



**T.C.
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ ve ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI**

**SINIF III İSKELETSEL DEFORMİTESİ BULUNAN HASTALARDA
ORTOGNATİK CERRAHİ SONRASI HAVAYOLU DEĞİŞİMİNİN ÜÇ
BOYUTLU OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Tuğba Kuşlu

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nurettin Diker

Nisan 2024



**T.C.
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ ve ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI**

**SINIF III İSKELETSEL DEFORMİTESİ BULUNAN HASTALARDA
ORTOGNATİK CERRAHİ SONRASI HAVAYOLU DEĞİŞİMİNİN ÜÇ
BOYUTLU OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Tuğba Kuşlu

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nurettin Diker

Nisan 2024

BEYAN

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

Tuğba Kuşlu



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez süresince bilgi birikimi, deneyimi, özverili çalışmaları sayesinde mesleki ve kişisel gelişimimde emeği olan değerli danışman hocam sayın Doç.Dr.Nurettin DİKER'e,

Asistanlık eğitimimde büyük emeği olan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım sayın Prof.Dr.Doğan DOLANMAZ, Prof.Dr.Alper ALKAN, Prof.Dr.Nükhet KÜTÜK ve Prof.Dr.Erdem KILIÇ hocalarıma, asistanlığın ilk gününden beri desteğini ve bilgisini hiç esirgemeyen sevgili hocam Doç.Dr.Özge DOĞANAY ÖZYILMAZ'a, akademik ve klinik tecrübelerinden her zaman faydalandığım yardım ve desteğini hiç esirgemeyen Dr.Öğr.Üyesi Emine Fulya AKKOYUN ve Dr.Öğr.Üyesi Taha PERGEL'e

Birlikte çalıştığım için kendimi çok şanslı hissettiğim sevgili kıdemlilerim Dr.Öğr.Üyesi Kemal Atakan BAYBURT, Dr.Melis HAYDARPAŞA, Dt.Çağla EROĞLU, Dt.Beliz SERDAROĞLU ve Dt.Sena VATANSEVER'e, bu süreçte saygı ve sevgimizin hep daim olduğu yol arkadaşlarım kardeşlerim Dt.Emre BAKAÇ ve Dt.Selahaddin BAŞYILDIZ başta olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma ve personelimize,

Bu süreçte her zaman ve her koşulda benim yanımda olan, maddi ve manevi bütün desteğini hissettiğim, bu yolda beraber daha güçlü yürüdüğüm hayat arkadaşım eşim Dt.Cavanşir Asadov'a

Eğitim hayatıma başladığım ilk günden beri destekleriyle hep yanımda olan, karşılaştığım zorlukları beraber aştığımız, bana her zaman inanan ve güvenen, büyük emekleri ve fedakarlıkları sayesinde bugünlere geldiğim canım babam Ali KUŞLU, annem Fatma KUŞLU ve canım ağabeyim Murat KUŞLU'ya

Sevgi, saygı ve tüm içtenliğimle sonsuz teşekkür ederim.

Nisan 2024

Dt.Tuğba Kuşlu

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Maloklüzyon.....	2
2.1.1 Maloklüzyon sınıflaması.....	2
2.2 Sınıf III Maloklüzyonun Etiyolojisi.....	3
2.2.1 Sınıf III maloklüzyon prevelansı.....	4
2.2.2 Sınıf III maloklüzyon tedavi prensipleri.....	5
2.2.3 Kamuflaj tedavisi.....	6
2.2.4 Cerrahi tedavi.....	6
2.2.4.1 Lefort I osteotomisi.....	7
2.2.4.2 Bilateral sagittal split osteotomisi(BSSO).....	10
2.3 Havayolu.....	12
2.3.1 Faringeal havayolu anatomisi.....	13
2.3.1.1 Farenks.....	13
2.3.1.2 Nazofarenks.....	14
2.3.1.3 Orofarenks.....	15
2.3.1.4 Hipofarenks(Laringofarenks).....	16
2.3.2 Hyoid kemik anatomisi ve havayolu ile ilişkisi.....	16
2.3.3 Faringeal havayolu görüntüleme ve değerlendirme yöntemleri.....	17
2.3.3.1 Lateral sefalometrik grafi.....	18
2.3.3.2 Manyetik rezonans görüntüleme(MRG).....	18
2.3.3.3 Bilgisayarlı tomografi(BT).....	19
2.3.3.4 Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi(KIBT).....	20
2.4 Obstürktif Uyku Apnesi(OSA).....	21
2.4.1 Risk faktörleri.....	22
2.4.1.1 Obezite.....	22
2.4.1.2 Yaş ve cinsiyet.....	23
2.4.1.3 Genetik ve aile öyküsü.....	24
2.4.1.4 Kraniyofasiyal anomaliler.....	24
2.4.2 Tanı ve tedavi seçenekleri.....	25
2.5 Havayolu ile Dentofasiyal Deformite İlişkisi.....	29
2.6 Havayolu ve Ortognatik Cerrahi İlişkisi.....	30
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
3.1 Hasta Seçimi.....	32
3.2 Yöntem.....	33
3.2.1 Hasta görüntülerinin elde edilmesi.....	33
3.2.2 Lateral sefalometrik radyografilerin elde edilmesi.....	33
3.2.3 Sefalometrik değerlendirmede kullanılan nokta ve açılar.....	34

3.2.4 Hyoid kemik pozisyonunun değerlendirilmesi.....	36
3.2.5 Havayolu hacminin üç boyutlu analizi.....	36
3.2.6 İstatistiksel veri analiz yöntemi.....	38
4.BULGULAR.....	39
4.1 Demografik bulgular.....	39
4.2 Ortognatik cerrahi sonrası havayolu hacmi ve minimum kesit alanı değişimlerinin değerlendirilmesi.....	40
4.3 Ortognatik cerrahi sonrası havayolu hacmi ve referans sefalometrik noktaların hareket miktarı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi.....	40
5.TARTIŞMA.....	44
6.SONUÇLAR.....	58
7.KAYNAKLAR.....	59
EKLER.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	81



KISALTMALAR VE SİMGELER

AHI:	Apne Hipoapne İndeksi
ANS:	Anterior Nazal Spine
BSSO:	Bilateral Sagittal Split Osteotomisi
BT:	Bilgisayarlı Tomografi
BM:	Basis mandibula
cm³:	Santimetreküp
C3:	3.servikal vertebra
DDY:	Dudak Damak Yarığı
DICOM:	Digital Imaging and Communications in Medicine
EEG:	Elektroensefalogram
EKG:	Elektrokardiyografi
FOV:	Field of View
HRÇ:	Horizontal Referans Çizgisi
Hy:	Hyoid
IMF:	İntermaksiller Fiksasyon
KIBT:	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
kVp:	kilovolt
mA:	miliamper
MAK:	Minimum Aksiyel Kesit
Me:	Menton
mm:	milimetre
mm²:	Milimetrekare
MRG:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NH:	Nazal Havayolu
OH:	Orofarengeal Havayolu
OSA:	Obstürktif Uyku Apnesi
PAP:	Pozitif havayolu basıncı
PAS:	Faringeal havayolu
PNS:	Posterior Nazal Spine
P-Or:	Porion- Orbita
SARPE/SARME:	Cerrahi Destekli Hızlı Palatal/Maksiller Ekspansiyon
S-N:	Sella-Nasion
TH:	Total Havayolu
TME:	Temporomandibular Eklem
PSG:	Polisomnografi
VKİ:	Vücut Kitle İndeksi
VRÇ:	Vertikal Referans Çizgisi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Hastaların yaş, cinsiyet ve VKİ değerlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 2: Pre- ve post- operatif havayolu ve minimum aksiyel kesit (MAK) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	40
Tablo 3: Total havayolu hacmi ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi.....	41
Tablo 4: Minimum Aksiyel Kesit(mm ²) ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi.....	42
Tablo 5: Orofarengeal havayolu hacmi ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi.....	43
Tablo 6: Nazal havayolu hacmi ile maksiller hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi.....	43

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Maksillanın yeni pozisyonunda fiksasyonu.....	10
Şekil 2.2: Mandibulanın yeni pozisyonunda fiksasyonu.....	12
Şekil 2.3: Farenksin anatomik bölümleri.....	14
Şekil 3.1: Frankfurt horizontal düzleminin yere paralel olarak ayarlanması ve oryantasyon kontrolü.....	33
Şekil 3.2: Oryantasyon kontrolünde vertikal ve horizontal referans çizgilerinin konumu.....	34
Şekil 3.3: Sefalometrik noktalar ile VRÇ arası mesafelerin hesaplanması.....	35
Şekil 3.4: Sefalometrik noktalar ile HRÇ arası mesafelerin hesaplanması.....	35
Şekil 3.5: Maksiller oklüzal düzlem ve Mandibuler düzlem(Go-Me) açısının hesaplanması.....	36
Şekil 3.6: Hyoid kemiğin yer değişiminin analizi.....	36
Şekil 3.7: Havayolunun sınırlarının belirlenmesi ve total hacim hesaplanması.....	37
Şekil 3.8: Minimum aksiyel kesit(mm^2) ölçümünün yapılması.....	37
Şekil 3.9: Nazal havayolu (cc, cm^3) ölçümünün yapılması.....	38

SINIF III İSKELETSEL DEFORMİTESİ BULUNAN HASTALARDA ORTOGNATİK CERRAHİ SONRASI HAVAYOLU DEĞİŞİMİNİN ÜÇ BOYUTLU OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Amaç: Cerrahi hareketlerin faringeal hava yolu alanı (PAS), minimum kesit alanı (MAK) üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bu etkilerin deformite analizinde kullanılan çeşitli referans noktaları, açılar veya düzlemler ile ilişkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya bimaxiller ortognatik cerrahi uygulanan sınıf III iskelet deformiteli 49 hasta (30 kadın, 19 erkek) dahil edilmiştir. Cerrahi öncesi üç boyutlu sanal planlama için elde edilen Bilgisayarlı Tomografi (BT) tarama verileri ve en az 6 aylık takip süresince elde edilen taramalar kullanıldı. Bu taramaların rekonstrüksiyonları ve lateral sefalometrik grafikleri NemoStudio (NemoFab, v2020) yazılımı kullanılarak elde edildi. Çeşitli sefalometrik noktalar (A, B, PNS, Me) kullanılarak on adet lineer ve iki açısal ölçüm (FMA ve maksiller oklüzal düzlem) yapıldı. Bu ölçümler, lateral sefalometrik görüntülerde Frankfurt horizontal düzlem ve bu düzleme dik vertikal referans çizgisi tanımlanarak yapıldı. Hiyoid kemiğin toplam ve diagonal yer değiştirmesini, mandibula ile olan ilişkisini analiz etmek için, hiyoid kemiğinin gövdesi ile üçüncü servikal vertebra arasındaki mesafe (HC3) ve hiyoid kemiğinin mandibula kenarı ile olan en kısa mesafesi (HBM) ölçüldü. Ayrıca aynı yazılım aracılığıyla elde edilen hava yolunun üç boyutlu modeline dayalı olarak nazofarengeal (NH), orofarengeal (OH) ve toplam faringeal (TH) hava yollarının hacimsel ölçümleri ve OP bölgedeki MAK ölçümü yapıldı. Preoperatif ve postoperatif değişikliklerin dağılımı ve analizi için Wilcoxon işaretli sıra testi, korelasyon analizi için de Pearson ve Spearman'ın korelasyon testleri kullanıldı.

Bulgular: Postoperatif dönemde toplam havayolu hacmi ($p < 0,04$) ve orofarengeal havayolu hacminde ($p < 0,028$) anlamlı azalmalar gözlemlenirken, nazal havayolu hacminde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. ($p < 0,056$) Postoperatif takip sürecinde de minimum aksiyel kesit alanında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. ($p < 0,724$) Korelasyon analizi sonucunda havayolu hacmindeki değişiklikler ile sefalometrik rehber noktaların vertikal ve horizontal düzleme olan mesafeleri ve hyoid kemiğin pozisyonu arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir. ($p < 0,05$). Orofarengeal havayolu hacmi toplam havayolu hacmiyle ($p < 0,001$) ve minimum aksiyel kesit alanı ile ($p < 0,001$) pozitif korelasyon göstermiştir. Ayrıca nazal havayolu hacminin maksiller oklüzal düzlem açısı ile korele olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,001$).

Sonuç: Bimaxiller ortognatik cerrahi (Lefort I ilerletme ve BSSO setback) toplam ve orofarengeal hava yol hacminde anlamlı azalmalara neden olmuştur, ancak minimum aksiyel kesit alanında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Hava yolu hacmindeki değişiklikler, ameliyat sonucu oluşan sefalometrik değişiklikler ile korele olup, ortognatik cerrahi planlaması ve değerlendirmesinde hava yolunun değişikliklerinin göz önünde bulundurulmasının önemini vurgular.

Anahtar kelimeler: Faringeal hava yol hacmi, ortognatik cerrahi, minimum aksiyel kesit

THREE DIMENSIONAL EVALUATION OF AIRWAY CHANGES POST ORTHOGNATHIC SURGERY IN PATIENTS WITH CLASS III DEFORMITY

ABSTRACT

Objective: The aim of the present study is to assess the effects of surgical movements on the pharyngeal airway space (PAS), minimum cross-sectional area (MCA) and their relationship with various reference points, angles, or planes used in deformity analysis.

Materials and Methods: Forty-nine patients with skeletal Class III deformities (30 females, 19 males) who underwent bimaxillary orthognathic surgery were included in this retrospective study. Computed tomography (CT) scans obtained prior to surgery for three-dimensional virtual planning and during a follow-up period of at least 6 months were utilized. Reconstructions of these scans and lateral cephalometric graphs were obtained using NemoStudio (NemoFab, v2020) software. Ten linear and two angular measurements (FMA and maxillary occlusal plane) were made using various cephalometric landmarks (A, B, PNS, Me), with the Frankfurt horizontal plane and a perpendicular vertical reference line defined on the lateral cephalometric images to evaluate surgical movements of maxilla and mandible. To analyze total and diagonal displacement of the hyoid bone and its relationship with the mandible, the distance between the body of the hyoid bone and the third cervical vertebra (HC3), and the shortest distance between the hyoid bone and the lowest border of the mandible (HBM) were measured. Additionally, volumetric measurements of the nasopharyngeal (NP), oropharyngeal (OP), and total pharyngeal (TP) airways and MCA on the oropharynx were completed based on the three-dimensional model of the airway obtained through the same software. Pre- and post-operative changes were statistically analyzed with Wilcoxon signed-rank test, Pearson and Spearman's rank correlation coefficient for correlation analysis.

Results: Significant reductions were observed in total airway volume ($p < 0.04$) and oropharyngeal airway volume ($p < 0.028$) postoperatively, while nasal airway volume showed a non-significant decrease ($p < 0.056$). There was no significant change in the minimum axial section area postoperatively ($p < 0.724$). Correlation analysis revealed significant associations between changes in airway volume and cephalometric landmarks, including vertical and horizontal reference planes and hyoid bone position ($p < 0.05$). Oropharyngeal airway volume showed a positive correlation with total airway volume ($p < 0.001$) and minimum axial section area ($p < 0.001$). Additionally, nasal airway volume correlated significantly with maxillary occlusal plane angle ($p < 0.001$).

Conclusion: Bimaxillary orthognathic surgery, including mandibular setback surgery, resulted in significant reductions in total and oropharyngeal airway volumes, with no significant change in the minimum axial section area. Changes in airway volume were correlated with cephalometric landmarks, indicating the importance of considering airway changes in orthognathic surgery planning and evaluation.

Keywords: Pharyngeal airway volume, orthognathic surgery, minimum cross-sectional area

1.GİRİŞ VE AMAÇ

İskeletsel sınıf III maloklüzyon yaygın olarak görülen, etiyolojisinde çenelerin embriyonik gelişim döneminde anormalite, genetik, çevresel ve diğer postnatal faktörlerin bulunduğu dentofasiyal bir deformitedir. Fasiyal estetik görünümdeki problemlerin yanı sıra çiğneme fonksiyonu veriminde düşüklük, telaffuz bozukluğu ve diğer fonksiyonel bozukluklarla beraber psikososyal sorunlarla ilişkili bulunmaktadır [1]. Deformitenin tedavisinde ortodontik tedaviye ek olarak Lefort I osteotomisi, BSSO (bilateral sagittal split osteotomi) gibi ortognatik cerrahi prosedürleri birlikte veya tek başına uygulanabilmektedir. Uygulanan cerrahiler sadece sert dokuları değil çiğneme kasları, yumuşak damak, hyoid, dil gibi diğer dokularla beraber genel anlamda tüm stomatognatik sistemi olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir [2].

Yapılan çalışmalarda mandibuler setback hareketi yapılan cerrahilerde yumuşak doku ve iskeletsel dokuların ilişkisinin değiştiği akabinde üst havayolu direnci artışıyla beraber havayolu boşluğunda azalma görülmüştür [3]. Literatürde her iki çeneye uygulanan farklı ortognatik cerrahi prosedürlerinin total havayolu hacmi üzerinde değişmeme, azalma veya artma gibi etkileri olduğu bildirilmiş ve bu etkinin çene hareketlerinin miktarı, havayolunun üzerindeki çeşitli parametrelerin değişimi, havayolu morfolojisi arasındaki ilişkisi konusunda fikir birliğine varılamamıştır [4-6].

Havayolu değerlendirilmesi ile ilişkili çalışmalarda direk sefalometrik analizler, spesifik sefalometrik noktalar ve yumuşak doku işaretleri ile yapılmıştır [7]. Hastanın pozisyon ve postürü havayolu üzerinde interferenslere neden olduğundan iki boyutlu analizlerde hassasiyet düşük olmaktadır. Üç boyutlu görüntülemeler ise alan ve hacmin iki boyutlu görüntülere göre daha doğru değerlendirilmelerin yapılmasına izin verdiğinden havayolu değerlendirmelerinde avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmamızda; ortognatik cerrahi geçirmiş sınıf III iskeletsel deformitesi bulunan hastaların preoperatif ve postoperatif havayolu morfolojisinin üç boyutlu olarak incelenmesi, yapılan cerrahi hareketlerin havayolunda yarattığı etkiler ve bu etkilerin deformite analizinde kullanılan çeşitli referans noktaları, açıları veya düzlemleriyle ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Maloklüzyon

Maloklüzyon, ideal oklüzyondan önemli ölçüde sapma gösteren ve estetik açıdan tatmin edici olarak kabul edilemeyen bir durumu ifade eder [8]. Genel anlamda bu tanım, dişlerin, fasiyal kemiklerin ve çevresindeki yumuşak dokuların göreceli olarak büyüklük ve pozisyonlarındaki denge ve uyum bozukluğu durumunu anlatmaktadır.

1987 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından kısıtlayıcı/engelleyici dentofasiyal anomaliler başlığı altında sınıflandırılmıştır. Maloklüzyon tanımı, normalden sapmış oklüzyonu ve/veya bozulmuş kraniyofasiyal ilişkileri beraberinde içermekte olup, bireyin estetik görünümünü, çiğneme, konuşma, solunum ve yutma gibi fonksiyonlarını ve psikososyal refahını etkileyebilmektedir [9].

2.1.1. Maloklüzyon Sınıflaması

Maloklüzyon sınıflaması ilk olarak Edward H.Angle tarafından 1899 yılında yapılmıştır [10]. Daha sonrasında birçok araştırmacı Angle sınıflamasını göz önünde bulundurarak oklüzyonu değerlendirmişlerdir [11]. Günümüzde hala en yaygın kullanılan sınıflama Angle sınıflamasıdır. Bu sınıflamada birinci molar dişler rehber olarak alınmış ve maksiller birinci molar dişlerin meziobukkal tüberkülü ile mandibular birinci molar dişin bukkal oluşunun ilişkisi göz önünde bulundurulmuştur. Maloklüzyonları anteroposterior yönde sınıflandırırken (Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III) olarak alt gruplara ayırmış, kesici dişler arasındaki overjet ve overbite ilişkisini değerlendirirken de Sınıf II Divizyon 1 ve Sınıf II Divizyon 2 terimlerini kullanmıştır [12].

Sınıf I maloklüzyon, bireyler arasında normal oklüzyondan daha yaygın görülen, molar ilişkileri ve çenelerin birbiriyle ilişkileri uygun pozisyondayken, oklüzyon

hattında bulunan dişlerde malpozisyon, çapraşıklık, rotasyon gibi diş ve ark boyutu uyumsuzluklarla karakterizedir [13].

Sınıf II maloklüzyon ise Angle tarafından anteroposterior yönde mandibular birinci molar dişin maksiller birinci molar diş hizasından en az bir yarım kusp genişliği kadar distalinde yer alması şeklinde tanımlanmıştır. Sıklıkla kısa mandibuler uzunluk ve konveks profile beraber mandibulanın geride maksillanın normal ve/veya maksillanın ileride mandibula konumunun normal olmasıyla ortaya çıkar.

Morfolojik Sınıf III maloklüzyonlar ise, üst çenenin normal konumlandığı ancak alt çenenin önde olduğu ya da alt çenenin normal konumda bulunup üst çenenin retrognatik olduğu durumları içermektedir. Ayrıca bazı hastalarda bu iki durumun kombinasyonu şeklinde de görülebilmektedir. Dentoalveoler olarak üst 1.molar dişin mesiobukkal tüberkülü mandibular 1. ve 2.moların arasında distalde kapanış gösterir.

2.2 Sınıf III Maloklüzyonun Etiyolojisi

Sınıf III maloklüzyon diğer maloklüzyonlardan retrüziv maksilla, protrüziv mandibula, anterior dişlerde kapanış anomalileri ve konkav profil ile oldukça farklı ve kolay ayırt edilebilir özelliklere sahip olduğundan diş hekimlerinin yanı sıra toplum tarafından da erken dönemde fark edilebilmektedir.

Popülasyonlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu maloklüzyon tipinin mandibulanın büyümesini etkileyen çeşitli çevresel faktörlerle beraber güçlü bir şekilde poligenetik kalıtmadan etkilendiğini göstermiştir [14]. Literatürde yapılan bazı çalışmalarda mendel kalıtım modelini izleyen monogenetik aktarımı savunan araştırmalar da mevcuttur [15, 16]. Bu araştırmalarda mandibular prognatizmi etkileyen ana bir genin olduğunu ancak çevresel faktörlerin bu genin penetransını da etkilediği öne sürülmüştür [17].

Kondiler kartilaj, mandibulanın büyüme ve gelişim döneminde önemli bir bölge olup aynı zamanda temporamandibular eklemnin önemli bileşenlerinden birini oluşturur [18]. Fonksiyonel stimülasyon ve mekanik yükleme kondiler kartilajı ve buna sekonder mandibula büyümesini etkileyebilmektedir. McNamara ve Carlson, mandibular kondilin kıkırdak yapısının biyofiziksel çevresel değişikliklere duyarlı olduğu hipotezini ortaya koymuş ve Sınıf III maloklüzyonun, biyomekanik koşullar altında bu fenotipe yatkınlık gösteren genleri stimüle edebileceği öne sürülmüştür [19].

Bu etiyolojik faktörlerin yanı sıra Fonksiyonel diğer adıyla Yalancı(Pseudo) sınıf III maloklüzyon, maksilla ve mandibula arasında konum ve boyut açısından bir anomali bulunmadığı halde çeneler sentrik oklüzyon konumuna gelirken mandibulanın daha öne deplase olmasıyla ortaya çıkar. Prematür kontaktlar, mandibuler süt kanin dişinin insizal kenarının sivrililiği, maksiller kesici dişlerin ektopik sürmesi, posterior bölgede süt dişlerinin erken kaybı gibi sebeplerle oluşabilir [20]. Ailesel geçiş gözlenmez, De Nevreze manevrası kullanılarak ayırt edilebilir. Bu manevra, kapanış esnasında her iki çenedeki kesici dişlerin herhangi bir zorlama olmadan baş başa getirilebilmesidir.

2.2.1 Sınıf III Maloklüzyon Prevelansı

Sınıf III maloklüzyonun prevelansı toplumun yaşadığı coğrafi bölgelere ve etnik gruplara göre oldukça değişkendir. Prevelansın en yüksek olduğu Doğu Asya toplumlarında %13 ile %19 arasında değişen oranlarda görülmektedir [21, 22]. Yapılan diğer çalışmalarda prevelans Avrupa ülkelerinin %2.8 - %4.2'sinde [23] , Hindistan'ın %1.2'sinde [24, 25] , Orta Doğu'da ise %10.2 oranında [26] ölçülmüştür.

Türkiye'de yapılan epidemiyolojik çalışmalara bakacak olursak, Sarı ve ark., 0-38 yaş grubu 1602 hasta üzerinde yaptığı çalışmada [27] sınıf III prevelansını %10, Gelgör ve ark. 12-17 yaş arası 2093 hastada [28] %11, Çoban ve ark. yaş ortalamasının 15.9 $\pm$ 3.32 olan 1062 hastada yaptığı araştırmada [29] ise %17.7 olarak ölçmüştür. Yapılan çalışmalarda sınıf III maloklüzyon arasında en az rastlanan maloklüzyon tipi olmuştur.

Nur ve ark. ortalama yaşın 13.10 ± 3.11 olduğu 1023 hasta üzerinde yaptığı çalışmada ise coğrafik bölge dağılımı açısından farklılık bulunup bulunmadığı araştırılmış ve genel hasta grubunda prevelans %11.4 llmüştür. Bölgeler arası dağılım incelendiğinde %19.7 ile en fazla prevelans İç Anadolu Bölgesinde olduğu belirtilmiştir [30].

2.2.2 Sınıf III Maloklüzyon Tedavi Prensipleri

Günümüzde maloklüzyon konusunda artan farkındalık ve estetik endişenin artması nedeniyle maloklüzyonun tedavisi için çok daha erken yaşlarda diş hekimine başvurulmaktadır. Sınıf III maloklüzyonların tedavisi, büyüme evresine bağlı olarak erken dönemlerde fark edilerek uygun tedavi yapılırsa daha başarılı olabilirken, geç dönemlerde daha zorlu olabilir [31].

Tedavi yöntemi, hastanın bulunduğu büyüme ve gelişim dönemi, maloklüzyon bileşenleri (dental ve/veya iskeletsel), maloklüzyonun etiyolojisi gibi faktörlere göre karar verilir. Prognatik mandibula, retrognatik maksilla veya her ikisinin birlikte bulunması maloklüzyonun iskeletsel bileşenlerini, üst kesici dişlerin labiale alt kesici dişlerin linguale eğimlenmesi ise dental bileşenlerini oluşturur [32].

Ağız solunumu, parmak emme, tırnak yeme gibi kötü alışkanlıklar ile maloklüzyonların arasında güçlü bir ilişki olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır [33-36]. Sıklıkla prepubertal dönemde rastlanan bu tarz kötü alışkanlıkların tedavisi alışkanlık kırıcı apareyler ile yapılır.

