthod*. 1998;114:709-712.

37- Linder-Aronson S, Leighton BC. A longitudinal study of the development of the posterior nasopharyngeal wall between 3 and 16 years of age. *Eur J Orthod*. 1983;5:47-58.

38- Bergland O. The bony nasopharynx. *Acta Odontol Scand* 1963;21(supp 35):1-137.

39- Linder-Aronson S, Woodside DG. The growth in the sagittal depth of the bony nasopharynx in relation to some other facial variables. *Trans Eur Orthod Soc* 1977;69-83.

40- Ricketts RM. The cranial base and soft structures in cleft palate speech and breathing. *Plast Reconstr Surg* 1954;14:47-61.

41- Björk A. Cranial base development. *Am J Orthod.* 1955;41:198-225.

42- Melsen B. The postnatal growth of the spheno-occipital synchondrosis determined on dry skulls:a radiographic craniometric study. *Acta odontol Scand* 27:73-90,1969.

43- Brodie AG. On the growth pattern of the human head from the third month to the eighteenth year of life. *Am J Anat* 1941;68:209-61 .

44- Brodie AG. Late growth changes in the human face. *Angle Orthod* 1953;23:146-57.

45- Björk A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontol Scand* 1955;13:9-34.

46- Enlow DH, Bang S. Growth and remodeling of the human maxilla. *Am J Orthod.* 1965;51:446.

47- Björk A, Skieller V. Roentgencephalometric growth analysis of the maxilla. *Trans Eur Orthod Soc* 1977;53:51.

48- Baumrind S, Korn EL, Ben-Bassat Y, West E. Quantitation of maxillary remodeling: a description of osseous changes relative to superimposition on metallic implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987;91:29-41.

49- Enlow DH. Handbook of facial growth. Philadelphia: WB Saunders, 1975;56-57.

- 50- Oyen OJ. Palatal growth in baboons. *Primates* 1984;25:337-51.
- 51- King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 1952;22:23-37.
- 52- Brodie AG. Emerging concepts of facial growth. *Angle Orthod* 1971;41:103-18.
- 53- Durzo CA, Brodie AG. Growth behavior of the hyoid bone. *Angle Orthod* 1962;32:193-204.
- 54- Moss ML. The functional matrix: functional cranial components. In: Kraus BS, editor. *Vistas in orthodontics*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1962.
- 55- Ellis E, McNamara J. Components of adult Class III open-bite malocclusion. *Am J Orthod* 1984;86:277.
- 56- Fields HW, Proffit WR, Nixon WL, Phillips C, Stanek E. Facial pattern differences in long-faced children and adults. *Am J Orthod* 1984;85:217.
- 57- Frost DE, Fonseca DE, Turvey TA, Hall DJ. Cephalometric diagnosis and surgical-orthodontic correction of apertognathia. *Am J Orthod* 1980;78:657.
- 58- Subtelny JD, Sakuda M. Open-bite: diagnosis and treatment. *Am J Orthod* 1964;50:337-57.
- 59- Isaacson JR, Speidel MT, Worms FW. Extreme variation in vertical growth and associated variation in skeletal and dental relations. *Angle Orthod* 1971;41:219-29.
- 60- Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face and denture behavior. *Am J Orthod* 1963;49:183-214.
- 61- Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod*, 1981;79:359-72.

62- Quick CA, Gundlach KKH. Adenoid facies. *Laryngoscope* 1978;88:327-33.

63- Fields HW, Warren DW, Black K, Phillips CL. Relationship between vertical dentofacial morphology and respiration in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;99:147-54.

64- Graber LW. Hyoid changes following orthopedic treatment of mandibular prognathism. *Angle Orthod* 1978;48:33-8.

65- 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. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1970;265:1-132.

66- Yamada T, Tanne K, Miyamoto K, Yamauchi K. Influences of nasal respiratory obstruction on craniofacial growth in young *Macaca fuscata* monkeys. *Am J Orthod. Dentofacial Orthop*. 1997;111:38-43.

67- Linder-Aronson S, Woodside DG, Lundstrom A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod*. 1986; 89:273-84.

68- Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellman J. Cranio-facial morphology in children with and without enlarged tonsils. *Eur J Orthod*. 1990;12:233-43.

