



## Obstrüktif Uyku Apne Sendromu Olgularına Ortodontik Yaklaşımlar

### *Orthodontic Approach to Obstructive Sleep Apnea Syndrome Cases*

#### ÖZET

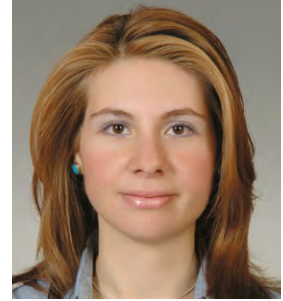
Uyku apne sendromu apne ve hipopne ile karakterize, ciğerlerde hipoksi (düşük O<sub>2</sub> seviyesi) ve kanda O<sub>2</sub> desatürasyonu oluşturan, uykunun kesintiye uğramasına ve/veya uyanmaya sebep veren, uyku esnasında oluşan bir hastalıktır. Santral, obstrüktif ve mixed olmak üzere 3 tipi vardır. Santral ve mixed apne tedavisi sadece tıp doktorları tarafından yapılabilirken obstrüktif sleep apne tedavisinde ortodontist ve maksillofasial cerrahlar önemli rol oynamaktadırlar. Bu derleminin amacı obstrüktif sleep apne tedavisinde ortodontistlerin yeri ve önemini belirtmektir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2005;18:175-187*)

**Anahtar Kelimeler:** Obstrüktif sleep apne, Uyku apne, Uyku bozuklukları, Horlama, Ortodonti.

#### SUMMARY

*Sleep apnea syndrome is a disease which occurs during sleeping and which is characterized by apneic and hypopneic events, low oxygen levels in lungs (hypoxia), blood oxygen desaturation, sleep arousal and/or awakening. The syndrome has three types; central, mixed and obstructive. Central and mixed apnea can be treated only by medical practitioners but in the treatment of obstructive sleep apnea orthodontists and maxillofacial surgeons have an important role. The aim of this review is showing the role and importance of orthodontists in the treatment of obstructive sleep apnea. (Turkish J Orthod 2005;18:175-187)*

**Key Words:** *Obstructive sleep apnea, Sleep apnea, Sleep disorders, Snoring, Orthodontics.*



**Dt. Handan Tuğçe  
OĞUZ**

**Prof. Dr. Neslihan  
ÜÇÜNCÜ**

Gazi Univ. Dişhek. Fak.  
Ortodonti A.D. / Gazi Univ.  
Dept. of Orthodontics  
Ankara-TURKEY

**İletişim Adresi  
Correspondence:**  
Dt. Handan Tuğçe Oğuz  
G.Ü Diş Hekimliği Fakültesi  
Ortodonti ABD.  
06510 Emek-  
ANKARA/TURKEY  
Tel:+90 312 2126220 /  
ext: 268-270  
e-mail:htugce@gazi.edu.tr



## GİRİŞ

Üst hava yolu hastalıkları uyku süresini ve/veya kalitesini azaltan, hastalarda gün içinde uyku hali, yorgunluk ve konsantrasyon eksikliği yaratan üst hava yollarında oluşan sorunlardır. Üst hava yolu hastalıkları üst hava yolu rezistansı sendromu ve uyku apne sendromu olarak ikiye ayrılır. Horlama ayrıca bir hastalık olmayıp bu iki sendromun da en belirgin semptomudur. Üst hava yolu rezistans sendromunda üst hava yollarındaki darlığa bağlı olarak soluk almak için daha fazla efor gerekir, bu ekstra efor uykunun kesintiye uğramasına neden olarak gün içinde uyku hali oluşturur. Bu hastalarda apne veya hipopne görülmez. Uyku apne sendromu ise apne ve hipopne ile karakterize, ciğerlerde düşük O<sub>2</sub> seviyesi (hipoksi) ve kanda O<sub>2</sub> desatürasyonu oluşturan, uykunun kesintiye uğramasına ve/veya uyanmaya sebep veren, uyku esnasında oluşan bir hastalıktır. Apne; solunumun 10 sn veya daha fazla süre kesilmesidir. 7 saatlik uykuda 30 veya daha fazla apne periodu geçiren bireylere uyku apne sendromu tanısı konur.

Uyku apne sendromu santral, obstrüktif ve mixed olmak üzere 3 tiptir. Santral apnede respiratuar kaslar solunum için ekstra bir çaba sarfetmez. Obstrüktif apnede üst hava yollarındaki bir obstrüksiyona bağlı olarak solunum ciddi olarak kısıtlanmış veya tamamen bloke olmuştur ve respiratuar kaslar solunum için ekstra bir efor sarfeder. Mixed apne ise santral ve obstrüktif apnenin bir kombinasyonudur.

Obstrüktif uyku apne sendromu(OSAS) erkeklerin %4, kadınların %2'sini etkileyen, en çok orta yaşlarda ve daha çok erkeklerde görülen, diurnal hipertansiyon, nokturnal disritmi, pulmoner hipertansiyon, sağ ve sol ventriküler yetmezlik, miyokard enfarktüsü ve felç gibi hastalıklara yakalanma riskini artıran sinsi bir hastalıktır. OSAS hastalarının konsantrasyon eksikliği nedeniyle daha çok trafik kazası yaptıkları da bildirilmiştir.

OSAS'ın tipik belirtileri gün içinde aşırı uyku hali, konsantrasyon eksikliği, sinirlilik ve/veya depresyon, bazen kardiak sorunlar ve horlamadır. Horlama OSAS'ın en belirgin semptomudur, erişkin erkeklerin %25'ten fazlasını etkiler ve üst hava yollarındaki daralma nedeniyle artan hava akımına bağlı bölgedeki yumuşak dokuların vibrasyonu ile

## INTRODUCTION

Upper airway diseases decrease sleep time and/or quality which leads to excessive daytime sleepiness, fatigue and lack of concentration. Upper airway diseases can be classified in two groups: upper airway resistance syndrome and sleep apnea syndrome. Snoring is the most evident symptom of these syndromes but it is not a disease. In upper airway resistance syndrome, breathing needs much effort due to the narrow upper airway and this extra effort leads to sleep arousal and excessive daytime sleepiness. Apnea and hypopnea are not symptoms of this disease. Sleep apnea syndrome is a disease which occurs during sleeping and is characterized by apneic and hypopneic events, low oxygen levels in lungs (hypoxia), blood oxygen desaturation, sleep arousal and/or awakening. Apnea is the arousal of breathing for 10 seconds or more. 30 or more apnea periods in 7 hours sleep is pathogenic for sleep apnea syndrome.

Sleep apnea syndrome has three types: central, obstructive and mixed. In central apnea respiratory muscles do not need extra effort for breathing. In obstructive apnea respiratory muscles need extra effort because breathing is limited or completely blocked due to the obstruction in the upper airway. Mixed apnea is the combination of central and obstructive apnea.

Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) is a serious disorder that affects up to 4 per cent of men and 2 per cent of women in middle ages and is seen more often in men rather than in women. It leads to diurnal hypertension, nocturnal dysrhythmias, pulmonary hypertension, left and right ventricular failure, myocardial infarction and stroke. This group of patients has an increased rate of road traffic accidents due to the lack of concentration. Symptoms of OSAS are excessive daytime sleepiness, lack of concentration, nervousness and/or depression, sometimes cardiac problems and snoring. Snoring is the most evident symptom of OSAS. Snoring affects more than 25 per cent of adult men and results from soft tissues in the upper airway vibrating during inspiration because of the increased velocity of air, which is caused by a decrease in size of airway space. Almost all patients with OSA



oluşur. Her OSAS hastasında horlama görülür fakat her horlayan hastaya OSAS tanısı konulamaz. Yukarıdaki belirtileri gösteren hastalar bir uyku merkezinde polysomnografi (PSG) ile incelenmelidirler. Polysomnogram hastaların nefes alma ve uyuma paternini, apne tipi ve şiddetini inceleyen, tedavi etkinliğini belirlemede de kullanılabilen bir aygıttır. PSG ile ölçülen en önemli parametreler Apne Indexi (AI), Hipopne Indexi (HI), Apne / Uyku Oranı (apne durumunda geçen sürenin uyku süresine oranı), Apne-Hipopne-Uyku Oranı (apne ve hipopne durumunda geçen sürenin uyku süresine oranı) ve Respiratuar Rahatsızlık (Disturbance) Index (RDI) olarak sıralanabilir. PSG'nin yanında total kan sayımı, tiroid fonksiyon testi gibi birkaç test de istenir.

Apne ciddiyeti apne-hipopne indeksi (AHI) veya RDI değerlerine göre hafif-orta-şiddetli olmak üzere 3 derecededir. RDI değeri 5'ten küçük vakalar normal, RDI'ı 10-20 arası olan vakalar hafif, RDI'ı, 21-40 arası olan vakalar orta ve RDI'ı, 40'tan fazla olan vakalar şiddetli olarak tanımlanır. PSG'nin pahalılığı ve zor uygulanması nedeniyle ev çalışmaları için pulse oksimetri aygıtları da geliştirilmiştir. (1-7)

### **OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNİN (OSA) ETYOLOJİSİ**

OSA multifaktöriyel etyolojiye sahip bir hastalıktır. Etiolojide rol oynayan faktörler; Kraniofasial formdaki değişiklikler, mandibula büyümesindeki yetersizlik, Kas aktivitesindeki yetersizlik, yumuşak doku anomalileri, mikrognati, retrognati, makroglossi ve geniş yumuşak damak, dik mandibular düzlem açısı, nasal obstrüksiyon, adenotonsiller hipertrofi, azalmış hava yolu lümeni, vokal kord disfonksiyonu, epiglottis ödemi, polip ve tümörler, obezite, alkol ve depresan ilaçların kullanımı, agromegali, sendromlar (Franceschetti-Treacher-Collins, Apert, Crouzon, Pierre Robin ve Down Sendromları), juvenil temporomandibular ankiloz olarak sıralanabilir.

Araştırmalar OSA hastalarında Genioglossus ve Tensor Veli Palatini kaslarının uyanıkken aktivitelerini artırdıklarını, bunun üst hava yolu şeklini değiştirmeye yardım ettiğini fakat hasta yatar pozisyonunda ve uyurken bu kasların aktivitelerinin azalarak hava yollarının daraldığını göstermiştir. Alkol ve depresan ilaçlar üst hava yolu kaslarını gevşeterek

also snore. However, snoring patients may or may not also have sleep apnea. The patients who have these symptoms must be examined by polysomnography (PSG) in sleep centers. Polysomnogram is a device which examines patient's breathing and sleeping pattern, the type and magnitude of apnea. It can also be used after a treatment for the evaluation of the treatment effectiveness. The most important parameters measured by PSG are: Apnea Index (AI), Hypopnea Index (HI), Apnea Hypopnea Index (AHI), the Apnea – Sleep Ratio (the percentage of time spent in apneic state), the Apnea-Hypopnea Sleep Ratio (the percentage of sleep time spent in apneic and hypopneic stages) and Respiratory Disturbance Index (RDI). If the PSG reveals the existence of a sleep apnea, further diagnostic tests, such as a complete blood count and a test of the thyroid function, may be helpful in evaluating these patients.

Apnea severity is classified as mild, moderate or severe depending on the Apnea – Hypopnea Index (AHI) or Respiratory Disturbance Index (RDI). An RDI score < 5 is considered normal. An RDI of 10 to 20 is mild, an index of 21 to 40 is moderate, and an index greater than 40 is severe. Because of the expense and inconvenience of a PSG, pulse oximetry devices have been developed for "in-home" studies.

### **ETIOLOGY of OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA (OSA)**

The cause of OSA is multifaceted. The factors that lead to OSA are the changes in craniofacial form, inadequate mandibular growth, inadequate muscle activity, soft tissue anomalies, micrognathie, retrognathie, macroglossia, enlarged soft palate, steep mandibular plane angle, nasal obstruction, adenotonsillar hypertrophie, reduced airway lumen, vocal cord disfunction, edema of the epiglottis, polyps, tumors, obesity, use of alcohol and sedatives, agromegaly, syndromes (Franceschetti – Treacher – Collins, Apert, Crouzon, Pierre Robin and Down Syndroms), juvenile temporomandibular ankylosis, nasal obstruction. Investigations indicate that the activity of Genioglossus and Tensor Veli Palatini muscles increases when the patient is awake. This condition supports the change in the upper airway shape. But



üst hava yollarının daralmasına neden olurlar.(1,8-10)

OSA'lı hastaların dik pozisyondan yatar pozisyona geçmelerinin hava yollarına olan etkisini inceleyen bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda dik pozisyondan yatar pozisyona geçen OSAS hastalarının yumuşak damak kalınlıklarının artıp orofaringeal hava yollarının anteroposterior çaplarının belirgin derecede azaldığı, daralmanın en fazla yumuşak damağın posteriorunda olduğu, dilin şeklinin değiştiği fakat kapladığı alanın değişmediği, yumuşak damak kalınlığının dilin vertikal ve anteroposterior pozisyonundan daha az önemli olduğu bildirilmiştir. (6,11)

Üst hava yolu hastalığına sahip bireyler aynı morfolojiyi göstermemelerine rağmen normal bireylere göre daha benzer iskeletsel, oral ve faringeal anomaliler göstermektedirler. Bazı araştırmalar sonucunda kranial kaide uzunluğu (S-N) ve kranial kaide açısındaki (S-N-Ba) azalmanın OSA hastalarında belirgin olduğunu belirtirken, bazı araştırmalar ise normal bireyler ile üst hava yolu hastalığına sahip bireylerin sefalogramları arasında fark olmadığını, bulunan farkların etnik kökene bağlı olduğunu belirtmektedir. Normal ve OSA'lı hastaların doğal baş pozisyonlarının aynı olmadığı OSA'lı hastaların daha ileri ve yukarı bir doğal baş pozisyonu olduğu bildirilmiştir.