Puberte öncesi erken dönemde etiyolojik faktöre yönelik tedavilerin avantajları nöromusküler adaptasyon, maloklüzyonun şiddetinin azaltılması, psikososyal iyileşme, cerrahi müdahale ihtiyacı ve morbiditenin azalmasıdır. Süt dişlenme döneminde sınıf III maloklüzyon tedavisi için güçlü kanıtlar bulunmamasına rağmen karışık dişlenme döneminde fonksiyonel apareyler ile tedavi başarısı kanıtlanmıştır

[37]. Sınıf III maloklüzyonun erken dönem tedavisi iskeletsel uyumsuzluğun türüne bağlı olarak Frankel Fonksiyonel Düzenleyici aparey (FR-3), yüz maskesi, çenelik gibi ortopedik apareyler ile gerçekleştirilebilir. Ancak şiddetli iskeletsel sınıf III maloklüzyonu bulunan hastalarda mandibular uzunluk azaltılamadığından bu dönemde kullanılan ortopedik aygıtlar ile elde edilen profil, ortognatik cerrahi ile elde edilen görünümünden daha iyi olmayabilir [38].

Bazı araştırmacılar erken dönemde yapılan tedavilerin retansiyon güçlüğü, hasta motivasyonun kaybı gibi dezavantajları olduğundan tedavinin puberte sonrası döneme ertelenmesi gerektiğini savunmaktadır [39, 40].

2.2.3 Kamuflaj Tedavisi

Ortodontik kamuflaj tedavisi, hafif ya da orta derecede şiddetli iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu bulunan adölesan ve yetişkin hastaların tedavisinde kullanılan bir yaklaşımdır. Tedavi yöntemi olarak ortodontik kamuflaj veya ortognatik cerrahi seçimi için standart bir protokol bulunmamakla beraber sınır vakaların tedavi planlaması konusunda literatürde tartışmalar mevcuttur [41]. Ortognatik cerrahiyi kabul etmeyen hastaların diş çekimi, ekstraoral ankraj aygıtları, geçici ankraj apareyleri, ağır sınıf III elastikler gibi mekanikler ile maksiller dişlerin proklinasyonu ve mandibular dişlerin retrüzyonu prensibine dayanır.

2.2.4 Cerrahi Tedavi

İskeletsel sınıf III vakalarda sadece ortodontik tedavi ile mükemmel okluzal ilişki elde etmek ve okluzal stabiliteyi sağlamak zor olabilir. Yetişkinlerde iskeletsel Sınıf III maloklüzyonun tedavisi, yüz estetiğinin iyileştirilmesi ve normal oklüzyonun sağlanması amacıyla geleneksel ortodontik tedavi ile birlikte ortognatik cerrahi gerektirir. Proffit ve arkadaşları, bireyin cerrahiyi kabul etme kararının morfolojik özelliklerden ziyade psikolojik özelliklerden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir [42].

Ortognatik cerrahi tedavisinde temel amaç hastanın şikayetlerini anlamak, optimal fonksiyonel sonuçları sağlamak ve kabul edilebilir bir estetik sonuca varmaktır. Bunu başarmak için, ortodontist ve cerrahın maloklüzyonun etiyolojisini ve deformitesini doğru bir şekilde tanımlayabilmesi ve hastaya uygun bir tedavi planı oluşturabilmesi gerekir [43].

Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın yeniden konumlandırılmasına olanak sağlayarak sınıf I oklüzyonun yeniden sağlandığı, dentofasiyal deformitelerin düzeltildiği ve antero-posterior, vertikal ve transversal boyutlarda estetik yüz dengesinin sağlanabildiği cerrahi işlemlerdir [44]. Maksiller yetersizlikten kaynaklanan sınıf III deformitelerde; Cerrahi Destekli Hızlı Palatal/Maksiller Ekspansiyon(SARPE/SARME), Lefort I osteotomileri, segmental maksiller osteotomiler kullanılırken; mandibular prognati kaynaklı deformitelerde en sık Bilateral Sagittal Split Osteotomisi (BSSO), İntraoral Vertikal Ramus Osteotomisi(IVRO) ve genioplasti teknikleri uygulanır.

2.2.4.1 Lefort I Osteotomisi

Tarihçe

Lefort I osteotomisi ismini, 1901 yılında Rene Le Fort tarafından tanımlanan maksiller kırıkların doğal kırık hatlarına benzerliğinden almaktadır [45]. Osteotominin ilk tanımı 1859 yılında Von Langenback tarafından yapılmış ve nazofaringeal poliplere ulaşabilmek amacıyla kullanılmıştır.1864 yılında Cheever, nazofaringeal patoloji eksizyonu için Lefort I osteotomisine benzeyen bilateral hemimaksiller ‘down-fracture’ gerçekleştirmiştir. Wassmund ise 1921 yılında ortognatik cerrahi alanında klasik Lefort I operasyonunu tanımlamış, ancak intraoperatif mobilizasyon yerine postoperatif ortopedik traksiyon uygulamıştır [46]. Auxhausen 1934 yılında intraoperatif mobilizasyon ve repozisyonu açık kapanışı tedavi etmek için kullanmıştır [47]. Bell tarafından yapılan hayvan çalışmaları Lefort I osteotomisi sonrası kemik iyileşmesi, stabilite, revaskülarizasyonu tanımlamıştır [48]. Hörster ve Drommer tarafından plak osteosentezinin tanımlanmasıyla Lefort I cerrahisi dentofasiyal düzeltimlerinde rutin cerrahi bir işlem haline gelmiştir [49, 50].

Maksillanın kusurlarını düzeltmek için en sık yapılan cerrahi işlem, hem orijinal formuyla hem de modern modifikasyonlarıyla LeFort I osteotomisidir. Maksiller LeFort I osteotomisi, neredeyse tüm orta yüz deformitelerini, anterior-posterior, vertikal, transversal ve rotasyonel uyumsuzlukları da düzeltmek için kullanılabilen çok yönlü ve öngörülebilir bir cerrahi işlemdir.

Maksiller hipoplazi, maksiller vertikal gelişim fazlalığı, sınıf II ve sınıf III maloklüzyon düzeltimi, asimetri, açık kapanış varlığı, transversal ark yetmezliği, aşırı maksiller atrofide greftlemeyle beraber, obstruktif uyku apnesi sendromu gibi geniş bir yelpaze de tedavi olanakları sağlar.

Cerrahi Teknik

Gerekli ortodontik ve cerrahi hazırlıklar tamamlandıktan sonra, hasta ameliyathaneye alınır. Genel anestezi altında yapılan bu operasyonda hasta supin pozisyonda ve boyun bölgesi hafif ekstansiyonda olacak şekilde konumlandırılır. Sistolik kan basıncının 100 mmHg'nın altında olduğu hipotansif anestezi önerilir. Operasyon esnasında oklüzyonun tekrarlanabildiğinin kontrolü ve fiksasyon yapılabilmesi için nazoendotreakeal tüp ile entübasyon yapılır. 1/100.000 oranında vazokonstriktör içeren bir lokal anestezi hemostaz sağlamak için gingivobukkal sulkusa ve pterygoid plaklara subperiosteal olarak yapılır.

Vertikal yüz yüksekliğinin kontrolünün yapılabilmesi için referans noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ağız içi referans noktaları ortognatik cerrahi için güvenli olmadığından ağız dışı bölgelerde referans noktaları işaretlenir. Bu amaçla Kischner teli nasion ya da nazofrontal bileşkeye yerleştirilebilir veya metilen mavisi ile glabella bölgesi işaretlenerek operasyon öncesi alt yüz yüksekliği kaydedilir.

Cerrahi kesi flep kapanması da düşünülerek yeterli dişeti dokusu bırakacak şekilde mukogingival bileşimin en az 5 mm üzerinden maksillaya dik olarak iğne uçu

elektrokoter veya 15 nolu bistüri yardımıyla yapılır. İnsizyon sağ premolar bölgeden kontralateral premolar dişlere kadar uzatılır. Subperiosteal diseksiyon priform rimler ve zigomatikomaksiller butressler ortaya çıkarılacak şekilde süperior ve laterale doğru dikkatlice yapılır. Süperior diseksiyon yapılırken infraorbital siniri korumaya özen gösterilmeli, lateralde diseksiyon pterygoid plaklarda son bulmalıdır. Priform bölgesinde diseksiyon sırasında nazal mukozanın nazal taban ve lateral nazal duvardan perfore edilmeden kaldırılması önemlidir.

Osteotomi öncesi referans noktaları apertura priformis ve zigomatikomaksiller bileşke bölgesinden belirlenir ve steril bir kurşun kalem ile işaretlenir. Piezotestere veya geleneksel testere ile işaretlenen hat üzerinden zigomatikomaksiller butressten başlayarak aperturalara doğru ilerlenir. Osteotomi esnasında diş köklerinden en az 5 mm uzakta olmaya ve inferior konkanın altında kalmaya dikkat edilir. İnce bir osteotom yardımıyla lateral butresslerin posterior osteotomileri tamamlanır.

Lateral nazal osteotomiler, kavisli osteotomlarla anatomik yapısı gereği açılarak kemik teması kaybetmeden yapılmalıdır. U veya korumalı çift V osteotomuyla nazal septum ve vomer maksilladan ayrılır. Bu osteotomları yaparken descending palatinal arteri zedelememesi için osteotomun ilerletilme miktarı kadınlarda ortalama 30mm, erkeklerde ortalama 35 mm olmalıdır. Eğri osteotomlar kullanılarak kalan son bağlantı olan pterygomaksiller bileşke de ayrılır.

Parmak basıncı veya bir hook yardımıyla maksillanın 'down fracture'ı gerçekleştirilir. Maksillanın üç yönde de hareketi kontrol edilerek forsepler veya parmak basıncı ile mobilizasyonu artırılır. Serbestlenen maksillada ayrılma paterni ve anormal kanama alanları olup olmadığı incelenir bu esnada hastanın hipotansif anestezide olduğuna emin olunmalıdır. Maksillada istenilen hareketi engelleyen kemik düzensizlikleri frez veya kemik pensi ile düzenlenir. Maksillada gömme hareketi isteniyorsa aradan operasyon öncesi planlanan miktarda kemik çıkartılır. Hazırlanan cerrahi rehber splint, ağız içerisine yerleştirilerek kuvvetli lastikler ile intermaksiller fiksasyon sağlanır. Maksillanın yeni konumuna adaptasyonu kontrol edilir ve apertura bölgesinde 2

zygoma bölgesinde 2 olacak şekilde 4 adet L şekilli miniplak ile fiks edilir. (Şekil 2.2) Nazal septumun yapılan maksiller harekete göre pasif olup olmadığı kontrol edilir ve gerekirse şekillendirilerek ANS'ye rezorbe olmayan bir sütür ile sabitlenir. Cerrahi saha bolca irriga edilir, kanama kontrolü yapılır ve flep rezorbe olabilen süturlar yardımıyla kapatılır.



Şekil 2.1: Maksillanın yeni pozisyonunda fiksasyonu

2.2.4.2 Bilateral Sagittal Split Osteotomisi (BSSO)

Tarihçe

Hullien'in 1849 yılında protrüze alveoler segmenti düzeltmek için uyguladığı osteotomi tarihteki ilk mandibuler osteotomi olmuştur [51]. Blair ise prognatiyi düzeltmek için mandibuler gövde osteotomisini tanımlamıştır [52]. Osteotomideki çeşitli ilerlemelerden sonra Schuchardt 1942'de vertikal ramus basamak osteotomisini intraoral yaklaşımla uygulayan ilk kişi olmakla beraber sagittal split osteotomisinin de kullanıldığı ilk prosedürü tanımlamıştır [53]. Trauner ve Obweseger, 1942'de Schuchardt'ın tanımladığı prosedürün modifikasyonunu geliştirmişlerdir. Dal Pont, mandibuler gövdedeki horizontal kesiyi ilerleterek 1.molar ve 2.molar diş bölgesinde kesi hattını vertikale yönlendirmiştir [54]. 1968 yılında Hunsuck ise lingula boyunca kesi yapılmasının gerekli olmadığını, uygun kesi hatlarıyla beraber chisel yardımıyla kendiliğinden split olacağı fikrini öne sürmüştür [55].

Bilateral sagittal split osteotomisi (BSSO), mandibular prognati veya retrognati, mandibular asimetri, açık kapanış ve çapraz kapanış gibi durumları tedavi etmek için

kullanılabilen çok yönlü bir cerrahi prosedürdür. Mandibuler deformitelerin düzeltimi için en sık kullanılan teknik hala bilateral sagittal split osteotomisidir. Distal segmentlerin üç boyutlu hareketinin esnek olmasıyla operasyon sırasında doğru konumlandırılması, osteotomiler sonrası proksimal ve distal segmentler arası kemik temasının fazla olmasıyla beraber iyileşme potansiyelinin yüksek olması gibi avantajları mevcuttur.

Operasyon tekniğinin hassas olması, 10-12 mm'den fazla ileri ve 7-8 mm'den fazla geri hareket yapılamaması, rotasyon hareketleri esnasında kemik interferanslarının görülmesi, cerrahi esnasında kondilin doğru pozisyonlandırılmasının zorluğu gibi dezavantajları bulunmaktadır [56].

Cerrahi teknik

Standart ortognatik cerrahi prosedürlerinde olduğu gibi sagittal split osteotomisinde de hasta genel anestezi altında ve supin pozisyonunda opere edilir. 1/100.000 oranında vazokonstriktör içeren lokal anestezi mandibulanın her iki tarafına rejyonel ve lokal infiltratif olarak hemostaz ve operasyon sonrası ağrı kontrolü için enjekte edilir. İnsizyon flebin uygun şekilde kapatılması düşünülerek yapışık dişetinden uzakta ramusun ön kenarından 1.molar dişin distaline kadar uzanır. Mandibula korpusun alt kenarı ve ramusun arka sınırına kadar periost diseke edilir. Ramusun ön kenarından koronoid çıkıntıya kadar olan tüm bağlantılar eksternal oblik sırttan başlayarak yerleştirilen V şekilli bir retraktörün yardımıyla ayrılır. İnternal oblik sırt boyunca diseksiyon devam eder ve ramusun medial yüzü açığa çıkarılır. Lingualde ise lingulanın süperior ve posterioruna ulaşana kadar dikkatlice ilerlenir ve diseksiyon tamamlanır.

Lingulanın üstünde kalacak şekilde okluzal düzleme paralel yapılan medial kesiyi takiben eksternal oblik sırtı takip ederek 1.molar dişin distaline kadar anterior ramus osteotomisi yapılır. Final kesisi bu noktadan mandibulanın en alt kenarına vertikal olarak yapılır. Kesiler tamamlandıktan sonra osteotomlar ile split aşamasına geçilir.

Ayrılan kemik fragmanları arasında alveolaris inferiorun konumu incelenir ve distal segmentte kalması istenir. Lateralde kaldığı durumlarda künt uçlu bir elevatör kullanılarak sinir serbestlenerek medial segmente alınır. Proksimal ve distal segmentin birbirinden bağımsız ve gerilimsiz hareketi sağlandıktan sonra önceden hazırlanan cerrahi rehber plak ağız içerisine yerleştirilir. İntermaksiller fiksasyon sağlanır ve yapılacak harekete göre segmentler konumlandırılır. (Şekil 2.3) Proksimal ve distal segment birbirine kuvvet uygulamayacak ve pozisyonunu değiştirmeyecek şekilde pasif olmalıdır. Miniplak veya bikortikal vidalar ile fiksasyon tamamlandıktan sonra intermaksiller fiksasyon çözülerek planlamaya uygun bir oklüzyon olup olmadığı kontrol edilir. Elde edilen oklüzyon tekrarlanabilir olmalıdır yani erken temaslar ile değişmemeli, stabil kalmalıdır. Cerrahi sahanın irigasyonu ve kanama kontrolü yapılır. Rezorbe olabilen bir sütür materyali ile bölge primer olarak kapatılır.



Şekil 2.2: Mandibulanın yeni konumda fiksasyonu

BSSO esnasında ve sonrasında inferior alveoler sinirde ve lingual sinirde duyu hasarı, kanama, istenmeyen kırık oluşumu, relaps, kondiler rezorpsiyon, temporomandibuler eklem semptomlarında artış gibi komplikasyonlar görülebilmektedir [57].

2.3 Havayolu

Havayolu veya diğer adıyla solunum yolu solunum sırasında hava akışını sağlayan solunum yolu organlarını tanımlamaktadır. Nostril ve ağız boşluğundan başlayarak

alveol keseciklerine kadar uzanır. Fetal hayatın erken dönemlerinde, gastrointestinal ve solunum sistemi endodermal kökenli aynı yapıdan gelişir ve yaklaşık 5.hafta itibariyle ayrılarak kendi benzersiz yapılarını oluştururlar. Gelişimi esnasında genetik mutasyonlar ve değişimler, özellikle tiroid gibi hormonal faktörler, çevresel faktörler (sigara/alkol kullanımı, ilaç ve toksinler) ve beslenme gibi değişkenlerden etkilenmektedir [58].

Solunum ve gaz değişiminin sağlanması, solunan havanın nemlendirilmesi ve temizlenmesi, fonasyon, yutma gibi hayati fonksiyonlarda rol almaktadır. Havayolu belirli fonksiyonları yerine getirmek üzere farklı organ ve dokulara sahip alt bölümlerine ayrılır. Anatomik olarak nostrilden başlayıp farenks ve larinks üst solunum yolu olarak nitelendirilirken, larinks vokal vordlarından başlayıp alveollere kadar olan bölüm alt solunum yolu olarak isimlendirilir [59].

2.3.1 Faringeal Havayolu Anatomisi

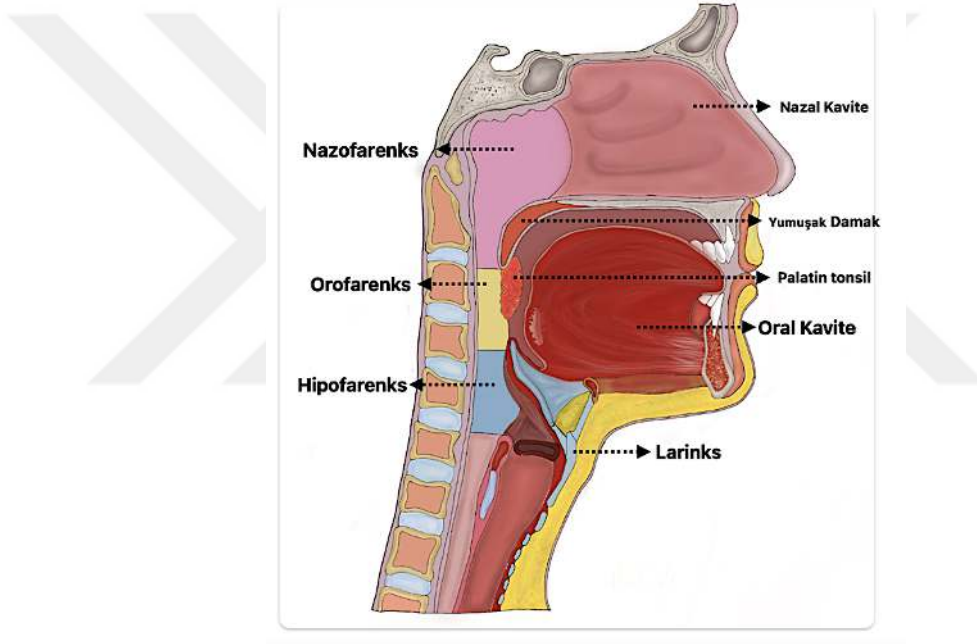
2.3.1.1 Farenks

Farenks, kafatabanından başlayarak anteriorunda krikoid kıkırdağa posteriorunda altıncı servikal vertebranın alt sınırına kadar uzanan, 12-15 cm uzunluğunda ve fibromusküler tünel benzeri yapıdır. Farenks krikoid kıkırdağın alt seviyesinden sonra özefagus ile beraber devam eder [60]. Farenks yapısında en içte mukoza üzerinde kas tabakası ve hepsini çevreleyen en dışta bir bağ doku tabakası bulunur.

Farenks anteriorunda nazal kavite, oral kavite ve larinks girişi lateral ve posteriorunda bağ dokudan oluşan parafarinks ve retrofarinks boşlukları ile komşudur. Bu elastik yapısı sayesinde kolayca aşağı-yukarı hareket edebilmektedir. Farinks konuşma, öksürme, öğürme esnasında aktiftir bu nedenle işlevinde çeşitli kas ve sinirlerin koordine olduğu kompleks bir fonksiyona sahiptir [61].

Farenksi saran yumuşak dokular, yapısında bulunan kaslarla beraber çevresindeki kemik ve kıkırdak yapıları faringeal havayolunun morfolojisini ve hacmini

belirlemektedir [62]. Farenksin dış kasları(m.constrictor pharyngis süperior, medius ve inferior) konstrüksyon görevi görür ve anteriorda tamamlanmamış bir halka gibi farenksi sarar. İç kaslarında ise vertikal yerleşimli m.stylopharngus, m.salpingopharngus ve m.palatopharngus kasları bulunmaktadır [63]. Faringeal havayolu kapasitesini ve morfolojisini çevresindeki maksilla, mandibula ve hyoid gibi kraniyofasiyal kemik yapılarının yanısıra tonsil, yumuşak damak, dil, uvula gibi yumuşak dokular da etkilemektedir. Şekil 2.1'deki gibi farenks anteriorunda bulunan kavitelerle ilişkili olarak üç bölümde incelenir: Nazofarenks(epifarenks), orofarenks ve laringofarenks(hipofarenks).



Şekil 2.3: Farenksin anatomik bölümleri

2.3.1.2 Nazofarenks

Nazofarenks diğer adıyla epi-veya rinofarenks, anteriorda koana (apertura nasalis posterior) ve vomer, süperiorda oksipital kemik ve sfenoid kemiğin korpusuyla, posteriorda servikal vertebralar ile inferiorda yumuşak damak ile sınırlanır. Nazofarenks nazal kaviteye açıldığından bu ismi alır ve en temel fonksiyonu solunumdur. Nazofarenks, diğer farenks bölümlerine göre kas aktivitelerinden daha az etkilenen rijit bir yapıya sahiptir [63]. Yumuşak damağın hareketli kısmı yutkunma

esnasında farenksin arka duvarına doğru eleve olarak orofarenksle olan bağlantıyı keser. Ayrıca orta kulak basıncını dengelemekle görevli östaki borusu da nazofarenkse açılır. Waldeyer halkasının bir parçası olan faringeal veya adenoid tonsilde nazofarenksin posterosüperiorunda bulunmaktadır [64]. Yetişkinlikte atrofiye uğrayan adenoid doku, sigara maruziyeti, alerji, tekrarlayan enfeksiyonlar nedeniyle hipertrofi gösterebilir. Bu durumda büyüyen tonsil nazal kaviteden nazofarenkse hava geçişini engelleyerek ağız solunumuna sebep olabilir [65].

2.3.1.3 Orofarenks

Orofarenks, ağız boşluğunun sona erdiği yerden başlayarak nazofarenks ve hipofarenks arasında bağlantı sağlar. Anteriorunda bulunan tonsiller ark ve dil kökü sayesinde ağız boşluğundan ayrılır. Süperiorunda Posterior Nazal Spine(PNS), inferiorunda epiglottis ve hyoid kemiğin üst sınırı, m.constrictor pharyngis kaslarının oluşturduğu posterior ve laterali ise servikal 2. ve 3.vertebralar ile komşuluktadır [66]. Orofarenksin lateral duvarında önde plica glossopalatinus arkada plica faringopalatinus bulunur ve arasındaki fossa da fibröz kapsül içerisinde lenfoid palatinal tonsiller yer almaktadır.

Orofarenks, sindirim ve solunum sisteminin ortak kullandığı bir yolak görevi görür. Yutkunma sırasında yumuşak damak hareketiyle besinlerin orofarenkse geçişi sağlanırken epiglottisin larinks bölgesine geçişi kapatması koordineli bir şekilde çalışır.

Al-Bahrani ve ark. yaptığı çalışmada 51 hastanın KIBT verileri üzerinden orofarenks hacimleri değerlendirilmiş ve erkeklerde orofarenks hacimlerinin anlamlı derecede daha yüksek olduğunu, cinsiyete ek olarak yaş faktöründe orofarenks hacmini etkilediği sonucuna varmışlardır [67].

2.3.1.4 Hipofarenks(Laringofarenks)

Hipofarenks, hem sindirim ve hem de solunum fonksiyonlarına katılmaktadır. Üst sınırında orofarenkste ile alt sınırında ise altıncı servikal vertebra seviyesinde, krikoid kıkırdağın alt sınırında larinks girişiyle bağlantılıdır. Üst seviyelerde daha geniş krikoid kıkırdağa doğru daralan konik bir yapıya sahiptir [68].

Üst havayolu açıklığını etkileyen birçok kas ve yumuşak doku bulunmaktadır. Yumuşak dokular(tonsil, yumuşak damak, uvula, lateral faringeal duvarlar, dil) havayolunun ana belirleyicisi olan mandibula ve hyoid gibi iskeletsel kemik yapılarına tutunarak sahip oldukları gerilim ile havayolunda belirleyici olabilir [69, 70].

Üst havayolu açıklığının korunmasında, solunum ve sindirim fonksiyonlarında hareketini sağlayan önemli kas grupları bulunmaktadır. Bunlar burunda alae nasi, yumuşak damaktaki m.tensor veli palatini ve m.levator veli palatini, dilin ekstrinsik kasları m.genioglossus, m.styloglossus, m.hyoglossus, m.palatoglossus, hyoid kemiğe tutunan geniohyoid, sternohyoid, mylohyoid, digastrik, omohyoid ve posterolateral duvarlardaki m.constrictor pharngus kas gruplarıyla beraber m.stylopharngus'tur [71].

2.3.2 Hyoid Kemik Anatomisi ve Havayolu ile İlişkisi

Hyoid kemik ana bir kemik gövdesiyle beraber bir çift büyük ve küçük boynuzlara sahip at nalı veya kelebek benzeri şekilli küçük bir kemiktir. Mandibulanın hemen altında boynun ön kısmında C3 vertebra seviyesine yerleşir. Hiçbir kemikle artikülasyon yapmamasına rağmen suprahoid ve infrahyoid kas grupları, ligamanlar sayesinde dil, mandibula, kafa kaidesi, farenks, tiroid kıkırdak, sternum ve skapula ile bağlantılıdır [72].

Hyoid kemik orofasiyal kompleks tarafından gerçekleştirilen çoğu işlevde görev alır. Trakeal kıkırdaklar ve hyoid orofarenksin altında bulunur ve havayolunun açıklığının

kontrolünü sağlar. Larinks ile olan bağlantılarıyla fonasyonda yer alır. Mandibulanın hareketleri esnasında dilin pozisyonu ve baş postürünün korunmasını sağlar [73, 74].

