



## ARAŞTIRMA / RESEARCH

# Sınıf II Derin Kapanışlı Bireylerin Çiğneme Kas Aktivitelerinin ve Mandibular Hareket Yollarının

## *Evaluation of Masticatory Muscle Activities and Mandibular Movement Patterns in Class II Deep Bite Subjects*

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı derin kapanışlı bireylerin çiğneme kas aktivitelerini ve mandibular hareket yapılarını tespit etmek ve bu değerleri normal oklüzyonlu bireylerin değerleri ile karşılaştırmaktır. **Bireyler ve Yöntem:** Çalışmaya ortalama yaşları 21,20±1,7 yıl olan Angle Sınıf II divizyon 2 maloklüzyona sahip 17 (5 erkek, 12 kadın) ve ortalama yaşları 22,10±1,3 olan 10 (3 erkek, 7 kadın) birey katılmıştır. Masseter, anterior temporal, sternokleidomastoid ve diğastrik kasların istirahat, maksimum sıkma ve yutkunma durumlarındaki elektrik aktiviteleri kaydedilmiştir. Ayrıca "JT3-Jaw Tracker" aygıtı kullanılarak ağız açma-kapama hızı, maksimum ağız açma miktarı, lateral deviasyon ve defleksiyon miktarları, sentrik oklüzyondan kesici dişlerin başa baş konumuna hareket yolu ve başa baş pozisyonundan maksimum protrüzyon konumuna olan hareket yolu ölçülmüştür. Student t testi kullanılarak gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar incelenmiştir. **Bulgular:** Her iki gruptaki bireylerin çiğneme kaslarının EMG aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunamamıştır. Çene hareketleri karşılaştırıldığında ise, sadece sentrik oklüzyondan kesici dişlerin başa baş konumuna olan hareket yolunun vertikal komponenti, derin kapanışlı bireylerde normal kapanış gösteren bireylere oranla daha uzun bulunmuştur (P<0,01). **Sonuçlar:** Sentrik oklüzyondan kesici dişlerin başa baş konumuna olan hareket yolunun, derin kapanışlı bireylerde uzun olması TME ligamentleri ve disk üzerinde negatif etkiler yaratabilir. Ancak derin kapanışlı bireylerin çiğneme kas aktiviteleri normal oklüzyonlu bireylerden farklı değildir. (*Türk Ortodonti Dergisi* 2010;23:151-163)

**Anahtar Kelimeler:** EMG, çiğneme kasları, Derin kapanış, Kesici hareket yolu, Çene hareketleri.

**Gönderim Tarihi:** 19.11.2009  
**Kabul Tarihi:** 02.04.2010

### SUMMARY

**Objective:** The aim of this study was to record the electrical activity of masticatory muscle fibers (electromyography, EMG) and mandibular movement patterns (electrognathography) of deep bite subjects and compare their values with those of subjects with normal occlusion. **Subjects and Methods:** The study consisted of 17 patients with Angle Class II division 2 malocclusion (5 males, 12 females; mean age 21.20±1.7 years) and 10 subjects showing ideal overjet and overbite values with Angle Class I molar relationship (3 males, 7 females; mean age 22.10±1.3 years). Electrical activity of masseter, anterior temporalis, sternocleidomastoid and digastric muscles were recorded at rest, during clenching and swallowing. Also opening and closing velocities, maximum opening, lateral deviation and deflection rates, centric occlusion to edge to edge articulation and edge to edge articulation to maximum protrusion closure path ways were recorded with "JT3-Jaw Tracker". Student's t test was used to evaluate any differences between groups. **Results:** EMG values of the masticatory muscles were not significantly different between two groups. When mandibular movements were evaluated, only the vertical component of centric occlusion to edge to edge articulation pathway was found longer in deep bite subjects than normal cases (P<0.01). **Conclusions:** The longer pathway from centric occlusion to edge to edge articulation in deepbite subjects can have the risc of creating negative effects on TMJ ligaments and disc. However jaw muscle activities not being different in deepbite cases have shown that muscle forces acting on TMJ are not different from normal cases. (*Turkish J Orthod* 2010;23:151-163)