OSA'lı ve kontrol grubu hastalar karşılaştırıldığında OSA'lı hastalarda yumuşak damağın arkasındaki bölümün %50 daha kısa fakat dil kökü gerisindeki kısmın aynı uzunlukta olduğu, hava yollarının daha dar, orofaringeal alanlarının daha küçük, damaklarının daha kalın, dillerinin daha geniş olduğu sonuçlarına varılmıştır. (6,7, 12,13)

Dik mandibular düzlem açısı mandibulanın saat yönünde rotasyon yapmasına, genioglossus ve hyoid kaslarının posterior faringeal duvara daha fazla yaklaşmasına neden olur.(9) Parkkinen ve ark.(10) mandibular retrogradizmlı hastalarda Servikal Headgear tedavisinin dikkatli uygulanması gerektiğini, OSAS'a yatkın çocuklarda Servikal HG kullanımını sonucunda mandibulanın biraz daha posteriorda konumlandığını, bu nedenle daha fazla apne / hipopne periyodu görüldüğünü, O<sub>2</sub> desatürasyonunun arttığını belirterek OSAS'a yatkın çocuklarda Servikal

when the patient is asleep and in supine position both the activity of these muscles and the airway area decreases. Alcohol and sedatives may relax the upper airway muscles and contribute to upper airway sleep disorders. (1, 8-10)

When a patient changes from upright to supine position, the thickness of the soft palate increases, the anteroposterior oropharyngeal cross – sectional area decreases. The decrease in cross – sectional area is most evident in posterior of the soft palate. The shape of tongue changes but the area it occupies does not change. The thickness of soft palate is less important than the vertical and the anteroposterior position of the tongue. (6-11) The sleep disordered breathing groups do not show identical morphologies but they bear more similar skeletal, oral and pharyngeal anomalies than normal subjects.

According to the results of some researches the length of cranial base (S-N) and cranial base angle (S-N-Ba) decreases in OSAS patients. But some researches state that there is no difference between normal subjects and sleep disorders patients cephalograms, the reason of differences is race. Some investigations report that the head positions of normal individuals and OSAS patients are different and OSAS patients have more forward and upright natural head position. The researches that compare the OSAS patients and control individuals state that the posterior region of the soft palate in OSAS patients is 50 percent shorter, the airway area is narrower, oropharyngeal area is smaller, soft palates are thicker and the tongues are longer than within control individuals. (6, 7, 12, 13)

Steep mandibular plane angle leads to posterior rotation of mandibula and changes the position of genioglossus and hyoid muscles. These muscles come closer to pharyngeal wall. (9) Parkkinen et al. (10) reported that the position of the mandible was found to be slightly more posterior in patients who were treated with cervical headgear. This condition leads to more apneic and hypopneic periods, O<sub>2</sub> desaturation increases. They suggested that headgear therapy may contribute to the occurrence of sleep apnea, when a strong predisposition,



HG kullanımı ile OSAS oluşabileceğini ve zaten apne semptomları olan çocuklarda Servikal HG tedavisinin sendromu şiddetlendirebileceğini bildirmişlerdir. Çocuklarda genişlemiş adenoid ve tonsiller nedeniyle tekrarlayan hava yolu obstrüksiyonu da OSAS'a neden olabilmektedir. Juvenil temporomandibular ankiloz veya çocuklukta çene bölgesine alınan travmalar da mandibulanın yeterli derecede ileri yönde büyümemesine veya retropozisyona neden olarak OSAS etyolojisinde rol oynayabilir.(14) Mandibulanın posteriora konumlanması dilin, hava yollarını daraltmasına neden olabileceğinden OSAS etkenidir.(1)

Obez hastalarda yumuşak damak, dil ve çevre dokularda daha fazla yağ depozitleri vardır. Lateralden üst hava yoluna doğru olan yağ infiltrasyonu hava yollarının daraltmasına neden olur. OSAS'lı ve kontrol grubu hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada OSAS'lı hastalarda yağ depozitlerinin orofaringeal hava yolunun posterolateralinde konumlandığı bildirilmiştir. Başka bir araştırma sonucunda ise boyun çapının OSA gelişiminde oldukça etkili olduğu, erkeklerde 17 inch, kadınlarda 16 inch'den fazla boyun çapına sahip bireylerin OSA'a yakalanma risklerinin diğer bireylere göre daha fazla olduğunu bildirilmiştir. (15)

### **OBSTRÜKTİF SLEEP APNE SENDROMUNUN TEDAVİSİ**

OSAS tedavisinde amaç obstrüktif epizodların sıklığını ve ciddiyetini, kollaps eğilimini, hayati tehlike ve beraberinde oluşabilecek hastalıkları azaltmak, hava yolu boylarını ve yaşam kalitesini artırmaktır.

OSAS tedavisi 4 ana başlıkta özetlenebilir;

- 1) Davranışların Modifikasyonu
- 2) Sürekli Pozitif Nazal Havayolu Basıncı (Ncpap) Aygıtının Kullanımı
- 3) Cerrahi Yaklaşımlar
- 4) Oral Apareylerin Kullanımı (8,16,17,18,19)

#### **1) Davranışların Modifikasyonu**

Kilo verilmesi, sigara ve alkolün bırakılması, santral sinir sistemini deprese eden ilaçların kullanılmaması, uyku pozisyonunun değiştirilmesi, baş postürünün değiştirilmesi olarak sıralanabilir. Kilo kaybı, dil ve

such as mandibular retrognathia that has led to the development of upper airway occlusion already exists. Recurrent airway obstruction because of enlarged adenoids and tonsils can lead OSAS too. Juvenil temporomandibular ankylosis and traumatic injuries during childhood may also generate a retroposition of the mandible and insufficient forward growth of the mandible and lead to sleep apnea syndrome, respectively. (14) The posterior position of mandible can make the tongue occupy more space and decrease the airway, this condition leads to OSAS too.(1)

Obese OSAS patients have more fat deposits in the soft palate, tongue and surrounding pharynx compared with control patients. The fat infiltration from lateral to upper airway decreases the airway area. A research on OSAS patients and control individuals states that, the fat deposits are positioned at the posterolateral region of oropharyngeal airway. Another research reported that neck circumference was a significant predictor of OSA. Men and women were at a greater risk for OSA if they had neck circumferences of 17 and 16 inch or greater, respectively.

### **TREATMENT of OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA SYNDROME**

The aim of OSAS therapy is to decrease the number of obstructive episodes and the severity, the collapse tendency, the "life – threatening" severity of apnea and health hazards, and to increase the airway area and life quality.