Yapılan çalışmalarda anterior kafa kaidesi(S-N) düzlemi ile hyoid kemik arasındaki açısal ölçümlerde sınıf II ve sınıf III maloklüzyonlu bireylerde farklılıklar görülmüştür. Sınıf II bireylerde normal pozisyonuna göre hyoid kemik geriye, sınıf III bireylerde ise öne doğru hareket ettiği, Sınıf III bireylerde hyoid kemik ve üçüncü servikal vertebra arası mesafenin sınıf I ve II bireylere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Vertikal düzlemde yapılan lineer ölçümlerde ise SN ve P-Or düzlemi ile hyoid kemik arasındaki mesafe sınıf III maloklüzyonda diğer maloklüzyonlara göre daha kısa ölçülmüştür [75-77].

Hyoid kemiğin yutma fonksiyonu esnasında hareketini incelen gerçek zamanlı MRI görüntülemelerinin kullanıldığı başka bir çalışmada ise sınıf III maloklüzyonun derecesi ile hyoid kemiğin vertikal ve horizontal hareket miktarı ölçülmüştür. Her iki düzlemdeki yer değiştirme miktarı şiddetli sınıf III maloklüzyonlu vakalarda diğer bireylere göre daha az olduğu görülmüştür [78].

2.3.3 Faringeal Havayolu Görüntüleme ve Değerlendirme Yöntemleri

Faringeal havayolunu ve çevresindeki anatomik yapıları değerlendirmek için çok sayıda radyolojik görüntüleme ve klinik değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Radyolojik görüntüleme teknolojileri sayesinde havayolunda yer alan kemik ve yumuşak dokuların morfolojisi, havayolunun fizyolojisini ve patogenizi anlamak mümkün olmuştur. Her görüntüleme tekniğinin birbirine göre artı ve eksi yönleri bulunmaktadır. Pediatrik hastalarda ve acil durumlarda iki boyutlu röntgenler tercih edilebilirken, yetişkinlerdeki inflamatuvar hastalıklar, travma, neoplazi, stenoz, obstrüktif uyku apnesi gibi havayolu kısıtlaması olan durumlarda etiyolojinin tespiti ve yayılımının değerlendirilmesi için kesitsel görüntülemelere ihtiyaç duyulmaktadır [79].

2.3.3.1 Lateral Sefalometrik Radyografi

Lateral sefalometrik radyografi ortodontistler tarafından sıkça kullanılan çenelerin birbiriyle, kafa kaidesiyle ve etrafındaki yumuşak dokularla olan ilişkisini sagittal ve vertikal yönde incelemeye olanak sağlayan iki boyutlu radyografilerdir. Lateral sefalometrik analizler yapılırken kraniyofasial kompleksteki iskeletsel, dental ve yumuşak dokudaki çeşitli referans noktaları esas alınır. Bu noktalar arasındaki açısal ve lineer ölçümler deformitenin tanısı ve sınıflandırılması, büyüme gelişimin takip edilmesi, tedavi planlaması, ortodontik veya ortognatik cerrahi tedavilerinin etkisinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılır.

Lateral sefalometrik radyografiler ile havayolu ve havayolu ile ilişkili sert ve yumuşak dokular gibi üç boyutlu yapıların iki boyutlu statik görüntüleri elde edilebilmektedir. Volümetrik ölçümler yapılamadığından anteroposterior yönde kısıtlı bilgi vermesinin yanı sıra lateralde yer alan yumuşak dokular görüntülenemez [80]. Birçok çalışmacı sefalometrik grafipleri havayolunun değerlendirilmesi, OSA için risk faktörü oluşturan kraniyofasial özelliklerin belirlenmesi için kullanmıştır.

Literatürde bu radyografilerden elde edilen SNA, SNB, ANB, H-C3, ANS-PNS, SN-GoMp gibi sefalometrik parametreleri obstrüktif uyku apnesi için risk faktörleri değerlendirilmesinde kullanmıştır [81-84].

2.3.3.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), konvansiyonel ve gelişmiş radyolojik görüntülemelerde olduğu gibi görüntüler oluşturmak için iyonize radyasyon değil güçlü bir manyetik alan ve radyofrekans dalgaları kullanılarak görüntüler elde eden, invaziv olmayan, yüksek maliyetli bir görüntüleme tekniğidir.

Oral kavite, larinks, kafa tabanı tümörü gibi patolojilerin değerlendirilmesinde kullanışlı olup diş hekimliği alanında hassasiyeti sebebiyle TME disk ve kondil yapılarının incelenmesinde, yüksek kontrast özelliği sayesinde de çiğneme kasları,

tükürük bezi ve lenf nodları gibi dokulardaki patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [85].

Havayolu değerlendirmelerinde yumuşak dokulardaki çözünürlüğünün ve kontrastının mükemmel olmasıyla beraber üç boyutlu hacimsel rekonstrüksiyonlarla yumuşak doku, yağ ve kemik yapılarının aksiyel, sagittal ve koronal düzlemlerde görüntülenmesini sağlar [69]. Yumuşak damak, dil, lateral faringeal duvarlar gibi havayolu açıklığını etkileyen dokuların hem dinamik hem statik ideal görüntüleri MRG ile elde edilebilir. OSAS patogenezi, tedavi prensipleri ve sonuçları hakkında yapılan birçok çalışmada MRG kullanılmıştır [86-89].

Cihazın ürettiği güçlü manyetik alan sebebiyle ferromanyetik metaller, kalp pili, infüzyon pompası gibi durumların varlığında MRG tekniği kontrendikedir. Ortodontik braket ve teller kontrendikasyon oluşturmaz ancak metal artefaktı yaratması sebebiyle elde edilen görüntülerin kalitesi yeterli olmayabilir.

2.3.3.3 Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Çalışma prensibi geleneksel görüntülemelerdeki gibi sabit bir X ışığı tüpü yerine hareketli X ışını kaynağından çıkan yelpaze şeklindeki fotonların farklı yoğunluktaki vücut yapılarından geçerek (kas, kemik, yağ, yumuşak doku, hava) tam karşısında bulunan dijital dedektörler tarafından alınması ve bilgisayara iletilmesidir.

İlk üretildiği günden bu yana dört nesil gelişim gösteren BT, kesitsel görüntüler elde eder ve yazılımlar sayesinde üç boyutlu rekonstrüksiyonlar haline dönüştürür. Elde edilen kesitsel verilerin birleştirilmesiyle hacimsel görüntü oluşturduğundan görüntülenen alandaki yapıların süperpozisyonu, distorsiyonu ve magnifikasyonu elimine edilmektedir. En son üretilen multidedektör spiral bilgisayarlı tomografi tarayıcılarının kullanımıyla 1 mm'den daha az kalınlıkla kesitler hassas görüntülemeler ve ölçümler için kullanılabilir [90].

Maksillofasiyal travma, malign ve benign tümör, kist ve kemik anomalileri, paranasal sinüs patolojileri, baş ve boyun yumuşak doku lezyonları, TME kırık ve patolojileri gibi geniş bir kullanım alanı mevcuttur [91-94].

2.3.3.4 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Konik ışınli bilgisayarlı tomografide görüntüler dönen bir gantri üzerine sabitlenmiş bir X ışını kaynağı ve dedektörü kullanılarak elde edilir. BT cihazlarında olduğu gibi yelpaze değı koni veya piramit şeklindeki X ışını demeti kullanarak cihazın dönüşü esnasında FOV alanının ardışık görüntüleri elde edilerek bilgisayara aktarılır. KIBT, gantrinin yalnızca bir dönüşü ile elde ettiğı görüntülerden üç boyutlu bir matriks yapısı oluşturur ve bu matriksten istenilen iki boyutlu kesitsel aksiyel, sagittal, koronal görüntülemeler elde edilebilir.

Çoğı KIBT sisteminde kVp sabit tutularak FOV alanı, istenilen görüntü kalitesi ve hasta boyutuna göre mA ve sn üzerindeki değışimlerle görüntüler elde edilebilir. FOV alanı küçüldükçe radyasyon dozunun düşmesine rağmen görüntülenen alanın çözünürlüğü artmaktadır [95]. BT görüntüleme tekniğine göre radyasyon saçılımı, küçük dedektör boyutundan dolayı sınırlı FOV alanı, kontrast ve yumuşak doku çözünürlüğünün düşük olması ve implant gibi yüksek yoğunluklu yapılara komşu bölgelerde görüntü kalitesinin düşük olması gibi dezavantajları mevcuttur [96].

Işınlama süresi, efektif radyasyon dozu, cihaz için gerekli alanın ve maliyetinin az olması, diş hekimliğı pratiğinde kullanımını arttırmıştır. Dental implantoloji planlamaları, gömülü ve süpernümere dişlerin tayini, TME dejeneratif rahatsızlıkları ve kondil anomalilerinin incelenmesi, dudak damak yarıklı bireylerde alveolün değıerlendirilmesi, travma ve kist, tümör, osteonekroz gibi patolojilerin değıerlendirilmesi gibi birçok alanda etkili bir şekilde kullanılmaktadır [97-102].

2.4. Obstrüktif Uyku Apnesi (OSA)

Obstrüktif uyku apnesi (OSA), faringeal hava yolunun episodik olarak kısmen daralması veya tamamen tıkanmasıyla karakterize, kronik, uykuyla ilişkili bir solunum bozukluğudur. Periyodik olarak solunumun azalması ve durmasıyla beraber hipoksi, hiperkapni ve uykuda bölünmeler görülür [103]. Desatürasyon görüldüğünde otonomik disregülasyon devreye girerek kardiyovasküler, pulmoner ve nörokognitif sistem gibi birçok sistemi etkileyen kronik rahatsızlıklara yol açar. Hipertansiyon, tip 2 diyabet, kalp yetmezliği, atriyel fibrilasyon, pulmoner hipertansiyon, metabolik rahatsızlıklar, bilişsel bozukluk ve depresyon gibi birçok hastalık ile ilişkili olduğu çalışmalar ile kanıtlanmıştır [104, 105].

Günümüzde OSA klinik açıdan en sık görülen ve üzerinde en çok araştırılma yapılan uykuyla ilişkili solunum bozukluğudur. Hastalığın dünya çapındaki prevalansını belirlemek için 2019 yılında yapılan bir araştırmada 16 ülkede yapılan güvenilir epidemiyolojik çalışmalar kullanılmış ve dünya çapında 30-65 yaş arası yaklaşık 1 milyar insanın OSA'dan etkilendiğini ve bunların %42,5'inin orta ile ciddi seviyede OSA'ya sahip olduğu görülmüştür [106]. OSA prevalansında 1990 ile 2010 arasındaki 20 yılda yaklaşık %30 artış görülmekle beraber çoğu çalışmaya benzer şekilde ilerleyen yaşlarda daha yaygın görüldüğü, erkeklerin kadınlara oranla 2 kat daha fazla etkilendiği bildirilmiştir [105, 107].

Teşhis edilmemiş OSA hastalarının prevalansını ölçmek için Young ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise rastgele seçilen 30-60 yaş arası iş gücüne katılan 602 yetişkin hasta polisomnografi ile OSA'nın yaş ve cinsiyete özgü prevalansı, risk faktörlerini belirlemek amacıyla değerlendirilmiştir. Kadınların %2 ve erkeklerin %4'ünde OSA için minimum tanı kriterlerini karşıladığını ortaya koymuşlardır [108]. Hastaların ve sağlık çalışanlarının OSA hakkında yeterli bilgi ve farkındalıkta olmaması, uykusuzluk probleminin popülasyonun çoğunda görülebilmesi gibi sebeplerden dolayı çoğu OSA hastası tanı alamamaktadır [109].

OSA gelişimi hastadan hastaya değişen kombinasyonlarda ve oranlarda birçok anatomik ve anatomik olmayan faktörden etkilenir. OSA'nın patofizyolojisinde yer alan anatomik olmayan faktörler farenksin dilatasyon sağlayan kaslarında fonksiyon bozukluğu, düşük solunum uyarılma eşiği(havayolundaki az miktarda bir daralmaya verilen uyanma yanıtı) ve solunum kontrolünün dengesiz olması(yüksek döngü kazancı) şeklinde özetlenebilir. Bu faktörler OSA hastalarının %70'inde bulunmaktadır ve hastalığın seyrinde önemli bir yere sahiptir [110-113].

Hastalar üzerinde yapılan bazı görüntüleme çalışmaları sonucunda OSA patofizyolojisinde yer alan anatomik faktörler belirlenmiş ve tedavi protokolleri bunların düzeltimi üzerine yönlendirilmiştir. Faringeal havayolunun dar olması, faringeal boşluğun morfolojisi, artan havayolu uzunluğu uyku sırasında görülen kolaps ile ilişkili bulunmuştur. Havayolundaki sıkışıklığa ve tıkanmaya zemin hazırlayacak faringeal yapılar başlıca genioglossus kası, yumuşak damak, epiglot, lateral faringeal duvarlar olarak sıralanmaktadır [110]. Özellikle genioglossus kası her inspirasyonda dilin posterior kısmının kollabe olmasını engellerken levator ve tensor palatini kasları yumuşak damağı anterior ve süperiora yönlendirir. Geniohyoid ve stylopharyngeus kasları da lateral faringeal duvarların mediale doğru hareket etmesine karşı koyar [103].

Uyku, OSAS patofizyolojisinde iki yönlü öneme sahiptir. İlki özellikle uykunun REM fazında üst havayolu kas tonusunun dramatik azalmasıyla beraber apne/hipoapne ataklarının oluşmasında ikinci olarak da oluşan havayolundaki darlığa bağlı mikro uyanıklıklar oluşması üzerinde etkilidir. Uyku miktarı ve kalitesinin azalması gün içinde uykulu hissetmeye ve REM fazı sürecinde düzenlenen endokrin metabolizması üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır.

2.4.1 Risk Faktörleri

2.4.1.1 Obezite

Kilo, vücut-kitle indeksi(VKİ), bel/kalça oranı, boyun çevresi ölçümü yüksek olması OSA şiddeti ile korelasyon gösterir ve obezite OSA'nın en güçlü risk faktörüdür [114,

115]. OSA'ya özgü herhangi bir fiziksel muayene bulgusu olmasa da obez bireylerde olmayanlara göre yaklaşık 2 ile 4 kat daha sık görülmektedir [116].

VKI >30 olması, boyun çevresi ölçümüne bakıldığında ise erkeklerde 43 cm, kadınlarda 38 cm'den büyük olması risk faktörü olarak değerlendirilmiştir [117]. Bel/kalça oranının ölçümü de yapılan çalışmalar da OSA ile ilişkili bulunmuş, obez olmayan bireylerde dahi bel çevresi ölçümündeki 0.09'luk her artış OSA riskini 3.4 kat arttırmıştır [108, 118].

Obez bireylerde orofarengeal havayolunun posterolaterinde, yumuşak damakta, submental bölgede, lateral faringeal duvarlarda ve parafarengeal yumuşak dokularda biriken yağ dokusunun fazla olmasının havayolunda daralmaya sebep olacağı, kas aktivitesindeki azalacağı ve bununla beraber OSA gelişimi üzerinde etkili olduğu öne sürülmüştür [115, 119].

2.4.1.2 Yaş ve Cinsiyet

Mevcut literatür OSA'nın erkeklerde kadınlara göre daha yaygın görüldüğü konusunda fikir birliğindedir [120-123]. Epidemiyolojik çalışmaların yanı sıra hastalığın risk faktörü, hastalığın şiddeti ve patofizyolojisi gibi konular üzerinde çalışılırken OSA ile cinsiyet arasında bir ilişki olduğu farkedilmiştir. OSA görülen erkekler hastalığa ait daha spesifik semptomlar (horlama, nefes darlığı, dikkat eksikliği) belirtirken kadınlar baş ağrısı, kronik yorgunluk, depresyon ve anksiyete gibi spesifik olmayan belirtiler tanımlamaktadır [124].

OSA prevalansının ve şiddetinin cinsiyet ve yaş ile ilişkisini değerlendirmek için Almanya'da yapılan bir çalışmada; 1208 katılımcının %46'sı kadın olmakla beraber yaş aralığı 20 ile 81 arasında değişmektedir. Topluluktaki prevalans değeri %6 olarak ölçülmüştür. Yaşla beraber kadın ve erkeklerde OSA bulgularında artış görülmüştür ancak kadınların OSA belirtileri gösterdikleri dönem erkeklere göre daha ileri yaşlardadır. Apne ve hipoapne indeksine(AHI) göre ≥ 5 olan bireyler nispeten hafif

şiddette OSA'ya sahiptir. Bu gruptaki bireylerin %59'u erkek %33'ü kadın, AHI indeksine göre ≥ 15 olan şiddetli OSA hastalarının %30'u erkekler %13'ünü kadınlar oluşturmaktadır [121].

2.4.1.3 Genetik ve Aile Öyküsü

OSA, genetik faktörlerle beraber birçok modifiye edilebilir risk faktörünün birbiriyle karmaşık bir etkileşimde bulunduğu bir hastalıktır. OSA değerlendirme indekslerinde yüksek değerlerin akrabalar arasında kontrol gruplarına göre daha yaygın olduğu belirlenmiştir [125].

Bireyin etnik kökenleri ile OSA arasında ilişkiyi değerlendirmek için yapılan bazı çalışmalar 25 yaşından küçük erkeklerde siyahiler daha riskli bulunurken ileri yaştaki bireylerde herhangi bir fark olmadığını bildirmiştir [126]. Ancak yapılan çoğu çalışma etnik kökenler arasında farklıları ortaya koymuş ve bunun ırk içerisinde yaygın olan kraniyofasiyal anatomi, obeziteye yatkınlık gibi faktörler ile ilişkili olduğunu ileri sürmüştür [127].

2.4.1.4 Kraniyofasiyal anomaliler

OSA ile ilişkili kraniyofasiyal bölgede en yaygın görülen anatomik özellikler; mandibuler yetersizlik, retrognati, mandibula düzlemine göre daha aşağıda her alan hyoid kemiği, maksiller yetersizlik, makroglossi veya posteriorda konumlanmış dil, yumuşak damağın uzaması, kafa tabanının artmış fleksiyonu olarak sıralanmaktadır. Bu özellikler üst havayolu boşluğunun özellikle posterior bölgede daralmasına sebep olarak OSA gelişimine olanak tanır [128].

Kraniyofasial bölgedeki yumuşak dokulardaki değişimler ise dil ve yumuşak damakta genişleme, uvulanın uzaması, lateral farengeal duvarların ve parafarengeal bölgede yağ dokularının genişlemesi ve adenoid hipertrofisi şeklinde sıralanabilir [129].

Baş ve servikal vertebraların konumu ve kranio-servikal açı birçok araştırmacı tarafından faringeal alan üzerinde etkili bulunarak OSA'sı bulunan hastalarda kontrol grubuna göre anlamlı değişimler olduğunu belirlemiştir [130, 131]. OSA şiddeti arttıkça kranioservikal açının da arttığını, bireyin havayolundaki daralmayı engellemek için doğal baş pozisyonunu ekstansiyona getirdiğini bildirmişlerdir [132].

2.4.2 Tanı ve Tedavi Seçenekleri

OSA tanısında klinik belirtiler büyük bir öneme sahiptir ancak OSA- spesifik bir muayene bulgusu bulunmamaktadır. OSA şüphesi oluşturacak 6 aydan uzun süredir sesli ve gürültülü horlama, gece uykusunda bölünmelerle beraber boğulma ve tıkanıklık hissi, gün içerisinde aşırı yorgunluk ve uykululuk hali gibi semptomlara ek olarak kilo fazlası, obezite, orofaringeal bölgede havayolu kısıtlaması oluşturabilecek tonsil, uvula ve dil hacimleri, kraniofasial yapılar değerlendirilerek OSA şüphesi değerlendirilmektedir. Yüksek OSA şüphesi bulunduğu anketler ve puanlama ölçekleri kullanılarak polisomnografi(PSG) ihtiyacı değerlendirilir. OSA şüphesi varlığında polisomnografi ile tanının doğrulanması gerekmektedir. Maliyeti yüksek ve kolay ulaşılabilir olmamasına rağmen polisomnografi OSA tanısı için altın standarttır [107].

Risk değerlendirme ve tarama anketleri için Berlin anketi ve STOP-Bang anketi geliştirilmiştir. Berlin anketi; horlama, dinlendirici olmayan uyku, gece uykusu esnasında apne, motorlu araç kullanırken uykululuk, hipertansiyon ve BMI indeks verilerini inceleyen, birincil basamak sağlık hizmeti ihtiyacını belirlemek amacıyla kullanılan bir ankettir [133].

STOP-Bang anketi ise klinikte kullanılan OSA ile ilgili en hassas anketlerden biridir. Horlama, apne gibi semptomlara ek cinsiyet, VKİ, boyun çevresi ölçümü gibi parametreleri de içermektedir. Skorun 3'ten fazla olması OSA riski olduğunu göstermektedir ve sıklıkla preoperatif taramalar için kullanılır [134].

Epworth uykululuk ölçeği ise yaşanan uyku problemini değerlendirmek için araştırmalarda sıklıkla kullanılır ve OSA hakkında düşük duyarlılığa sahiptir [135, 136]. Bahsedilen anketlere ek olarak Uyku apnesi klinik skoru(SACS), NoSAS gibi birçok değerlendirme ölçeği uyku ilintili solunum bozukluklarında kullanılmaktadır [137].

OSA'nın varlığı ve şiddetinin belirlenmesi için standardize kullanılan test olan polisomnografi, nazal havalanma miktarını, solunum çabasını, horlama düzeyini ve şeklini, oksihemoglobin saturasyonunu, uyku evresini veya uyanıklığı elektroensefalografi kullanarak ölçebilmektedir. EKG bulguları, vücut pozisyonu ve bacak hareketleri de değerlendirilebilmektedir. EKG, EEG ve solunum sensörlerinin beraber kullanımı nörolojik ve kardiyovasküler sistemle beraber respiratuvar sistem üzerinde etkilerini incelemeye olanak tanımaktadır. Laboratuvar ortamında yapılması gerektiğinden hastalar için rahatsız edici olabilmektedir [138]. Solunum sensörleri sayesinde apne(10 saniye boyunca hava geçişinin tamamen durması), hipoapne (10 saniye boyunca havayolu geçişinde kısmi azalma veya solunum çabası ile bağlantılı uyanmalar olarak sınıflandırılır.

Apne-hipoapne indeksi(AHI), uyku süresini(saat) meydana gelen apne ve hipoapne sayısına bölerek hesaplanır. OSA şiddeti AHI indeksine göre hafif(5-15 A+H/ saat), orta(15-30 A+H/saat) ve şiddetli(>30 A+H/saat) olarak sınıflandırılır. Yüksek AHI skoru OSA varlığını tanımlama da yararlı bir metriktir [139, 140]. AHI, patofizyolojik süreçleri yansıtmadığından şiddetini belirleme de tamamen hassas bir metrik olarak kabul edilmemektedir. AHI skoruna ek olarak tarama anketleri, hastanın komorbiditeleri, klinik bulgular birlikte değerlendirilerek OSA şiddeti belirlenir ve bireye özel bir şekilde yönetilmesi sağlanır [141].

OSA tedavileri davranışsal yönelimlerin modifiye edilmesi, farmakolojik tedaviler, tıbbi cihazların kullanımı ve cerrahiyi içermektedir.

Davranışsal tedaviler özellikle OSA oluşma potansiyelini ve şiddetini arttırabilecek faktörler üzerine yapılmaktadır. Alkol ve sedatif diğer ajanlardan uzak durma, diyet ve düzenli egzersiz ile beraber kilo kaybı, supin pozisyonda uyumaktan kaçınma etiyolojisine göre uygulanan yöntemlerin başında gelir. Bazı hastaların supin pozisyon yerine yan veya yüzüstü yatması halinde AHI skorlarında en az %50 azalma olduğu yani apne ataklarının sıklığının azaldığını bildirilmiştir [142].

OSA'lı bireylerde test edilmiş farmakolojik tedaviler kas tonunu artırmaya, ventilasyonun tahrikini arttıran ve apne sırasında uyanma eşiğini yükseltmeye yönelik ilaçları içerir. Küçük katılımcı sayıları bulunan birçok farmakolojik ajanla(nöroepinefrin geri alım inhibitörleri, kannabinoid reseptör agonistleri vb.) ilgili çalışmalar yapılsa da etkinliği kanıtlanamamıştır [143].

Pozitif havayolu basıncı (PAP), semptomatik OSA tedavisinde OSA şiddetinden bağımsız en etkili tedavidir. PAP cihazları, burun ve/veya ağız bölgesine takılan maske ile üst havayoluna sürekli pozitif havayolu basıncı(CPAP) sağlar [144]. CPAP uyku esnasında inspirasyon fazında havayolunun kollabe olmasını önleyen bir splint gibi çalışır. Tedavi başarısı, hastanın tedaviye uyum göstermesiyle bağlantılı olarak artar; hastanın uyumu ise haftanın en az 5 günü uyku esnasında en az 4 saat kullanımı şeklinde tanımlanmıştır. CPAP cihazının kullanım süresi arttıkça semptomlarda daha fazla iyileşme, kan basıncında daha fazla düşüş, AHI skorlarında iyileşme, yaşam kalitesinde iyileşme görülmektedir [145].

CPAP tedavisine uyum sağlayamayan veya kullanımını reddeden hafif ve orta OSA'sı bulunan hastalar için bir alternatif dil retainerları veya mandibula repozisyon splintleridir [146]. Oral aygıtların kullanımı hastalar tarafından cerrahi veya CPAP gibi seçeneklere göre tercih edilmektedir. Özellikle mandibula repozisyon splintleri maksillaya göre mandibulanın daha ileride konumlandırılmasına, üst havayolunun genişlemesine, hava yolunun kollabe olmasını önlemeye yardımcı olur. İdeal hazırlanmış bir oral aygıtın kişiye özel, diş destekli ve ayarlanabilir olması gerekir [147]. OSA etiyolojisinde kraniyofasiyal anomali bulunan hastalarda etkinliği bu

hastalarda bulunan retroglossal havayolu darlığı, ön yüz yüksekliğinin kısa olması, mandibuler retrüzyon gibi problemlerden dolayı daha yüksek olma eğilimindedir [148].

Cerrahi seçenekler semptomatik OSA'ya sahip ve diğer invaziv olmayan tedavilerle iyileşme göstermeyen, tedaviye uyum gösteremeyen veya reddeden hastalarda son seçenek olarak değerlendirilmektedir [149]. Şiddetli OSA yönetimi için 1960'lı yıllarda trakeostomiler üst hava yolu tıkanmalarının atlanmasını sağladığı için kullanılmaktaydı ancak günümüzde kullanımı çok kısıtlı hale gelmiştir [107]. Cerrahi yöntemler ile üst havayolundaki yumuşak damak, tonsil, dil, uvula, lateral faringeal duvar gibi yapılar modifiye edilmektedir.

En sık tercih edilen ve uygulanan cerrahi tedavilerden biri uvulopalatofaringoplasti(UPPP)'dir. Bu cerrahi teknik tonsil, velumun posterioru ve uvulanın rezeke edilmesiyle gerçekleştirilir. Havayolu açıklığının idamesi için faringeal yumuşak dokulara yönelik uygulanan diğer cerrahi prosedürler lateral faringeal duvar faringoplastisi ve dil küçültme prosedürleridir [150].