**Key Words:** EMG, masticatory muscles, Deepbite, Incisor pathway, Mandibular movement

**Date Submitted:** 19.11.2009  
**Date Accepted:** 02.04.2010



**Dr. Belma IŞIK-ASLAN**  
**Doç.Dr. Çağrı ULUSOY**  
**Prof.Dr. Nilüfer DARENDELİLER**  
**Prof.Dr. Müfide DİNÇER**

Gazi Üniv. Diş Hek. Fak.  
Ortodonti A. D. Ankara /  
Gazi Univ. Faculty of Dentistry,  
Dept. of Orthodontics,  
Ankara, Turkey

**Yazışma adresi:**  
**Corresponding Author:**  
Dr. Belma IŞIK-ASLAN  
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi Ortodonti  
Anabilim Dalı  
06510 Emek, Ankara, Türkiye  
Tel: +90 312 203 4273  
Faks: +90 312 223 9226  
E-posta: belmaslan2003@yahoo.com



## GİRİŞ

Temporomandibular eklem (TME) rahatsızlıkları çene, eklem ve çiğnemeyi kontrol eden kaslar ile ilgili birçok etiyolojik faktörden kaynaklanabilir (1). İskeletsel ve dişsel yapılar ile TME rahatsızlıkları arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından araştırılmış; bazı çalışmalarda pozitif ilişki tespit edilmişken (2-4), bazı çalışmalarda ise hiçbir bağlantı olmadığı ileri sürülmüştür (5,6).

Çiğneme kas fonksiyonlarının ve ürettikleri kas kuvvetlerinin, yüzün ve dentoalveoler bölgenin vertikal yön gelişiminde belirleyici olduğu düşünülmektedir (7). Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalarda, farklı vertikal kraniyofasiyal morfolojik özellikler gösteren bireylerin nöromuskuler yapılarında da değişimler olduğu, bu nedenle çiğneme dinamikleri ve ağrıya dayanıklılık gibi bazı özelliklerin farklılıklar gösterebileceği ileri sürülmektedir (8,9). Kısa yüz yüksekliğine sahip bireylerde, uzun yüz yüksekliğine sahip bireylere göre, daha yüksek okluzal kuvvetler ve fonksiyonel elektromiyografi (EMG) aktivitelerinin tespit edildiği birçok çalışma, bu görüşü desteklemektedir (10-14).

Çiğneme kas fonksiyonları ve kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla önceki yıllarda yapılmış EMG çalışmalarının sonuçlarının birbiriyle uyumsuz olduğu görülmektedir (10,15,16). Miralles ve ark. (17) EMG aktivitesi ile ANB açısı ve overjet arasında anlamlı ilişki olduğunu ileri sürdüğü çalışmalarında, Sınıf III maloklüzyona sahip bireylerin çiğneme kaslarının istirahat konumundaki değerlerinin diğer bireylere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak maksimum çiğneme kuvvetlerinin Sınıf I, II ve II-I maloklüzyonlu bireylerde farklı olmadığını açıklamışlardır.

Antonini ve ark. (18) ise, çiğneme ve yutkunma durumundaki kas aktivitelerinin Sınıf II divizyon 2 ve Sınıf III maloklüzyonlu bireylerde farklı olduğunu, ancak istirahat konumunda gruplar arasında fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Lowe ve Takada (19) orbikularis oris kasının istirahat, anterior temporal ve masseter kaslarının ise çiğneme kuvvetlerinin Sınıf II divizyon 2 maloklüzyonlu bireylerde, normal bireylere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ingervall ve Thilander (13) ise, mandibular düzlem açısı ve çene kaideleri arasın-

## INTRODUCTION

Temporomandibular disorders (TMD) occur as a result of multifactorial etiologic problems with the jaw, jaw joint and surrounding facial muscles that control chewing and moving the jaw (1). The relationship between TMD and the skeletodental morphology was investigated by several researchers; some of whom found positive correlation (2-4), although some did not (5,6).

The function and strength of the masticatory muscles have been speculatively considered as etiological factors that control the dentoalveolar and facial vertical development (7). In some recent studies, it was stated that the neuromuscular structure might vary in subjects with different vertical craniofacial morphology and for this reason, dynamics of the jaw movements, pain threshold and endurance of the subjects might show some differences (8,9).

In support of this view, many reports suggest that occlusal forces and EMG activity during function are related to vertical craniofacial morphology being higher in short-face subjects and lower in long-face subjects (10-14).

There has been an inconsistency in the findings reported in previous EMG studies conducted to determine the relationship between masticatory muscle function and craniofacial morphology (10,15,16). Miralles et al. (17) reported high correlations between EMG activity and ANB angle and overjet. They found that resting activity for masticatory muscles was higher in subjects with Class II-I malocclusion than in subjects with Class I and II malocclusion. However, during maximal voluntary clenching, there was no activity difference among Class I, II, and II-I malocclusions.