Treatment options in OSAS are:

- 1) Behavioral modification.
- 2) The use of Nasal Continuous Positive Airway Pressure (nCPAP) device.
- 3) Surgical intervention.
- 4) The use of oral appliances. (8, 16-19)

#### **1) Behavioral Modification**

Weight loss, quitting smoking and alcohol, changing sleep positions and head posture and avoidance of central nervous system depressors may be beneficial for some patients. Weight loss may decrease OSA symptoms by reducing the size of the tongue and soft palate. Quitting alcohol and depressor drugs prevents the relaxation of





yumuşak damak boyutlarını azaltarak OSAS semptomlarını hafifletir. Alkol ve depresan ilaçların bırakılması ile üst solunum yolu kaslarının gevşemesi önlenmiş olur. Daha yüksek yastıkta uyumak semptomları hafifletebilir. (1)

### 2) Sürekli Pozitif Nazal Havayolu Basıncı (Ncpap) Aygıtının Kullanımı

İlk kez 1981'de Sullivan ve ark. tarafından OSAS'lı hastaların tedavisinde kullanılmıştır. Hastaların burnuna veya bir yüz maskesine bağlı küçük bir hava pompası olup çevredeki havayı alıp basınçla hastanın burnuna gönderir. Faringeal hava yolunu açık tutar, yumuşak dokuların kollapsını ve hava yolu blokajını önler. Çok etkin bir tedavi yöntemidir, düzenli kullanıldığında %75 başarı oranına sahiptir. Fakat aygıtın çok gürültülü olması, buruna verilen basınçlı havanın oluşturduğu rahatsızlık hissi, retansiyonun zayıf olması ve ağız kuruluğu oluşturması gibi nedenlerden hasta kooperasyonu zayıftır. Ncpap aygıtının 4-6 hafta düzenli kullanımı sonunda faringeal hacimde artma ve dil hacminde azalma olduğu bildirilmiştir. Bu değişimlerin üst hava yollarındaki ödemin çözülmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. (1,2)

### 3) Cerrahi Yaklaşımlar

Hava yolu boyutlarını genişletmek ve hava yolu kollapsını engellemek amacıyla kullanılan cerrahi yöntemler; Trakeostomi, nasal septal cerrahi, hyoid kemik suspensiyonu, parsiyel dil rezeksiyonu, mandibuler cerrahi, maxillomandibuler advancement osteotomi, inferior mandibular osteotomi, lingualplasti, hyoid myotomi ve suspensiyonla beraber uygulanan genioglossal advancement, lazer uvuloplastisi, Uvulopalatofaringoplasti (UPPP) olarak sıralanabilir. (20-28)

### 4) Oral Aygıtların Kullanımı

Dil ve mandibulanın pozisyonunu değiştiren oral aygıtlar horlama ve/veya hafif-orta şiddetteki OSAS'da etyolojik faktörlerin ortadan kaldırılması ile beraber kullanılırlar. İleri derecedeki OSAS tedavisinde başarı oranları daha düşük olmakla birlikte nCPAP tedavisini tolere edemeyen ve sistemik durumu operasyona uygun olmayan ileri dere-

upper airway muscles. Sleeping on a thicker pillow may be beneficial.(1)

### 2) The Use of Nasal Continuous Positive Airway Pressure (nCPAP) Device

This therapy was first recommended by Sullivan et al. in 1981 for treating OSAS patients. It is a device which has a small air pump connected to either a sealed face or nose mask. The device opens the pharyngeal airway and prevents the soft tissues from collapsing and blocking the airway. It is a very effective treatment option. When the device is used orderly it has 75 per cent success rate. However, patient compliance is poor because of the pump noise, the irritation of the patient from the airflow to the nose, poor retention and xerostomia. When patients continue using this equipment 4-6 weeks orderly the pharyngeal volume and the volume of the tongue decreases. This changes may be due to the resolution of upper airway edema.

### 3) Surgical Intervention

Surgical procedures for the treatment of OSA are: Tracheostomy, nasal septal surgery, hyoid bone suspension, partial tongue resection, maxillomandibular advancement osteotomy, inferior mandibular osteotomy, lingualplasty, genioglossal advancement with hyoid myotomy, uvulopalatopharyngoplasty (UPPP) and laser assisted uvulopalatoplasty.

### 4) The Use of Oral Appliances

Oral appliances that advance the position of the mandible and tongue have been used for the treatment of simple snoring or/and mild to moderate obstructive sleep apnea syndrome if nCPAP is not accepted or if surgery is not appropriate. Oral devices can be successful if only they are used after the etiological factors are eliminated. Only obstructive sleep apnea can be treated with oral devices, they are not indicated for central and mixed apneas. The dental devices are divided into two groups; Mandibular Advancement Devices (MAD) and Tongue Retaining Devices (TRD). MADs were first described by Pierre Robin in 1934 in the treatment of a patient with micrognathia as a modified monoblock in order to reposition the mandible in a more forward position and



celi OSAS'lı hastaların tedavisinde de kullanılmaktadırlar. Oral aygıtlar ile sadece obstrüktif uyku apne tedavi edilebilir, santral ve mixed apneler bu yolla tedavi edilemezler.

OSAS tedavisinde kullanılan dental aygıtlar Mandibular Advancement Devices (MAD) ve Tongue Retaining Devices (TRD) olarak ikiye ayrılırlar. MA aygıt kullanımının ilk örneği 1934'te Pierre Robin'in microgathie'li bir çocukta modifiye bir monoblok kullanarak mandibulayı ileri alıp hava yollarını açması olarak kabul edilir. TRD ise ilk kez Cartwright ve Samelson tarafından tanımlanmıştır.

MA aygıtları mandibulayı ileri alarak oro ve hipofaringeal hava yollarını, yapışık yumuşak dokuları ve dili gererek genişletir ve stabilize eder. TRD'ler ise ön bölgelerinde negatif hava basıncı oluşturan aygıtlardır. Hastalar bölmeye dillerini yerleştirdiklerinde suction etkisiyle dilin posteriora düşmesi engellenir. Dilin anterior dişlerin önüne çekilmesiyle üst hava yolu hacmi artar ve üst hava yolu rezistansı azalır. TRD'in MAD'a olan üstünlüğü dişsiz hastalar tarafından da kullanılabilir. MAD yapımında mandibula maksimum protrüzyon miktarının %75'i kadar ileri alınır, alt-üst ön dişler arası vertikal mesafeye ise bireye göre karar verilir. Aygıtlar sert veya yumuşak akrilikten yapılabilir. (1,4,16,29)

