



RESEARCH ARTICLE

Upper airway changes between different skeletal malocclusions

Abdullah Ekizer, DDS, PhD,^a Gökhan Türker, DDS,^b

^aDepartment of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Erciyes University, Kayseri, Turkey

^bDepartment of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Erciyes University, Kayseri, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 May 2014

Accepted 31 October 2014

Keywords:

Airway dimension,
Skeletal malocclusion

ABSTRACT

Objectives: Association between craniofacial skeletal morphology and upper airway dimension is important. The aim of this retrospective study is to evaluate nasopharyngeal, oropharyngeal and hypopharyngeal airway sizes using lateral cephalometric radiographs. **Materials and Methods:** The material consisted lateral cephalometric radiographs taken from the archives of Erciyes University Faculty of Dentistry. The study group consisted of lateral cephalometric radiographs of 30 patients with skeletal Class I malocclusion (20 female and 10 male), 31 patients with skeletal Class II malocclusion (21 female and 10 male), 29 patients with skeletal Class III malocclusion (18 female and 11 male). PNS-PPW1 (nasopharyngeal airway), SPT-PPW2 (oropharyngeal airway) and Eb-PPW3 (hypopharyngeal airway) values was measured. Otherwise, tongue length, vertical airway length, soft plate angulation, thickness and height, lower and upper pharyngeal spaces and hyoid bone position with respect to mandibular plane are evaluated. Statistical comparisons were performed using one-way ANOVA, and Fisher's LSD tests. **Results:** No statistically significant difference in nasopharyngeal airway ($F=0,970$, $p=0,383$), oropharyngeal airway ($F=1,34$, $p=0,267$), and hypopharyngeal airway ($F=1,86$, $p=0,161$) sizes were seen among the patients with skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusion. **Conclusions:** It is seen that the sizes of nasopharyngeal, oropharyngeal and hypopharyngeal airway are independent from skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusions.



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Farklıiskeletselmaloklüzyonlarınüsthavayolu boyutları üzerine etkileri

Abdullah Ekizer, DDS, PhD, Gökhan Türker, DDS,

Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye

MAKALE BİLGİ

Makale geçmişi:

Alınan 29 May 2014

Kabul 31 October 2014

Anahtar Kelimeler:

Havayolu boyutu,
iskeletsel maloklüzyon

ÖZET

Amaç: Kraniofasial iskeletsel morfoloji ve üst hava yolu boyutu arasındaki ilişki önemli bir tartışma konusudur. Bu retrospektif çalışmanın amacı iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III hastalar arasındaki nazofaringeal, orofaringeal ve hipofaringeal hava yolu boyutlarını lateral sefalometrik radyograflar kullanarak değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntem:** Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi arşivinden elde edilen lateral sefalometrik radyograflar üzerinde, Sınıf I maloklüzyona sahip 30 hastanın (20 kız, 10 erkek), sınıf II maloklüzyona sahip 31 hastanın (20 kız, 11 erkek) ve sınıf III maloklüzyona sahip 29 hastanın (18 kız, 11 erkek) üst havayolu boyutları değerlendirilmiştir. Nazofaringeal hava yolu (PNS-PPW1), orofaringeal hava yolu (SPT-PPW2) ve hipofaringeal hava yolu (Eb-PPW3) boyutları ölçülmüştür. Ayrıca dil uzunluğu, vertikal hava yolu uzunluğu, yumuşak damağın angulasyonu, uzunluğu, kalınlığı ve yüksekliği, alt ve üst faringeal boşluk miktarları ve mandibular düzleme göre hyoid kemiğin konumu değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak Tek Yönlü Varyans Analizi ve Fisher'in LSD Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. **Bulgular:** Nazofaringeal havayolu ($F=0,970$, $p=0,383$), Orofaringeal havayolu ($F=1,34$, $p=0,267$) ve Hipofaringeal havayolu ($F=1,86$, $p=0,161$) boyutları arasında iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyona sahip hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Ancak üst ve alt faringeal boşluk miktarları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. **Sonuçlar:** Sonuç olarak, nazofaringeal, orofaringeal ve hipofaringeal havayolu boyutları iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyondan bağımsızdır.