On the contrary, Antonini et al. (18) indicated that significant differences in masticatory muscle activity during mastication and swallowing were observed between the Class II division 2 malocclusion group and the Class II-I malocclusion group, although no significant difference occurred between the groups at rest. Lowe and Takada (19) found that EMG amplitudes of orbicularis oris muscle at resting position, anterior temporalis muscle and masseter muscle during clenching were higher in Class II Division 2 patients than normal Class



daki paralelliğin, çiğneme durumunda oluşan maksimum kas kuvvetlerini etkileyebileceğini iddia etmişlerdir.

Literatürde, kondiler rehberlik ile anterior dişsel rehberlik arasındaki ilişkileri inceleyen birçok çalışma olduğu görülmektedir (20-24). Bazı araştırmacılar anterior diş rehberliğinin, mandibulanın sınır hareketleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığını (20,21); bazıları ise tersini iddia etmişlerdir (22-24).

Darendeliler ve ark. (22) derin kapanış gösteren bireylerin kondil hareket açılarının daha yüksek olduğunu ve bunun sebebinin aşırı gerilmiş çiğneme kaslarının kondil üzerinde oluşturduğu yüklenme olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, derin kapanışlı bireylerde TME rahatsızlıklarının daha fazla görülmesinin bu durumdan kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Sınıf II derin kapanışlı bireylerin çiğneme kaslarının EMG aktiviteleri ile mandibular hareket yapılarını kaydetmek ve bu verileri normal oklüzyonlu bireyler ile karşılaştırmaktır.

## BİREYLER ve YÖNTEM

Çalışmaya Angle sınıf II divizyon 2 maloklüzyona sahip 17 (Grup 1; 5 erkek, 12 kadın, ortalama yaş  $21.20 \pm 1.7$  yıl) ve ideal overjet ile overbite değerlerine sahip olan 10 (Grup 2; 3 erkek, 7 kadın, ortalama yaş  $22.10 \pm 1.3$  yıl) Angle Sınıf I birey katılmıştır. Çalışmaya katıl-

ı occlusion. Ingervall and Thilander (13) suggested that the mandibular plane angle and the degree of parallelism between the jaw bases might alter the maximum muscle force amount during clenching.

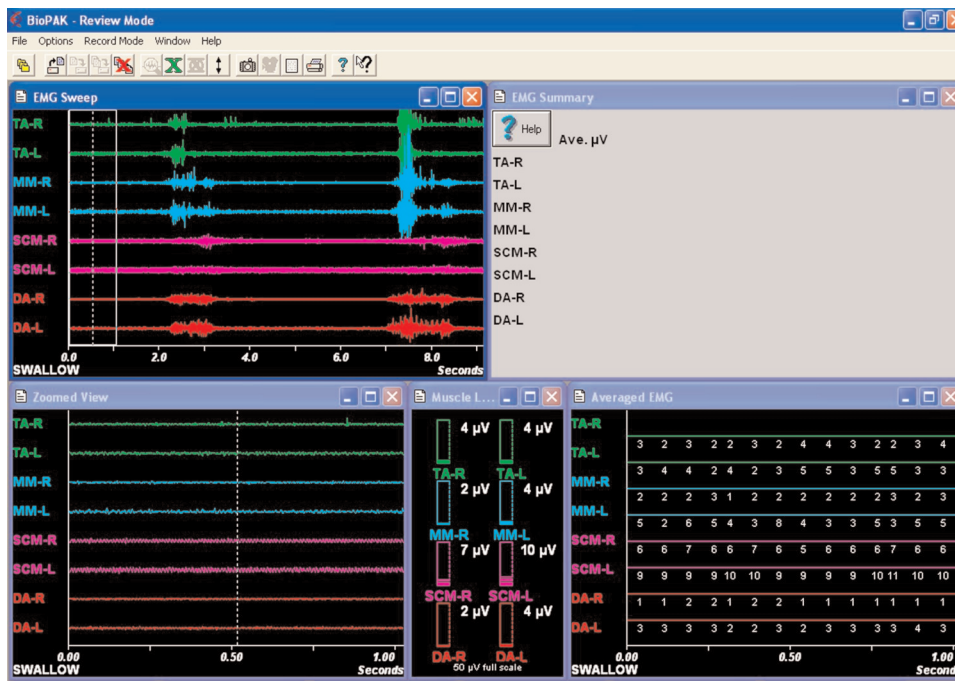
In literature there are various studies concerning the relationship between anterior guidance and condylar guidance. Although some authors reported that a variable anterior guiding has no effect on the graphic and pantographic registration of mandibular border movements (20,21); other researchers have suggested different correlations between the anterior guidance path and the condylar movement pattern (22-24).