Rose ve ark.(4) orta dereceli OSAS'lı hastalarda iki değişik MAD'ın etkinliğini inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. İlk aygıtın adı Silencor'dur, mandibulayı 4-8 mm ileri alır, vertikal boyutu 5 mm arttırır. Diğer aygıt ise Karwetzky aktivatörüdür, mandibulayı maksimum protrüzyonunun %75'i kadar ileri alır, vertikal açılma ise 10-12 mm'dir. Her iki aygıt da en az 6 saat takılmalıdır. Apareylerin farkı ise Silencor'un sadece diş destekli, aktivatörün hem diş hem doku destekli olmasıdır. Araştırma sonucunda her iki aygıtla da respiratuar parametrelerde belirgin gelişme olduğu fakat aktivatörün daha etkin olduğu bildirilmiştir. Bu sonuca aktivatördeki vertikal açılma miktarının daha fazla olması nedeniyle alt ve üst dentisyon arası daha fazla hava yolu oluşmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Johnston ve ark.(5)da 20 OSAS'lı hasta da,4-6 hafta süreyle mandibulayı maksimum protrüzyon miktarının %75'i kadar (4-

open the airway. TRD was first described by Cartwright and Samelson. With MADs the mandible is advanced. This advancement makes the attached soft tissues and tongue stretch and stabilize, by this way oro and hypopharyngeal airways enlarge. With TRDs, the tongue is prevented from dropping posteriorly by suction created when the patient forces the tongue into a hollow bulb built into the device. The forward position tongue increases the volume and decreases the resistance of upper airway. An advantage of this device over the MADs is that it can be used for edentulous patients. In construction of a MAD, mandible is advanced 75 per cent of maximum protrusion, the vertical distance between upper and lower incisors changes from one patient to another. The dental devices can be made from both soft and hard acrylic resin materials. (1, 4, 16, 29) Rose et al. (4), examined two differently designed MAD for their effectiveness in treating obstructive sleep apnea. The first appliance was Silencor, which protrudes the mandible 4-8 mm and increases the vertical distance 5 mm. The other appliance was Karwetzky Activator, which protrudes the mandible 75 per cent of maximum protrusion and the vertical opening was 10-12 mm. Both devices had been worn every night for at least 6 hours. The difference between the devices was that the Silencor has only dental retention, the activator has both passive tooth and tissue - borne retention. The results showed that a statistically significant improvement in the respiratory parameters was achieved with both appliances, but the activator was significantly more effective. The reason of this difference was thought to be the vertical opening amount. The activator's vertical opening amount is bigger than the Silencor's and this difference increased the distance between upper and lower dentition and this may have lead to a larger airway. Johnston et al. (5), compared the effectiveness of a MAD which protrudes the mandible 75 per cent of maximum protrusion (4-9 mm) and increases the vertical distance 4 mm with a maxillary placebo appliance which was a single arch upper anterior bite plane and produces 1.5 mm separation between the upper and lower posterior teeth. The researchers reported that MAD made a



9 mm) ileri alan ve kapanışı 4 mm açan MAD ile, üst dişlerde 1,5 mm'lik aralanma yaratan bir anterior bite plane şeklindeki plasebo aygıtın etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda MAD ile AHI ve ODI (arterial O<sub>2</sub> desatürasyonunun saatlik yüzdesi) değerlerinde plaseboya göre belirgin derecede azalma olmuştur.

Hans ve ark.(30) OSAS'lı hastalarda hem vertikal boyutu artıran (8 mm) hem de mandibulayı protrüze eden (6-8 mm) yumuşak akrilikten bir aparey ile mandibulayı protrüze etmeyen ve vertikal boyutu minimal derecede arttıran (1 mm) bir apareyin tedavi etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda ikinci apareyin respiratuar parametrelerde herhangi bir değişiklik yapmadığı, mandibulayı protrüze eden ve vertikal boyutu artıran ilk apareyin üst hava yollarını açtığı, apne ve horlama olaylarını azalttığı gözlenmiştir.

Osseiran (31) başlangıçta alt ve üst çene için 2 ayrı protez olup, hastanın maksimum protrüzyon miktarının %75'ni tekrar edebilir hale gelmesinden sonra protezin posterior bölgesine otopolimerizan akrilik konularak tek parça haline getirdiği bir MAD'ı OSAS tedavisinde kullanmıştır. Apareyin 4-6 hafta kullanımından sonra gece başına düşen apne sayısının yarı yarıya azaldığı, hyoid kemiğin inferiora konumlandığı, posterior hava yollarının ortalama 2,5 mm arttığı ve ANB açısının azaldığı bildirilmiştir.

Gavish ve ark. (8) hafif-orta dereceli OSAS'lı hastaların tedavisinde fonksiyonel mıknaatıslı apareyler kullanmışlardır. Bu hastalarda mandibulanın repozisyonu karşıt çenelere yerleştirilen bir çift çekici mıknaatıslı ile sağlanmıştır ve protrüzyon çene açılması oranı 1:2 olmuştur. Apareylerin 8 hafta kullanımından sonra gün içinde uyku hali, horlama ve RDI'nın azaldığı, minimal O<sub>2</sub> satürasyonunun artıp normal değerine ulaştığı, oral kavitenin anterior bölgesinin genişlediği, posterior oral kavite ve faringeal hava yollarında değişiklik olmadığı bildirilmiştir. RDI'daki azalma ve anterior oral kavitedeki genişlemenin birbiriyle yüksek derecede korele olduğu bulunmuştur. Apareyin oral kavitenin posterior bölgesini etkilememesi, bu bölgenin mandibulanın ileri alınmasından etkilenmemesi ve apareyde vertikal yer değiştirmenin protrüzyondan

statistically significant decrease in AHI and ODI parameters compared to placebo appliance.

Hans et al. (30) compared the effectiveness of two dental devices for the treatment of OSAS. The first device both increases the vertical dimension 8 mm and protrudes the mandible 6-8 mm and was made of soft acrylic. The second appliance only increases the vertical dimension 1 mm but mandible does not protrude. At the result of the investigation the authors concluded that a dental device that advances the mandible and increases the vertical dimension opens the upper airway and is more effective in reducing the number of apneic and snoring events. The other appliance made no difference on this parameters.

Osseiran (31) studied the effectiveness of an intraoral maintenance prosthesis in treating OSAS. At the beginning there was an upper and a lower prostheses. When the patient was used to protrude his mandible 75 per cent of maximum protrusion by repeating this position several times, the author added auto polymerizing acrylic resin to posterior occlusal areas of the upper and lower prostheses and maintained a single prosthesis. After the appliance had been worn 4-6 weeks orderly there was an approximate 50 per cent reduction in apneas per night, hyoid bone positioned more inferiorly, posterior airway increased approximately 2.5 mm and ANB angle decreased.

Gavish et al. (8) used functional magnetic system therapy in patients with OSA. The reposition of mandible was made by the use of a pair of attractive magnets placed opposite each other in the jaws. The advancement – to – opening ratio was 1:2. After 8 weeks of functional magnetic system treatment daytime sleepiness, snoring and RDI scores decreased, minimal O<sub>2</sub> saturation increased and reached normal value, the anterior oral cavity area increased but there was no change in the posterior oral cavity area and pharyngeal airway passages. Reduction in RDI and the enlargement of the anterior oral cavity area was found to be highly and significantly correlated. The reason of no change in posterior oral cavity region was found to be the increase in vertical dimension which was more than the protrusion and this





fazla olmasına bağlanmıştı.

Liu ve ark. (9) hafif-orta dereceli OSA'lı hastalara mandibularını maksimum protrüzyon miktarının %75'i kadar ileri alan ve kapanışlarını 7 mm açan MAD'ı 6 ay kullandırmıştır. Tedavi sonunda; RDI'ın azaldığı, minimum kan O<sub>2</sub> saturasyon seviyesinin ve retropalatal hava yolu alanının arttığı, hyoid kemiğin mandibular düzleme olan vertikal mesafesinin ve yumuşak damağın kapladığı alanın azaldığı, dil postürünün düzleştiği gözlenmiştir.