Günümüzde OSA tedavisinde üzerinde en çok çalışılan, uygulanabilirliği ve etkinliği incelendiğinde başarısı en yüksek tedavi maksillomandibuler ilerletme cerrahisidir [151]. Maksillomandibuler ilerletme cerrahisi (MMA), Lefort I ve bilateral sagittal split osteotomileri ile kişinin ihtiyacı olan ilerletme miktarına göre ilerletme yapıp her iki çenenin uygun pozisyonda sabitlenmesini içermektedir. MMA, üst havayolunu hacmini sagittal ve transvers boyutlarda arttırmanın yanı sıra hyoid kemiğin süperiora, dil kökü ve yumuşak damağın daha anteriorda konumlanmasını sağlamaktadır [152].

OSA risk faktörlerinde yer alan kraniyofasiyal anomalilerin sıklıkla Asya toplumlarında görüldüğü; konveks profil, retrognatik mandibula ve maksilla, sınıf II maloklüzyonun apne görülmesi için zemin hazırladığı öngörülmektedir. Bu deformitelere sahip hastalarda yapılan anterior segment ekstrüzyonu, posterior

maksillanın sarkıtılması ve maksillomandibuler kompleksin saat yönünün tersine rotasyonunun OSA için başarılı bir tedavi yöntemi olduğu belirlenmiştir [153].

Hypoglossal sinir stimölasyonu, OSA tedavisinde FDA tarafından onaylanmış, farenksin dilatasyon sağılayan kaslarının tonusunu arttırarak etkisini gösteren en güncel cerrahi yaklaşımlardan biridir [107]. Dili daha anteriorda konumlandırmak için sinirin medialine yetiştiren elektrod ve interkostal kaslar arasına yerleştirilen sensörlerin nörostimölasyonu sayesinde apne esnasında yaşanan solunum eforu artışı algılanır ve havayolu boşluğunun idamesi kolaylaşır.

Özetle OSA, dünya genelinde artan prevelansıyla ve semptom çeşitliliğiyle beraber ciddi halk sağılığı sorunu haline gelen tıbbi bir durumdur. Tanı almamış veya tedavi edilmeyen OSA vücuttaki diğler birçok komorbiditeyle beraber artan morbidite ve mortalite oranlarıyla ilişkili bulunmaktadır. Hekimlerin ve toplumların OSA konusunda farkındalığının artması, tanı koyma süresinin azalması ve etiyolojiye yönelik bireysel tedavi planlamaları yapılmalıdır. Her hasta özelinde seçilen tedavi hakkında hasta tedavi hakkında bildirilmeli, motivasyonu desteklenmeli ve düzenli takipleri yapılmalıdır.

2.5 Havayolu ile Dentofasiyal Deformite İlişkisi

Kraniyofasial kompleksin önemli bir parçası olan nazal kavite, nazofarenks ve orofarenksin büyümesi, morfolojisi ve işlevi, uygun kranium büyümesi ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Kraniyofasiyal bölgedeki deformite ve anomalilerin havayolu boşluğuna yakın ilişkisinden dolayı bu bölgedeki kasların aktivitesinden, dil ve yumuşak doku pozisyonundan ve kemik yapıların morfolojisinden etkilenmektedir [154]. Havayolu boşluğunun üç boyutlu olarak hacim, pozisyon, morfoloji, minimum kesit alanı gibi özellikleri mevcut deformitelerden etkilenmektedir. OSA gibi solunum bozukluklarına sahip hastaların tanı ve etkene yönelik tedavi süreçlerinde bu yapıların mutlaka değeriendirilmesi gerekmektedir.

Deformiteler sıklıkla çenelerin birbiriyle ve kafa kaidesiyle olan sagittal(antero-posterior) yöndeki ilişkisi göz önünde bulundurularak sınıflandırıldığından birçok havayolu çalışması da deformitelerin sagittal yöndeki açısal ve lineer ölçümleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır ancak vertikal yöndeki anomaliler ile havayolu ilişkisini inceleyen çalışmalar da mevcuttur [155-157].

Sınıf III maloklüzyonlar, sınıf I ve sınıf II maloklüzyona göre daha geniş bir mandibulaya, mandibulanın ve etkilediği yumuşak dokuların daha önde konumlanmasına bağlı olarak daha geniş bir havayolu boşluğu, hava yolu kısıtlamasına sebep olabilecek dokuların servikal bölgeden uzaklaşmasını sağlar. Bu farklılıklar özellikle orofarenks, total havayolu, minimum aksiyel alan ve havayolu morfolojisi üzerinde etkili olmaktadır [158].

Literatürde çoğu çalışma sınıf II maloklüzyonu bulunan hastaların maksilla ve mandibulanın uzunluk, gelişim ve anterioposterior yöndeki ilişkileri normal olan bireylere göre daha az havayolu hacmi, minimum havayolu alanı, ortalama havayolu alanı olduğu sonucuna varmaktadır [159, 160].

2.6 Havayolu ve Ortognatik Cerrahi İlişkisi

Ortognatik cerrahinin amaçlarından biri de uygun orofasiyal fonksiyonla beraber fasiyal harmoniyi sağlamaktır. Günümüzde ortognatik cerrahi tedavi planlamaları yapılırken oklüzyon, çene konumları ve estetikte iyileşmenin yanı sıra faringeal havayolundaki olumlu değişimleri göz önünde bulunduran tedaviler tercih edilmektedir.

Osteotomiler ile kemik yapıların yeniden konumlandırılması sağlanırken çene ve farengeal duvarlara bağlı kaslar, dil ve hyoid kemik gibi önemli anatomik yapıların yeni pozisyonu havayolu anatomisini değiştirebilmektedir. Maksillomandibuler kompleksin saat yönünde veya saat yönünün tersine rotasyonu, mandibulanın antero-posterior yöndeki hareketi ve miktarı, maksillanın ileri alınma miktarı, operasyonun

tek veya çiftçene olarak planlanması gibi faktörler total havayolundaki değişim üzerine etkili olmaktadır [161].

Ortognatik cerrahi ile yapılan çene hareketlerinden kaynaklanan değişiklikler sonrası OSA gibi uykuyla ilişkisi solunum rahatsızlıklarına eğilim görülebilir; buna karşın OSA'lı bir bireyin tedavisi yine ortognatik cerrahi prosedürlerinden biri olan bimaxiller ilerletme ile yapılabilmektedir [162]. Cerrahi ile sağlanan hareketin tipi, yönü ve şiddeti farklı sonuçlar doğurabilir bu sebeple hastanın klinik ve radyolojik muayenesi, detaylı anamnezi ve olası komorbiditeleri, uyku ile bağlantılı solunum problemlerinin değerlendirilmesi, hastanın olası riskler hakkında bilgilendirilmesi, üç boyutlu görüntülemeler eşliğinde sanal cerrahi planlamaların tedavi rutinine dahil edilmesi operasyonun istenmeyen etkilerinin minimuma inmesini sağlar.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Hasta Seçimi

Bu retrospektif çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından 2023/373 no'lu kararı ile kabul edilmiştir. Çalışma materyaline Ocak 2020- Mayıs 2023 tarihleri arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi kliniğine iskeletsel deformitesinin düzeltimi amacıyla başvurmuş, sınıf III iskeletsel deformitesi olan hastalar dahil edilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

1. İskeletsel sınıf III deformite sebebi ile bimaxiller ortognatik cerrahi geçirmiş olması
2. Operasyondan önce ve en az 6 aylık süreç sonrası BT görüntülemelerinin bulunması
3. BT görüntülemelerinin güvenli ölçüm yapılabilecek kalitede olması

Dışlanma kriterleri ise:

1. Önceden ortognatik cerrahi operasyonu geçirmiş olan hastalar
2. Bimaxiller ortognatik cerrahiye ek olarak aynı anda ve/veya ilerleyen dönemde genioplasti yapılmış hastalar
3. İskeletsel deformiteye fasiyal asimetrinin eşlik etmesi
4. Dudak damak yarığı gibi kraniyofasial deformiteye yol açan sendrom varlığı
5. OSA gibi uyku solunum bozukluğu bulunan hastalar
6. VKİ >30 olan obez hastalar
7. Temporamandibular eklem düzensizlik ve bozukluklarının varlığı

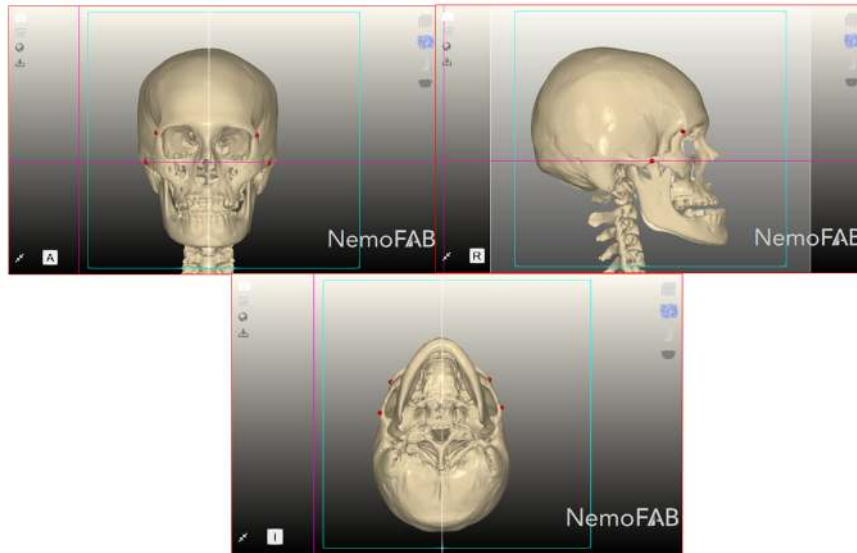
3.2.Yöntem

3.2.1.Hasta Görüntülerinin Elde Edilmesi

Elde edilen tomografik tarama görüntüleri Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı kliniğinde maksimum interküspidasyonda (karşıt ark dişlerin birbiriyle maksimum temas ettiği pozisyon), dudaklar istirahat konumunda, yutkunmadan kaçınarak, sakın ve yavaş solunum esnasında elde edilmiştir. Kullanılan tomografi cihazı Philips Ingenuity 128 CE (Philips Healthcare Co.Ltd, Suzhou, Çin) kVp 120, mAsn 450 olan doz ayarlamaları ile kesit kalınlığı 0.5 mm olan veriler seçilmiş ve DICOM formatında kaydedilmiştir. Tomografi cihazında hasta Frankfurt horizontal düzlemi yere dik, baş pozisyonu sabit tutulacak şekilde pozisyonlandırılmış ve eğitimli radyoloji teknikerleri tarafından görüntüleme gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.Lateral Sefalometrik Radyografilerin Elde Edilmesi

Tarama görüntülerinden elde edilen kesitler sanal cerrahi planlama yazılımı NemoStudio (NemoFAB, v2020, NemoTec, Madrid, İspanya) içerisine DICOM formatında yüklenmiş aksiyel, koronal ve sagittal üç boyutlu yumuşak ve sert doku rekonstrüksiyonları otomatik olarak yapılmıştır. Ardından ‘apply changes’ özelliği ile oryantasyon kaydedilmiştir. (Şekil 3.1) Records sekmesinde bulunan ‘build Xrays’ özelliği kullanılarak lateral sefalometrik grafipler elde edilmiştir. (Şekil 3.2)



Şekil 3.1: Frankfurt horizontal düzleminin yere paralel olarak ayarlanması ve oryantasyon kontrolü



Şekil 3.2 : Oryantasyon kontrolünde vertikal ve horizontal referans çizgilerinin konumu

3.2.3. Sefalometrik Değerlendirmede Kullanılan Nokta ve Açılar

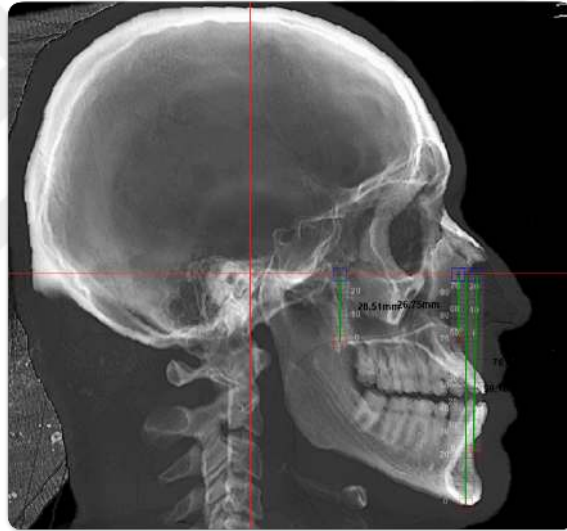
Sagittal rekonstrüksiyonda dört tane kraniyometrik nokta maksiller ve mandibular hareket değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu noktalar;

- 1) Posterior nazal spina (PNS): sert damak palatinal kemiğin en arka noktası
- 2) A noktası: Anterior nazal spina ve maksiller alveolar kret arasındaki kemik konkavitesinin en derin orta hat noktasıdır.
- 3) B noktası: Mandibular alveolar kret ile gnathion arasındaki kemik konkavitesinin en derin orta hat noktasıdır.
- 4) Menton (Me) : Mandibular simfizinin kemik dış sınırının en alt noktası

Hareket miktarlarının ölçümü yapılırken vertikal referans çizgisi (VRÇ)’ne olan mesafeler V-PNS, V-A, V-B, V-Me olarak (Şekil 3.3), horizontal referans çizgisi (HRÇ)’ne olan mesafeler ise H-PNS, H-A, H-B, H-Me olarak adlandırılacaktır. (Şekil 3.4)



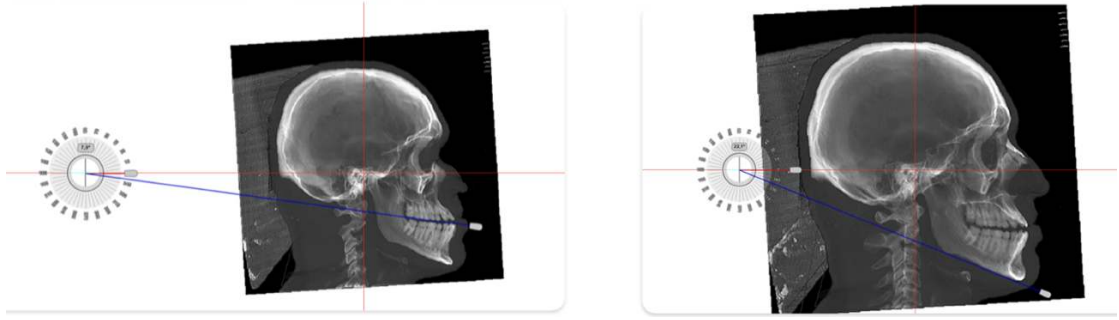
Şekil 3.3: Sefalometrik noktalar ile vertikal referans çizgisi arası mesafelerin hesaplanması



Şekil 3.4: Sefalometrik noktalar ile horizontal referans çizgisi arası mesafelerin hesaplanması

Bu referans noktalara ek olarak mandibula ve maksillanın vertikal pozisyon değişiminin belirlenebilmesi için iki adet açısal ölçüm kullanılmıştır. Bunlar horizontal referans çizgisi ile

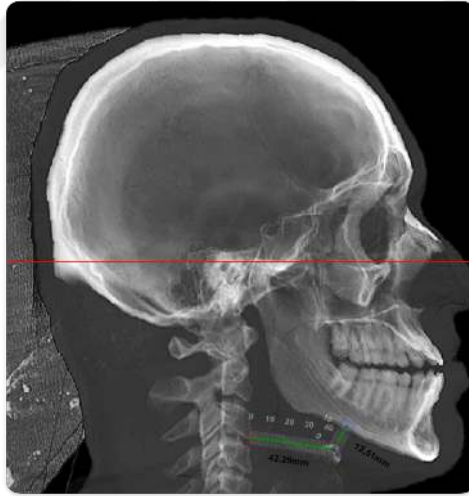
Maksiller oklüzal düzlem ve mandibuler düzlem (Go-Me) arasında oluşan açıdır. Açı hesaplamaları yazılım içerisindeki ‘2D measurement’ gereçleri kullanılarak yapılmıştır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5: Maksiller oklüzal düzlem ve Mandibuler düzlem(Go-Me) açısının hesaplanması

3.2.4.Hyoid Kemik Pozisyonunun Değerlendirilmesi

Hyoid kemiğinin total ve diagonal yer değişimini, mandibula ile ilişkisini analiz edebilmek için hyoid kemiğin gövdesi ile 3.servikal vertebra arası mesafe (HKeC3) ve hyoid kemik ile mandibulanın en alt sınırı arasındaki en kısa mesafe (HK-BM) ölçülmüştür. (Şekil 3.6)

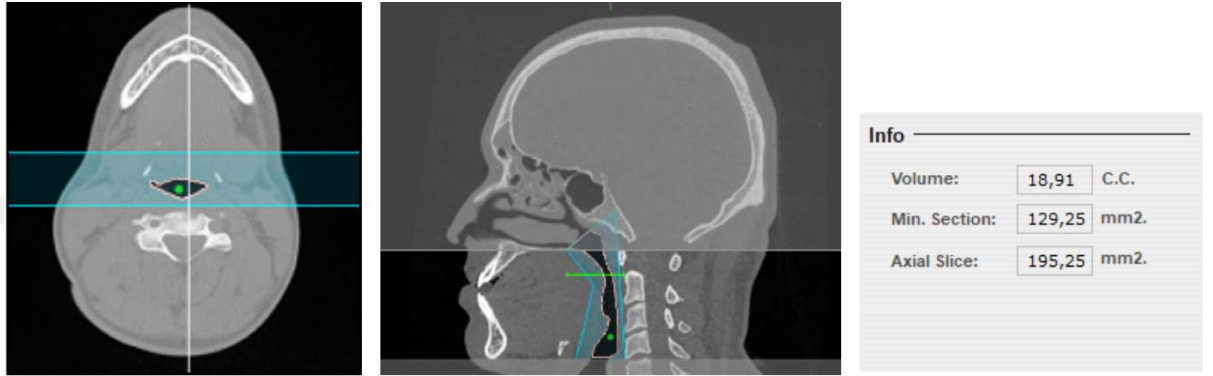


Şekil 3.6: Hyoid kemiğin yer değişiminin analizi

3.2.5.Havayolu Hacminin Üç Boyutlu Analizi

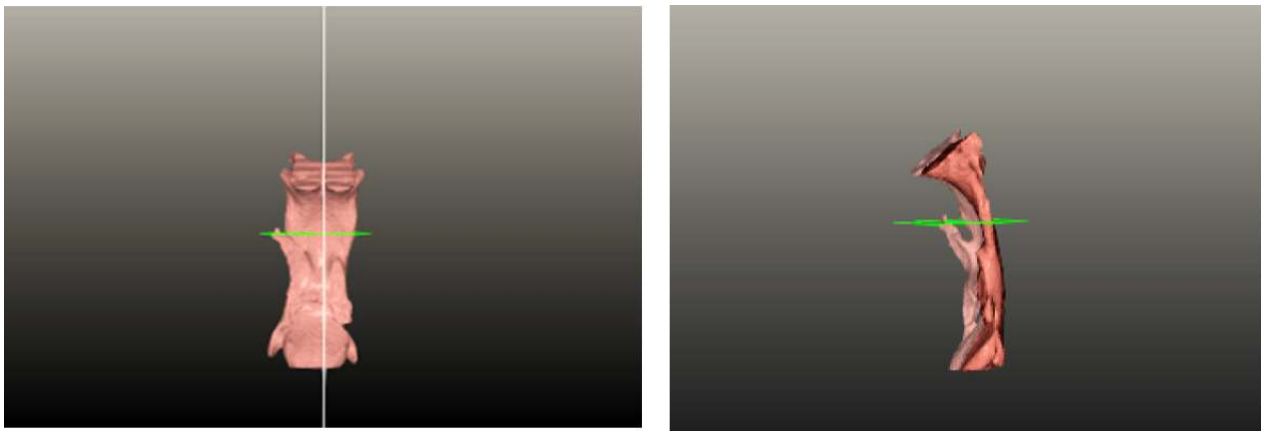
Oryantasyon kontrolü ardından ‘Airway’ sekmesinden midsagittal kesit üzerinden ‘define region’ özelliği kullanılarak havayolunun üst sınırı PNS ile pterygomaksiller birleşim hattında alt sınırı 3.servikal vertebra arası çizilen paralel hatta olacak şekilde belirlenmiştir. Arka sınır faringeal duvar, ön sınır yumuşak damak ile dil tabanı

arasında oluşturulmuştur. Sınırları belirlendikten sonra havayolunu oluşturan radyolusent alana 'place points' özelliği kullanılarak nokta yerleştirilmiş ve tüm düzlemdeki rekonstrüksiyonlarda (koronal, aksiyel, sagittal) havayolu sınırları kontrol edilerek belirlenen noktanın havayolu sınırlarına dahil olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan kontrollerin ardından 'volume detection' aracı kullanılarak total havayolu hacmi (cc, cm³) ölçülmüştür. (Şekil 3.7)



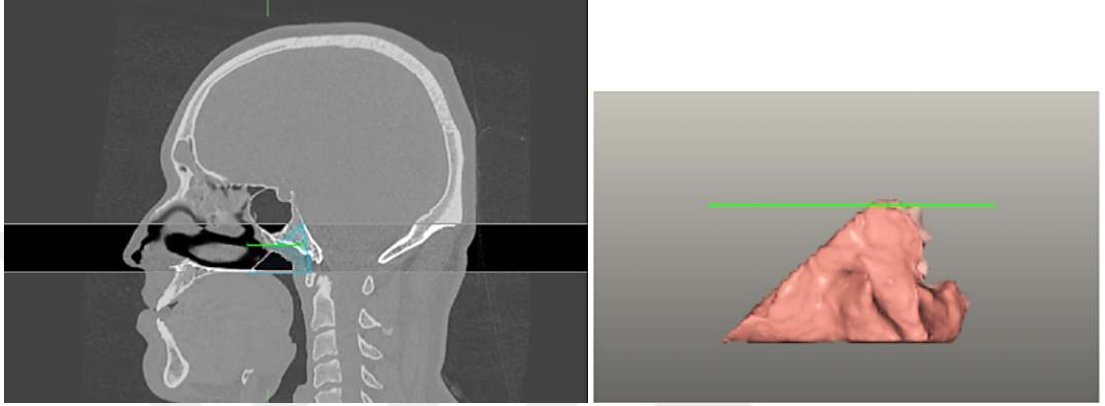
Şekil 3.7: Havayolunun sınırlarının belirlenmesi ve total hacim (cc, cm³) hesaplanması

Oluşturulan üç boyutlu havayolu modeli üzerinden hacim hesaplaması yapılırken ölçülen orofarengeal bölgedeki minimum aksiyel havayolu açıklığı (mm²) kaydedilmiştir. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8: Minimum aksiyel kesit (mm²) ölçümünün yapılması

Nazofarengal havayolu hacmi hesaplanırken ‘define region’ özelliğine geri dönülerek mevcut havayolunun radyolüsent alanı alt sınırı PNS den geçen Frankfurt horizontal düzlemine paralel çizgi ile sınırlandırılarak hacim hesaplaması(cc, cm³) yapılmıştır. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9: Nazal havayolu (cc, cm³) ölçümünün yapılması

Orofaringeal hacim hesaplaması total havayolu hacminden nazofarenks bölümü hacminin çıkarılması ile elde edilmiş ve sınırları ise üstte PNS den geçen FH düzlemine paralel çizgi ile servikal vertebra(C3) alt ön kenarından FH düzlemine paralel hat arasında belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Veri Analiz Yöntemi

Verilerin dağılımı Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiş, analiz sonucunda değerlendirilen parametrelerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Pre-operatif ve post-operatif karşılaştırmaları için Wilcoxon İşaretli Sıra testi kullanılmıştır. Korelasyonlar ise parametrik dağılmayan ölçümler için Spearman korelasyon testi, parametrik dağılan ölçümler için ise Pearson korelasyon testiyle değerlendirilmiştir. p değerleri 0.05 den daha küçük ise ($p < 0.05$) farklılık anlamlı olarak nitelendirilmiştir. İstatistiksel testler IBM SPSS 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY ,USA) kullanılarak uygulanmıştır. PHH'nin değerlendirildiği önceki örnek çalışmanın [163] veriler üzerinden yapılan güç analizi doğrultusunda,gücün %90'ın üzerinde olabilmesi için 44 adet örneğin yeterli olacağı tespit edilmiştir.

4.BULGULAR

Çalışmamıza toplamda 49 hasta dahil edilmiş olup, 19 – 33 yaş arasındaki 49 bireyin cinsiyet, yaş ve VKİ değerleri tablo 1’de gösterilmiştir.

4.1. Demografik bulgular

Katılımcı Sayısı	Yaş	VKİ(kg/m ²)
Kadın(30)	23,08 ± 3,52	22,68 ± 3,59
Erkek(19)	22,89 ± 3,69	24,56 ± 2,0
Toplam(49)	22,97 ± 3,55	23,41 ± 3,19

Tablo 1 : Hastaların yaş, cinsiyet ve VKİ değerlerinin karşılaştırılması

Çalışmaya dahil edilen hastaların 30’u kadın olup kadın bireylerin yaş ortalaması 23,08± 3,52 ile erkek bireylerin yaş ortalaması benzerdir. Çalışmaya dahil edilen hastalar vücut kitle indeksi açısından incelendiğinde VKİ değerleri 23,41± 3,19 ile normal sınırlardaki bireyler olduğu, erkek bireylerin VKİ değerlerinin kadın bireylerden yüksek bir ortalamaya sahip olduğu görülmüştür.

Ameliyat sonrası kontrollerinde alınan, post operatif ölçümlerde kullanılan BT görüntüleme süresi ortalama 242,04± 66,0 gün olarak ölçülmüştür.

4.2. Ortognatik Cerrahi Sonrası Havayolu Hacmi ve Minimum Aksiyel Kesit Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Çiftçene operasyonu öncesi ve sonrasında total, nazal ve orofarengeal havayolu ölçümleri (cm³) Tablo 2’de verilmiştir.

Ortalama A noktası hareket miktarının $+3,78 \pm 2,97$ mm, B noktası hareket miktarının ise $-2,86 \pm 3,64$ mm olduğu ölçülmüştür.

Tablo 2' ye göre total havayolu hacmi operasyon sonrası $19,80 \pm 6,36$ cm³ ölçülmüş olup, pre-operatif değerlendirilmelere göre istatistiksel olarak anlamlı hacimsel bir azalma göstermektedir ($p= 0,004$). Çalışmamızda ortalama PNS noktasının vertikal hareketi $1,28 \pm 2,43$ mm olarak ölçülmüş, nazal havayolunda ise bir miktar azalma görülmekle beraber bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p= 0,056$).

Orofaringeal havayolu hacmi ise pre-operatif değerlendirmelerde $17,94 \pm 6,22$ cm³ ölçülmüştür ve operasyon sonrası $16,46 \pm 5,86$ cm³ ile istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir ($p= 0,028$). Operasyon öncesi ortalama $122,16$ mm² olan minimum aksiyet kesit alanında ortognatik cerrahi sonrasında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir ($p< 0,724$).