Darendeliler et al. (22) stated that subjects with deep bite malocclusion had greater condylar movement angle and because of the overstressed masticatory muscles extreme loading occurs on the condyle. They also suggested that this situation could be blamed for the higher TMD ratio in the subjects with deep-bite.

The aim of this study was to evaluate the electromyographic (EMG) activities of the masticatory muscles in subjects with deep-bite, to record their mandibular movement patterns and to compare these data with subjects with normal occlusion.

## SUBJECTS and METHODS

The study consisted of 17 patients with Angle Class II division 2 malocclusion (Group



Şekil 1. Çiğneme kaslarına ait EMG kayıtlarına ait bir ekran görüntüsü.

Figure 1. The screen shot of the masticatory muscle EMG records.



madan önce tüm bireylere "Aydınlatılmış Onam Formu" imzalatılmıştır. Stomatognatik sistem disfonksiyonu bulunan, peridontal sorunu olan, protez kullanan, daha önce ortodontik tedavi görmüş, 3. molarları dışında iki veya daha fazla diş eksikliği bulunan, kronik baş ağrısı veya benzeri nörolojik sorunu bulunan, tırnak ısırma, alışkanlık düzeyinde sakız çiğneyen ve ilaç kullanma zorunluluğu olan bireyler araştırmaya dahil edilmemiştir.

Tüm katılımcıların yüz formu, oklüzyonu ve TME fonksiyonları aynı araştırmacı tarafından incelenmiştir. Eklem disfonksiyonu veya ağrısı, gözlem yöntemiyle ağız açma esnasında deviasyon, oskültasyon yöntemiyle anormal eklem sesleri (klik, krepitasyon) varlığı, palpasyon yoluyla çiğneme kaslarının gerginliği ve manüplasyon yöntemiyle mandibular fonksiyonel kayma varlığı incelenmiştir.

Çalışmada sekiz kanallı bir EMG cihazı (BioEMGII™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, WI, ABD) ve bipolar yüzeyel aktif elektrotlar (BioFlex™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, ABD) kullanılmıştır. EMG cihazı 0-1550 mikrovolt (mV) ölçüm aralığına, 30-1000 Hertz bant genişliğine ve 1,0 mV'dan daha az bir ölçüm hassasiyetine sahiptir. EMG cihazı özel bir PCI ara kartı ve bağlantı kablosu yardımıyla bilgisayara bağlanmış ve ölçümler BioPAK yazılımı (BioPAK™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, WI, ABD) ile ekranda görüntülenmiş ve kaydedilmiştir.

Tüm EMG kayıtları aynı araştırmacı tarafından kaydedilmiştir (BIA). Mini bipolar yüzey elektrot çiftleri, her kasın ana kas lifi uzanım hattındaki en kalın bölümü üzerindeki cilde yapıştırılmıştır. Kasların bu bölümü, bireylerden kaslarını maksimum sıkıp bırakmaları istenildikten sonra palpasyon yolu ile tespit edilmiş ve bölgedeki cilt yüzeyi elektrotların impedansını azaltmak için alkole batırılmış bir pamuk ped ile temizlenmiştir. Ayrıca bir elektrot ise topraklama amacı ile buruna tutturulmuştur. Ölçümler sırasında bireyler spinal kolonları dik duracak şekilde konumlanabilecekleri bir sırt desteğine sahip sandalyeye oturtulmuş ve Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde baş pozisyonları ayarlanmıştır. Temporalis anterior, masseter, diğastrik ve sternokleidomasteid kaslarının EMG kayıtları istirahat, maksimum sıkma ve yutkunma sırasında kaydedilmiştir (Şekil 1).