GİRİŞ

Üst havayolunun solunum kapasitesi, yutkunma ve konuşma esnasında faringeal havayolu ile dinamik bir ilişki içerisindedir. Ayrıca, bu yapı ideal oklüzyonun ve yüz morfolojisinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır.¹⁻⁴ Dentofasial ve kraniyofasiyal kompleksin iskeletsel özelliklerinin üst hava yoluna etkilerini inceleyen çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.^{5,6} Yapılan çalışmalarda maksiller veya mandibular retrüzyon gibi iskeletsel özelliklerin üst hava yolunda daralmaya sebep olduğu bildirilmiştir.⁷

Battagel ve ark.,⁸ Sınıf II bireylerde üst hava yolunun daha dar olduğunu bildirmişlerdir. İskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip hastalardaki faringeal havayolu hacminin Sınıf I oklüzyona sahip bireylerden fazla olup olmadığını değerlendiren bir çalışmanın sonucunda ise iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu olan hastalarda, Sınıf I hastalarla kıyaslandığında faringeal havayolunun hacminin artmış olduğu rapor edilmiştir.⁹ El ve Palomo,¹⁰ farklı dentofasiyal iskeletsel paternleri olan hastalarda yaptıkları çalışmada Sınıf II hastalardaki orofaringeal havayolu hacminin Sınıf I ve Sınıf III hastalara kıyasla daha küçük olduğunu, kraniyal tabana göre mandibula konumunun orofaringeal havayolu hacmi üzerine etkili olduğunu bulmuşlardır. Martin ve ark.'larının yaptıkları çalışmada,¹¹ Sınıf III maloklüzyonu olan hastalardaki nazofaringeal yumuşak doku özellikleri değerlendirilerek sonuçlar ideal oklüzyondaki hastalarla karşılaştırılmıştır. Sonuçta, Sınıf III bireylerde nasofaringeal yumuşak doku özellikleri erkek ve kadın bireylerde farklı olduğu bulunmuştur. Adenoidal doku ve üst havayolu uzunluğu erkeklerde daha yüksek olduğu ve üst havayolu genişliğinin ideal oklüzyonu olan hastalarda, Sınıf III hastalardan daha fazla ve alt farinks boyutlarının ise Sınıf III hastalardan daha az olduğu rapor edilmiştir.

Kraniofasiyal iskeletsel morfoloji ve üst hava yolu boyutu arasındaki ilişki önemli bir tartışma konusudur. Bu retrospektif çalışmanın amacı, iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III hastaların nazofaringeal, orofaringeal ve hipofaringeal hava yolu boyutlarını lateral sefalometrik radyograflar kullanarak değerlendirmektir. Bununla birlikte dil uzunluğu, vertikal hava yolu uzunluğu, yumuşak damağın angulasyonu, uzunluğu, kalınlığı ve yüksekliği, alt ve üst faringeal boşluk miktarları ve mandibular düzleme göre hyoid kemiğin konumu farklı iskeletsel maloklüzyonlara sahip hastalar arasında karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sıfır hipotezi farklı iskeletsel maloklüzyona sahip bireyler arasında hava yolu boyutları arasında fark olmadığıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Şubat 2011 ve Aralık 2013 tarihleri arasında Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran yaş aralığı 11 ile 18 olan hastalardan alınan 105 adet lateral sefalometrik radyografi değerlendirmeye alınmıştır. Radyografilerin alınma sebebi ortodontik tedavi öncesinde hastaya ait iskeletsel ve dişsel değerlerin tespiti ile hastalara ait maloklüzyonların teşhisi ve tedavi planının yapılabilmesidir. Radyografik görüntü bozukluklarından dolayı oluşan hata payını azaltmak için artefakt gösteren radyograflar çalışmadan çıkarılmıştır. Son oluşan çalışma grubunda toplamda 90 hastanın lateral sefalometrik radyografları bulunmaktaydı (58 kız, 32 erkek). İskeletsel Sınıf I (ANB = $1,82 \pm 1,20$) maloklüzyona sahip 30 hastanın (20 kız, 10 erkek), iskeletsel Sınıf II (ANB = $5,52 \pm 1,09$) maloklüzyona 31 sahip hastanın (20 kız, 11 erkek) ve iskeletsel Sınıf III (ANB = $-2,23 \pm 1,95$) maloklüzyona sahip 29 hastanın (18 kız, 11 erkek) lateral sefalometrik radyografları üç yıllık deneyime sahip tek bir araştırmacı (G.T.) tarafından çizilerek değerlendirilmiştir.