69- Marcus CL. Pathophysiology of childhood obstructive sleep apnea:current concepts. *Respir Physiol* 2000;119:143-54.

70- Katyal V, Pamula Y, Martin AJ, Daynes CN, Kennedy CD, Sampson WJ. Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing: Systematic review and meta-analysis.*Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:20-30.

71- Zettergren-Wijk L, Forsberg CM, Linder-Aronson S. Changes in dentofacial morphology after adeno-tonsillectomy in young children with

obstructive sleep apnoea--a 5-year follow-up study. *Eur J Orthod.* 2006; 28:319-26.

72- Baik UB, Suzuki M, Ikeda K, Sugawara J, Mitani H. Relationship between cephalometric characteristics and obstructive sites in obstructive sleep apnea syndrome. *Angle Orthod.* 2002;72(2):124-34.

73- Miles PG, Vig PS, Weyant RJ, Forrest TD, Rockette HE Jr. Craniofacial structure and obstructive sleep apnea syndrome-a qualitative analysis and meta-analysis of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:163-72.

74- Park JW, Kim NK, Kim JW, Kim MJ, Chang Y. Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on computed tomography and cephalometry after mandibular setback surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:292-9.

75- Linder-Aronson S, Woodside DG. Factors affecting facial and dental structures; in *Excess Face Height Malocclusion*. Quintessence Books Co, Inc. 2000:1-33.

76- Solow B, Greve E. Craniocervical angulation and nasal respiratory resistance. In: McNamara JA Jr, ed. *Naso-respiratory function and craniofacial growth*. Ann Arbor: University of Michigan, 1979:87-119.

77- Schwartz A. Positions of head and malrelations of the jaws. *Int J Orthod* 1928;14:56-68.

78- Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand J Dent Res.* 1977;85:505-7.

79- Ingervall B, Carlsson GG, Helkimo M. Change in location of hyoid bone with mandibular positions. *Acta Odontol Scand* 1970;28:337-61.

80- Bibby RE, Preston CB. The hyoid triangle. *Am J Orthod* 1981;80:92.

81- Solow B, Tallgren A. Head posture and craniofacial morphology, *Am J Phys Anthropol* 1976; 44:417-438.

82- Tourne LP, Schweiger J. Immediate postural responses to total nasal obstruction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110:606-11.

83- Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *Eur J Orthod* 2002;24:447-56.

84- Broadbent, B.H. : A New X-Ray Technique and Its Application to Orthodontia, *Angle Orthodont* 1931;1: 45-66.

85- Ceylan I, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:69-75.

86- Preston CB, Lampasso JD, Tobias PV. Cephalometric Evaluation and Measurement of the Upper Airway. *Semin Orthod* 2004;10:3-15.

87- de Freitas MR, Alcazar NMPV, Janson G, de Freitas KMS, Henriques JFC. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:742–745.

88- Frederiksen NL. Advanced Imaging. In White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 6th ed. St. Louis: Mosby 2009:207-210, 212.

89- Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dent Clin North Am*. 2008;52:707-30.

90- Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006;72:75-80.

91- Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orth Craniofac Res*. 2003;6:31–36.

92- MacDonald-Jankowski DS, Li TKL. Computed Tomography for Oral and Maxillofacial Surgeons. Part I: Spiral Computed Tomography. Asian J Oral Maxillofac Surg. 2006;18;7-16.

93- Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur J Radiol. 1998;8:1558-64.

94- Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. Proc Natl Acad Sci USA 2003;100:13761–66.

95- Sont WN, Zielinski JM, Ashmore JP, et al. First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada. Am J Epidemiol 2001;153:309–18.

96- Brooks SL. CBCT Dosimetry: Orthodontic Considerations. Semin Orthod. 2009;15:14-18.

97- Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:508-13.

98- Brand JW, Gibbs SJ, Edwards M, et al: Radiation protection in dentistry. 2003, NCRP Report No.145) ve (Farman AG: ALARA still applies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005;100:395-97.

99- Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;106:106-14.

100- Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006;35(4):219-26.

101- Yiğit Özer S. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi'nin endodontide uygulama alanları. GÜ Diş Hek Fak Derg. 2010;27(3):207-17.

