

Ortodontik, Ortopedik ve Ortognatik Müdahalelerin Solunum Yolu ve Fonksiyonları Üzerindeki Rolü

Gizem Yazdan Özen¹

Özet

Maksillofasiyal bölgedeki anomalilerin teşhisini, tedavisini ve bu anomalilerin önlenmesini amaçlayan anabilim dalı ortodontidir. Maksillofasiyal bölgedeki problemler, şiddetine göre dental, dentoalveolar ve iskeletsel olabileceği gibi etiyolojik olarak da genetik, konjenital ve çevresel etkenlere bağlı görülebilir. Ortodonti bu problemlerin düzeltilmesini amaçlarken, etki ettiği bölgenin çok fazla sistemle birleşik bir düzen içerisinde yer alması farklı sistemler üzerinde de değişimler oluşturabilmektedir.

Maksiller kemiğin nazal pasajın tabanını oluşturması, maksilla ve mandibulanın posterior bölgesinde direk solunum yolu ve sindirim sisteminin başlangıcının yer alması, yine bu bölgede çene yüz sistemlerini etkileyen damar sinir ağlarının geçmesi gibi bağlantılar sebebiyle maksilla ve mandibulaya uygulanan ortodontik, ortopedik ve/veya ortognatik tedaviler çeşitli sistemler üzerinde etki oluşturabilmektedir.

Biz bu bölümümüzde ortodontik, ortopedik ve/veya ortognatik müdahalelerin solunum fonksiyonlarına etkisini inceleyeceğiz.

1. SOLUNUM YOLU

Solunum; organizmaların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli olan gaz alışveriş süreci olarak tanımlanabilirken, insanlar için solunan havanın akciğerlere ulaştırılması ve akciğerlerden de oksijenin tüm vücuda iletilmesi olarak ifade edilebilir. Solunum yolu ise bu işlem sırasında havanın takip ettiği güzergâh olarak ifade edilebilir.

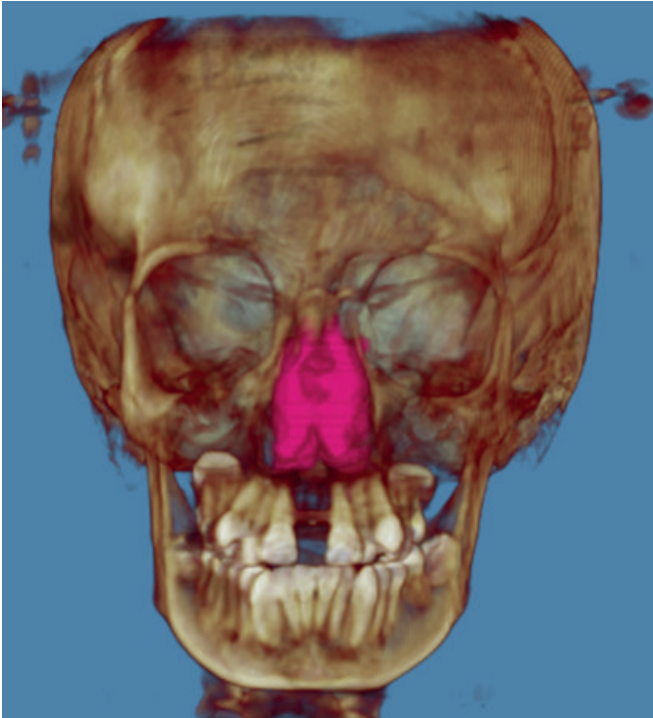
1 Dr.Öğr.Üyesi -Kafkas University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics- dtgzmyazdan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8875-8267

Solunum yolu, üst ve alt olmak üzere iki kısımdan meydana gelirken, üst kısım nazal-oral boşluklar ile faringeal alandan vokal kordlara kadar, alt kısım ise vokal kordlardan akciğerlere kadar uzanan bölümdür (1, 2).

Üst solunum yolu, solunan havanın vücut için daha ideal bir hale getirilmesinin (ısıtılması, nemlendirilmesi, filtrelenmesi vb.) yanında, çiğneme ve konuşma gibi fonksiyonların yerine getirilmesinde de görev almaktadır (2).