	Pre-op	Post-op	<i>p</i>
Total Havayolu(cm ³)	$21,50 \pm 6,76$	$19,80 \pm 6,36$	0,004*
Nazal Havayolu(cm ³)	$3,56 \pm 1,33$	$3,33 \pm 1,36$	0,056
Orofaringeal Havayolu(cm ³)	$17,94 \pm 6,22$	$16,46 \pm 5,86$	0,028*
MAK (mm ²)	$122,16 \pm 61,5$	$127,79 \pm 69,09$	0,724

Tablo 2: Pre- ve post- operatif havayolu ve minimum aksiyel kesit (MAK) ölçümlerinin karşılaştırılması

4.3. Ortognatik Cerrahi Sonrası Havayolu Hacmi ve Referans Sefalometrik Noktaların Hareket Miktarı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Total havayolu hacmindeki değişimin referans düzlemler ve sefalometrik noktalar arasındaki hareket miktarı ile ilişkisi değerlendirildiğinde Tablo 3' de belirtildiği gibi B ve Menton noktasının vertikal referans düzlemine uzaklığının değişimi ile total havayolu hacmi arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($p=0,547$; $p=409$).

		<i>p</i>	ρ / r
Total Havayolu Hacmi (cm³)	V-B	< 0,001	0,547**
	V-Me	0,004	0,409**
	Hy-C3	0,002	0,436**
	Hy-BM	0,008	0,376**
	OFH	< 0,001	0,971*
	MAK	< 0,001	0,669*

r:Pearson korelasyon katsayısı, ρ :Spearman'in rho(ρ)korelasyon katsayısı, OFH: Orofarengeal havayolu hacmi, MAK:minimum aksiyel kesit (*): parametrik dağılan ölçümlerin Pearson korelasyon katsayısı, (**):non-parametrik dağılım gösteren ölçümlerin rho(ρ) korelasyon katsayısı.

Tablo 3: Total havayolu hacmi ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

Hyoid kemiğin üçüncü servikal vertebra ve basis mandibulaya olan uzaklık değişimi ile total havayolu hacmi arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermiştir ($p=0,002$; $p=0,008$).

İncelenen diğer sefalometrik parametrelerle havayolu değişimi arasında bir ilişki bulunmazken, orofarengeal havayolu hacmindeki değişim ile total havayolu hacmindeki değişim arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($p< 0,001$). Ayrıca total havayolu minimum aksiyel kesit alanındaki değişimle korelasyon göstermektedir ($p< 0,001$; $r=0,669$).

Tablo 4'e göre minimum aksiyel kesit ile sefalometrik rehber noktaların hareketinin ilişkisi incelendiğinde B ve Menton noktalarının vertikal referans düzlemine olan mesafesinin değişimi ile MAK arasında anlamlı bir korelasyon bulunmaktadır ($p<0,001$). Vertikal ölçümlerden korelasyon olarak anlamlı olan tek parametre B noktasının horizontal referans düzlemine olan uzaklığı (H-B) olmuştur. Bu mesafe minimum

aksiyel kesit ile negatif korelasyon göstermektedir ($r=-0,326$). Total ve orofaringeal havayolu hacminde ölçülen değişimle minimum aksiyel kesit alanı arasında benzer pozitif korelasyon göstermektedir ($r=0,669$; $r=0,699$).

Hyoid kemiğin basis mandibulaya olan uzaklığındaki değişimler ile minimum aksiyel kesit alanı arasında bir ilişki bulunmazken üçüncü servikal vertebraya olan uzaklık istatistiksel olarak anlamlı ve korele bulunmuştur ($p=0,007$; $\rho=0,378$).

		<i>p</i>	<i>ρ / r</i>
Minimum Aksiyel Kesit (mm²)	V-B	< 0,001	0,480**
	V-Me	0,005	0,393**
	Hy-C3	0,007	0,378**
	H-B	0,022	-0,326**
	TH	< 0,001	0,669*
	OFH	< 0,001	0,699*

r:Pearson korelasyon katsayısı, *ρ*:Spearman'in rho(*ρ*)korelasyon katsayısı, *OFH*:Orofaringeal havayolu hacmi, *TH*:total havayolu hacmi (*): parametrik dağılan ölçümlerin Pearson korelasyon katsayısı,(**):non-parametrik dağılım gösteren ölçümlerin rho(*ρ*) korelasyon katsayısı

Tablo 4: Minimum Aksiyel Kesit(mm²) ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

Orofaringeal havayolu hacmi horizontal referans düzlemine olan mesafelerle istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon göstermezken Tablo 5' de belirtildiği üzere sefalometrik rehber noktaların vertikal referans düzlemine olan mesafeleri (V-B, V-Menton) istatistiksel olarak korelasyon göstermektedir ($p<0,001$, $p=0,007$). Orofaringeal havayolu hacmindeki azalma total havayolu hacmindeki azalma ile pozitif korelasyon ($r=0,971$) göstermektedir.

Hyoid kemiğin üçüncü servikal vertebraya olan uzaklığı (Hy-C3) total havayolu hacmi ve minimum aksiyel kesit ile beraber orofarengeal havayolu hacmi ile de korele olduğu bulunmuştur ($p = 0,002$, $p < 0,001$).

		<i>p</i>	<i>ρ/r</i>
Orofarengeal Havayolu Hacmi (cm³)	V-B	< 0,001	0,549**
	V-Me	0,007	0,379**
	Hy-C3	0,002	0,437**
	TH	< 0,001	0,971*
	MAK	< 0,001	0,699*

r: Pearson korelasyon katsayısı, *ρ*:Spearman'in rho(*ρ*)korelasyon katsayısı, TH:total havayolu hacmi, MAK:minimum aksiyel kesit (*): parametrik dağılım ölçümlerin Pearson korelasyon katsayısı, (**):non-parametrik dağılım gösteren ölçümlerin rho(*ρ*) korelasyon katsayısı

Tablo 5: Orofarengeal havayolu hacmi ile vertikal ve horizontal referans düzlemlerindeki hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

Nazal havayolu hacmi ölçülen parametrelerden sadece maksiller oklüzal düzlem açısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon göstermektedir ($p < 0,001$; $ρ = 0,649$).

		<i>p</i>	<i>ρ</i>
Nazal Havayolu Hacmi (cm³)	MDA	<0,001	0,649*

ρ:Spearman'in rho(*ρ*)korelasyon katsayısı, MDA:Maksiller oklüzal düzlem açısı

Tablo 6 : Nazal havayolu hacmi ile maksiller hareket miktarı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

5. TARTIŞMA

Ortognatik cerrahi tüm maloklüzyon tiplerinin tedavisinde uygun bir oklüzyonu sağlamak, yüzün estetik dengesini restore etmek, oral fonksiyonları rehabilite etmek ve bu sebeplerin yanında OSA gibi hayatı tehdit eden bazı hastalıklarda en önemli cerrahi tedavi seçeneği olarak günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. İskeletsel sınıf III maloklüzyon gibi belirgin deformite görünürlüğünün yanı sıra çiğneme fonksiyon kapasitesini, konuşma ve telaffuz yeteneğini etkileyen bir problem varlığında başarılı bir ortognatik cerrahi operasyonu bireyin psikososyal hayat kalitesi ve bireysel özgüvenini de olumlu etkilemektedir [164].

Maksilla ve mandibuladaki gelişim problemleri, yaş, anormal alışkanlıklar, mevcut oklüzyonu gibi faktörler değerlendirilerek cerrahi kararı verilen hastalarda en sık Lefort I ve Bilateral Sagittal Ramus Osteotomisi(BSSO) uygulanmaktadır [165]. Yapılan osteotomiler ve anatomik komşuluklar gereği çenelerin yer değişimi kafatası kemiklerine kas, ligament ve yumuşak dokularla bağlı olan üst havayolunu belirli oranlarda etkilemektedir. Solunum fonksiyonlarının sürdürülmesinde önemli anatomik yapılardan bir diğeri suprahoid ve infrahyoid kasların tutunduğu, başın anteroposterior hareketine katılan ve mandibula ile yakın ilişkide bulunan hyoid kemiğidir. Ortognatik cerrahi prosedürleri stomatognatik sistem üzerinde olumlu veya olumsuz birçok adaptasyona ve modifikasyonlara neden olarak havayolu morfolojisini değiştirebilmektedir. Cerrahi sonrası havayolunun anatomik olarak ayrılmış bölümlerinde farklı oranlarda hacimsel ve kesitsel değişiklikler görülebildiği bildirilmiştir [166, 167]. Prognatik mandibula ile beraber dentofasiyal deformiteye sahip hastalarda uygulanan ortognatik cerrahi prosedürlerden yalnızca %10'unda tek çene mandibula setback cerrahisi endikasyonu bulunmaktadır [168]. Sıklıkla maksiller yetersizlik ile beraber görülmesi sebebiyle, her iki çene dahil edildiğinde daha iyi estetik sonuçlar elde edilmektedir. Bu nedenle sınıf III maloklüzyon tedavisinde en sık maksiller ilerletme ve mandibula setback hareketlerini içeren çift çene cerrahileri

uygulanmaktadır. Çalışmamıza dahil edilen tüm iskeletsel sınıf III hastalar çiftçene cerrahisi geçirmiş olup aynı Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi ekibi tarafından tedavi edilmiştir.

Literatürde üst havayolunun büyüme gelişiminin somatik büyüme gelişim dönemiyle korele olduğu süt ve karma dentisyon döneminde büyüme atılımı gösterdiği, hacimsel ve boyutsal büyümenin yanı sıra morfolojisinin de değiştiği gösterilmiştir [169]. Yapılan çalışmalar da üst havayolu hacminin 20 yaşlarında nispeten stabil bir dönem izlediğini 40 yaş itibariyle artan hızla küçüldüğünü bildirilmiştir [170, 171]. Çalışmamıza dahil edilen hastalar bu veriler ile uyumlu olarak havayolu gelişiminin fizyolojik olarak stabil olduğu yaş ortalaması $22,97 \pm 3,55$ olan bireylerden oluşmaktadır.

Üç boyutlu görüntüleme teknolojilerinin yaygın ve ulaşılabilir olmadığı dönemlerde lateral sefalometrik grafler deformite tanısına ek olarak havayolu görüntülemelerinde ana veri olarak kullanılmaktaydı. Literatürde lateral sefalometrik röntgenler kullanılarak yapılan havayolu ölçümleri ile KIBT ve BT üzerinden yapılan lineer ölçümler arasındaki doğruluğu belirlemek için yapılan çalışmalarda sefalometrik ölçümlerin tekrarlanabilir ve güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır [80, 81, 172, 173]. SNA, SNB, ANB, Hy-C3, ANS-PNS, SN-GoMp gibi sefalometrik parametrelerin ölçümleri obstrüktif uyku apnesi için risk faktörlerinin tayin edilmesinde kullanmıştır [81].

Lateral sefalometrik graflerin birçok avantajı bulunsa da üst havayolunun sadece sagittal görüntülemeleri hakkında bilgi verdiğinden üç boyutlu görüntülemeler (BT, KIBT, MRG) havayolunun hacim, derinlik ve uzunluk gibi özellikleri hakkında daha doğru bilgi sağlayabilmektedir [174].

Neelapu ve ark yayınladığı bir meta analizde yetişkin yaş grubundaki OSA hastalarının kraniyofasiyal ve üst havayolu morfolojisi lateral sefalometrik grafi kullanarak

incelenmiş olup seçilen 25 çalışmada sıklıkla S-N, SNB, Go-Me, Go-Gn gibi deformite tanılarında da kullanılan sefalometrik ölçümlerin OSA risk tayinininde kullanıldığı görülmüştür. Bu analizler sonucunda OSA hastalarında kontrol grubu hastalarına göre artmış ön yüz yüksekliği, hyoid kemiğin inferiorda konumlanması ve daralmış havayolu boşluğu görülmüştür [175].

Adenoid hipertrofisi gibi çocukluk döneminde oldukça sık görülen, nazofarenks başta olmak üzere üst havayolu obstrüksiyonu oluşturabilen, deformite ve maloklüzyon gibi şekillere yol açan durumların tanısı lateral sefalometrik grafiler ile koyulabilmektedir. Duan ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınladığı meta analizin sonucu olarak lateral sefalometrik grafilerin adenoid hipertrofisi ve posterior havayolu darlıklarının tanısında doğruluk oranının yüksek olmasına karşın yanlış pozitiflik oranına da dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir [176].

Bizim çalışmamızda da maksilla ve mandibula hareket miktarlarının etkilerinin incelenmesi ve bu hareketlerin maksillofasial kompleks üzerindeki etkilerinin değerlendirmesi amacıyla referans düzlemlerine göre maksilla ve mandibuladaki A, B, PNS, Me noktalarının; hyoid kemiğin servikal vertebra ve basis mandibulaya olan mesafelerinin lineer ölçümleri, mandibuler düzlem ve maksiller oklüzal düzlemin açısal ölçümleri lateral sefalometrik grafiler üzerinden yapılmıştır. Zhang ve arkadaşlarının retrospektif olarak 50 hastanın BT görüntülemeleri üzerinden ortognatik cerrahi sonrası havayolu değişimini değerlendirdiği bir çalışmada bizim çalışmamızla paralel olarak çene hareketlerinin etkisi değerlendirilmesi amacıyla midsagittal planda lineer ölçümleri A, B, PNS noktaları üzerinden yapılmıştır [177].

Kumar ve arkadaşlarının yaptığı 31 hastanın KIBT görüntülemelerinden Dolphin3D programı kullanılarak elde edilen lateral sefalometrik grafiler ile konvansiyonel grafileri 12 lineer 5 açısal ölçüm kullanarak in vivo olarak karşılaştırmıştır. Kesitsel görüntüler üzerinden yazılımlar kullanılarak elde edilen lateral sefalometrilerin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu belirtilmiştir [172]. Çalışmamızda BT görüntülerinden elde edilen kesitler benzer bir yazılım olan ve daha önce havayolu

değerlendirmelerinde kullanılan NemoStudio (NemoFAB,v2020) kullanılarak üç boyutlu rekonstrüksiyonlar ve lateral sefalometrik görüntüler oluşturulmuştur [178].

Havayolu gibi üç boyutlu yapıların transversal, hacimsel ve kesitsel değerlendirmelerinin iki boyutlu görüntülemeler ile yapılamaması, distorsiyon, bilateral yapıların süperpozisyonu ve görüntünün magnifikasyon göstermesi gibi dezavantajları bulunduğundan literatürde havayolu morfolojisinin değerlendirildiği çoğu çalışma üç boyutlu görüntüleme tekniklerini (BT, KIBT, MRG) kullanmıştır [179-182]. Literatürde havayolu analizi yapılan çalışmalarda en çok kullanılan üç boyutlu görüntüleme tekniği ulaşılabilirliği, daha düşük maliyetli olması, görüntü elde etme süresinin daha kısa olması ve düşük radyasyon dozu olması sebebiyle KIBT olmuştur [183]. KIBT klinik pratikte ortodontik tanı ve tedavi prosedürlerinde rutin olarak kullanılması yapılan araştırmaların da daha sıklıkla bu görüntülemeler üzerinden yapılması sonucunu doğurmuştur. Primer amacı havayolu problemleri bulunan veya bulunması muhtemel hastaları incelemek olan çalışmalarda ise yani OSA şüphesi ve/veya hastalığı bulunan, ortognatik cerrahi ile OSA ilişkisini inceleyen bir grup çalışmada ise sıklıkla BT kullanıldığı görülmektedir [177, 184, 185]. Bunun sebebi havayolunun retropalatal ve retrolingual bölgeleri gibi havayolu kısıtlanmasından sorumlu ve ayırt edilmesi zor olan bölgelerin BT görüntülerinin kontrast ve ince kesit özelliğinden faydalanarak komşu anatomik yapılardan kolayca ayırt edilebilmesi, havayolunun anatomik bölümlerinin segmentasyonunun daha doğru yapılabilmesidir [162].

Bu hasta grubunda BT kullanımının diğer bir sebebi ise hastanın görüntüleme esnasında supin pozisyonunda olmasıdır. Havayolunun hasta pozisyonu, baş postürü, kas aktivitesi gibi faktörlerden etkilendiği birçok çalışmada rapor edilmiştir [162, 186-188]. Van Holsbeke ve arkadaşlarının üst havayolunun geometrisinin hasta pozisyonuyla ilişkisini incelediği çalışmada oturur veya dik pozisyonunda iken, KIBT ile yapılan ortalama ve minimum kesitsel alan ölçümlerinde supin pozisyonunda alınan BT ölçümlerinin %9,76 ve %26,9 oranında daha geniş olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu pozisyonunda yer çekimi etkisiyle beraber dil ve yumuşak damak

kalınlığının arttığını, üst havayolu genişliğinin dik pozisyona göre azaldığını ortaya koymuştur [189]. Yamada ve arkadaşlarının 100 hasta üzerinde aynı BT cihazını kullanarak ayakta, oturan ve supin pozisyonda inspirasyon ve ekspirasyon esnasında havayolu hacmi değerlendirmesinde solunumun her fazında havayolu hacmi en az supin pozisyonda ölçülmüştür [190].

Ortognatik cerrahinin de havayolu geometrisine etkisini incelemek üzere yapılacak çalışmaların supin pozisyonda elde edilen görüntülemelerden olması gerektiği vurgulayan çalışmalar mevcuttur [165, 190]. Ayrıca supin pozisyon OSA semptomlarının en sık tetiklendiği uyku pozisyonunu taklit ederek fizyolojiye yakın bir ölçüm yapmaya olanak tanır [191, 192]. Gökçe ve arkadaşları, supin pozisyondaki görüntülemeler esnasında baş pozisyonu Frankfurt horizontal düzlemi yere dik olacak şekilde, nötral pozisyonda konumlandığından bu teknikte postür değişimlerinin minimize edileceğini bildirmiştir [4].

Hsu ve arkadaşları konvansiyonel lateral sefalometrik ve supin pozisyonda alınan KIBT görüntülemeleri ile elde edilen lateral sefalometrileri karşılaştırmış, supin pozisyonda havayolunun en dar yerini lineer ölçümlerle kıyaslamışlardır. Supin pozisyonda havayolunun en dar bölgesi ayakta alınan lateral sefalometrik görüntülemelere göre daha dar ölçülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır [193]. Bizim çalışmamızda da ölçüm parametrelerinden biri olan hyoid kemiğin mandibular basise olan en yakın mesafesi (Hy-BM) iki pozisyon arasında anlamlı bir fark göstererek supin pozisyonda bu mesafenin daraldığı, korelasyon testlerinde de havayolunun en dar alanı ile negatif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Hyoid kemik ile mandibula basis arasındaki mesafenin artışının AHI skorlarının artışı ile ilişkili olabileceği ve bu sonuçtaki en büyük etkenin genioglossus kasının aktivitesi olabileceği öne sürülmüştür [103, 186].

Literatürde ortognatik cerrahi sonrası havayolu değerlendirilmeleri yapılması için yumuşak dokuların ödeminin azalması, kas adaptasyonu gibi faktörler göz önüne alınarak uzun takip süreleri sonrası yapılması gerektiği bildirilmiştir [162, 165, 177].

Kawamata ve arkadaşları 30 hasta üzerinde yaptığı BT çalışmaları sonucunda 1 veya 3 ay gibi kısa takip sürelerinde yapılan değerlendirilmeler de değişik derecelerde ödeme bağlı olarak doğru sonuçlar vermeyeceğini, ilk 3 aylık süreçte sınıf III hastalarda havayolunda azalma eğilimi olduğunu bildirmişlerdir [194].

Ravelo ve arkadaşları 6 aylık takip sürecinin ardından sınıf II ve sınıf III hastalarda havayolunun stabil kaldığını ve önemli bir değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir [195]. Öncelerde ilk 3 ay ile geç dönem (1-2) yıllık takip süreçlerinde havayolu boyutunun stabil olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur ancak güncel literatür cerrahi sonrası değişimleri göz önünde bulundurarak erken dönemdeki sonuçların tartışmalı olabileceğini öne sürmektedir [161, 196]. Bizim çalışmamızda hastaların ödem, kas adaptasyonu, cerrahi relaps gibi faktörler göz önünde bulundurularak takip süreci en az 181 gün ve ortalama $242,04 \pm 66,0$ gün olarak belirlenmiştir.

Havayolunun anatomik bölgelere ayrılırken sınırlarının belirlenmesi konusunda literatürde standart bir protokol bulunmamaktadır [197]. Çalışmalarda belirlenen farklı sınırlandırmalar ölçümlerin değerlendirilmesi ve karşılaştırması hususunda zorluk oluşturmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız anatomik sınırlandırmalar literatürdeki çalışmalar ile benzerdir [166, 184, 195, 198]. Havayolunun anatomik segmentasyonu çalışmamızda nazofarengeal ve orofarengeal havayolu olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. Havayolunun daha fazla bölümlere ayrıldığı ve daha fazla referans noktası gerektiren çalışmalarda standart bir protokol olması gerektiği vurgulanmıştır [182, 197]. Segmentasyon sınırlarının bizim çalışmamızda olduğu gibi manuel yapılmasının zaman alıcı olmasına rağmen yazılımlar üzerinden otomatik segmentasyona göre tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği yüksek bulunmuştur [192, 199].

Obezite, ileri yaş, sigara ve alkol kullanımı gibi predispozan faktörleri bulunan OSA'nın birçok komorbiditeyle ilişkili olarak morbidite ve mortalite oranlarını arttıran, hayat kalitesinde düşüşe yol açan ciddi bir uyku solunum problemi olduğu bilinmektedir. Yaşla beraber fizyolojik değişimler göz önünde bulundurulduğunda

OSA daha çok orta yaşlı bireylerde görülmesine karşın literatürde ve bizim çalışmamızda olduğu gibi (ortalama yaş $22,97 \pm 3,55$) deformite sebebiyle ortognatik cerrahi geçiren hastaların yaş aralığı daha genç hastalardan oluşmaktadır [200]. Literatürde fikir birliğine varılan obezite ile OSA arasındaki güçlü ilişki sebebiyle çalışmamıza VKİ indeksi normal (ortalama $23,41 \pm 3,19$) olan bireyler dahil edilmiştir.

İlk olarak 1985 yılında ortognatik cerrahi sebebiyle oluşan OSA ile ilgili vaka raporu sunulduğundan beri araştırmacıların postoperatif süreçte havayolu değişimine olan ilgileri artarak devam etmiştir [182]. Wei tarafından 2024 yılında yayınlanan sistematik derlemede 14 çalışmada toplam 319 ortognatik cerrahi hastasının 22'sinde (%6,9) postoperatif OSA bildirilmiştir. OSA bildirilen hastaların çoğu hafif- orta şiddetli olduğu, Lefort I ve BSSO cerrahisi geçiren 153 hastanın sadece 1'inde (%0,7), yalnız BSSO geçiren 105 hastanın %8,57'sinde OSA görüldüğü bildirilmiştir [165]. Lefort I cerrahisine ek olarak maksilla posterior gömme ve BSSO yapılan hastaların %19,7 sinde OSA geliştirildiği bildirilse de bu oranın normalden yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi maksiller gömme hareketinin yapıldığını ayrıca belirten çalışmalarda ortalama maksilla posterior gömme miktarı 4 ile 10,21 mm, setback miktarı ise 4,35 ile 16,5 mm arasında değişmektedir [184, 201-203].

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda total havayolu hacmindeki azalma miktarının değişimine ek olarak minimum aksiyel kesit alanındaki negatif değişimin OSA için daha önemli bir risk faktörü olduğu bildirilmektedir [204]. Bunun sebebi minimum aksiyel kesit alanının daraldığı takdirde havayolunun en dar bölgesinin kesitsel alanı cerrahi sonrası daha da azalarak apne/hipoapne oluşturabilecek yumuşak doku kollapsına zemin hazırlamasıdır. Avrahami ve ark çeşitli OSA derecelerine sahip hastalar ve kontrol grubu hastalar arasında yaptığı BT çalışmasında şiddetli OSA sahibi hastalarda minimum aksiyel alanın 50mm^2 ve daha az, orta şiddetli hastalarda $60-100\text{mm}^2$, kontrol grubunda ise ortalama 110mm^2 olduğunu göstermiştir [205].

Buna karşın Canellas ve arkadaşlarının 33 hastayı üç farklı cerrahi yaklaşıma göre gruba ayırarak incelediği çalışmasında hastalara operasyon öncesi ve sonrası klinik

muayene, Berlin değerlendirme ölçeği, Epworth Uykululuk Skalası, VKİ ölçümü uygulanmış olup çalışmanın sonucunda izole mandibuler setback geçiren hastaların bimaxiller cerrahi geçiren hastalara göre total havayolunda ve minimum aksiyel kesit alanında daha belirgin bir azalma görülmüştür. Ancak bu gruptaki hiçbir hasta OSA semptomları değerlendirme ölçeklerinde anlamlı bir artış göstermemiştir [206].

OSA tanısı koyulmasında altın standart olan polisomnografi(PSG) ile yapılan çalışmaların bazıları laboratuvar ortamında değil taşınabilir cihazlarla yapılmaktadır bu da çalışma sonucundaki verilerin yeterli doğruluk düzeyinde olmaması, hastanın uyku süresinin tam olarak belirlenememesi, derin uyku esnasında EEG ölçümünün yapılamaması gibi dezavantajlara sahiptir. Foltan ve arkadaşları ortalama maksiller hareketin 5.9 mm; mandibular hareketin 4.1 mm olduğu bimaxiller cerrahi sonrası polisomnografi ve akciğer fonksiyon testleri sonuçlarında AHI skorlarında ve solunum bozukluğu indekslerinde artış, uyku esnasında oksijen saturasyonunda düşüş görüldüğünü bildirmiştir [207].

Yang ve arkadaşları BT ve polisomnografi ile büyük miktarlardaki setback hareketlerini değerlendirdikleri çalışmada bimaxiller cerrahi geçiren ortalama setback miktarı ≥ 9 -12 mm olan 12 kişilik hasta grubunda 4 hastada postoperatif 6 ay sonrasında hafif OSA görüldüğü AHI skorlarının yükseldiği bildirilmiştir [208]. Buna karşın Gökçe ve arkadaşları tarafından yapılan başka iki çalışmada (ortalama maksiller 4.5 mm-5.2 mm; mandibuler 6.4mm-6.5 mm hareket) ortognatik cerrahi sonrası uyku kalitesi ve PSG sonuçlarının iyileştiğini gösteren bulgular da mevcuttur [4, 209]. Bu sebeple sadece cerrahi modifikasyonlara veya çenelerin hareket miktarlarına bakarak OSA tayini yapmak oldukça zordur.

OSA ve ortognatik cerrahi ilişkisini daha iyi anlayabilmek için deformitesi, komorbiditesi, anatomik yatkınlıkları, uykuyla ilişkili solunum problemi bulunmayan bireylerle aynı cinsiyet, yaş ve VKİ indeksine sahip ortognatik cerrahi geçirmiş bireylerin laboratuvar ortamındaki PSG gibi objektif veriler ile 6 ay ve sonrası gibi uzun dönemde karşılaştırılması daha doğru olacaktır.