102- Grünheid T, Kolbeck Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012;141(4):436-43.

103- El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010; 137(Suppl):S50.e1-9.

104- Yamashina A, Tanimoto K, Sutthiprapaporn P, Hayakawa Y. The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. Dentomaxillofac Radiol 2008;37:245-51.

105- Jr. Alves M, Baratieri C, Mattos T, Brunetto D, Fontes RC, Santos JRL, Ruellas O. Is the airway volume being correctly analyzed? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:657-61.

106- Palaisa J, Ngan P, Martin C, Razmus T. Use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132:458-66.

107- Haralambidis A, Demirkaya A, Acar A, Kucukkeles N, Ates M, Ozkaya S. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: A study on 3-dimensional computed tomography models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:815-21.

108- Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah K, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137:71-8.

109- Haskell JA, Mc Crillis J, Haskell BS, Scheetz JP, Scarfe WC, Farman AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Semin Orthod* 2009;15:132-58.

110- Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137:306.e1-306.e11.

111- Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136:318.e1-318.e9.

112- Alves MJr, Franzotti S, Baratieri C, Nunes LKF, Nojima LI, Ruellas ACO. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2012; 41: 814-19.

113- Oh KM, Hong JS, Kim SJ, Cevdanes LS, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns *Angle Orthod*. 2011;81:1075-82.

114- Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(5):768-76.

115- Grauer D, Cevdanes LSH, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136:805-14.

116- El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:511-21.

117- Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:161-69.

118- El H, Palomo JM. An airway study of different maxillary and mandibular sagittal positions. *European Journal of Orthodontics* 2013;35:262-73.

119- Zheng ZH, Yamaguchi T, Kurihara A, Li HF, Maki K. Three-dimensional evaluation of upper airway in patients with different anteroposterior skeletal patterns. *Orthod Craniofac Res*. 2014;17:38-48.

120- Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York: Interscience Publications; 1940.

121- Laine-Alava MT, Minkkinen UK. Should a history of nasal symptoms be considered when estimating nasal patency? *Angle Orthod* 1999;69:126-32.

122- Brown IG, Zamel N, Hoffstein V. Pharyngeal cross-sectional area in normal men and women. *J Appl Physiol* 1986;61:890-95.

123- Zachary Abramson, BA, Srinivas Susarla, DMD, MPH, Maria Troulis, DDS, MSc, and Leonard Kaban, DMD, MD Age-Related Changes of the Upper Airway Assessed by 3-Dimensional Computed Tomography. *J Craniofac Surg* 2009;20: 657-63.

124- Martinez GR, Swennen GJR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40:1227–37.

125- Sears CR, Miller AJ, Chang MK. Comparison of pharyngeal airway changes on plain radiography and cone-beam computed tomography after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69:385–94.

126- Pevernagie DA, Shepard JW Jr. Effects of body position on upper airway size and shape in patients with obstructive sleep apnea. *Acta Psychiatr Belg*. 1994;94:101-03.

127- Yildirim N, Fitzpatrick MF, Whyte KF, Jalleh R, Wightman AJ, Douglas NJ. The effect of posture on upper airway dimensions in normal subjects and in patients with the sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144(4):845-7.

128- Pae EK, Lowe AA, Sasaki K, Price C, Tsuchiya M, Fleetham JA. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(1):52-9.

129- Prachartam N, Hans MG, Strohl KP, Redline S. Upright and supine cephalometric evaluation of obstructive sleep apnea syndrome and snoring subjects. *Angle Orthod*. 1994;64:63–73.

130- Lowe AA, Gionhaku N, Takeuchi K, Fleetham JA. Three-dimensional CT reconstructions of tongue and airway in adult subjects with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986;90(5):364-74.

131- Schwartz AR, Kirkness J, Smith P. Extraluminal tissue pressure: what does it mean? *J Appl Physiol* (1985). 2006;100(1):5-6.

132- Rowley JA, Permutt S, Willey S, Smith PL, Schwartz AR. Effect of tracheal and tongue displacement on upper airway airflow dynamics. *J Appl Physiol* (1985). 1996;80(6):2171-8.