Bonham ve ark.(32) hafif-orta dereceli OSAS'lı hastalara posterior dişlerin oklüzal yüzeylerini, anterior dişlerin insizal-lingual ve labial yüzeylerini kaplayan, tutucu kroşe içeren MAD kullandırmışlardır. Araştırma sonunda hava yolu obstrüksiyon oranının ve total apne indeksinin azaldığı, arterial O<sub>2</sub> saturasyonunun arttığı gözlenmiştir. Sefalometrik inceleme sonucunda ise aparey kullanımı sonrası SNB açısının arttığı, mandibular düzlemin hyoid kemiğe olan mesafesinin azaldığı, üst hava yollarında artış olduğu fakat alt hava yollarında anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Rose ve ark.(17) MAD kullanan 86 OSAS'lı hastayı 2 yıl takip ettikleri bir araştırmanın sonucunda oral aygıtların hafif-orta dereceli OSAS tedavisinde başlangıçta etkileri olduğunu fakat ilk 6-12 aylarda respiratuar parametrelerde görülen iyileşmenin daha sonraki aylarda (18-24. aylar) azaldığını bildirmişlerdir. Etkinliğin azalma nedeni mandibuların protrüzyonuna uyum sağlamak için protrüze olan yumuşak dokuların orofarinks çevreleyen yapıları da sıkılaştırması, zaman içinde yeni durumlarına alışarak bu sıkılıklarını kaybetmeleri veya suprahyoid kas tonüsündeki artışın zamanla normale dönmesi olabilir.

Bondemark ve Lindman (3) MAD ile 2 yıl tedavi gören OSAS'lı hastaların TME fonksiyonları ve çiğneme sistemlerini inceledikleri bir araştırmanın sonucunda; tedavi başında TME ve çiğneme kaslarında hafif rahatsızlık olup bunun zaman içinde geçtiğini, 2 yıl sonra hastaların hiçbirinde TME ve stomatognatik sistemde bir sorun görülmediğini fakat overjetteki ve overbite'in azaldığını ve molar ilişkisinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir mezializasyon olduğunu bildirmişlerdir.

region can not be affected by mandibular protrusion.

Liu et al. (9), examined the effectiveness of a MAD which protrudes mandible 75 per cent of maximum protrusion and increases vertical dimension 7 mm in treatment of OSAS. After the appliance had been worn 6 months, RDI and the vertical distance of hyoid bone to mandibular plane decreased, minimum blood O<sub>2</sub> saturation level and retropalatal airway area increased, tongue posture flattened.

Bonham et al. (32) investigated the efficacy of a modified functional appliance on obstructive sleep apnea. The authors used a MAD in which the occlusal surfaces of posterior teeth, the incisal – lingual and labial surfaces of anterior teeth were covered with acrylic which includes clasps for retention. The results showed that the upper airway obstruction amount and total apnea index decreased, arterial O<sub>2</sub> saturation increased. The results of cephalometric analysis showed that SNB angle, the distance of mandibular plane to hyoid bone decreased, upper airway area increased but there is no statistically significant change in lower airways.

Rose et al (17), followed - up 86 mild and moderate OSAS patients who had used MAD for investigating the long – term efficacy of oral appliances. The results showed that initially OSA was treated successfully, the respiratory parameters developed in first 6-12 months. But further registrations showed therapeutic efficacy decreased at 18 to 24 months. The protruded soft tissues for adapting the new protruded position of mandible stretch the tissues surrounding the oropharynx too. In time this tissues adapt this new position and relax. This may lead to the decrease in therapeutic efficacy. The decrease in suprahyoid muscle activity may lead to this condition too.

Bondemark and Lindman (3), investigated the status and function of temporomandibular joint (TMJ) and masticatory system in OSAS patients who had worn MAD for 2 years. The authors reported that at the beginning of the therapy there is slight tenderness in TMJ and masticatory muscles but in time this symptoms disappear. After 2 years there was no adverse effects on TMJ and the stomatognathic system but there was a little



Marklund ve ark.(33) yumuşak ve sert akrilden yapılan MAD apareylerinin tedavi etkinliğini karşılaştırmışlar ve hastaları 2,5 yıl takip etmişlerdir. Araştırma sonunda overjet ve overbite'de ortalama 0.4 mm azalma olduğu,sert akrilikten yapılan apareyleri kullananlarda overjetteki azalmanın daha fazla olduğu,yumuşak akrilikten yapılan apareylerde ancak 6 mm'den fazla protrüzyon yapılmışsa overjette belirgin azalma olduğu, yumuşak akrilik aparey kullananlarda maksiller ark genişliğinin 0.3 mm, sert akrilik aparey kullananlarda 0.2 mm arttığı,sentrik ilişkisinin tedavi başı ve sonunda aynı kaldığı bildirilmiştir. Yumuşak akrilikte daha az yan etki olmasının nedeni bu apareylerin daha fazla alan kaplamasına bağlanmıştır.

Bondemark(34) OSAS'lı hastalara mandibularlarını 5-8 mm öne alan ve vertikal olarak 5 mm açan bir aygıtı haftada 5-7 gece, gecede 6-8 saat, 2 yıl boyunca kullandırmış ve oluşan sefalometrik değişimleri incelemiştir. Takip süresi sonunda mandibulanın biraz öne ve aşağı yer değiştirdiğini, bu değişimin mandibular uzunluktaki bir miktar artış ile olduğunu, overjet'de 0.4 mm'lik, overbite'da 0.1 mm'lik azalma olduğunu ve sentrik ilişki ile habitüel oklüzyon arasında 1 mm'den fazla fark oluşmadığını bildirmiştir.

Robertson(7) OSAS'lı hastalara kapanışlarını 7 mm açan MA apareylerini 6 ay kullandırmıştır.Tedavi sonunda; RDI'nin azaldığı,minimum kan O<sub>2</sub> saturasyon seviyesinin ve retropalatal hava yolu alanının arttığı,hyoid kemiğin mandibuler düzleme olan vertikal mesafesinin ve yumuşak damağın kapladığı alanın azaldığı,dil postürünün düzleştiği gözlenmiştir.

Fransson ve ark. (35) 2 yıl boyunca MAD kullanan, horlayan ve OSAS'lı hastanın tedavi başı ve sonu iskeletsel, dental ve yumuşak doku değişimlerini incelemiştir.Araştırma sonunda faringeal alanın %9 arttığını, bu artışın hava yollarında genişlemeye neden olduğunu,velum bölgesinin azaldığını (farinkteki genişleme nedeniyle), hyoid kemiğin daha aşağıda konumlandığını, SNB açısının azaldığını ( 0.4 mm), alt keserlerin protrüze olduğunu ( 1.5 mm), mandibular kaide uzunluğunda fark olmadığını ve mandibulada posterior rotasyon oluştuğunu bildirmişlerdir. Hyoid

decrease in overjet and bite, and there was a little mesialization in molars but this was not statistically significant.