1; 5 males, 12 females; mean age 21.20±1.7 years) and 10 subjects showing ideal overjet and overbite values with Angle Class I molar relationship (Group 2; 3 males, 7 females; mean age 22.10±1.3 years). Prior to participation, the subjects signed an informed consent form. The following conditions were considered as exclusion criteria: any type of dysfunction in the stomatognathic system, periodontal diseases, dental prostheses, previous orthodontic treatment, and absence of two or more teeth except the third molars, headaches and/or other neurological disorders, nail biting, smoking, habitual use of chewing-gums and habitual intake of drugs.

Each participant underwent a clinical examination to assess the function of the temporomandibular joints, the occlusion, and the facial form. All examinations were performed by the same practitioner and consisted of the patient's history of joint dysfunction or pain, inspection of deviation in mouth opening, auscultation and palpation of the joint to detect abnormal clicking, palpation of the muscles of mastication to evaluate tenderness and mandibular manipulation to detect functional shifts.

An 8 channel EMG (BioEMGII™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, WI, USA) with bipolar surface active electrodes (BioFlex™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, USA) were used during the measurements. The EMG had a measurement range of 0-1550 microvolt (mV), band width of 30-1000 Hertz and a measurement sensitivity degree which was lower than 1,0 mv. The EMG was connected to the PC by using a special PCI interphase card and box and the measurements were monitored by using BioPAK software (BioPAK™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee, WI, USA)

In all cases, the electromyographic tests are carried out by a single operator (BIA). A pair of minibipolar surface electrodes for each muscle was placed along the main direction of the muscle fibers, corresponding to the most voluminous part of the muscle, as determined during maximum contraction after rubbing and cleaning the skin with alcohol-soaked gauze pad to reduce impedance between skin and electrodes. One electrode was attached to the nose for grounding. During the experiments the volunteers were instructed to sit on a level





EMG kayıtları alınırken bireylerden aşağıdaki şekilde hareket etmeleri istenmiştir:

- 1- İstirahat EMG kayıtları alınırken 15 saniye boyunca pozisyonlarını korumaları. (Böylece ortalama sinyallerin tespit edilebilmesi mümkün olmuştur).
- 2- Maksimum sıkma hareketi: Diş temasının olduğu istirahat konumunda iken bireylerden 3 saniye için dişlerini maksimum sıkmaları ve sonra tekrar istirahat durumuna geçmeleri istenmiş ve bu durum 10 saniyelik kayıt süresi boyunca 3 kere tekrar ettirilmiştir.
- 3- Bireylerden tükürüklerini yutmaları istenmiş ve bu işlem 10'ar saniye ara ile 3 kere tekrar ettirilmiştir.

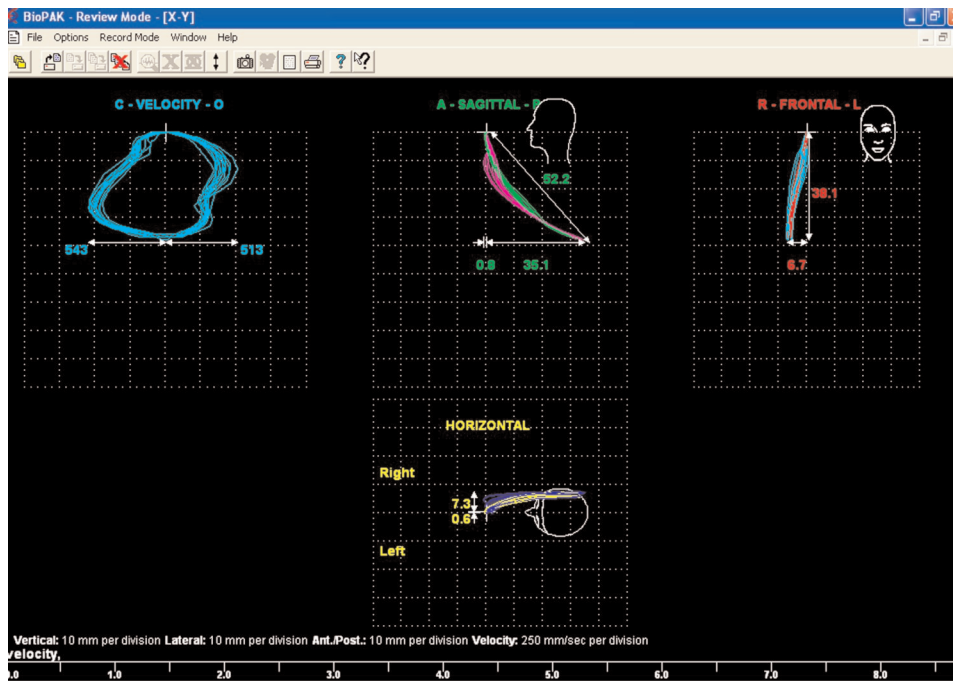
JT3-Jaw Tracker aygıtı (BioResearch Associates Inc, Milwaukee, WI, ABD) kullanılarak katılımcıların ağız açma-kapama hızları, ağız açma miktarları, lateral defleksiyon ve deviasyon miktarları, alt çenenin sentrik oklüzyondan kesici dişlerin başa baş pozisyonuna ve bu pozisyondan maksimum protrüzyon durumuna geçtiği andaki hareket yollarının kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlar alınırken 5x8x2 mm boyutlarında ve 5 gram ağırlığında özel bir mıknatıs (Version 2, Bio-PAK, Bio-Research Associates, Milwaukee, WI, ABD) alt santral kesici dişlerin kole bölgesinin hemen altındaki gingival dokuya özel bir yapıştırıcı kullanılarak (Stomahesive, E.R. Squibb and Sons Inc., Princeton, NJ, ABD) yapıştır-