1.1.NAZAL KAVİTE

Ön bölgede burun delikleri ile dışarıya, arka bölgede koanalar yardımıyla nazofarinkse açılan, üst tarafında kafa tabanı, alt tarafında ise sert/yumuşak damak ve yan bölgelerde ise nazal kavitenin yan duvarlarıyla sınırlandırılmış, orta hattan nazal septum ile ikiye bölünen, silindirik yapıyı andıran bir boşluktur (3, 4) (Şekil -1-).



Şekil -1- Nazal kavitenin CBCT'de frontal görünümü (orijinal)

1.2.FARİNKS

Nazal kavite ve larinks arasında, ön bölgede krikoid kıkırdak, arka bölgede 6. servikal vertebra seviyesine kadar ilerleyen musculomembranöz bir tüptür (5) (Şekil -2-).

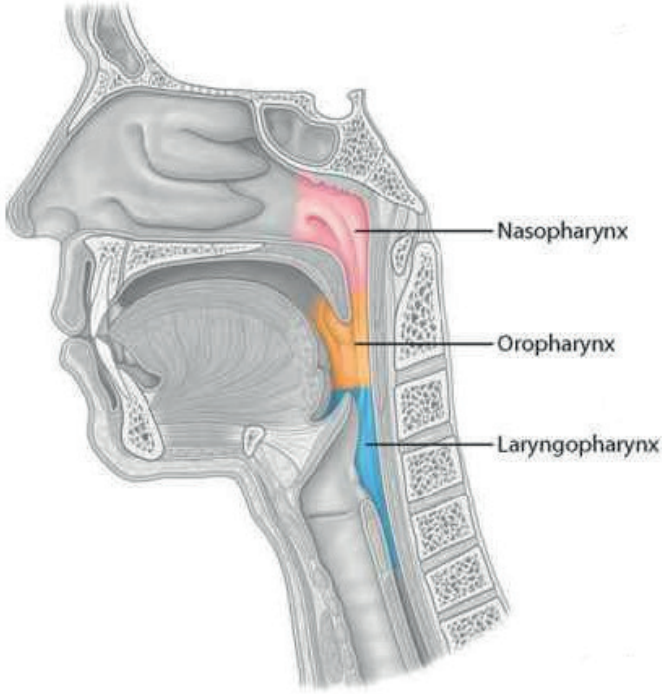
Sindirim ve solunum sistemi arasında geçiş görevi gören farinksin uzunluğu 12-14 cm arasında değişmektedir (6).

Farinks 3 bölgeye ayrılmaktadır;

-Nazofarinks (Şekil -2)

-Orofarinks (Şekil -2)

-Hipofarinks (Şekil -2)



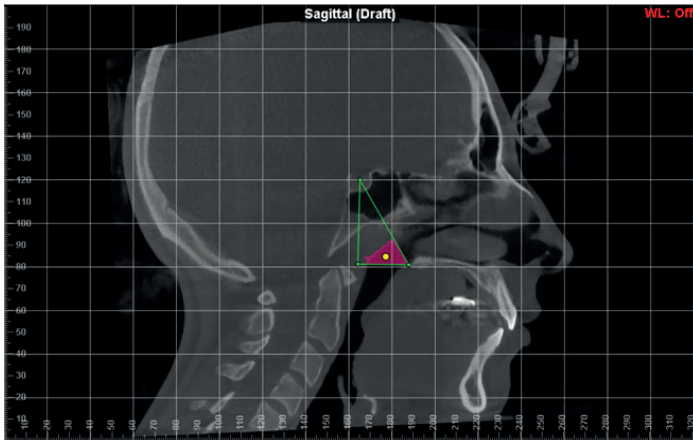
Şekil -2- Farinks bölümleri (7)

1.2.1.NAZOFARİNKS

Nazal bölgede yer alan koanalardan yumuşak damağa kadar ilerleyen farinks bölümüdür (2) (Şekil -3-). Üstte sfenoid kemiğin korpusu ve oksipital kemiğin tabanı, altta ise yumuşak damakla sınırlanmıştır. Nazofarinks östaki tüpü vasıtasıyla orta kulağa açılırken, ön bölgede ise koanalar vasıtasıyla nazal boşluğa açılmaktadır (6, 8).