Farklı deformiteye sahip hastaların havayolu hacim ve morfolojisinin değerlendirildiği çalışmaların çoğu, sınıf II deformiteye sahip hastaların mandibulanın geriye ve aşağıya doğru rotasyonu sebebiyle havayolu hacim ve genişliğinde azalma görüldüğünü bildirmiştir [210]. Sınıf III maloklüzyona sahip hastaların sınıf I hastalara göre, sınıf I hastaların ise sınıf II hastalara göre hacimsel olarak daha büyük ve minimum kesitsel alan olarak daha geniş olduğu sonucuna varılmıştır [211-213]. High angle hastaların low angle hastalara göre daha dar havayoluna sahip olduğunu bildiren çalışmalar mevcut ise de havayolu parametreleri üzerinde iskeletsel vertikal ve sagittal büyüme paterninin etkisinin olmadığını bildiren çalışmalarda mevcuttur [154, 156, 214].

Lateral sefalometrik grafiler, KIBT, BT gibi birçok iki ve üç boyutlu görüntüleme teknikleri yapılan çalışmaların dahil edildiği sistematik derlemeler ve meta analizler sonucunda yalnızca BSSO yapılan hastaların total havayolu hacminde azalma görüldüğü bildirilmiştir [5, 215, 216]. İzole olarak mandibulanın geriye alındığı cerrahilerde dil, dil tabanı ve hyoid kemiğin pozisyonu değişerek daha posteriorda konumlanmaktadır. Bu hareketler sonucunda dil ve yumuşak damak arasındaki kontakt alanının artması havayolu hacminin azalmasıyla beraber uykuya ilişkili apne ve horlama gibi semptomların oluşmasına sebebiyet vermektedir [188].

Lefort I ile beraber BSSO yapılan hastalarda ise operasyon sonrası havayolu değerlendirmeleri yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir [5, 6, 217]. Maksiller ilerletmeyle beraber mandibula setback cerrahisi sonrası havayolu parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmeyen çalışmalar mevcutken [182, 218], havayolu hacimlerinde belirgin azalma gösterilen çalışmalar da mevcuttur [3, 78, 184]. Gökçe ve arkadaşları ise 25 erkek hasta üzerinde yaptığı çalışmada mandibuler geri hareketin orofarenks ve hypofarenks bölgesinde azalma etkisi göstermesine rağmen total havayolunda artış görüldüğünü belirtmiştir [4].

2022 yılında Steegman ve arkadaşları tarafından yayınlanan sistematik derlemede Lefort I ve sagittal split osteotomileri ile maksiller ilerletme ve mandibuler setback hareketleri yapılan cerrahilerin havayolu değerlendirme sonuçlarının tutarsızlık gösterdiği ancak tek çene mandibuler cerrahilerde görülen postoperatif faringeal alan azalması ve yumuşak dokuların kollabe olma riskinin artması gibi negatif etkilerin bimaxiller cerrahilerde daha az görüldüğü bildirilmiştir [5]. Ayrıca izole mandibular cerrahilerin orofarengeal, velofarengeal ve total havayolu hacmindeki daralma etkisinin uzun süre devam ettiği rapor edilmiştir [177].

Bizim çalışmamızda total havayolu ve orofarengeal havayolu post operatif değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermektedir ($p=0,004$; $p=0,028$). Ancak Pelby ve arkadaşlarının 57 hastanın supin pozisyonunda alınan BT görüntülemeleri üzerinden yaptığı ortognatik cerrahinin havayolu etkilerini inceleyen üç boyutlu analizinde hastalar hareket türlerine göre 4 gruba ayrılmış olup maksillanın ileri mandibulanın geriye hareket ettiği grupta havayolu azalma gösterse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır [191].

Havayolundaki azalma miktarının tek çene mandibula cerrahilerine göre daha az olmasının sebebi maksillanın ileri hareketi olarak gösterilmiştir. Ancak maksiller hareketin miktarı havayolunda oluşacak olumsuz etkiyi tolere edebilmek için ortalama 5 mm ve üzeri olması gerektiği bildirilmiştir [165]. Rosario ve ark, maksiller hareketin 3 ile 7 mm (ortalama 5.29 mm) arası değişen cerrahilerde üst havayolunda %20.47 oranında artış gösterse de mandibulanın geriye hareketi bu artışa rağmen havayolu genişliğini azaltmaya eğilim göstermiştir. Her iki çenenin hareketlerinin havayolu üzerinde farklı oranlarda etkisi olduğu bildirilmiştir [219]. Abbasi ve arkadaşları mandibuler hareket/maksiller hareket oranının 2'den daha düşük olan hastaların daha düşük post-operatif AHI skorları gösterdiğini bulmuşlardır [200].

Ravelo ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada sınıf II ve sınıf III deformiteye sahip tüm hastalar mandibula first yaklaşımıyla ortognatik cerrahi geçirmiş olup cerrahi sonrası havayolu değerlendirilmeleri, havayolunun üç boyutlu modellerine surface-

based akıştırılma uygulanmıştır. Yapılan cerrahilerde maksiller hareket $3,42 \pm 1,25$ mm, mandibuler hareket ise 3.62 ± 1.18 mm olarak ölçölmüştür. Minimum ve maksimum aksiyel kesit alanı, total havayolu hacmi parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir [195]. Ortalama A noktası hareket miktarının $+3,78 \pm 2,97$ mm, B noktası hareket miktarının ise $-2,86 \pm 3,64$ mm olduğu çalışmamızda postoperatif süreçte havayolu hacminde azalma görölse de minimum aksiyel kesit alanında anlamlı bir değişim görölmemiştir ($p=0,724$).

Tepecik ve arkadaşları tarafından havayolu morfololoji değişimine ek olarak uyku kalitesinin de değerlendirildiği başka bir çalışmada maksiller ilerletme ve mandibuler setback hareketleri(maksilla: $3,22 \pm 0,77$ mm; mandibula: $3,39 \pm 0,78$ mm) ile iskeletsel sınıf III cerrahi tedavisi uygulanmış, orofarengeal havayolu hacminde azalma görölmüş ($p=0,023$) ancak total havayolunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir [182].

Khaghaninejad ve arkadaşları ise 48 sınıf III iskeletsel deformiteye sahip hastalara üç farklı tedavi yöntemi uygulamıştır. İlk gruba izole mandibuler setback, ikinci gruba bimaksiller cerrahi ve üçüncü gruba ise izole maksiller ilerletme uygulanmıştır. Hastaların post op görüntölemeleri cerrahi öncesi ve sonrası 1. gün ve 6.ay olmak üzere üç kez alınmıştır. Postoperatif ilk gün alınan görüntölemeler de tüm gruplarda azalma görölmesine karşın 6.ay sonunda total havayolu hacmindeki en fazla azalma ilk grupta olmuştur ve onu ikinci grup takip etmiştir. Tek ene cerrahilerinde ortalama hareket miktarı mandibulada 8.28 ± 1.68 mm, maksillada ise 8.45 ± 1.27 mm ölçölmüştür. Bimaksiller cerrahi geçiren hastalardaki ortalama hareket miktarı maksillada 6.30 ± 1.17 mm ilerletme, mandibulada 7.33 ± 0.96 mm geriye hareket olmuştur. Araştırmacılar daha önce değinildiği gibi bimaksiller cerrahi uygulanan hastaların maksiller ve mandibuler hareketlerin oranının havayolu değişimi üzerinde etkisi olduğunu vurgulamıştır [220].

Çift ene operasyonlarında havayolu ile ilişkili başka bir çene hareketi maksillanın süperiora olan hareketidir. Maksillanın ileri ve süperiora hareketiyle beraber

mandibulanın geriye alındığı çalışmalarda PNS referans noktası olarak seçilmiş ve bu noktanın ortalama 4 mm yukarı alındığı dört farklı çalışmanın üçünde havayolunda azalma görülmüş [184, 202, 221], birinde ise havayolunda değişim gözlenmemiştir [201]. Maksillanın süperiora hareketinin nazofarengeal alan üzerinde etkisini araştıran başka bir çalışmada ortalama PNS hareketinin 3.34 ± 2.17 mm olduğu bimaxiller cerrahi geçiren hastalarda nazofarengeal havayolunun azalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir [188]. Bizim çalışmamızda ise ortalama PNS noktasının vertikal hareketi $1,28 \pm 2,43$ olarak ölçülmüş nazofarengeal alan hacmi bir miktar azalma gösterse de istatistiksel anlamlı bulunmamıştır ($p=0,056$). Lee ve arkadaşları da ortalama 4 mm maksiller posterior gömme ve ilerletme ile beraber BSSO yapılan 22 çift çene hastasında 6 aylık takip sürecinde nazofarengeal havayolunda istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişiklik saptanmamıştır [222]. Hart ve arkadaşları, 71 hastanın KIBT kesitleri üzerinden elde ettiği üç boyutlu ölçümlerle sefalometrik noktaların ilişkisini incelemiş ve mandibula ve maksillanın anteroposterior ve vertikal hareketinin havayolu üzerinde nicel etkileri olduğunu ortaya koymuştur [223].

Literatüre ek olarak çalışmamızda nazal havayolu hacminin korelasyon gösterdiği parametre maksiller okluzal düzlem açısı olmuştur ($p<0,001$). Maksiller oklüzal düzleminin Frankfurt düzlemi ile yaptığı açı arttıkça nazal havayolunun onunla pozitif korelasyon göstererek artış gösterdiği belirlenmiştir ($r=0,649$).

Fasiyal profilinde küçük burun yapısıyla beraber önde konumlanan üst dudak varlığında maksiller ilerletme uygun bir estetik ile sonuçlanmayabilir. Keskin nazolabial açıya sahip hastalarda saat yönünde rotasyon, maksilla posteriorda gömme ve ciddi miktarda mandibula setback hareketiyle çözülmektedir. Buna karşın maksilla ile beraber yumuşak damağın öne ve aşağı hareketi, genioglossus, geniohyoid, dil kökü mandibula simfiziyle beraber öne hareketinin görüldüğü okluzal düzlemin saat yönünün tersinde rotasyon gösterdiği cerrahiler OSA gibi hastalıklarda tedavi seçeneği olarak kullanılmaktadır [165]. Yang ve arkadaşları, operasyon öncesi küçük retropalatal havayolu hacmine sahip olan hastalarda maksilla posterior gömme hareketinin kısıtlanmasıyla beraber mandibulanın geriye alma miktarı azaltılarak

fasiyal profilin ek bir genioplasti veya kontür düzeltme cerrahisi ile düzeltilmesini önermişlerdir [184].

Zhang ve arkadaşlarının, bimaxiller cerrahi(maksiller ilerletme, mandibula setback) sonrası sınıf III hastaların havayolu değerlendirmesi yaptığı çalışmada A noktasının ortalama anterior hareketi 2.54mm, B noktasının ortalama posterior hareketi ise 4.16mm olarak ölçülmüştür. Havayolunun her segmentinin hacimsel ölçümünde operasyon öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir fark gözlenmezken, havayolundaki değişimlerin B noktasının horizontal hareketi ve mandibuler düzlem açısı ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. B noktasının horizontal hareketi bizim çalışmamıza paralel olarak orofarengeal ve total havayolu hacmi değişimi ile korelasyon göstermiştir (β :350.044, β :796.459). Mandibulanın geriye alındığı her 1 mm'lik harekette 790.46 mm³ total ve 350.04 mm³ orofarengeal havayolunda daralma görüldüğü lineer regresyon modelleriyle gösterilmiştir.

Mandibular düzlem açısının değişiminin çalışmamızda herhangi bir parametreyle korelasyonu bulunmamasına rağmen bu çalışma da total havayolu değişimi(ρ :-0,348) ve minimum aksiyel kesit(ρ :-0,308) ile negatif korelasyon göstermiştir. Mandibula düzlem açısının değişimi dil ve hyoid kemiğin pozisyonunu değiştirerek havayolu üzerinde indirekt etkisi bulunabileceği bildirilmiştir. Hastalarda post operatif olarak anlamlı olarak azalma gösteren diğer bir parametre minimum aksiyel kesit olmuştur (p=0,005). Zhang ve arkadaşlarının çalışmasında, B noktasının anteroposterior hareketi bulgularımıza benzer olarak minimum aksiyet kesit ile korelasyon göstermiştir [177].

Farengeal havayolu analizinin yapıldığı çalışmalarda Poiseuille yasasına göre havayolu direnci oluşturan en önemli bölgenin orofarengeal bölgedeki minimum kesitsel alan olduğu bildirilmiştir [182]. Bu bölgedeki daralmanın hava akış hızında artışla beraber intraluminal basınçta artışa sebep olabileceği öne sürülmüştür. Tek çene mandibula cerrahilerinin minimum aksiyel kesit alanını daralttığı ancak bimaxiller cerrahilerde bu etkinin görülmediğini bildiren çalışmalar mevcuttur [224]. Buna karşın

Kim ve arkadaşlarının ortalama 6.23 ± 3.13 mm mandibula geri hareketiyle beraber ortalama 0.56 ± 1.79 mm maksilla öne hareketi uygulanan 38 hasta değerlendirildiğinde çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak minimum kesitsel alanda havayoluyla korele olarak postoperatif azalma görüldüğü, minimum kesitsel alan lokalizasyonun retropalatal ve retroglossal bölgeye doğru yer değiştirildiği bildirilmiştir ($p < 0.01$) [225]. Çalışmamızda havayolu değişimi ile korelasyonu belirlenen tek vertikal parametre B noktasının hareketidir. B noktasının saat yönünde aşağı doğru veya saatin tersi yönünde rotasyon ile yukarıya olan hareketi horizontal düzleme olan mesafesi değişmektedir. Çalışmamızda bu mesafe değişimi minimum aksiyel kesit alanı ile negatif korelasyon göstermiştir. ($r = -0,326$)

Havayolu değerlendirilmeleri yapılırken üç boyutlu görüntüleme teknikleri kullanıldığından beri araştırmalar hyoid kemiğin pozisyon değişimi konusuna çok yönelmemiştir [182]. Supra ve infrahyoid kas tonusu, dil ve mandibula pozisyonu ile olan ilişkisi düşünüldüğünde hyoidin inferior ve posterior hareketi havayolu hacmindeki azalma ile bağlantılı olmalıdır. Literatürde birçok çalışma mandibulanın geriye hareketi ile hyoid kemiğinin özellikle inferior ve posteriora hareketi arasındaki ilişkiyi göstermiştir [182, 226, 227]. Çalışmamızda hyoid kemiğin 3.servikal vertebraya olan uzaklığı total ve orofarengel havayolu, minimum aksiyel kesit ile basis mandibulanın hyoide olan en yakın mesafesi ise total havayolu ile korele değişim göstermiştir. Ancak havayolunda azalma görülmesine rağmen hyoid kemiğin yer değiştirmediğini veya havayolunda bir değişim olmamasına rağmen hyoid kemiğin yer değişimi olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur [228-230].

Çalışmamızın hastaların uzun dönem takip süreçlerinin bulunmaması, operasyon öncesi ve sonrası uyku solunum testlerinin veya ölçek değerlendirmelerinin yapılmaması, kontrol grubunun bulunmaması gibi limitasyonları bulunmaktadır.

6. SONUÇLAR

1. Ortognatik cerrahi, çene ve yüz bölgesindeki deformitelerin fonksiyonel ve estetik onarımının yanı sıra hastanın hayat kalitesini de arttırmayı amaçlayan başarılı bir tekniktir. Bu nedenle cerrahi öncesinde hastanın anatomik, davranışsal ve fizyolojik özellikleri değerlendirilmeli bireye özgü tedavi planlaması yapılmalıdır.
2. Lefort I ve BSSO ile çenelerin konumunun değişmesinden havayolu anatomisi de etkilenmektedir. Sınıf III deformite tedavisinde kullanılan mandibulanın setback hareketi ile kombine maksillanın ileri hareketi, tek çene mandibulaya göre daha az olmakla beraber total ve orofarengeal havayolunda azalmaya sebep olmaktadır.
3. Minimum aksiyel kesit alanı ve hyoid kemiğin konumu da yapılan osteotomilerden etkilenmektedir. B noktasının horizontal yönde hareketi total, orofarengeal havayolu hacmi ve minimum aksiyel kesit alanı ile korelasyon gösterirken, maksiller oklüzal düzlem açısı ise nazal havayolu ile korelasyon göstermektedir.
4. Maksilla veya mandibula hareketlerinin total havayoluna etkisi farklı oranlarda olmaktadır.
5. Ortognatik cerrahi sonrası uyku kalitesinde düşme, horlama ve OSA gibi havayoluyla ilişkili problemlerin ortaya çıktığı bilinmektedir. OSA riski bulunan hastalarda cerrahi planlanırken maksiller gömme ve mandibula setback hareketleri minimumda tutulmalıdır.

7.KAYNAKLAR

- [1] Y. M. Li, J. L. Liu, J. L. Zhao, J. Dai, L. Wang, and J. W. Chen, "Morphological changes in the pharyngeal airway of female skeletal class III patients following bimaxillary surgery: a cone beam computed tomography evaluation," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 43, no. 7, pp. 862-7, Jul 2014, doi: 10.1016/j.ijom.2014.03.009.
- [2] N. E. Kang, D. H. Lee, J. In Seo, J. K. Lee, and S. I. Song, "Postoperative changes in the pharyngeal airway space through computed tomography evaluation after mandibular setback surgery in skeletal class III patients: 1-year follow-up," *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 43, pp. 1-9, 2021.
- [3] R. Foltán *et al.*, "The impact of Le Fort I advancement and bilateral sagittal split osteotomy setback on ventilation during sleep," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 38, no. 10, pp. 1036-40, Oct 2009, doi: 10.1016/j.ijom.2009.06.001.
- [4] S. M. Gokce, S. Gorgulu, H. S. Gokce, A. O. Bengi, U. Karacayli, and F. Ors, "Evaluation of pharyngeal airway space changes after bimaxillary orthognathic surgery with a 3-dimensional simulation and modeling program," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 146, no. 4, pp. 477-92, Oct 2014, doi: 10.1016/j.ajodo.2014.06.017.
- [5] R. Steegman, F. Hogeveen, A. Schoeman, and Y. Ren, "Cone beam computed tomography volumetric airway changes after orthognathic surgery: a systematic review," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 52, no. 1, pp. 60-71, Jan 2023, doi: 10.1016/j.ijom.2022.05.013.
- [6] A. Shokri, K. Ramezani, A. Afshar, J. Poorolajal, and N. Ramezani, "Upper Airway Changes Following Different Orthognathic Surgeries, Evaluated by Cone Beam Computed Tomography: A Systematic Review and Meta-analysis," (in eng), *J Craniofac Surg*, vol. 32, no. 2, pp. e147-e152, Mar-Apr 01 2021, doi: 10.1097/scs.0000000000006940.
- [7] A. C. de Souza Carvalho, O. Magro Filho, I. R. Garcia, Jr., P. M. Araujo, and R. L. Nogueira, "Cephalometric and three-dimensional assessment of superior posterior airway space after maxillomandibular advancement," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 41, no. 9, pp. 1102-11, Sep 2012, doi: 10.1016/j.ijom.2012.05.009.
- [8] S. C. Houston WJB, Tulley WJ, *Textbook of Orthodontics*. Great Britain, 1992, pp. 1-13.
- [9] J. Zou, M. Meng, C. S. Law, Y. Rao, and X. Zhou, "Common dental diseases in children and malocclusion," *International Journal of Oral Science*, vol. 10, no. 1, p. 7, 2018/03/13 2018, doi: 10.1038/s41368-018-0012-3.
- [10] E. H. Angle, "Classification of Malocclusion," *The Dental Cosmos*, vol. 41, no. 3, pp. 248-264, 1899.

- [11] M. Massler and J. M. Frankel, "Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years," (in eng), *Am J Orthod*, vol. 37, no. 10, pp. 751-68, Oct 1951, doi: 10.1016/0002-9416(51)90047-4.
- [12] J. F. Gravely and D. B. Johnson, "Angle's classification of malocclusion: an assessment of reliability," (in eng), *Br J Orthod*, vol. 1, no. 3, pp. 79-86, Apr 1974, doi: 10.1179/bjo.1.3.79.
- [13] P. Buschang, "The development and etiology of a Class I malocclusion," 2015, pp. 42-53.
- [14] F. Xue, R. W. K. Wong, and A.-B. M. Rabie, "Genes, genetics, and Class III malocclusion," *Orthodontics & craniofacial research*, vol. 13 2, pp. 69-74, 2010.
- [15] G. Wolff, T. F. Wienker, and H. Sander, "On the genetics of mandibular prognathism: analysis of large European noble families," (in eng), *J Med Genet*, vol. 30, no. 2, pp. 112-6, Feb 1993, doi: 10.1136/jmg.30.2.112.
- [16] A. A. El-Gheriani *et al.*, "Segregation analysis of mandibular prognathism in Libya," (in eng), *J Dent Res*, vol. 82, no. 7, pp. 523-7, Jul 2003, doi: 10.1177/154405910308200707.
- [17] R. M. Cruz, H. Krieger, R. Ferreira, J. Mah, J. Hartsfield, Jr., and S. Oliveira, "Major gene and multifactorial inheritance of mandibular prognathism," (in eng), *Am J Med Genet A*, vol. 146a, no. 1, pp. 71-7, Jan 1 2008, doi: 10.1002/ajmg.a.32062.
- [18] J. C. Copray, J. M. Dibbets, and T. Kantomaa, "The role of condylar cartilage in the development of the temporomandibular joint," (in eng), *Angle Orthod*, vol. 58, no. 4, pp. 369-80, Oct 1988, doi: 10.1043/0003-3219(1988)058<0369:Trocci>2.0.Co;2.
- [19] J. A. McNamara, Jr. and D. S. Carlson, "Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function," (in eng), *Am J Orthod*, vol. 76, no. 6, pp. 593-611, Dec 1979, doi: 10.1016/0002-9416(79)90206-9.
- [20] J. F. Gravely, "A study of the mandibular closure path in Angle Class III relationship," (in eng), *Br J Orthod*, vol. 11, no. 2, pp. 85-91, Apr 1984, doi: 10.1179/bjo.11.2.85.
- [21] A. Doraczynska-Kowalik, K. H. Nelke, W. Pawlak, M. M. Sasiadek, and H. Gerber, "Genetic Factors Involved in Mandibular Prognathism," *Journal of Craniofacial Surgery*, vol. 28, no. 5, 2017. [Online]. Available: https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/fulltext/2017/07000/genetic_factors_involved_in_mandibular_prognathism.69.aspx.
- [22] T. S. Kajii, A. Oka, F. Saito, J. Mitsui, and J. Iida, "Whole-exome sequencing in a Japanese pedigree implicates a rare non-synonymous single-nucleotide variant in BEST3 as a candidate for mandibular prognathism," *Bone*, vol. 122,

pp. 193-198, 2019/05/01/ 2019, doi:
<https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.03.004>.

- [23] H. Liu, C. Wu, J. Lin, J. Shao, Q. Chen, and E. Luo, "Genetic Etiology in Nonsyndromic Mandibular Prognathism," (in eng), *J Craniofac Surg*, vol. 28, no. 1, pp. 161-169, Jan 2017, doi: 10.1097/scs.00000000000003287.
- [24] K. C. Woon, Y. L. Thong, and R. Abdul Kadir, "Permanent dentition occlusion in Chinese, Indian and Malay groups in Malaysia," (in eng), *Aust Orthod J*, vol. 11, no. 1, pp. 45-8, Mar 1989.
- [25] K. Guaba, G. Ashima, A. Tewari, and A. Utreja, "Prevalence of malocclusion and abnormal oral habits in North Indian rural children," (in eng), *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, vol. 16, no. 1, pp. 26-30, Mar 1998.
- [26] N. H. El-Mangoury and Y. A. Mostafa, "Epidemiologic panorama of dental occlusion," (in eng), *Angle Orthod*, vol. 60, no. 3, pp. 207-14, Fall 1990, doi: 10.1043/0003-3219(1990)060<0207:Epodo>2.0.Co;2.
- [27] f. a. basçiftci, T. Uysal, A. İ. Karaman, S. ÜŞÜMEZ, A. Demir, and Z. Sari, "Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi: Epidemiyolojik çalışma," *Türk Ortodonti Dergisi*, vol. 16, no. 2, pp. 119-126, 2003. [Online]. Available: <http://search/yayin/detay/22609>.
- [28] I. E. Gelgör, A. I. Karaman, and E. Ercan, "Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia," (in eng), *Eur J Dent*, vol. 1, no. 3, pp. 125-31, Jul 2007.
- [29] T. ÖZTÜRK, G. ÇOBAN, G. TÜRKER, N. HASHIMLI, M. GÖKSU, and Ö. AVCI, "ORTODONTİK MALOKLUZYONLARIN ORTA ANADOLU BÖLGESİNDE YAŞAYAN BİREYLERDEKİ PREVELANSLARININ VE KARAKTERİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ," (in tr), *Sağlık Bilimleri Dergisi*, vol. 31, no. 1, pp. 15-23, March 2022, doi: 10.34108/eujhs.933683.
- [30] R. B. Nur Yilmaz, D. İlhan, E. Fisekcioglu, I. Oktay, and T. Arun, "Prevalence of Orthodontic Malocclusion and Evaluation Criteria in 7 Geographic Regions of Turkey," *Turkish Journal of Orthodontics*, vol. 26, pp. 154-161, 12/01 2013, doi: 10.13076/TJO-D-13-00008.
- [31] R. J. Klima, J. K. Wittemann, and J. E. McIver, "Body image, self-concept, and the orthodontic patient," (in eng), *Am J Orthod*, vol. 75, no. 5, pp. 507-16, May 1979, doi: 10.1016/0002-9416(79)90069-1.
- [32] R. T. Sanborn, "Differences Between the Facial Skeletal Patterns Of Class III Malocclusion and Normal Occlusion*," *The Angle Orthodontist*, vol. 25, no. 4, pp. 208-222, 1955, doi: 10.1043/0003-3219(1955)025<0208:Dbtfsp>2.0.Co;2.
- [33] T. Aznar, A. Galan-Gonzalez, I. Marín, and A. Domínguez Reyes, "Dental arch diameters and relationships to oral habits," *The Angle orthodontist*, vol. 76, pp. 441-5, 05/01 2006, doi: 10.1043/0003-3219(2006)076[0441:DADART]2.0.CO;2.