Farklı iskeletsel maloklüzyona sahip hastaların vertikal değerlendirmeleri SN-GoGN açısı ölçülerek değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir ($p=0,445$). Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Dolphin Image Software, Version 9.0 (Dolphin Imaging and Management Solutions, Los Angeles, California, USA) yazılımı kullanılarak hastaların sefalometrik değerlendirilmesi yapılmış ve nazofaringeal hava yolu (PNS-PPW1), orofaringeal hava yolu (SPT-PPW2) ve hipofaringeal hava yolu (Eb-PPW3) boyutları ölçülmüştür.¹² Şekil 1'de çalışmada değerlendirilen nokta, düzlem ve açılar sefalometrik film üzerinde gösterilmektedir.

Çalışma verilerinin istatistiksel değerlendirmesi SPSS programı (SPSS 13.0, Şikago, İllionus, ABD) kullanılarak, tek yönlü ANOVA ve Fisher'in Least Significant Difference (LSD) testleri ile $p<0,05$ düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Bütün gruplardaki hastaların ölçümleri aynı araştırmacı tarafından beş ay sonra tekrarlanarak, metot hatası Dahlberg formülü ile ($ME = \sqrt{\sum d^2/2n}$, n örnek sayısı ve d, ise yapılan iki ölçüm arasındaki fark) hesaplanmış ve tüm ölçümler için 0,37 mm'yi geçmediği bulunmuştur.