Nazofarinksin yaklaşık olarak genişliği 4-5 cm, ön- arka yöndeki uzunluğu 2,5-3,5 cm ve yüksekliği ise 4 cm'dir (6, 8).

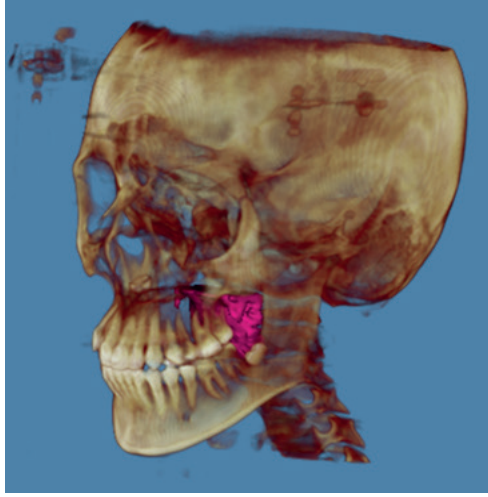
Waldeyer lenfatik halkası içerisinde yer alan nazofaringeal tonsiller nazofarinksin üst-arka duvarında yer almakta ve 'adenoid' ismini almaktadır. Çocukluk döneminde adenoidler sıklıkla hipertrofiye olarak nazofaringeal alanın tamamının veya bir kısmının bloklanması sebeptir. Bu da nazal solunumun yetersiz veya tamamen kesilmesi ile zorunlu olarak ağız solunumuna geçilmesine ortam hazırlamaktadır (9).



Şekil -3- CBCT üzerinden nazofaringeal alanın sagittal kesit görünümü (orijinal)

1.2.2.OROFARİNKS

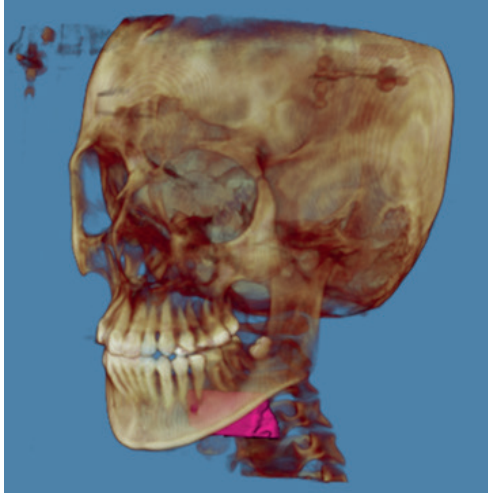
Yumuşak damaktan başlayıp hiyoid kemiğine kadar uzanan yapı solunum ve sindirim sistemi için bir kavşak görevi görmektedir (10) (Şekil -4-). Orofarinksin anterior sınırını oral kavite ve dil, medial sınırlarını palatofaringeal ve palatoglossal arklar oluştururken, hipofarinks ile devam etmektedir. Medial duvarlarda 'tonsiller fossa' adı verilen ve palatin tonsilin yerleştiği çukurlar bulunmaktadır (6).



Şekil -4- 3D CBCT üzerinden orofarinksin 3 boyutlu görüntüsü (orijinal)

1.2.3.HİPOFARİNKS

Orofarinksin bitim yeri olan hiyoid kemiğinde özofagusu kadar uzanan farinks bölümüdür (Şekil -5-). İnférieur sınırı 6. Servikal vertebra seviyesi ve krikoid kırırdağın altına kadar uzanır (11). Medial duvarları ise farklı fonksiyonel görevlere sahip kaslardan oluşmaktadır (12).