Marklund et al. (33), compared the efficacy of two MAD in treatment of OSAS. One device was made from soft, another device was made from hard acrylic resin. The patients were followed – up 2.5 years. At the end of this study; the overjet and overbite decreased approximately 0.4 mm, this decrease was more significant at the appliance made from hard acrylic resin. If mandibular protrusion was made more than 6 mm, the decrease in overjet was found to be significant at appliance made from soft acrylic resin too. The width of maxillary arch increases 0.3 mm and 0.2 mm respectively in appliance made from soft acrylic resin and hard acrylic resin. Centric relation remained same at the beginning and the end of the therapy. There were less adverse effects at appliance made from soft acrylic resin. This type of appliance occupies more space than other type, this may lead to the condition mentioned above.

Bondemark (34) examined the cephalometric changes in OSAS patients who had worn MAD for 2 years. The appliance protruded mandible 5-8 mm and increase the vertical dimension 5 mm. The patients had worn the appliance 5-7 nights per week and 6-8 hours per night. The results showed that the mandible replaced slightly anteriorly and inferiorly, this replacement occurs with a slight increase in mandibular length. Overjet and overbite decreased 0.4 mm and 0.1 mm respectively. There was approximately 1 mm difference between centric relation and habitual occlusion.

Robertson (7) used a MAD for 6 months, which increased the vertical dimension 7 mm for the treatment of OSAS. The author reported decrease in RDI, the vertical distance of hyoid bone to mandibular plane and soft palate area. The minimum blood O<sub>2</sub> saturation level and the retropalatal airway area increased, the tongue posture was flattened.

Fransson et al. (35) investigated the influence of a MAD on soft tissues, skeletal and dental structures in treatment of OSAS after 2 years of nocturnal use. The results showed that the airway passage increased



kemik pozisyonundaki değişim, mandibula pozisyonundaki değişime bağlıdır, oral aygıtlar genioglossal ve lateral pterygoid kasların aktivitesini artırır. Apeyinin kullanımı bırakıldıktan sonra hasta daha iyi nefes almasını sağlayan bu pozisyona adapte olur. Üst hava yolu kollapsını engellemek için aygıt faringeal motor sistemi stretch-indüksiyon ile aktive eder.

Liu ve ark.(19) daha genç, daha düşük vücut kitle indeksli, daha uzun maksillalı, daha küçük orofarenksli, daha düşük overjet'li, daha az erüpte olmuş maksiller molarlı ve vertikal hava yolunun yumuşak damağın kapladığı alana olan oranının daha büyük olduğu hastalarda daha iyi tedavi cevabı alındığı sonucuna varmışlardır.

Bahsedilen tüm bu apareyler mandibular advancement ve yeterli vertikal açılma kombinasyonu ile velofaringeal duvarı gererek hava yolunu genişletir. Bunun sonucunda da dilin anterior hareketinin yumuşak damağın üzerindeki yer çekim etkisi azalır ve mandibulanın ileri alınması ile velofarinksin kollapsı azalır.

#### **ORAL AYGIT KULLANIMI SONRASI OLUŞAN KOMPLİKASYONLAR**

Oral aygıtların kullanımı sonrası oluşan komplikasyonlar diğer tedavi alternatiflerinde oluşan komplikasyonlara göre çok daha minimaldir. Bunlar; Apeyinin ağızdan çıkması, aşırı salivasyon, TME ve çiğneme kaslarındaki reversible rahatsızlık hissi ve ağrılar, oklüzyondaki irreversible değişiklikler. (Overjet ve overbite'de azalma, posterior bölgede oklüzyonun bozulması, molar ilişkisinin daha mezialize olması, üst keserlerin retrüzyonu alt keserlerin protrüzyonu vb.)

Mandibulanın ileri alınması ile oluşan resiprokal kuvvetlerin dişlere transferi oklüzal değişikliklere neden olmaktadır. Musküler aktivasyon nedeniyle tedavi başında çiğneme kaslarında bir gerilim oluşur. Üst keser dişlere iletilen retrüze edici kuvvetler ve alt keserlere iletilen protrüze edici kuvvetler de vardır. Bu nedenle üst keserlerde lingual tipping ve alt keserlerde resiprokal labial hareket oluşur.(36)

#### **ORAL AYGITLARIN AVANTAJLARI**

Oral aygıtların avantajları ucuz olmaları,

because of an increase in the relative area of the pharynx 9 per cent. The velum area had decreased. (Because of the increase in pharyngeal area), hyoid bone had positioned more inferiorly, SNB angle had decreased, lower incisors were proclined. A mandibular posterior rotation had occurred and the mandibular plane length did not change. The change in the hyoid bone position was due to the change in the position of mandible. MAD increased the activity of genioglossus and lateral pterygoid muscles. After the use of this appliance the patients get used to this new position which enhances them an easier breathing. The device activated the pharyngeal motor system by stretch induction to prevent a collapse of the upper airway.

Liu et al. (19) reported that young age (genç yaş, yaşın genç olması), low body mass index, longer maxilla, smaller oropharynx, less erupted maxillary molars, the high ratio of vertical airway to soft palate area and less overjet have positive effects on OSAS therapy.

All the appliances mentioned before enlarge the airway by mandibular advancement, increasing vertical dimension and stretching velopharyngeal wall. The anterior movement of tongue decreases the gravity force on soft palate and the mandibular advancement decreases the collapse in velopharynx.

#### **THE SIDE EFFECTS CAUSED BY ORAL APPLIANCE THERAPY**

There are very few side effects of oral appliances when compared to other treatment alternatives in OSAS. These side effects are: the appliance falls out of the mouth, increased salivation, tenderness and pain in temporo – mandibular joint and masticatory muscles, the irreversible changes in occlusion (decrease in overjet and overbite, disorder of posterior occlusion, mesialisation in molar relationship, proclination of lower incisors, retroclination of upper incisors).

The reciprocal forces produced by the advancement of the mandible effects the teeth and leads to occlusal changes. At the beginning of the therapy tenderness occurs in masticatory muscles because of muscular activation. The delivered forces to incisor teeth leads to retrusion in upper incisors and



hastalar tarafından iyi tolere edilmeleri, yan etkilerinin yok denecek kadar az olması olarak sıralanabilir.

Uyku apne olgularının değerlendirilmesi ve tedavi alternatifleri arasında o olgu için en iyi sonuç verecek olanın seçilmesi göğüs hastalıkları, kardiyoloji, nöroloji, KBB, maksillofasial cerrahi ve Ortodonti A.B.D.'nin hekimleri tarafından birlikte yapılmalıdır. Oral aygıt tedavisinin ise sadece hafif ve orta şiddetli obstrüktif uyku apne vakalarında etyolojik faktörlerin ortadan kaldırılması ile beraber uygulandığında başarılı sonuç vereceği unutulmamalıdır.

protrusion in lower incisors. This results in lingual tipping of the upper incisors and in a reciprocal labial movement of the lower incisors. (36)

### THE ADVANTAGES of ORAL APPLIANCE THERAPY

The advantages of oral appliances are: cost effectiveness, well toleration by patients and having very few side effects.