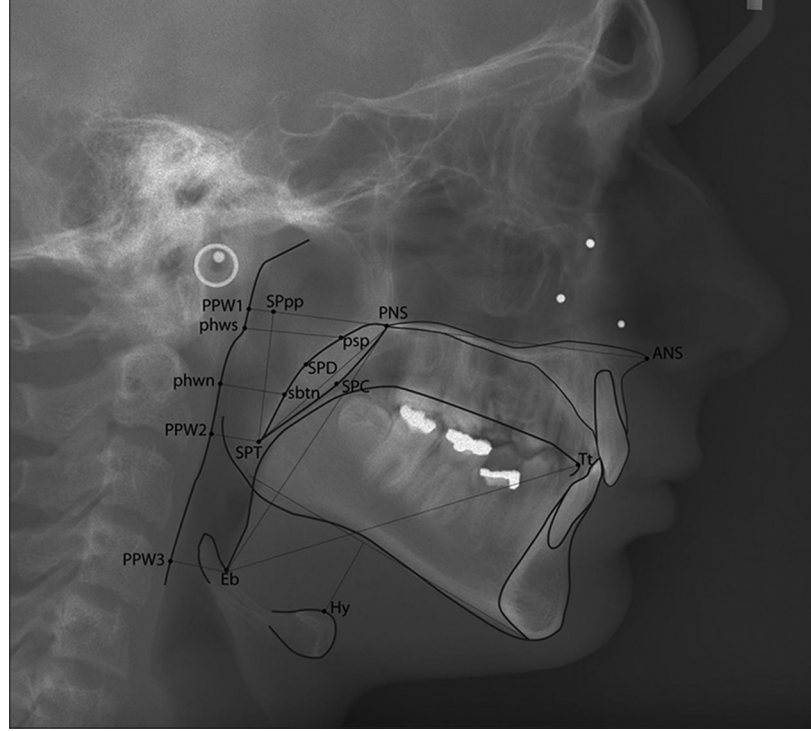
BULGULAR

Yapılan lineer ölçümlerde Sınıf I hastalarda nazofaringeal, orofaringeal ve hipofaringeal havayolu boyutları sırasıyla 20,67±3,7, 9,11±1,96 ve 10,61±2,37; Sınıf II hastalarda

Tablo 1. Sınıf 1, Sınıf 2 ve Sınıf 3 hasta gruplarının demografik yapısı

Grup	n	Ort.	SS	Min.	Max.
Sınıf 1	30	14.8	2.72	11.1	16.5
Sınıf 2	31	14.7	3.6	11.3	16.6
Sınıf 3	29	14.11	4.26	11.4	18.3

21,27±2,98, 9,12±2,03 ve 11,01±2,81 olarak bulunmuştur. Sınıf III hastalarda ise nazofaringeal havayolu boyutu 20,09±3,12, orofaringeal havayolu boyutu 9,94±2,65 ve hipofaringeal havayolu boyutu 12,01±3,36 olarak bulunmuştur. İskeletsel Sınıf III hastalarda nazofaringeal havayolu boyutlarında yapılan ölçümlerin ortalaması, Sınıf II hastalarda yapılan ölçümlerin ortalamasına göre 1,18 mm, Sınıf I hastalarda yapılan ölçümlerin ortalamasına göre ise 0,58 mm daha azdır. Orofaringeal havayolu boyutlarına bakıldığında İskeletsel Sınıf III hastaların ölçümlerinin ortalaması, Sınıf I hastaların ölçümlerinin ortalamasından 0,83 mm, Sınıf II hastaların ölçümlerinin ortalamasından 0,82 mm fazladır. Hipofaringeal havayolu boyutlarının ortalama değerleri kıyaslandığında ise iskeletsel Sınıf III hastaların ortalama değerleri Sınıf I hastalara göre 1,4 mm, Sınıf II hastalara göre 1 mm fazladır. Buna rağmen, nazofaringeal havayolu ($p=0,383$, $F=0,97$), orofaringeal havayolu ($p=0,267$, $F=1,34$) ve hipofaringeal havayolu ($p=0,161$, $F=1,86$) boyutları arasında iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyona sahip hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Ölçümlerin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 2'de de görüldüğü gibi yumuşak damağın angulasyonu (ANS-PNS-SPT), uzunluğu (PNS-SPT), kalınlığı (SPD-SPC) ve yüksekliğinin (SPT-SPpp) farklı iskeletsel maloklüzyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği de gösterilmiştir. Yumuşak damak uzunluğunun (SPL) üst faringeal boşluğa (SPS) oranı ile yumuşak damak uzunluğunun (SPL) alt faringeal boşluğa (IPS) oranının farklı iskeletsel maloklüzyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği anlaşılmıştır. Vertikal hava yolu uzunluğu (PNS-Eb) ve dil uzunluğu (Eb-Tt) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir. Bununla birlikte üst faringeal boşluk miktarı (psp-phws) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ($p<0,01$). Fisher'in