chair with a back rest keeping the spinal column straight, head vertically positioned with the horizontal Frankfurt plane parallel to the ground. EMG registration of temporalis anterior, masseter, digastric and sternocleidomastoid muscles was analyzed in the resting state, maximum clenching and during swallowing (Figure 1).

The subjects were instructed to perform following functions for EMG records;

- 1- Resting EMG activities of those muscles were measured for a period of 15 seconds, and averages of signals were obtained.
- 2- Maximum voluntary clenching: From rest in maximum intercuspation the subject had to make the highest possible effort during 3 seconds, returning to the initial rest. This action was repeated three times during recording with an interval level of 10 seconds.
- 3- Swallow his saliva and to repeat the performance 3 times, with an interval level of 10 seconds. The mean maximum discharge voltage for each muscle was derived from these three performances.

The mouth opening-closing velocity, true vertical opening amount, lateral deviation and deflection amounts, the sagittal and vertical components of the mandibular movement paths taken when the mandible moves from centric occlusion to edge to edge articulation



**Şekil 2.** JT-3 Jaw Tracker kullanılarak kaydedilen ağız açma-kapama yolları ve hareket hızlarını gösteren ekran görüntüsü /

**Figure 2.** The screen shot showing the mouth opening-closing paths and the velocity of the movements recorded by using JT-3 Jaw tracker.



rılmıştır. Ağız kapalı iken miknatısın üst kesici dişler ile temas etmemesine dikkat edilmiştir.

Alt kesici bölgeye yapıştırılan miknatısın mandibular hareketler sırasında manyetik alan içerisinde oluşturduğu sinyalleri kaydedebilen 8 manyetometre içeren özel bir kafalık kullanılmıştır. Bu sayede manyetik alanda oluşan değişimler elektrik potansiyellerine çevrilerek bilgisayara aktarılmış, mandibular hareket yolları sagittal, frontal ve horizontal düzlemlerde oluşan çizgiler şeklinde ekrana çıkmıştır. Kayıt işlemlerinden önce her aşamada katılımcılar yapılacak testler hakkında bilgilendirilmiş, kafalarını desteksiz bir şekilde doğal baş pozisyonunda konumlandırılmaları gerektiği açıklanmıştır. Testler sadece kayıtları alan araştırmacının ve katılımcının bulunduğu sessiz ve rahat bir odada yapılmıştır.

Mandibular hareket kayıtları alınırken bireylerden aşağıdaki hareketleri yapmaları istenmiştir:

position and edge to edge articulation position to maximum protrusion were recorded by using JT3-Jaw tracker device (BioResearch Associates Inc, Milwaukee, WI, USA). A special magnet (Version 2, Bio-PAK, Bio-Research Associates, Milwaukee, WI, USA), 5x8x2 mm and weighing 5 gm, was used. The magnet was retained on the gingival tissues below the labial surface of the lower central incisors with an adhesive (Stomahesive, E.R. Squibb and Sons Inc., Princeton, NJ, USA). The magnet's position was carefully controlled to avoid contact with the maxillary incisors.

The subjects wore a headset with 8 magnetometers to sense the magnetic field as the mandible moved in space. Modifications of the magnetic field were transformed into electrical potentials and fed directly to the PC that analyzes mandibular movement in the three spatial planes (sagittal, frontal, horizontal), records spa-

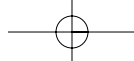
**Tablo I.** Gruplararası EMG kayıtlarının karşılaştırılması.