Şekil -5- 3D CBCT üzerinden Hipofarinksin 3 boyutlu görüntüsü (orijinal)

2.SOLUNUM FONKSİYONLARI VE ORTODONTİK TEDAVİ İLİŞKİSİ

2.1. ORTODONTİK TEDAVİLER

Herhangi bir ortopedik veya ortognatik etki oluşturmada yapılan tedaviler bu grupta yer almaktadır. Çeşitli sefalometrik değerlendirmeler ışığında yapılan sabit ortodontik tedaviler sıklıkla yüz görünümü üzerinde etkili olmaktadır. Ancak çekimli ya da çekimsiz ortodontik sabit tedavilerin solunum yolu üzerinde önemli değişimlere sebep olmadığı bilinirken (13, 14), molar distalizasyonu gerçekleştirilen hastalarda da solunum yolunda herhangi bir daralma ya da değişim söz konusu değildir (15).

2.2. ORTOPEDİK APAREY TEDAVİLERİ

2.2.1. TRANSVERSAL DARLIK TEDAVİSİ

Maksiller transversal darlık tedavisinde en çok kullanılan yöntem üst çene genişletmesidir (16) (Şekil -6-). Üst çene genişletme işlemi ile sutura palatina mediadan maksilla iki parçaya ayrılarak hem dişsel düzeyde hem de iskeletsel düzeyde genişletme sağlamaktadır (17-19). İskeletsel düzeyde meydana gelen bu olay sonucunda palatinal kemiğin ve nazal kavite tabanının aşağıya doğru hareketi ile nazal boşlukta artış oluşmaktadır (20-24). Nazal pasajdaki bu artış ile nazal solunum da iyileşme ve nazal kavite hacminde artış olduğu bilinmektedir (21, 24-26).



Şekil -6- Üst çene genişletme apareyi (Hyrax apareyi) (orijinal)

Literatürde maksiller ekspansiyon sonucunda nazal kavitede ve nazofaringeal hacimde artış olduğunu, nazal dirençte ise azalma olduğunu belirten çalışmalar mevcutken (27-29); nazal hava yolu direncindeki azalmayı bireysel farklılığa bağlayanlar da mevcuttur (30).

Mini vida destekli yapılan RME sonrası değişimler için; Kim ve arkadaşları Nazofaringeal ve total faringeal solunum yolu hacminde pekiştirme sonrasında bile önemli artışlar olduğunu belirtirken (31), Li ve arkadaşları ise önemli artışın nazal-nazofaringeal hacminde olduğunu ancak hipofaringeal hacimde önemli olmasa da bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (32).

Hyrax genişletme apareyi ile yapılan genişletme sonrası değişimler için; Smith ve arkadaşları, nazal-nazofaringeal'de önemli, hipofaringeal hacimde ise önemli olmayan artışlar olduğunu ancak hipofaringeal hacimde ise önemli olmayan bir azalma olduğunu bildirirken (33), Dicosimo ve arkadaşları ise hem nazal hem de total nazofaringeal hacim ölçümlerinde önemli artış olduğunu bildirmişlerdir (34).

Bonded RME apareyi uygulanarak yapılan genişletme sonrasında değişimler için; Riberio ve arkadaşları nazal kavite ve orofaringeal hacimde önemli düzeyde, nazofaringeal hacimde ise önemli olmayan artışlar belirlerken (28), Erdur ve arkadaşları ise üst-total faringeal hacimde önemli, alt faringeal hacimde önemli olmayan artışlar bildirmiştir (35).

2.2.2.SINIF III ANOMALİ TEDAVİLERİ

Sınıf III maloklüzyonlar, mandibulanın aşırı büyümesi veya maksillanın yetersiz gelişimi ile karakterize edilen karmaşık iskeletsel ve dişsel anomalilerdir. Yalnızca estetik ve fonksiyonel sorunlarla sınırlı kalmayıp, solunum yolu anatomisi ve işlevleri üzerinde de önemli değişimlere neden olabilmektedir. Özellikle maksiller hipoplazi varlığında, farengeal hava yolunun daralması ve buna bağlı olarak solunum problemleri, Sınıf III bireylerde yaygın olarak gözlenmektedir. Bu durum, yaşam kalitesini etkileyen uyku apnesi gibi rahatsızlıklara zemin hazırlayabilir.