- [34] D. Giugliano, F. d'Apuzzo, A. Jamilian, and L. Perillo, "Relationship between Malocclusion and Oral Habits," *Current Research in Dentistry*, vol. 5, pp. 17-21, 02/01 2014, doi: 10.3844/crdsp.2014.17.21.
- [35] A. Lorente, O. Lillo, S. Pina, A. Vicente, and N. Garrido, "Oral Malocclusion and Its Relation to Nutritive and Non-nutritive Habits in School Children," *Open Journal of Dentistry and Oral Medicine*, vol. 7, pp. 1-8, 04/01 2019, doi: 10.13189/ojdom.2019.070101.
- [36] L. H. G. Rodríguez-Olivos, P. R. Chacón-Uscamaita, A. G. Quinto-Argote, G. Pumahualcca, and L. F. Pérez-Vargas, "Deleterious oral habits related to vertical, transverse and sagittal dental malocclusion in pediatric patients," *BMC Oral Health*, vol. 22, no. 1, p. 88, 2022/03/23 2022, doi: 10.1186/s12903-022-02122-4.
- [37] M. A. Hamidaddin, "Optimal Treatment Timing in Orthodontics: A Scoping Review," (in eng), *Eur J Dent*, Jun 13 2023, doi: 10.1055/s-0043-1768974.
- [38] J. Mermigos, C. A. Full, and G. Andreasen, "Protraction of the maxillofacial complex," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 98, no. 1, pp. 47-55, Jul 1990, doi: 10.1016/0889-5406(90)70031-7.
- [39] Z. Atalay and T. Tortop, "Dentofacial effects of a modified tandem traction bow appliance," (in eng), *Eur J Orthod*, vol. 32, no. 6, pp. 655-61, Dec 2010, doi: 10.1093/ejo/cjp153.
- [40] A. J. Kapust, P. M. Sinclair, and P. K. Turley, "Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in Class III children: a comparison of three age groups," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 113, no. 2, pp. 204-12, Feb 1998, doi: 10.1016/s0889-5406(98)70141-6.
- [41] P. Ngan and W. Moon, "Evolution of Class III treatment in orthodontics," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 148, no. 1, pp. 22-36, Jul 2015, doi: 10.1016/j.ajodo.2015.04.012.
- [42] W. Proffit, C. Phillips, and C. Dann, "Who seeks surgical-orthodontic treatment?," *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, vol. 5, no. 3, pp. 153-160, 1990.
- [43] M. Miloro, G. Ghali, P. E. Larsen, and P. D. Waite, *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Springer, 2004.
- [44] H. M. Rosen, "Evolution of a Surgical Philosophy in Orthognathic Surgery," (in eng), *Plast Reconstr Surg*, vol. 139, no. 4, pp. 978-990, Apr 2017, doi: 10.1097/prs.0000000000003216.
- [45] A. Sakharina and M. R. Muthusekar, "A comparative assessment of maxillary perfusion between two different Le Fort I osteotomy techniques," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 44, no. 3, pp. 343-8, Mar 2015, doi: 10.1016/j.ijom.2014.10.014.
- [46] M. Wassmund, "Frakturen und luxationen des gesichtsschädels [Fractures and luxations of the facial skull]," ed: Meusser, 1927.

- [47] G. Axhausen, "Zur Behandlung veralteter disloziert geheilter Oberkieferbrüche," *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk*, vol. 1, p. 334, 1934.
- [48] R. J. Fonseca, R. D. Marciani, and T. A. Turvey, *Oral and maxillofacial surgery*, 2nd ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier St. Louis, Mo. (in eng), 2009.
- [49] W. Hörster, "Experience with functionally stable plate osteosynthesis after forward displacement of the upper jaw," (in eng), *J Maxillofac Surg*, vol. 8, no. 3, pp. 176-81, Aug 1980, doi: 10.1016/s0301-0503(80)80097-x.
- [50] R. Drommer and H. G. Luhr, "The stabilization of osteotomized maxillary segments with Luhr mini-plates in secondary cleft surgery," (in eng), *J Maxillofac Surg*, vol. 9, no. 3, pp. 166-9, Aug 1981, doi: 10.1016/s0301-0503(81)80037-9.
- [51] S. P. Hullihen, "Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated," *The American Journal of Dental Science*, vol. 9, no. 2, p. 157, 1849.
- [52] B. VP, "Operations on the jaw bone and face," *Surg Gynecol Obstet*, vol. 4, pp. 67-78, 1907.
- [53] K. Schuchardt, "Elin vorschlag to improve the wire bus connection," *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd*, vol. 24, pp. 39-44, 1956.
- [54] D. Pont, "Retromolar osteotomy for the correction of prognathism," *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv*, vol. 19, p. 42, 1961.
- [55] E. Hunsuck, "A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism," *J Oral Surg*, vol. 26, pp. 249-252, 1968.
- [56] V. Prasad, S. Kumar, H. Pradhan, R. Siddiqui, and I. Ali, "Bilateral sagittal split osteotomy a versatile approach for correction of facial deformity: A review literature," (in eng), *Natl J Maxillofac Surg*, vol. 12, no. 1, pp. 8-12, Jan-Apr 2021, doi: 10.4103/njms.NJMS_89_18.
- [57] L. A. Monson, "Bilateral sagittal split osteotomy," (in eng), *Semin Plast Surg*, vol. 27, no. 3, pp. 145-8, Aug 2013, doi: 10.1055/s-0033-1357111.
- [58] B. Taylor and J. Wadsworth, "Maternal smoking during pregnancy and lower respiratory tract illness in early life," (in eng), *Arch Dis Child*, vol. 62, no. 8, pp. 786-91, Aug 1987, doi: 10.1136/adc.62.8.786.
- [59] L. Li *et al.*, "CBCT evaluation of the upper airway morphological changes in growing patients of class II division 1 malocclusion with mandibular retrusion using twin block appliance: a comparative research," (in eng), *PLoS One*, vol. 9, no. 4, p. e94378, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0094378.
- [60] C. A. Hagberg, *Benumof and Hagberg's Airway Management: Third Edition*. 2012, pp. 1-1141.
- [61] L. Jäghagen E, "Videografisk undersökning av svalgfunktion under tal och sväljning," *Tandläkartidningen* vol. 101, pp. 68-78, 2009.

- [62] H. El and J. M. Palomo, "Airway volume for different dentofacial skeletal patterns," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 139, no. 6, pp. e511-21, Jun 2011, doi: 10.1016/j.ajodo.2011.02.015.
- [63] S. M. Ferreira DM, "3-dimensional analysis of the pharyngeal airway in healthy adults, an insight," *Dent Oral Maxillofac Res*, vol. 8, 2022.
- [64] M. Volavsek, *Head and Neck Pathology*. Springer International Publishing, 2021.
- [65] K. Cheesman, "Anatomy of the naso- and oropharynx," *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, vol. 9, pp. 277–279, 07/01 2008, doi: 10.1016/j.mpaic.2008.04.019.
- [66] J. E. Leeman, N. Katabi, R. J. Wong, N. Y. Lee, and P. B. Romesser, "65 - Cancer of the Head and Neck," in *Abeloff's Clinical Oncology (Sixth Edition)*, J. E. Niederhuber, J. O. Armitage, M. B. Kastan, J. H. Doroshow, and J. E. Tepper Eds. Philadelphia: Elsevier, 2020, pp. 999-1033.e7.
- [67] Z. M. Al-Bahrani, A. A. Najm, and F. A. Hadi, "CBCT Analysis of Oropharynx Airway Volume," *Journal of Craniofacial Surgery*, vol. 34, no. 8, pp. e816-e818, 2023, doi: 10.1097/scs.00000000000009768.
- [68] A. S. Garden, "Chapter 13 - The Larynx and Hypopharynx," in *Radiation Oncology (Ninth Edition)*, J. D. Cox and K. K. Ang Eds. Philadelphia: Mosby, 2010, pp. 282-308.
- [69] R. J. Schwab, K. B. Gupta, W. B. Gefer, L. J. Metzger, E. A. Hoffman, and A. I. Pack, "Upper airway and soft tissue anatomy in normal subjects and patients with sleep-disordered breathing. Significance of the lateral pharyngeal walls," (in eng), *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 152, no. 5 Pt 1, pp. 1673-89, Nov 1995, doi: 10.1164/ajrccm.152.5.7582313.
- [70] T. Lyberg, O. Krogstad, and G. Djupesland, "Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnoea syndrome. I. Skeletal morphology," (in eng), *J Laryngol Otol*, vol. 103, no. 3, pp. 287-92, Mar 1989, doi: 10.1017/s0022215100108734.
- [71] L. Kubin, "Neural Control of the Upper Airway: Respiratory and State-Dependent Mechanisms," (in eng), *Compr Physiol*, vol. 6, no. 4, pp. 1801-1850, Sep 15 2016, doi: 10.1002/cphy.c160002.
- [72] R. E. Bibby and C. B. Preston, "The hyoid triangle," (in eng), *Am J Orthod*, vol. 80, no. 1, pp. 92-7, Jul 1981, doi: 10.1016/0002-9416(81)90199-8.
- [73] E. van Lunteren, M. A. Haxhiu, and N. S. Cherniack, "Relation between upper airway volume and hyoid muscle length," *Journal of Applied Physiology*, vol. 63, no. 4, pp. 1443-1449, 1987.
- [74] Y. Takagi, J. W. Gamble, W. R. Proffit, and R. L. Christiansen, "Postural change of the hyoid bone following osteotomy of the mandible," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, vol. 23, no. 5, pp. 688-692, 1967.

- [75] M. Amayeri, F. Saleh, and M. Saleh, "The position of hyoid bone in different facial patterns: A lateral cephalometric study," *European scientific journal*, vol. 10, no. 15, 2014.
- [76] S. Gunduz Arslan, J. Devecioglu Kama, T. Ozer, and I. Yavuz, "Craniofacial and upper airway cephalometrics in hypohidrotic ectodermal dysplasia," *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 36, no. 8, pp. 478-483, 2007.
- [77] I. P. Adamidis and M. N. Spyropoulos, "Hyoid bone position and orientation in Class I and Class III malocclusions," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 101, no. 4, pp. 308-312, 1992.
- [78] S. M. Gokce, H. S. Gokce, S. Gorgulu, S. Karacay, E. Akca, and H. Olmez, "Relationship between Class III malocclusion and hyoid bone displacement during swallowing: a cine-magnetic resonance imaging study," (in eng), *Korean J Orthod*, vol. 42, no. 4, pp. 190-200, Aug 2012, doi: 10.4041/kjod.2012.42.4.190.
- [79] N. Aygun and J. S. Zinreich, "Diagnostic imaging of the adult airway," *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, vol. 18, no. 2, pp. 77-84, 2007/06/01/ 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.otot.2007.03.005>.
- [80] R. J. Schwab and A. N. Goldberg, "Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques," (in eng), *Otolaryngol Clin North Am*, vol. 31, no. 6, pp. 931-68, Dec 1998, doi: 10.1016/s0030-6665(05)70100-6.
- [81] A. Y. Gungor, H. Turkkahraman, H. H. Yilmaz, and M. Yariktas, "Cephalometric comparison of obstructive sleep apnea patients and healthy controls," (in eng), *Eur J Dent*, vol. 7, no. 1, pp. 48-54, Jan 2013.
- [82] F. Geoghegan, A. Ahrens, C. McGrath, and U. Hägg, "An evaluation of two different mandibular advancement devices on craniofacial characteristics and upper airway dimensions of Chinese adult obstructive sleep apnea patients," (in eng), *Angle Orthod*, vol. 85, no. 6, pp. 962-8, Nov 2015, doi: 10.2319/040314-245.1.
- [83] O. B. Albajalan, A. R. Samsudin, and R. Hassan, "Craniofacial morphology of Malay patients with obstructive sleep apnoea," (in eng), *Eur J Orthod*, vol. 33, no. 5, pp. 509-14, Oct 2011, doi: 10.1093/ejo/cjq108.
- [84] P. Maschtakow *et al.*, "Cephalometric analysis for the diagnosis of sleep apnea: A comparative study between reference values and measurements obtained for Brazilian subjects," *Dental press journal of orthodontics*, vol. 18, pp. 143-149, 06/01 2013, doi: 10.1590/S2176-94512013000300023.
- [85] P. W. Flint *et al.*, *Cummings otolaryngology : head & neck surgery*, Sixth edition ed. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders Philadelphia, PA, 2015. [Online]. Available: <https://www.r2library.com/Resource/Title/1455746967>.
- [86] N. C. Abbey, A. J. Block, D. Green, A. Mancuso, and D. W. Hellard, "Measurement of pharyngeal volume by digitized magnetic resonance imaging. Effect of nasal continuous positive airway pressure," (in eng), *Am Rev*

- Respir Dis*, vol. 140, no. 3, pp. 717-23, Sep 1989, doi: 10.1164/ajrccm/140.3.717.
- [87] C. F. Ryan, A. A. Lowe, D. Li, and J. A. Fleetham, "Magnetic resonance imaging of the upper airway in obstructive sleep apnea before and after chronic nasal continuous positive airway pressure therapy," (in eng), *Am Rev Respir Dis*, vol. 144, no. 4, pp. 939-44, Oct 1991, doi: 10.1164/ajrccm/144.4.939.
 - [88] K. E. Shelton, H. Woodson, S. Gay, and P. M. Suratt, "Pharyngeal fat in obstructive sleep apnea," (in eng), *Am Rev Respir Dis*, vol. 148, no. 2, pp. 462-6, Aug 1993, doi: 10.1164/ajrccm/148.2.462.
 - [89] Y. Suto *et al.*, "Evaluation of the pharyngeal airway in patients with sleep apnea: value of ultrafast MR imaging," (in eng), *AJR Am J Roentgenol*, vol. 160, no. 2, pp. 311-4, Feb 1993, doi: 10.2214/ajr.160.2.8424340.
 - [90] S. C. White and M. J. Pharoah, *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. Elsevier Health Sciences, 2014.
 - [91] F. T. Ling and S. E. Kountakis, "Advances in imaging of the paranasal sinuses," (in eng), *Curr Allergy Asthma Rep*, vol. 6, no. 6, pp. 502-7, Nov 2006, doi: 10.1007/s11882-006-0028-1.
 - [92] M. Lenz, H. Greess, U. Baum, M. Dobritz, and B. Kersting-Sommerhoff, "Oropharynx, oral cavity, floor of the mouth: CT and MRI," (in eng), *Eur J Radiol*, vol. 33, no. 3, pp. 203-15, Mar 2000, doi: 10.1016/s0720-048x(99)00143-6.
 - [93] S. L. Brooks *et al.*, "Imaging of the temporomandibular joint: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology," (in eng), *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, vol. 83, no. 5, pp. 609-18, May 1997, doi: 10.1016/s1079-2104(97)90128-1.
 - [94] K. F. Linnau, R. B. Stanley, Jr., D. K. Hallam, J. A. Gross, and F. A. Mann, "Imaging of high-energy midfacial trauma: what the surgeon needs to know," (in eng), *Eur J Radiol*, vol. 48, no. 1, pp. 17-32, Oct 2003, doi: 10.1016/s0720-048x(03)00205-5.
 - [95] H. Eren and K. Orhan, "General Information About Cone Beam CT and Radiation Doses: Considerations of Orthodontics," *Turkiye Klinikleri J Orthod-Special Topics*, vol. 3, pp. 133-137, 11/03 2017.
 - [96] T. Ufuk and E. Burcu, "Cone-Beam Computed Tomography for Oral and Maxillofacial Imaging," in *Computed Tomography*, H. Ahmet Mesrur Ed. Rijeka: IntechOpen, 2017, p. Ch. 7.
 - [97] D. A. Tyndall, J. B. Price, S. Tetradis, S. D. Ganz, C. Hildebolt, and W. C. Scarfe, "Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography," *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, vol. 113, no. 6, pp. 817-826, 2012.

- [98] Z. Jawad, F. Carmichael, N. Houghton, and C. Bates, "A review of cone beam computed tomography for the diagnosis of root resorption associated with impacted canines, introducing an innovative root resorption scale," *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, vol. 122, no. 6, pp. 765-771, 2016.
- [99] G. Subramanian, E. Kalyoussef, M. Blitz-Goldstein, J. Guerrero, N. Ghesani, and S. Y. Quek, "Identifying MRONJ-affected bone with digital fusion of functional imaging (FI) and cone-beam computed tomography (CBCT): case reports and hypothesis," *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, vol. 123, no. 3, pp. e106-e116, 2017.
- [100] A. Thor, "Preoperative planning of virtual osteotomies followed by fabrication of patient specific reconstruction plate for secondary correction and fixation of displaced bilateral mandibular body fracture," *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction*, vol. 9, no. 2, pp. 188-193, 2016.
- [101] W. De Vos, J. Casselman, and G. Swennen, "Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature," *International journal of oral and maxillofacial surgery*, vol. 38, no. 6, pp. 609-625, 2009.
- [102] M. E. Benlidayi, U. Tatli, M. Kurkcu, A. Uzel, and H. Oztunc, "Comparison of bovine-derived hydroxyapatite and autogenous bone for secondary alveolar bone grafting in patients with alveolar clefts," *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 70, no. 1, pp. e95-e102, 2012.
- [103] J. A. Dempsey, S. C. Veasey, B. J. Morgan, and C. P. O'Donnell, "Pathophysiology of sleep apnea," *Physiological reviews*, vol. 90, no. 1, pp. 47-112, 2010.
- [104] A. S. Jordan, D. G. McSharry, and A. Malhotra, "Adult obstructive sleep apnoea," *The Lancet*, vol. 383, no. 9918, pp. 736-747, 2014.
- [105] P. E. Peppard, T. Young, J. H. Barnet, M. Palta, E. W. Hagen, and K. M. Hla, "Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults," *American journal of epidemiology*, vol. 177, no. 9, pp. 1006-1014, 2013.
- [106] A. V. Benjafield *et al.*, "Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis," (in eng), *Lancet Respir Med*, vol. 7, no. 8, pp. 687-698, Aug 2019, doi: 10.1016/s2213-2600(19)30198-5.
- [107] D. J. Gottlieb and N. M. Punjabi, "Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review," (in eng), *Jama*, vol. 323, no. 14, pp. 1389-1400, Apr 14 2020, doi: 10.1001/jama.2020.3514.
- [108] T. Young, M. Palta, J. Dempsey, J. Skatrud, S. Weber, and S. Badr, "The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults," (in eng), *N Engl J Med*, vol. 328, no. 17, pp. 1230-5, Apr 29 1993, doi: 10.1056/nejm199304293281704.

- [109] S. L. Appleton *et al.*, "Undiagnosed obstructive sleep apnea is independently associated with reductions in quality of life in middle-aged, but not elderly men of a population cohort," (in eng), *Sleep Breath*, vol. 19, no. 4, pp. 1309-16, Dec 2015, doi: 10.1007/s11325-015-1171-5.
- [110] A. M. Osman, S. G. Carter, J. C. Carberry, and D. J. Eckert, "Obstructive sleep apnea: current perspectives," (in eng), *Nat Sci Sleep*, vol. 10, pp. 21-34, 2018, doi: 10.2147/nss.S124657.
- [111] D. J. Eckert, "Phenotypic approaches to obstructive sleep apnoea - New pathways for targeted therapy," (in eng), *Sleep Med Rev*, vol. 37, pp. 45-59, Feb 2018, doi: 10.1016/j.smrv.2016.12.003.
- [112] J. C. Carberry, J. Amatoury, and D. J. Eckert, "Personalized Management Approach for OSA," (in eng), *Chest*, vol. 153, no. 3, pp. 744-755, Mar 2018, doi: 10.1016/j.chest.2017.06.011.
- [113] B. A. Edwards, D. J. Eckert, and A. S. Jordan, "Obstructive sleep apnoea pathogenesis from mild to severe: Is it all the same?," (in eng), *Respirology*, vol. 22, no. 1, pp. 33-42, Jan 2017, doi: 10.1111/resp.12913.
- [114] D. M. Hermann and C. L. Bassetti, "Role of sleep-disordered breathing and sleep-wake disturbances for stroke and stroke recovery," *Neurology*, vol. 87, no. 13, pp. 1407-1416, 2016.
- [115] C. Maspero, L. Giannini, G. Galbiati, G. Rosso, and G. Farronato, "Obstructive sleep apnea syndrome: a literature review," *Minerva Stomatol*, vol. 64, no. 2, pp. 97-109, 2015.
- [116] A. B. Newman, G. Foster, R. Givelber, F. J. Nieto, S. Redline, and T. Young, "Progression and regression of sleep-disordered breathing with changes in weight: the Sleep Heart Health Study," *Archives of internal medicine*, vol. 165, no. 20, pp. 2408-2413, 2005.
- [117] C. C. Lai *et al.*, "Clinical predictors of effective continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome," (in eng), *Laryngoscope*, vol. 125, no. 8, pp. 1983-7, Aug 2015, doi: 10.1002/lary.25125.
- [118] R. Grunstein, I. Wilcox, T. S. Yang, Y. Gould, and J. Hedner, "Snoring and sleep apnoea in men: association with central obesity and hypertension," (in eng), *Int J Obes Relat Metab Disord*, vol. 17, no. 9, pp. 533-40, Sep 1993.
- [119] R. J. Schwab *et al.*, "Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging," (in eng), *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 168, no. 5, pp. 522-30, Sep 1 2003, doi: 10.1164/rccm.200208-866OC.
- [120] S.-W. Kim and L. Taranto-Montemurro, "When do gender differences begin in obstructive sleep apnea patients?," *Journal of thoracic disease*, vol. 11, no. Suppl 9, p. S1147, 2019.

- [121] I. Fietze *et al.*, "Prevalence and association analysis of obstructive sleep apnea with gender and age differences – Results of SHIP-Trend," *Journal of Sleep Research*, vol. 28, no. 5, p. e12770, 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/jsr.12770>.
- [122] X. Zhou *et al.*, "Gender differences of clinical and polysomnographic findings with obstructive sleep apnea syndrome," *Scientific Reports*, vol. 11, no. 1, p. 5938, 2021.
- [123] R. Hirani and A. Smiley, "A Scoping Review of Sleep Apnea: Where Do We Stand?," *Life*, vol. 13, no. 2, p. 387, 2023. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2075-1729/13/2/387>.
- [124] A. B. Newman *et al.*, "Relation of sleep-disordered breathing to cardiovascular disease risk factors: the Sleep Heart Health Study," (in eng), *Am J Epidemiol*, vol. 154, no. 1, pp. 50-9, Jul 1 2001, doi: 10.1093/aje/154.1.50.
- [125] S. Redline *et al.*, "The familial aggregation of obstructive sleep apnea," *American journal of respiratory and critical care medicine*, vol. 151, no. 3, pp. 682-687, 1995.
- [126] S. Redline, P. V. Tishler, M. G. Hans, T. D. Tosteson, K. P. Strohl, and K. Spry, "Racial differences in sleep-disordered breathing in African-Americans and Caucasians," *American journal of respiratory and critical care medicine*, vol. 155, no. 1, pp. 186-192, 1997.
- [127] A. T. C. Villaneuva, P. R. Buchanan, B. J. Yee, and R. R. Grunstein, "Ethnicity and obstructive sleep apnoea," *Sleep Medicine Reviews*, vol. 9, no. 6, pp. 419-436, 2005/12/01/ 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2005.04.005>.
- [128] P. A. Cistulli, "Craniofacial abnormalities in obstructive sleep apnoea: implications for treatment," (in eng), *Respirology*, vol. 1, no. 3, pp. 167-74, Sep 1996, doi: 10.1111/j.1440-1843.1996.tb00028.x.
- [129] R. W. W. Lee, K. Sutherland, and P. A. Cistulli, "Craniofacial Morphology in Obstructive Sleep Apnea: A Review," *Clinical Pulmonary Medicine*, vol. 17, no. 4, pp. 189-195, 2010, doi: 10.1097/CPM.0b013e3181e4bea7.
- [130] A. Sabatucci, F. Raffaeli, M. Mastrovincenzo, A. Luchetta, A. Giannone, and D. Ciavarella, "Breathing pattern and head posture: changes in craniocervical angles," *Minerva stomatologica*, vol. 64, no. 2, pp. 59-74, 2015.
- [131] M. Tepedino *et al.*, "Craniofacial morphology in patients with obstructive sleep apnea: cephalometric evaluation," (in eng), *Braz J Otorhinolaryngol*, vol. 88, no. 2, pp. 228-234, Mar-Apr 2022, doi: 10.1016/j.bjorl.2020.05.026.
- [132] O. Sökücü, R. Okşayan, M. Uyar, K. E. Ademci, and S. Üşümez, "Relationship between head posture and the severity of obstructive sleep apnea," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 150, no. 6, pp. 945-949, 2016/12/01/ 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.05.011>.
- [133] N. C. Netzer, R. A. Stoohs, C. M. Netzer, K. Clark, and K. P. Strohl, "Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea

- syndrome," (in eng), *Ann Intern Med*, vol. 131, no. 7, pp. 485-91, Oct 5 1999, doi: 10.7326/0003-4819-131-7-199910050-00002.
- [134] F. Chung *et al.*, "STOP questionnaire: a tool to screen patients for obstructive sleep apnea," (in eng), *Anesthesiology*, vol. 108, no. 5, pp. 812-21, May 2008, doi: 10.1097/ALN.0b013e31816d83e4.
 - [135] M. W. Johns, "A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale," (in eng), *Sleep*, vol. 14, no. 6, pp. 540-5, Dec 1991, doi: 10.1093/sleep/14.6.540.
 - [136] H. Y. Chiu *et al.*, "Diagnostic accuracy of the Berlin questionnaire, STOP-BANG, STOP, and Epworth sleepiness scale in detecting obstructive sleep apnea: A bivariate meta-analysis," (in eng), *Sleep Med Rev*, vol. 36, pp. 57-70, Dec 2017, doi: 10.1016/j.smrv.2016.10.004.
 - [137] A. Abbasi *et al.*, "A comprehensive review of obstructive sleep apnea," (in eng), *Sleep Sci*, vol. 14, no. 2, pp. 142-154, Apr-Jun 2021, doi: 10.5935/1984-0063.20200056.
 - [138] V. K. Kapur *et al.*, "Clinical Practice Guideline for Diagnostic Testing for Adult Obstructive Sleep Apnea: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline," (in eng), *J Clin Sleep Med*, vol. 13, no. 3, pp. 479-504, Mar 15 2017, doi: 10.5664/jcsm.6506.
 - [139] V. K. Kapur, "Obstructive sleep apnea: diagnosis, epidemiology, and economics," *Respiratory care*, vol. 55, no. 9, pp. 1155-1167, 2010.
 - [140] L. J. Epstein *et al.*, "Adult Obstructive Sleep Apnea Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults," *J Clin Sleep Med*, vol. 5, no. 3, pp. 263-276, 2009.
 - [141] N. M. Punjabi, "COUNTERPOINT: is the apnea-hypopnea index the best way to quantify the severity of sleep-disordered breathing? No," *Chest*, vol. 149, no. 1, pp. 16-19, 2016.
 - [142] T. Soga *et al.*, "Upper airway morphology in patients with obstructive sleep apnea syndrome: effects of lateral positioning," *Auris Nasus Larynx*, vol. 36, no. 3, pp. 305-309, 2009.
 - [143] T. Gaisl, S. R. Haile, S. Thiel, M. Osswald, and M. Kohler, "Efficacy of pharmacotherapy for OSA in adults: A systematic review and network meta-analysis," (in eng), *Sleep Med Rev*, vol. 46, pp. 74-86, Aug 2019, doi: 10.1016/j.smrv.2019.04.009.
 - [144] S. C. Veasey and I. M. Rosen, "Obstructive Sleep Apnea in Adults," *New England Journal of Medicine*, vol. 380, no. 15, pp. 1442-1449, 2019, doi: 10.1056/NEJMc1816152.
 - [145] T. E. Weaver *et al.*, "Relationship between hours of CPAP use and achieving normal levels of sleepiness and daily functioning," (in eng), *Sleep*, vol. 30, no. 6, pp. 711-9, Jun 2007, doi: 10.1093/sleep/30.6.711.