**Table I.** The comparison of EMG records between the groups.

Çiğneme Kasları/Masticatory Muscle	Grup I/Group I (n=17)	Grup II/Group II (n=10)	p
	± S (µV)	± S (µV)	
<b>Dinlenme / Resting</b>			
Anterior Temporalis (sağ/right)	2,25±0,93	1,95±0,63	NS
Anterior Temporalis (sol/left)	2,06±0,15	2,05±0,32	NS
Masseter (sağ/right)	1,87±0,16	2,13±0,23	NS
Masseter (sol/left)	1,93±0,15	2,52±0,37	NS
SCM (sağ/right)	2,29±0,28	2,63±0,42	NS
SCM (sol/left)	2,22±0,16	3,24±0,96	NS
Digastric (sağ/right)	2,59±0,20	2,42±0,42	NS
Digastric (sol/left)	2,50±0,24	2,36±0,22	NS
<b>Yutkunma/Swallowing</b>			
Anterior Temporalis (sağ/right)	10,55±1,94	17,32±4,98	NS
Anterior Temporalis (sol/left)	13,49±3,28	14,17±3,83	NS
Masseter (sağ/right)	9,14±1,19	10,86±2,37	NS
Masseter (sol/left)	10,23±2,45	10,85±1,76	NS
SCM (sağ/right)	4,55±0,56	7,62±1,97	NS
SCM (sol/left)	4,48±0,46	9,08±3,09	NS
Digastric (sağ/right)	20,42±2,39	15,47±3,11	NS
Digastric (sol/left)	21,07±2,52	25,84±3,92	NS
<b>Sıkma/Clenching</b>			
Anterior Temporalis (sağ/right)	91,51±9,35	103,8±12,60	NS
Anterior Temporalis (sol/left)	93,9±11,50	94,5±10,81	NS
Masseter (sağ/right)	79,3±14,41	67,13±9,72	NS
Masseter (sol/left)	88,3±13,82	86,6±12,51	NS
SCM (sağ/right)	3,58±0,46	4,61±0,60	NS
SCM (sol/left)	5,87±1,88	5,84±1,32	NS
Digastric (sağ/right)	8,56±1,07	6,37±1,01	NS
Digastric (sol/left)	8,33±0,97	6,83±0,87	NS

**Kısaltmalar / Abbreviations:** n: Gruplardaki birey sayısı/ number of subjects in the group, : Ortalama değer/ mean value,

**S** : Standart hata/ Standard error, **NS**: İstatistiksel önemli olmayan/Not significant, **SCM**: Sternokleidomastoid kas/Sternocleidomastoid muscle



Ölçümler / Measurements	Grup I / Group I	Grup II / Group II	P
	± S	± S	
A (mm)	39,06±0,84	38,04±1,01	NS
B (mm)	23,25±1,85	25,78±2,34	NS
C (mm)	46,32±1,03	46,46±1,66	NS
Oran / Ratio B/C (%)	49,66±3,44	53,81±4,65	NS
Velocity (sol / left) m-sec	349,8±19,0	384,7±35,3	NS
Velocity (sa <sup>n</sup> / right) m-sec	307,5±23,5	311,6±32,5	NS
TA (mm)	4,09±0,27	2,92±0,33	**
TB (mm)	4,61±0,52	3,80±0,63	NS
TL (mm)	0,93±0,13	0,67±0,16	NS
PA (mm)	4,54±0,30	2,82±0,26	NS
PB (mm)	4,40±0,44	3,56±0,45	NS
PL (mm)	0,78±0,22	0,74±0,16	NS