Literatürde yapılan çalışmalarda hem transversal darlığı hem de sagittal yönde geriliği mevcut olan bireylerde RME ve yüz maskesinin kombine uygulanması ile hem kısa hem de uzun dönemde orofaringeal hacimde önemli artış olduğu bildirilmiştir (36). Ancak buna karşılık tek başına yüz maskesinin faringeal alana önemli bir etkisinin olmadığını (36), hatta RME ile beraber kullanılsa da faringeal alandaki artışın önemli olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (37).

Keçik, çalışmasında yüz maskesi kullanımı sonucunda nazofaringeal hacimde artış olduğunu belirtirken, bununla birlikte mandibulanın saat yönü rotasyonu sebebiyle orafarinkste azalma olduğunu bildirmiştir (38).

Kale ve Büyükçavus ise çalışmalarında mini vida destekli yüz maskesi uygulamasının nazo – oro faringeal boyut ölçümlerinde iyileşmeler oluşturduğunu ve total solunum yolunda artış olduğunu belirtmişlerdir (39).



Şekil -7- Petit Tipi yüz maskesi uygulaması ekstra oral görünümü (orijinal)

2.2.3. SINIF II ANOMALİ TEDAVİLERİ

Sınıf II maloklüzyonlar, maksillo-mandibular ilişkideki uyumsuzluklar nedeniyle sık karşılaşılan iskeletsel ve dişsel anomaliler arasında yer alır. Özellikle mandibular retrognati ile karakterize olduğunda, yalnızca estetik ve fonksiyonel sorunlara yol açmakla kalmaz, aynı zamanda solunum yolu anatomisi ve fonksiyonları üzerinde de etkili olabilir. Solunum yolu obstrüksiyonları, uyku apnesi gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir ve bu durumların, özellikle büyüme ve gelişim çağındaki bireylerde, iskeletsel büyümeyi ve hava yolu dinamiklerini etkilediği bilinmektedir. Literatürde bu konuda çok fazla çalışma olsa da net ortak bir kanaat mevcut değildir.



Şekil -8- Aktivatör kullanan bireyin ağız içi cephe görüntüsü(orişinal)

Fonksiyonel sınıf II tedavi amacıyla kullanılan aktivatörler (Şekil -8-) sonucunda alt çenenin daha ilerde konumlandırılması sağlanarak oro-nazo farinks hacminde artış meydana geldiği ve bu artışın pekiştirme dönemi sonrasında da devam ettiğini bildiren çalışmalar olsa da (40), artışın sadece aktif tedavi fazında önemli olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (41, 42).

Fonksiyonel iskeletsel Sınıf II tedavilerinde kullanılan başka bir tedavi yöntemi ise sabit fonksiyonel tedavilerdir. Bu grupta farklı isimlendirmeler mevcut olsa da amaç büyüme evresi daha ileride olan bireylerde alt çene geriliğini yine fonksiyonel tedavi ile çözmeyi amaçlamaktır. İnce-bingöl ve arkadaşları aktivatör ve forcus fonksiyonel aпаратыni kıyasladıkları çalışmalarında solunum yoluna etkisinin forcus aпаратыlerinin daha fazla ve önemli olduğunu bildirmişlerdir (43).

2.3. ORTOGNATİK TEDAVİLER

Ortognatik tedavilerin çiğneme fonksiyonlarının düzenlenmesi, estetik görünümün iyileştirilmesi gibi birçok olumlu etkisi bulunmaktadır (44). Yapılan işleme bağlı olarak solunum yolunda genişleme ya da daralma durumu meydana gelebilmektedir.

Çenelere uygulanan set back işlemleri solunum yollarını daraltabilirken ilerletme işlemleri ise solunum hacminde artışa sebep olabilmektedir. Hyoid kemiğin ve dilin aşağıya hareketine sebep olan Mandibular set back işlemi faringeal solunum yollarını daraltırken(45), mandibular advancement işlemleri artışa sebep olmaktadır (46).

Rosario ve arkadaşları, çalışmalarında izole maksiller advancemet sonucunda üst solunum yollarında önemli artışa sebep olduğunu bildirmişler ve obstrüktif uyku apnesi riski taşıyan veya bu durumdan muzdarip iskeletsel sınıf III hastaların tedavisi için makul bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (47).