The examination and decision of best treatment option for sleep apnea cases should be done by pulmonary diseases specialist, cardiologists, neurologists, ENT specialists, maxillofacial surgeons and orthodontists together. Oral appliance therapy is effective only in mild and moderate obstructive sleep apnea cases, after the etiological factors are eliminated.

### KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Ivanhoe JR., Cibirka RM, Lefebvre CA., Parr G.R. Dental considerations in upper airway sleep disorders: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 82:685-98; 1999.
2. Cote EF. Obstructive sleep apnea. An orthodontic concern. *Angle Orthod.* Oct: 293-307, 1988.
3. Bondemark L., Lindman R. Craniomandibular status and function in patients with habitual snoring and obstructive sleep apnoea after nocturnal treatment with a mandibular advancement splint: a 2 year follow up. *Eur J Orthod* 22:53-60; 2000.
4. Rose E., Staats R., Virchow C., Jonas IE. A comparative study of two mandibular advancement appliances for the treatment of obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 24: 191-198; 2002.
5. Johnston CD., Gleadhill IC., Cinnamon MJ., Gabbey J., Burden DJ. Mandibular advancement appliances and obstructive sleep apnoea: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 24:251-262; 2002.
6. Battagel JM., Johal A., Smith AM., Kotecha B. Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disordered breathing: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 24:263-276; 2002.
7. Robertson J. Cranial base considerations between apnoeics and non-apnoeic snorers, and associated effects of long-term mandibular advancement on condylar and natural head position. *Eur J Orthod.* 24:353-361; 2002.
8. Gavish A, Vardimon AD, Rachima H, Bloom M, Gazit E. Cephalometric and polysomnographic analysis of functional magnetic system therapy in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120: 169-77; 2001.
9. Liu Y., Zeng X., Fu M., Huang X., Lowe AA. Effects of a mandibular repositioner on obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118: 248-56; 2000.
10. Parkkinen KP, Pirttiniemi P, Nieminen P., Löppönen H., Tolonen U., Uotila R., Huggare J. Cervical headgear therapy as a factor in obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatr Dent* 21:39-45; 1999.
11. Pae EK. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106: 52-59; 1994.
12. Solow B., Skov S., Ovesen J., Norup PW., Wildschiodt ZG. Airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 18: 571-9; 1996.
13. Battagel JM, Johal A, Kotecha A cephalometric comparison of subjects with snoring and obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 22: 353-65; 2000.
14. Mossaz CF., Richter M., Oehirich S. Case report: Surgical-orthodontic management of posttraumatic obstructive sleep apnea syndrome. *Angle Orthod* 67(2): 155-160; 1997.
15. Horner R.L., Mohiaddin RH., Lowell DG. Sites and sizes of fat deposits around the pharynx in obese patients with obstructive sleep apnea and weight-matched controls. *Eur Respir J* 2:613-619; 1989.
16. Yoshida K. Oral device therapy for the upper airway resistance syndrome patient. *J Prosthet Dent* 87:427-30; 2002.
17. Rose EC., Barthlen GM., Staats R., Jonas IE. Therapeutic efficacy of an oral appliance in the treatment of obstructive sleep apnea: A 2 year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121:273-9; 2002.
18. Clark GT., Sohn JW., Hong CN. Treating obstructive sleep apnea and snoring: assessment of an anterior mandibular positioning device. *J Am Dent Assoc* 131:765-771; 2000.
19. Liu Y, Lowe AA, Fleetham JA, Park YC. Cephalometric and physiologic predictors of the efficacy of an adjustable oral appliance for treating obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120: 639-47; 2001.



20. Li KK., Powel NB, Riley RW., Guilleminault C. Distraction osteogenesis in adult obstructive sleep apnea surgery: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 60:6-10, 2002
21. Louis PJ., Austin RB., Waite PD., Mathews CS. Soft tissue changes of the upper lip associated with maxillary advancement in obstructive sleep apnea patients. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 151-156; 2001.
22. Paoli JR., Lauwers F., Lacassagne L., Tiberge M. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome by mandibular elongation using osseous distraction followed by a Le Fort I advancement osteotomy: Case Report. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 216-219; 2001.
23. Rileyew., Powell NB., Guilleminault C. Maxillofacial surgery and nasal CPAP. A comparison of treatment for obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 98: 1421-5; 1990.
24. Lee WC., Skinner DW., Prichard AJ. Complications of palatoplasty for snoring or sleep apnoea. *J Laryngol Otol* 1997; 111: 1151-4. (as quoted) Ivanhoe JR., Cibirke RM., Lefebvre CA., Parr GR. Dental considerations in upper airway sleep disorders: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 82:685-98; 1999.
25. Hendler BH, Costello BJ, Silverstein K, Yen D, Goldberg A. A protocol for Uvulopalatopharyngoplasty, Mortised Genioplasty and maxillomandibular advancement in patients with obstructive sleep apnea: an analysis of 40 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 59:892-897; 2001.
26. Pribitkin EA., Schulte SL., Keane WM., Mao V., Carter JR., Doghramji K. Efficacy of laser-assisted uvulopalatoplasty in obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 119:643-7; 1998. (as quoted) Ivanhoe JR., Cibirke RM., Lefebvre CA., Parr GR. Dental considerations in upper airway sleep disorders: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 82: 685-98; 1999.
27. Ellis E., Cermin CA. Occlusal changes after hyoid advancement for obstructive sleep apnea: case report. *J Oral Maxillofac Surg* 56:263-266; 1998.
28. Dattillo DJ. The mandibular trapezoid osteotomy for the treatment of obstructive sleep apnea: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 56:1442-1446; 1998.
29. Ono T., Lowe AA., Ferguson KA., Pae EK., Fleetham JA. The effect of the tongue retaining device on awake genioglossus muscle activity in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:28-35; 1996.
30. Hans MG., Nelson S., Luks VG., Lorkovich P., Back SJ. Comparison of two dental devices for treatment of obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111:562-70; 1997.
31. Osseiran HS. Treating obstructive sleep apnea: can an intraoral prosthesis help?, *J Am Dent Assoc* 126:461-466; 1995.
32. Bonham PE., Currier FG., William C., Othman J., Nanda RS. The effect of a modified functional appliance on obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 94:384-92; 1988.
33. Marklund M., Karl AF., Persson M. Orthodontic side effects of mandibular advancement devices during treatment of snoring and sleep apnoea. *Eur J Orthod* 23:135-144; 2001.
34. Bondemark L. Does 2 years nocturnal treatment with a mandibular advancement splint in adult patients with snoring and OSAS cause a change in the posture of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 116:621-8; 1999.
35. Fransson AMC., Tegelberg A., Björn AH., Lennartson B., Isacson G. Influence of mandibular protruding device on airway passages and dentofacial characteristics in obstructive sleep apnea and snoring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 122:371-9; 2002.
36. Rose EC, Schnegelsberg C., Staats R, Jones IM. Occusl side effects caused by a mandibular advancement appliance in patients with obstructive sleep apnea. *Angle Orthod* 71: 452-460; 2001.