Şekil 1. Yumuşak damak ve nasofaringeal havayolu referans noktaları: ANS (anterior nazal spine); PNS (posterior nasal spine); SPT (yumuşak damak en uç noktası); SPC (yumuşak damağın orta noktası); SPD (yumuşak damağın dorsumu); SPpp (palatal düzleme [ANS-PNS]; yumuşak damak ucundan çizilen dik doğrunun kesişim noktası); PPW1 (posterior faringeal duvar 1 - posterior faringeal duvarda palatal düzlemin izdüşümü); PPW2 (posterior faringeal duvar 2 - posterior faringeal duvara palatal düzleme paralel şekilde SPT'den çizilen doğrunun posterior faringeal duvardaki izdüşümü); PPW3 (posterior faringeal duvar 3-posterior faringeal duvara palatal düzleme paralel şekilde Eb'den çizilen doğrunun posterior faringeal duvardaki izdüşümü); psp (PNS ve SPD noktalarının orta noktası); sbtn (SPD ile SPT noktalarının orta noktası); phws (posterior faringeal duvara palatal düzleme paralel şekilde psp'den çizilen doğrunun posterior faringeal duvardaki izdüşümü); phwn (posterior faringeal duvara palatal düzleme paralel şekilde sbtn'den çizilen doğrunun posterior faringeal duvardaki izdüşümü); Hy (hiyoid kemiği en ön üst noktası); Eb (Epiglottis tabanı); Tt (dil ucu). Yumuşak damak ve nazofaringeal havayolu ölçümleri: ANS-PNS-SPT (yumuşak damağın angulasyonu); PNS-SPT (SPL: yumuşak damak uzunluğu); SPC-SPD (yumuşak damak kalınlığı); SPT-SPpp (yumuşak damak yüksekliği); PNS-PPW1 (SPS: üst faringeal boşluk); SPT-PPW2 (IPS: alt faringeal boşluk); Eb-PPW3 (hipofaringeal boşluk); SPL/SPS (yumuşak damak uzunluğunun üst faringeal boşluğa oranı); SPL/IPS (yumuşak damak uzunluğunun alt faringeal boşluğa oranı); PNS-Eb (Vertikal hava yolu uzunluğu; PNS ve Eb arasındaki mesafe); Eb-Tt (Dil uzunluğu; Eb (epiglottis tabanı) ve Tt (dil ucu) arası mesafe); GoGn-Hy (mandibular düzleme hyoid kemiğin en ön ve ün üst noktasından çizilen dikmenin uzunluğu); psp-phws (psp'denin posteriorunda üst faringeal boşluk miktarı); sbtn-phwn (sbtn'nin posteriorunda alt faringeal boşluk miktarı)

LSD Testi göstermiştir ki bu farklılık Sınıf 2 ve Sınıf 3 maloklüzyona sahip hastaların üst faringeal boşlukları arasındaki istatistiksel anlamlı farktan kaynaklanmaktadır ($p < 0,001$). Sınıf 3 hastaların üst faringeal hava

yolu Sınıf 2 hastalarından daha büyüktür. Alt faringeal boşluk miktarı (sbtn-phwn) da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ($p < 0,05$). Sınıf 1 hastaların (9,24) alt faringeal hava yolu boyutu Sınıf 3

Tablo 2. Hava yolu boyutlarının Varyans analizi ve Fisher'in LCD testi ile değerlendirilmesi

Hava yolu ölçümleri	Sınıf 1		Sınıf 2		Sınıf 3		p	Sig.
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS		
PNS-PPW1 (mm)	20.67	3.70	21.27	2.99	20.09	3.12	0.383	NS
SPT-PPW2 (mm)	9.11	1.96	9.13	2.04	9.94	2.65	0.267	NS
Eb-PPW3 (mm)	10.61	2.37	11.02	2.82	12.02	3.36	0.161	NS
ANS-PNS-SPT (°)	128.57	6.50	129.64	4.53	125.89	7.89	0.073	NS
PNS-SPT (mm)	30.19	2.44	30.55	3.31	30.69	2.86	0.790	NS
SPD-SPC (mm)	8.39	1.22	8.33	1.08	8.76	1.35	0.951	NS
SPT-SPpp (mm)	24.44	2.92	25.28	3.20	26.31	3.39	0.083	NS
SPL/SPS (mm)	1.51	0.30	1.47	0.29	1.57	0.33	0.426	NS
SPL/IPS (mm)	3.46	0.86	3.54	0.96	3.29	0.90	0.566	NS
PNS-Eb (mm)	57.62	3.99	57.45	4.83	56.72	5.87	0.760	NS
Eb-Tt (mm)	70.66	5.06	69.80	4.99	67.61	5.20	0.064	NS
Hy-GoGn (mm)	13.55	3.55	13.85	4.46	14.18	4.90	0.858	NS
psp-phws (mm)	13.15	2.83	14.53	3.07	11.79	3.00	0.003	**
sbtn-phwn (mm)	9.24	2.92	8.87	2.06	7.59	2.03	0.023	*