Hernando ve arkadaşları ise ortognatik cerrahinin yumuşak dokunasion düzlemine mutlak referans olarak kullanarak planlanıp uygulanması durumunda, cerrahi tekniğın ne olduğundan bağımsız olarak, uzun dönemde farengeal hava yolunun tüm seviyelerinde hacimsel artışlara neden olduğunu, çift çene ilerletme ve saat yönünün tersine rotasyonla yapılan değişikliklerin ise en önemli katkıyı sağladığını belirtmişlerdir (48).

Referanslar

1. Cheesman K. Anatomy of the naso-and oropharynx. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2008;9(7):277-9.
2. Pierce RJ, Worsnop CJ. Upper airway function and dysfunction in respiration. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*. 1999;26(1):1-10.
3. Warwick R, Williams PL. *Gray's anatomy*. 35th British ed. Philadelphia: WB Saunder's Company. 1973.
4. Sobotta J. *Sobotta Atlas Of Human Anatomy*. Munich: Urban & Fischer Verlag is an imprint of Elsevier GmbH; 2006.
5. King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *The Angle Orthodontist*. 1952;22(1):23-37.
6. Aydemir Ş. Ağız Solunumunun Farinks Büyüklüğü ve Kraniofasiyal Morfoloji Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Erzurum Atatürk Üniversitesi; 1996.
7. Drake RL, Vogl AW, Mitchell A, Duparc F, Duparc J. *Gray's Anatomie-Le Manuel pour les étudiants: Elsevier Health Sciences*; 2021.
8. Karaca M. Nazofarenks Kanserinde Kemoradyoterapi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2008.
9. Handelmann CS, Osborne G. Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *The Angle Orthodontist*. 1976;46(3):243-59.
10. Yates CB, Phillips CD. Oral cavity and oropharynx. *Current problems in diagnostic radiology*. 2001;30(2):38-59.
11. Karaosmanoglu AA, Ozgen B. Anatomy of the pharynx and cervical esophagus. *Neuroimaging Clinics*. 2022;32(4):791-807.
12. Schwab RJ, Gupta KB, Geftter WB, Metzger LJ, Hoffman EA, Pack AI. Upper airway and soft tissue anatomy in normal subjects and patients with sleep-disordered breathing. Significance of the lateral pharyngeal walls. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1995;152(5):1673-89.
13. Valiathan M, El H, Hans MG, Palomo MJ. Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume. *The Angle Orthodontist*. 2010;80(6):1068-74.
14. Orabi N, Flores-Mir C, Elshebiny T, Elkordy S, Palomo JM. Pharyngeal airway dimensional changes after orthodontic treatment with premolar extractions: A systematic review with meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2021;160(4):503-15. e3.

15. Park JH, Kim S, Lee Y-J, Bayome M, Kook Y-A, Hong M, et al. Three-dimensional evaluation of maxillary dentoalveolar changes and airway space after distalization in adults. *The Angle Orthodontist*. 2018;88(2):187-94.
16. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1987;91(1):3-14.
17. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2008;134(1):8. e1-8. e11.
18. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *American journal of orthodontics*. 1982;81(1):32-7.
19. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics*. 1980;77(5):500-7.
20. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1961;31(2):73-90.
21. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1965;35(3):200-17.
22. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American journal of orthodontics*. 1970;57(3):219-55.
23. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *American journal of orthodontics*. 1970;58(1):41-66.
24. Memikoglu TUT, Işeri H. Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(3):251-6.
25. Basciftci F, Mutlu N, Karaman A, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *The Angle Orthodontist*. 2002;72(2):118-23.
26. Yi F, Liu S, Lei L, Liu O, Zhang L, Peng Q, et al. Changes of the upper airway and bone in microimplant-assisted rapid palatal expansion: A cone-beam computed tomography (CBCT) study. *Journal of X-ray science and technology*. 2020;28(2):271-83.
27. Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics*. 1976;69(3):274-84.
28. Ribeiro ANC, De Paiva JB, Rino-Neto J, Illipronti-Filho E, Trivino T, Fantini SM. Upper airway expansion after rapid maxillary expansion evaluated with cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*. 2012;82(3):458-63.