- [146] R. Goldberg, "Treatment of obstructive sleep apnea, other than with continuous positive airway pressure," *Current opinion in pulmonary medicine*, vol. 6, no. 6, pp. 496-500, 2000.
- [147] K. Ramar *et al.*, "Clinical practice guideline for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring with oral appliance therapy: an update for 2015: an American Academy of Sleep Medicine and American Academy of Dental Sleep Medicine clinical practice guideline," *Journal of clinical sleep medicine*, vol. 11, no. 7, pp. 773-827, 2015.
- [148] H.-L. Shen, Y.-W. Wen, N.-H. Chen, and Y.-F. Liao, "Craniofacial morphologic predictors of oral appliance outcomes in patients with obstructive sleep apnea," *The Journal of the American Dental Association*, vol. 143, no. 11, pp. 1209-1217, 2012.
- [149] R. N. Aurora *et al.*, "Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults," (in eng), *Sleep*, vol. 33, no. 10, pp. 1408-13, Oct 2010, doi: 10.1093/sleep/33.10.1408.
- [150] H.-P. Chang, Y.-F. Chen, and J.-K. Du, "Obstructive sleep apnea treatment in adults," *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, vol. 36, no. 1, pp. 7-12, 2020, doi: <https://doi.org/10.1002/kjm2.12130>.
- [151] P. D. Waite and S. M. Shettar, "Maxillomandibular advancement surgery: a cure for obstructive sleep apnea syndrome," *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, vol. 7, no. 2, pp. 327-334, 1995.
- [152] C. H. Lin, Y. F. Liao, N. H. Chen, L. J. Lo, and Y. R. Chen, "Three-dimensional computed tomography in obstructive sleep apneics treated by maxillomandibular advancement," *The Laryngoscope*, vol. 121, no. 6, pp. 1336-1347, 2011.
- [153] C. John, S. Gandhi, A. Sakharia, and T. James, "Maxillomandibular advancement is a successful treatment for obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis," *International journal of oral and maxillofacial surgery*, vol. 47, no. 12, pp. 1561-1571, 2018.
- [154] I. Ceylan and H. Oktay, "A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 108, no. 1, pp. 69-75, Jul 1995, doi: 10.1016/s0889-5406(95)70068-4.
- [155] Z. Zhong, Z. Tang, X. Gao, and X.-L. Zeng, "A comparison study of upper airway among different skeletal craniofacial patterns in nonsnoring Chinese children," *The Angle Orthodontist*, vol. 80, no. 2, pp. 267-274, 2010.
- [156] U. Oz, K. Orhan, and M. Rubenduz, "2D lateral cephalometric evaluation of varying types of Class II subgroups on posterior airway space in postadolescent girls: a pilot study," *J Orofac Orthop*, vol. 74, no. 1, pp. 18-27, 2013.
- [157] S. Saati, K. Ramezani, N. Ramezani, and B. Alafchi, "Evaluation of pharyngeal airway volume and nasal septum deviation relation in different sagittal and

vertical craniofacial patterns through cone beam computed tomography," *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, vol. 33, no. 2, pp. 107-114, 2021/03/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajoms.2020.09.001>.

- [158] Y. S. Jayaratne and R. A. Zwahlen, "The Oropharyngeal Airway in Young Adults with Skeletal Class II and Class III Deformities: A 3-D Morphometric Analysis," (in eng), *PLoS One*, vol. 11, no. 2, p. e0148086, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0148086.
- [159] L. Castro-Silva *et al.*, "Cone-beam evaluation of pharyngeal airway space in class I, II, and III patients," (in eng), *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, vol. 120, no. 6, pp. 679-83, Dec 2015, doi: 10.1016/j.oooo.2015.07.006.
- [160] A. Shokri, A. Miresmaeili, A. Ahmadi, P. Amini, and S. Falah-Kooshki, "Comparison of pharyngeal airway volume in different skeletal facial patterns using cone beam computed tomography," (in eng), *J Clin Exp Dent*, vol. 10, no. 10, pp. e1017-e1028, Oct 2018, doi: 10.4317/jced.55033.
- [161] F. Chen, K. Terada, Y. Hua, and I. Saito, "Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 131, no. 3, pp. 372-7, Mar 2007, doi: 10.1016/j.ajodo.2005.06.028.
- [162] S. M. Gokce, S. Gorgulu, H. S. Gokce, A. O. Bengi, U. Karacayli, and F. Ors, "Evaluation of pharyngeal airway space changes after bimaxillary orthognathic surgery with a 3-dimensional simulation and modeling program," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 146, no. 4, pp. 477-492, 2014/10/01/ 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.06.017>.
- [163] A. G. Havron, S. Aronovich, A. V. Shelgikar, H. L. Kim, and R. S. Conley, "3D Airway changes using CBCT in patients following mandibular setback surgery ± maxillary advancement," (in eng), *Orthod Craniofac Res*, vol. 22 Suppl 1, pp. 30-35, May 2019, doi: 10.1111/ocr.12291.
- [164] F. Eslamipour, A. Najimi, A. Tadayonfard, and Z. Azamian, "Impact of Orthognathic Surgery on Quality of Life in Patients with Dentofacial Deformities," (in eng), *Int J Dent*, vol. 2017, p. 4103905, 2017, doi: 10.1155/2017/4103905.
- [165] Z. Wei, H. Jiang, S. Wang, Z. Wang, B. Qu, and M. Hu, "Influencing factors for the development of obstructive sleep apnea after orthognathic surgery in skeletal class III patients: A systematic review," (in eng), *J Craniomaxillofac Surg*, Feb 5 2024, doi: 10.1016/j.jcms.2024.02.014.
- [166] N. A. Hatab, V. S. Konstantinović, and J. K. Mudrak, "Pharyngeal airway changes after mono- and bimaxillary surgery in skeletal class III patients: Cone-beam computed tomography evaluation," (in eng), *J Craniomaxillofac Surg*, vol. 43, no. 4, pp. 491-6, May 2015, doi: 10.1016/j.jcms.2015.02.007.

- [167] S. Moscarino *et al.*, "Influence of different surgical concepts for moderate skeletal class II and III treatment on the nasopharyngeal airway space," (in eng), *J Craniomaxillofac Surg*, vol. 47, no. 10, pp. 1489-1497, Oct 2019, doi: 10.1016/j.jcms.2019.07.006.
- [168] L. Fernández-Ferrer, J. M. Montiel-Company, T. Pinho, J. M. Almerich-Silla, and C. Bellot-Arcis, "Effects of mandibular setback surgery on upper airway dimensions and their influence on obstructive sleep apnoea—A systematic review," *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, vol. 43, no. 2, pp. 248-253, 2015.
- [169] Z. Abramson, S. Susarla, M. Troulis, and L. Kaban, "Age-Related Changes of the Upper Airway Assessed by 3-Dimensional Computed Tomography," *Journal of Craniofacial Surgery*, vol. 20, pp. 657-663, 2009, doi: 10.1097/SCS.0b013e318193d521.
- [170] S. A. Schendel, R. Jacobson, and S. Khalessi, "Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis," (in eng), *J Oral Maxillofac Surg*, vol. 70, no. 9, pp. 2174-83, Sep 2012, doi: 10.1016/j.joms.2011.10.013.
- [171] E. Moradi, M. Sheikhi, and T. Vaezi, "Cone Beam Computed Tomography (CBCT) Evaluation of Age-related Upper Airway Changes," *Bangladesh Journal of Medical Science*, vol. 15, p. 78, 04/11 2016, doi: 10.3329/bjms.v15i1.19296.
- [172] V. Kumar, J. Ludlow, L. H. Soares Cevdanes, and A. Mol, "In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms," *The Angle Orthodontist*, vol. 78, no. 5, pp. 873-879, 2008.
- [173] M. B. Vizzotto, G. S. Liedke, E. L. Delamare, H. D. Silveira, V. Dutra, and H. E. Silveira, "A comparative study of lateral cephalograms and cone-beam computed tomographic images in upper airway assessment," (in eng), *Eur J Orthod*, vol. 34, no. 3, pp. 390-3, Jun 2012, doi: 10.1093/ejo/cjr012.
- [174] V. Wiedemeyer, M. Berger, M. Martini, F. J. Kramer, and N. Heim, "Predictability of pharyngeal airway space dimension changes after orthognathic surgery in class II patients: A mathematical approach," (in eng), *J Craniomaxillofac Surg*, vol. 47, no. 10, pp. 1504-1509, Oct 2019, doi: 10.1016/j.jcms.2019.07.024.
- [175] B. C. Neelapu *et al.*, "Craniofacial and upper airway morphology in adult obstructive sleep apnea patients: A systematic review and meta-analysis of cephalometric studies," *Sleep Medicine Reviews*, vol. 31, pp. 79-90, 2017/02/01/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2016.01.007>.
- [176] H. Duan, L. Xia, W. He, Y. Lin, Z. Lu, and Q. Lan, "Accuracy of lateral cephalogram for diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A meta-analysis," *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, vol. 119, pp. 1-9, 2019/04/01/ 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.01.011>.
- [177] Z. Zhang, S. Wang, J. Li, Z. Yang, X. Zhang, and X. Bai, "Quantification of pharyngeal airway space changes after two-jaw orthognathic surgery in

skeletal class III patients," *BMC Oral Health*, vol. 23, no. 1, p. 345, 2023/06/01 2023, doi: 10.1186/s12903-023-03075-y.

- [178] A. Golshah, T. H. Jalilian, and N. Nikkardar, "Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography," (in eng), *J Orthod Sci*, vol. 12, p. 4, 2023, doi: 10.4103/jos.jos_161_21.
- [179] C. Aboudara, I. Nielsen, J. C. Huang, K. Maki, A. J. Miller, and D. Hatcher, "Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 135, no. 4, pp. 468-479, 2009.
- [180] D. Grauer, L. S. Cevdanes, M. A. Styner, J. L. Ackerman, and W. R. Proffit, "Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 136, no. 6, pp. 805-14, Dec 2009, doi: 10.1016/j.ajodo.2008.01.020.
- [181] Y. Zhao, M. Nguyen, E. Gohl, J. K. Mah, G. Sameshima, and R. Enciso, "Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 137, no. 4, pp. S71-S78, 2010.
- [182] T. Tepecik, Ü. Ertaş, and M. Akgün, "Effects of bimaxillary orthognathic surgery on pharyngeal airway and respiratory function at sleep in patients with class III skeletal relationship," *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, vol. 46, no. 4, pp. 645-653, 2018/04/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.01.009>.
- [183] R. Guijarro-Martínez and G. R. J. Swennen, "Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature," *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 40, no. 11, pp. 1227-1237, 2011/11/01/ 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.06.017>.
- [184] H. J. Yang, Y. E. Jung, I. J. Kwon, J. Y. Lee, and S. J. Hwang, "Airway changes and prevalence of obstructive sleep apnoea after bimaxillary orthognathic surgery with large mandibular setback," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 49, no. 3, pp. 342-349, Mar 2020, doi: 10.1016/j.ijom.2019.07.012.
- [185] H. Y. Li, N. H. Chen, C. R. Wang, Y. H. Shu, and P. C. Wang, "Use of 3-dimensional computed tomography scan to evaluate upper airway patency for patients undergoing sleep-disordered breathing surgery," (in eng), *Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 129, no. 4, pp. 336-42, Oct 2003, doi: 10.1016/s0194-59980300629-6.
- [186] E.-K. Pae, A. A. Lowe, K. Sasaki, C. Price, M. Tsuchiya, and J. A. Fleetham, "A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions," *American Journal of Orthodontics and*

Dentofacial Orthopedics, vol. 106, no. 1, pp. 52-59, 1994/07/01/ 1994, doi: [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(94\)70021-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70021-4).

- [187] P. P. Hsu, A. K. Tan, Y. H. Chan, P. K. Lu, and R. L. Blair, "Clinical predictors in obstructive sleep apnoea patients with calibrated cephalometric analysis--a new approach," (in eng), *Clin Otolaryngol*, vol. 30, no. 3, pp. 234-41, Jun 2005, doi: 10.1111/j.1365-2273.2005.00983.x.
- [188] M. A. Kim, B. R. Kim, J. K. Youn, Y. J. Kim, and Y. H. Park, "Head posture and pharyngeal airway volume changes after bimaxillary surgery for mandibular prognathism," (in eng), *J Craniomaxillofac Surg*, vol. 42, no. 5, pp. 531-5, Jul 2014, doi: 10.1016/j.jcms.2013.07.022.
- [189] C. S. Van Holsbeke *et al.*, "Change in upper airway geometry between upright and supine position during tidal nasal breathing," (in eng), *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, vol. 27, no. 1, pp. 51-7, Feb 2014, doi: 10.1089/jamp.2012.1010.
- [190] Y. Yamada *et al.*, "Comparison of inspiratory and expiratory airway volumes and luminal areas among standing, sitting, and supine positions using upright and conventional CT," (in eng), *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, p. 21315, Dec 9 2022, doi: 10.1038/s41598-022-25865-0.
- [191] D. Pellby and M. Bengtsson, "Changes in the upper airway volume after orthognathic surgery: three-dimensional measurements in a supine body position," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 52, no. 9, pp. 948-955, Sep 2023, doi: 10.1016/j.ijom.2022.11.012.
- [192] G. Di Carlo, A. Polimeni, B. Melsen, and P. M. Cattaneo, "The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study," (in eng), *Orthod Craniofac Res*, vol. 18, no. 1, pp. 1-11, Feb 2015, doi: 10.1111/ocr.12053.
- [193] W. E. Hsu and T. Y. Wu, "Comparison of upper airway measurement by lateral cephalogram in upright position and CBCT in supine position," (in eng), *J Dent Sci*, vol. 14, no. 2, pp. 185-191, Jun 2019, doi: 10.1016/j.jds.2019.01.007.
- [194] A. Kawamata, M. Fujishita, Y. Arijii, and E. Arijii, "Three-dimensional computed tomographic evaluation of morphologic airway changes after mandibular setback osteotomy for prognathism," (in eng), *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, vol. 89, no. 3, pp. 278-87, Mar 2000, doi: 10.1016/s1079-2104(00)70089-8.
- [195] V. Ravelo, G. Olate, A. Unibazo, M. de Moraes, and S. Olate, "Retrospective Analysis of the Airway Space Changes in Dentofacial Deformity after Two-Jaw Orthognathic Surgery Using Cone Beam Computed Tomography," (in eng), *J Pers Med*, vol. 13, no. 8, Aug 14 2023, doi: 10.3390/jpm13081256.
- [196] W. Hochban, R. Schürmann, U. Brandenburg, and R. Conradt, "Mandibular setback for surgical correction of mandibular hyperplasia--does it provoke sleep-related breathing disorders?," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 25, no. 5, pp. 333-8, Oct 1996, doi: 10.1016/s0901-5027(06)80024-x.

- [197] Y. J. Chuang *et al.*, "Anatomic development of the upper airway during the first five years of life: A three-dimensional imaging study," (in eng), *PLoS One*, vol. 17, no. 3, p. e0264981, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0264981.
- [198] E. J. Kim *et al.*, "Upper airway changes in severe obstructive sleep apnea: upper airway length and volumetric analyses using 3D MDCT," (in eng), *Acta Otolaryngol*, vol. 131, no. 5, pp. 527-32, May 2011, doi: 10.3109/00016489.2010.535561.
- [199] H. El and J. M. Palomo, "Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 137, no. 4 Suppl, pp. S50.e1-9; discussion S50-2, Apr 2010, doi: 10.1016/j.ajodo.2010.01.014.
- [200] S. Abbasi, A. Rahpeyma, Z. Shooshtari, F. Rezaeetalab, T. Vaezi, and S. Samieirad, "Bimaxillary Orthognathic Surgery Does Not Induce Obstructive Sleep Apnea in Skeletal Class III Patients," *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 80, no. 8, pp. 1340-1353, 2022/08/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2022.04.010>.
- [201] S. I. Jang, J. Ahn, J. Y. Paeng, and J. Hong, "Three-dimensional analysis of changes in airway space after bimaxillary orthognathic surgery with maxillomandibular setback and their association with obstructive sleep apnea," (in eng), *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, vol. 40, no. 1, p. 33, Dec 2018, doi: 10.1186/s40902-018-0171-3.
- [202] S. W. On, H. J. Kim, D. H. Cho, Y. R. Moon, and S. Il Song, "Silent Changes in Sleep Quality Following Mandibular Setback Surgery in Patients with Skeletal Class III Malocclusion: A Prospective Study," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, p. 9737, 2019/07/05 2019, doi: 10.1038/s41598-019-46166-z.
- [203] U. L. Lee *et al.*, "The structural changes of upper airway and newly developed sleep breathing disorders after surgical treatment in class III malocclusion subjects," (in eng), *Medicine (Baltimore)*, vol. 96, no. 22, p. e6873, Jun 2017, doi: 10.1097/md.0000000000006873.
- [204] H. Chen, G. Aarab, M. H. de Ruiter, J. de Lange, F. Lobbezoo, and P. F. van der Stelt, "Three-dimensional imaging of the upper airway anatomy in obstructive sleep apnea: a systematic review," (in eng), *Sleep Med*, vol. 21, pp. 19-27, May 2016, doi: 10.1016/j.sleep.2016.01.022.
- [205] E. Avrahami and M. Englender, "Relation between CT axial cross-sectional area of the oropharynx and obstructive sleep apnea syndrome in adults," *American Journal of Neuroradiology*, vol. 16, no. 1, p. 135, 1995. [Online]. Available: <http://www.ajnr.org/content/16/1/135.abstract>.
- [206] J. V. Canellas, H. L. Barros, P. J. Medeiros, and F. G. Ritto, "Effects of surgical correction of class III malocclusion on the pharyngeal airway and its influence on sleep apnoea," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 45, no. 12, pp. 1508-1512, Dec 2016, doi: 10.1016/j.ijom.2016.09.002.

- [207] R. Foltán *et al.*, "The influence of orthognathic surgery on ventilation during sleep," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 40, no. 2, pp. 146-9, Feb 2011, doi: 10.1016/j.ijom.2010.10.006.
- [208] H. J. Yang, Y. E. Jung, I. J. Kwon, J. Y. Lee, and S. J. Hwang, "Airway changes and prevalence of obstructive sleep apnoea after bimaxillary orthognathic surgery with large mandibular setback," *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 49, no. 3, pp. 342-349, 2020/03/01/ 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0901502719312639>.
- [209] S. M. Gokce *et al.*, "Changes in posterior airway space, pulmonary function and sleep quality, following bimaxillary orthognathic surgery," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 41, no. 7, pp. 820-9, Jul 2012, doi: 10.1016/j.ijom.2012.01.003.
- [210] S. Memon, M. Fida, and A. Shaikh, "Comparison of different craniofacial patterns with pharyngeal widths," (in eng), *J Coll Physicians Surg Pak*, vol. 22, no. 5, pp. 302-6, May 2012.
- [211] T. Iwasaki, H. Hayasaki, Y. Takemoto, R. Kanomi, and Y. Yamasaki, "Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 136, no. 3, pp. 318.e1-9; discussion 318-9, Sep 2009, doi: 10.1016/j.ajodo.2009.02.017.
- [212] Y.-I. Hwang *et al.*, "Effect of airway and tongue in facial morphology of prepubertal Class I, II children," *Korean Journal of Orthodontics - KOREAN J ORTHOD*, vol. 38, 04/01 2008, doi: 10.4041/kjod.2008.38.2.74.
- [213] J. S. Hong, K. M. Oh, B. R. Kim, Y. J. Kim, and Y. H. Park, "Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 140, no. 4, pp. e161-9, Oct 2011, doi: 10.1016/j.ajodo.2011.04.020.
- [214] I. Indriksone and G. Jakobsone, "The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review," (in eng), *Stomatologija*, vol. 16, no. 3, pp. 109-17, 2014.
- [215] E. A. Al-Moraissi, S. M. Al-Magaleh, R. A. Iskandar, and E. A. Al-Hendi, "Impact on the pharyngeal airway space of different orthognathic procedures for the prognathic mandible," *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 44, no. 9, pp. 1110-8, Sep 2015, doi: 10.1016/j.ijom.2015.05.006.
- [216] J. V. Canellas, H. L. Barros, P. J. Medeiros, and F. G. Ritto, "Sleep-disordered breathing following mandibular setback: a systematic review of the literature," (in eng), *Sleep Breath*, vol. 20, no. 1, pp. 387-94, Mar 2016, doi: 10.1007/s11325-015-1274-z.
- [217] S. K. Tan, W. K. Leung, A. T. H. Tang, and R. A. Zwahlen, "How does mandibular advancement with or without maxillary procedures affect pharyngeal

- airways? An overview of systematic reviews," (in eng), *PLoS One*, vol. 12, no. 7, p. e0181146, 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0181146.
- [218] T. Engboonmeskul, N. Leepong, and P. Chalidapongse, "Effect of surgical mandibular setback on the occurrence of obstructive sleep apnea," (in eng), *J Oral Biol Craniofac Res*, vol. 10, no. 4, pp. 597-602, Oct-Dec 2020, doi: 10.1016/j.jobcr.2020.08.008.
- [219] H. D. Rosário, G. M. S. Oliveira, I. A. Freires, F. de Souza Matos, and L. R. Paranhos, "Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis," (in eng), *Eur Arch Otorhinolaryngol*, vol. 274, no. 1, pp. 35-44, Jan 2017, doi: 10.1007/s00405-016-4015-4.
- [220] M. S. Khaghaninejad, L. Khojastehpour, H. Danesteh, M. Changizi, and F. Ahrari, "Changes in the pharyngeal airway after different orthognathic procedures for correction of class III dysplasia," (in eng), *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, vol. 44, no. 1, p. 23, Jun 9 2022, doi: 10.1186/s40902-022-00352-8.
- [221] K. Lee and S. J. Hwang, "Change of the upper airway after mandibular setback surgery in patients with mandibular prognathism and anterior open bite," (in eng), *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, vol. 41, no. 1, p. 51, Dec 2019, doi: 10.1186/s40902-019-0230-4.
- [222] W.-Y. Lee, Y.-W. Park, K.-J. Kwon, and S.-G. Kim, "Change of the airway space in mandibular prognathism after bimaxillary surgery involving maxillary posterior impaction," *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 38, no. 1, p. 23, 2016/06/07 2016, doi: 10.1186/s40902-016-0071-3.
- [223] P. S. Hart *et al.*, "Postsurgical volumetric airway changes in 2-jaw orthognathic surgery patients," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 147, no. 5, pp. 536-46, May 2015, doi: 10.1016/j.ajodo.2014.12.023.
- [224] S. B. Park, Y. I. Kim, W. S. Son, D. S. Hwang, and B. H. Cho, "Cone-beam computed tomography evaluation of short- and long-term airway change and stability after orthognathic surgery in patients with Class III skeletal deformities: bimaxillary surgery and mandibular setback surgery," (in eng), *Int J Oral Maxillofac Surg*, vol. 41, no. 1, pp. 87-93, Jan 2012, doi: 10.1016/j.ijom.2011.09.008.
- [225] H. S. Kim, G. T. Kim, S. Kim, J. W. Lee, E. C. Kim, and Y. D. Kwon, "Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway using cone-beam computed tomography following bimaxillary orthognathic surgery in skeletal class III patients," (in eng), *Clin Oral Investig*, vol. 20, no. 5, pp. 915-22, Jun 2016, doi: 10.1007/s00784-015-1575-4.
- [226] J. H. Shin, M. A. Kim, I. Y. Park, and Y. H. Park, "A 2-year follow-up of changes after bimaxillary surgery in patients with mandibular prognathism: 3-dimensional analysis of pharyngeal airway volume and hyoid bone position,"

(in eng), *J Oral Maxillofac Surg*, vol. 73, no. 2, pp. 340.e1-9, Feb 2015, doi: 10.1016/j.joms.2014.10.009.

- [227] M. A. Kim, B. R. Kim, J. Y. Choi, J. K. Youn, Y. J. Kim, and Y. H. Park, "Three-dimensional changes of the hyoid bone and airway volumes related to its relationship with horizontal anatomic planes after bimaxillary surgery in skeletal Class III patients," (in eng), *Angle Orthod*, vol. 83, no. 4, pp. 623-9, Jul 2013, doi: 10.2319/083112-700.1.
- [228] N. R. Turnbull and J. M. Battagel, "The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep," (in eng), *J Orthod*, vol. 27, no. 3, pp. 235-47, Sep 2000, doi: 10.1179/ortho.27.3.235.
- [229] J. W. Park, N. K. Kim, J. W. Kim, M. J. Kim, and Y. I. Chang, "Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on computed tomography and cephalometry after mandibular setback surgery," (in eng), *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol. 138, no. 3, pp. 292-9, Sep 2010, doi: 10.1016/j.ajodo.2009.10.036.
- [230] E. S. Gonçalves, J. F. Rocha, A. G. Gonçalves, R. Y. Yaedú, and E. Sant'Ana, "Computerized cephalometric study of the pharyngeal airway space in patients submitted to orthognathic surgery," (in eng), *J Maxillofac Oral Surg*, vol. 13, no. 3, pp. 253-8, Sep 2014, doi: 10.1007/s12663-013-0524-5.

EKLER

Evrak Tarih ve Sayısı: 23.01.2024-137917



T.C.
BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Teknoloji Transfer Ofisi
Etik Kurullar Birimi



Sayı : E-54022451-050.04-137917
Konu : 2023/373 Etik Kurul Kararı

23.01.2024

Sayın Doç. Dr. Nurettin DİKER
Sağlık Bilimleri Üniversitesi - Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi - Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi

2023/373 numaralı "SINIF III İskeletsel Deformitesi Bulunan Hastalarda Ortognatik Cerrahi Sonrası Havayolu Değişiminin 3 Boyutlu Olarak İncelenmesi" başlıklı başvurunuz Üniversitemiz Etik Kurullar Birimi'nin 03.01.2024 tarihli, 01 sayılı Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul toplantısında değerlendirilmiş olup, mevcudun oy birliğiyle onaylanmasına karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz/rica ederim.

Prof.Dr. Hayrettin ÖZTÜRK
Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik
Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BSF4J0RVB4 Pin Kodu :21362

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSF4J0RVB4&eS=137917>

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Adnan Menderes Bulvarı (Vatan Caddesi)

Fatih/İstanbul

Telefon No:0 (212) 523 22 88 Faks No:0 (212) 533 23 36

e-Posta:info@bezmialem.edu.tr İnternet Adresi:www.bezmialem.edu.tr

Bilgi için: Zübeyde ÖZDEMİR

Unvan: Sorumlu