Ort.: Ortalama; SS: Standart Sapma; Sig.: Anlamlılık; NS: İstatistiksel olarak anlamlı fark yok; *: $p<0,05$; **: $p<0,01$

hastalarından (10,59) istatistiksel olarak daha kısadır ($p<0,05$). Sınıf 2 hastaların (8,87) alt faringeal hava yolu boyutu yine Sınıf 3 (10,59) hastalarından daha küçüktür ($p<0,01$).

TARTIŞMA

Birçok çalışmada üst havayolu boyutları lateral sefalometrik filmler ile değerlendirilmiştir.^{12,13,16} Ayrıca akustik rinometre, rinomanometre¹⁴ ve bilgisayarlı tomografi¹⁵ gibi yöntemlerde kullanılmaktadır. Lateral sefalometrik röntgenlerin dezavantajı 3 boyutlu bir

yapının iki boyut üzerinde değerlendirilmeye çalışılmasıdır. Linder-Aronson⁴ adenoid boyutlarının değerlendirilmesinde rhinoskopi ve sefalometrik filmlerin sonuçlarının yüksek bir korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Lateral sefalometrik radyograflar transversal düzlemde yetersiz olmalarına rağmen, bu radyografların kraniofasial yapılar ve nazofaringeal dokular arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde etkili oldukları bildirilmiştir.¹⁶

Bu çalışmada üst havayolu boyutlarının değerlendirilmesi için kullanılan noktalar; kolay tekrarlanabilir olmaları, yumuşak dokularda meydana gelen değişiklikleri

ortaya koyabilmeleri ve son dönem çalışmalar ile karşılaştırılabilir olmaları gibi kriterler baz alınarak seçilmiştir.¹²

Üst hava yolunun değerlendirildiği birçok çalışmada üst hava yolunun kraniofasial morfolojiden etkilendiği ifade edilmiştir.^{6,17,18} Kafa postürünün, iskeletsel modelin, cinsiyetin, hava yollarını etkileyebileceği konusu üzerinde durulmuştur.¹⁹ Mandibulanın anteroposterior konumunun genioglossus kas ataçmanı nedeniyle dil kökü pozisyonunu etkileyebileceği, bu nedenle de alt çenenin geride konumlandığı bireylerde üst hava yolunu ilgilendiren problemlerin daha sık görüleceği bildirilmiştir.¹⁸ Aynı zamanda mandibulanın ortopedik apareylerle ileri alındığı vakalarda, nazofaringeal ve hipofaringeal alanlarda genişleme olması, havayolunun mandibula konumundan etkilendiğinin göstergesidir.²⁰ Bu çalışmanın sonuçları ise alt çenenin konumunun ve ANB açısının havayolu boyutlarında farklılıklara neden olabileceğini, ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir.

Hong ve ark'ları yaptıkları çalışmada,⁹ İskeletsel Sınıf III malokluzyona sahip hastalardaki faringeal havayolu hacminin Sınıf I okluzyona sahip bireylerden fazla olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda ise iskeletsel Sınıf III malokluzyonu olan hastalarda, Sınıf I hastalarla kıyaslandığında faringeal havayolunun hacminin artmış olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre de iskeletsel Sınıf III hastaların orofaringeal ve hipofaringeal havayolu boyutları iskeletsel Sınıf I ve iskeletsel Sınıf II hastalara göre daha fazladır. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Daha önceki çalışmalarda^{8,10}, iskeletsel Sınıf II malokluzyona sahip hastaların üst havayolu boyutlarının daha dar olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III hastaların üst havayolu boyutları

arasında anlamlı bir fark yoktur. Sadece alt ve üst faringeal hava yolu uzunlukları Sınıf 3 hastalarda daha büyüktür.