133- Adams GL, Gansky SA, Miller A, Harrell WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 126: 397-409.

134- Kumar V, Ludlow J, Soares Cevdanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod*. 2008 Sep;78(5):873-9.

135- Chung RR, Lagravere MO, Flores-Mir C, Heo G, Carey JP, Major PW. A comparative analysis of angular cephalometric values between CBCT generated lateral cephalograms versus digitized conventional lateral cephalograms. *Int Orthod*. 2009;7(4):308-21.

136- Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(4):550-60.

137- Bholsithi W, Tharanon W, Chintakanon K, Komolpis R, Sinthanayothin C. 3D vs. 2D cephalometric analysis comparisons with repeated measurements from 20 Thai males and 20 Thai females. *Biomed Imaging Interv J*. 2009;5(4):e21.

138- Olmez H, Gorgulu S, Akin E, Bengi AO, Tekdemir I, Ors F. Measurement accuracy of a computer-assisted three-dimensional analysis and a conventional two-dimensional method. *Angle Orthod*. 2011;81(3):375-82.

139- Ludlow JB, Gubler M, Cevdanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):312.e1-10.

140- Nalçacı R, Oztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and threedimensional computedtomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010;39(2):100-6.

141- Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cavalcanti MG. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam

computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(3):430-6.

142- Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009;79(1):150-7.

143- Lopes PM, Moreira CR, Perrella A, Antunes JL, Cavalcanti MG. 3-D volume rendering maxillofacial analysis of angular measurements by multislice CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(2):224-30.

144- Hussels W, Nanda RS. Clinical application of a method to correct angle ANB for geometric effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(6):506-10.

145- Sadat-Khonsari R, Dathe H, Knösel M, Hahn W, Kubein-Meesenburg D, Bauss O. Geometric influence of the sagittal and vertical apical base relationship on the ANB angle. *J Orofac Orthop.* 2009;70(2):152-8.

146- Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr, Tartaglia GM. The use of linear and angular measurements of maxillo-mandibular anteroposterior discrepancies. *Clin Orthod Res.* 1999;2(1):34-41.

147- Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:801-13.

148- Kochel J, Meyer-Marcotty P, Sickel F, Lindorf H, Stellzig-Eisenhauer A. Short-term pharyngeal airway changes after mandibular advancement surgery in adult Class II-Patients--a three-dimensional retrospective study. *J Orofac Orthop.* 2013;74(2):137-52.

149- Lenza MG, Lenza de O MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010;13:96-105.

150- Panou E, Motro M, Ates M, Acar A, Erverdi N. Dimensional changes of maxillary sinuses and pharyngeal airway in Class III patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery *Angle Orthod*. 2013;83:824–31.

151- Burkhard JP, Dietrich AD, Jacobsen C, Roos M, Lübbers HT, Obwegeser JA. Cephalometric and three-dimensional assessment of the posterior airway space and imaging software reliability analysis before and after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014 Apr 29. pii: S1010-5182(14)00128-0.

152- Kikuchi Y. Three-dimensional relationship between pharyngeal airway and maxillo-facial morphology. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2008;49(2):65-75.

153- Abdelkarim A. A cone beam CT evaluation of oropharyngeal airway space and its relationship to mandibular position and dentocraniofacial morphology. *J World Fed Orthod*. 2012;29:55-9.

154- Lowe AA, Santamaria JD, Fleetham JA, Price C. Facial morphology and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986;90:484-91.

155- Claudino LV, Mattos CT, Ruellas AC, Sant' Anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: A preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:799-809.

156- Hwang YI, Lee KH, Lee KJ, Kim SC, Cho HJ, Cheon SH. Effect of airway and tongue in facial morphology of prepubertal Class I, II children. *Korean J Orthod* 2008;38:74-82.

8. ÖZGEÇMİŞ

20 Kasım 1985' de İstanbulda doğdum. İlköğrenimimi Bolu Sakarya İlkokulu' nda, orta öğrenimimi Hendek Atike Hanım Anadolu Lisesi' nde ve lise öğrenimimi Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi' nde tamamladım. 2003 yılında başladığım İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi' nden 2008 yılında mezun oldum. 2009 yılında Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı' nda doktora eğitimime başladım.