29. Özen GY. FARKLI HIZLI MAKSİLLER GENİŞLETME YÖNTEMLERİNİN NAZOMAKSİLLER KOMPLEKS VE FARİNGEAL ALANA ETKİLERİNİN 3 BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ VE RİNOMANOMETRİ İLE İNCELENMESİ. Erzurum: Atatürk Üniversitesi 2023.
30. Hartgerink DV, Vig PS, Orth D, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;92(5):381-9.
31. Kim S-Y, Park Y-C, Lee K-J, Lintermann A, Han S-S, Yu H-S, et al. Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults. *The Angle Orthodontist*. 2018;88(4):435-41.
32. Li Q, Tang H, Liu X, Luo Q, Jiang Z, Martin D, et al. Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*. 2020;90(3):432-41.
33. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2012;141(5):618-26.
34. DiCosimo C, Alsulaiman AA, Shah C, Motro M, Will LA, Parsi GK. Analysis of nasal airway symmetry and upper airway changes after rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2021;160(5):695-704.
35. Erdur EA, Yıldırım M, Karatas RMC, Akin M. Effects of symmetric and asymmetric rapid maxillary expansion treatments on pharyngeal airway and sinus volume:A cone-beam computed tomography study. *The Angle Orthodontist*. 2020;90(3):425-31.
36. Cifter M, Çapan Ö, Çelikel ADG, Tağrikulu B, Erbay E. Does the face mask increase the impact of rapid maxillary expansion on sagittal airway dimensions? *European Oral Research*. 2023;57(1):28-35.
37. Pamporakis P, Nevzatoğlu Ş, Küçükkeleş N. Three-dimensional alterations in pharyngeal airway and maxillary sinus volumes in Class III maxillary deficiency subjects undergoing orthopedic facemask treatment. *Angle Orthodontist*. 2014;84(4):701-7.
38. Keçik D. Evaluation of protraction face-mask therapy on the craniofacial and upper airway morphology in unilateral cleft lip and palate. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2017;28(7):e627-e32.
39. Kale B, Buyukcavus MH. Determining the short-term effects of different maxillary protraction methods on pharyngeal airway dimensions. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2021;24(4):543-52.

40. Ulusoy C, Canigur Bavbek N, Tuncer BB, Tuncer C, Turkoz C, Gencturk Z. Evaluation of airway dimensions and changes in hyoid bone position following class II functional therapy with activator. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2014;72(8):917-25.
41. Ozbek M, Memikoglu T, Gögen H, Lowe A, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *The Angle Orthodontist*. 1998;68(4):327-36.
42. Restrepo C, Santamaría A, Peláez S, Tapias A. Oropharyngeal airway dimensions after treatment with functional appliances in class II retrognathic children. *Journal of oral rehabilitation*. 2011;38(8):588-94.
43. İnce-Bingöl S, Kaya B. Pharyngeal airway and hyoid bone position changes of skeletal anchored Forsus Fatigue Resistant Device and activator appliances. *Clinical Oral Investigations*. 2021:1-10.
44. Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2007;131(3):372-7.
45. Degerliyurt K, Ueki K, Hashiba Y, Marukawa K, Nakagawa K, Yamamoto E. A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008;105(4):495-502.
46. Valladares-Neto J, Silva M, Bumann A, Paiva JBd, Rino-Neto J. Effects of mandibular advancement surgery combined with minimal maxillary displacement on the volume and most restricted cross-sectional area of the pharyngeal airway. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2013;42(11):1437-45.
47. Rosário HD, de Oliveira BG, Pompeo DD, de Freitas PHL, Paranhos LR. Surgical maxillary advancement increases upper airway volume in skeletal class III patients: a cone beam computed tomography-based study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2016;12(11):1527-33.
48. Giralt-Hernando M, Valls-Ontañón A, Junior OLH, Masià-Gridilla J, Hernández-Alfaro F. What are the surgical movements in orthognathic surgery that most affect the upper airways? A three-dimensional analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021;79(2):450-62.