Literatürdeki bir çok çalışmada^{8,9,11,18,20} iskeletsel malokluzyonların ve mandibula konumunun üst havayolu boyutlarını etkilediği gösterilse de, bizim çalışmamızda iskeletsel malokluzyonların üst havayolu boyutlarını etkilemediği gösterilmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, sefalometrik radyograflardan elde edilen iki boyutlu ölçümler doğrultusunda nazofaringeal, orofaringeal ve hipofaringeal havayollarının boyutları iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III malokluzyonlardan bağımsızdır. Örneklem sayısının daha fazla olduğu ve üç boyutlu değerlendirmelerin yapılabileceği daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:468–479.
2. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:173–175.
3. Akcam MO, Toygar TU, Wada T. Longitudinal investigation of soft palate and nasopharyngeal airway relations in different rotation types. *Angle Orthod* 2002;72:521–526.
4. Linder-Aronson S. Adenoids: their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-

- manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryng* 1970;265:1-132.
5. Iça B, Oztürk F. The effects of orthodontic malocclusions and treatments on airway dimensions, tongue and hyoid bone position. *Cumhuriyet Dent J* 2014;17:101-108.
 6. Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture and craniofacial morphology. *Am J Orthod* 1984;86:214-223.
 7. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB. Acephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. *J Oral Maxillofac Surg*.1998;56:135-139.
 8. Battagel JM, Johal A, L'Estrange PR, Croft CB, Kotecha B. Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusion in subjects with obstructive sleep apnoea (OSA). *Eur J Orthod*. 1999;21:363-376.
 9. Hong J, Oh K, Kim B, Kim Y, Park Y. Three dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:161-169.
 10. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:511-521.
 11. Martin O, Muelas L, Vinas MJ. Comparative study of nasopharyngeal soft-tissue characteristics in patients with Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:242-251.
 12. Jakobson G, Stenvik A, Espeland L. The effect of maxillary advancement and impaction on the upper airway after bimaxillary surgery to correct Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:369-376.
 13. Tsai HH, Ho CY, Lee PL, Tan CT. Cephalometric analysis of nonobese snorers either with or without obstructive sleep apnea syndrome. *Angle Orthod* 2007;77:1054-1061.
 14. Doruk C, Sökücü O, Sezer H, Canbay EI. Evaluation of nasal airway resistance during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry. *Eur J Orthod* 2004;26:397-401.
 15. Palaisa J, Ngan P, Martin C and Razmus T. Use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132:458-466.
 16. Preston CB, Lampasso JD, Tobias PV. Cephalometric evaluation and measurement of upper airway. *Semin Orthod* 2004;10:3-15.
 17. Jamieson A, Guilleminault C, Partinen M, Quera-Salva MA. Obstructive sleep apneic patients have craniomandibular abnormalities. *Sleep* 1986;9:469-477.
 18. Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:228-231.
 19. Yücel E, Yücel-Eroğlu E, Türk T, Saraçgil S. Erişkin bireylerde üst hava yolu morfolojisinin değerlendirilmesi. *Türk Ortodonti Dergisi* 2000;13:179-188.
 20. Hanggi M, Teuscher UM, Roos M, Peltomaki T. Longterm changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *Eur J Orthod* 2008;30:598-605.

How to cite this article: Abdullah Ekizer, Gökhan Türker. Upper airway changes between different skeletal malocclusions. *Cumhuriyet Dent J* 2015;18(1):9-16.