\*\* P<0,01

**Kısaltmalar / Abbreviations:** **A:** Maksimum ağız açma miktarının dik yön kısmı/Vertical component of maximum mouth opening, **B:** Maksimum ağız açma miktarının sagittal kısmı/Sagittal component of maximum mouth opening, **C:** Maksimum ağız açma miktarının ön arka yön uzunluğu/Anteroposterior length of maximum mouth opening, **Velosite/Velosity (sol/left):** Ağız açma sırasındaki velosite/velocity in mouth opening, **Velosite/Velosity (sa /right):** Ağız kapama sırasındaki velosite/velocity in mouth closing, **TA:** Sentrik oklüzyondan başa baş konuma olan mandibuler protrüzyonun vertikal kısmı/Vertical component of mandibular protrusion from centric occlusion to tete-a-tete position, **TB:** Sentrik oklüzyondan ba!a ba! konuma olan mandibuler protrüzyonun sagittal kısmı/Sagittal component of mandibular protrusion from centric occlusion to tete-a-tete position, **TL:** Sentrik oklüzyondan başa baş konuma olan mandibuler protrüzyon sırasındaki lateral kayma miktarı/Lateral shift amount from centric occlusion to tete-a-tete position **PA:** Başa baş konumdan maksimum protrüzyona kadar olan mandibuler protrüzyonun vertikal kısmı/Vertical component of mandibular protrusion from tet-a-tet position to maximum protrusion **PB:** Başa baş konumdan maksimum protrüzyona kadar olan mandibuler protrüzyonun sagittal kısmı/Sagittal component of mandibular protrusion from tet-a-tet position to maximum protrusion, **PL:** Ba!a ba! konumdan maksimum protrüzyona kadar olan mandibuler protrüzyon sırasındaki lateral kayma miktarı/Lateral shift amount in protrusion from tet-a-tet position to maximum protrusion.

- 1- Maksimum interkuspal pozisyondan başlayan ve yine bu pozisyonda biten bir ağız açma-kapama döngüsünün tekrar ettirilmesi,
- 2- Maksimum interkuspal pozisyondan, kesici dişlerin insizal kenarlarının baş başa olduğu pozisyona doğru bir protrüzyon anterior kayma hareketi
- 3- Kesici dişlerin insizal kenarlarının baş başa olduğu pozisyondan, alt çenenin maksimum anterior protrüzyon konumuna doğru yapılan bir protrüzyon hareketi.

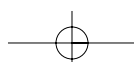
Bireylerden kayıt alınmadan önce tüm hareketler teker teker izah edilmiş, bu hareketleri prova etmeleri istenmiş ve kendilerini hazır hissettikleri anda kayıtlar alınmıştır. Katılımcılardan kayıtları alan araştırmacının testi durdurduğu ana kadar defalarca hareketleri tekrar ettirmesi istenilmiştir. Böylece her hareketin doğru yapıldığı anların kayıtları dikkatlice ve yavaşça alınabilmiştir. Aynı kişiden alınan üç-

tial coordinates, and displays the relative plots.

Before recording tests, the subjects were carefully instructed about the nature of the tests to be performed. The subjects sat with their heads unsupported and were asked to maintain a natural erect position. All of the tests were informed in a silent and comfortable environment, with only one operator in the room.

The subjects were asked to perform the following movements for mandibular movement records:

- 1- Maximum open-close cycles beginning and terminating in maximum intercuspal position (ICP)
- 2- Protrusive anterior slide with tooth contact from maximum intercuspal position (ICP) to edge to edge articulation position
- 3- Maximum anterior protrusion starting from edge to edge articulation position





dört hareket yolu kaydı daha sonra tekrar incelenmiş ve kayıtlardaki çizgilerin çakıştığı görülmüştür. Böylece bireylerin hareketleri her defasında aynı şekilde tekrar edebildikleri anlaşılmıştır. Alt çenenin hareketlerine ait çizim kayıt örnekleri Şekil 2'de görülmektedir.

SPSS for Windows (ver 13.00) programı kullanılarak Student t testi ile gruplar arası istatistiksel farklılıklar incelenmiştir.

### BULGULAR

Gruplardan alınan EMG kayıtlarının karşılaştırılması Tablo I' de gösterilmiştir ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Mandibular hareket yollarına ait verilerin gruplar arası karşılaştırılması ise Tablo II' de görülmektedir.

Maksimum ağız açma hareketinin vertikal ve sagittal komponentlerine (A ve B değerleri) ait ölçümler her iki grupta da benzerdir. Açma hareketinin sagittal komponentinin (B), total anteroposterior açma hareket ölçümüne (C) oranı, derin kapanış grubunda %49,66 iken Sınıf I kapanış grubunda %53,81 olarak ölçülmüştür ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Ağız açma-kapama hareket hızı her iki grupta da benzerdir. Sentrik oklüzyondan kesici dişlerin baş başa konuma geçtiği mandibular protrüzyon hareketinin vertikal komponenti (TA ölçümü) derin kapanış grubunda daha yüksektir ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılığın gözlenebildiği tek ölçümdür ( $P<0,01$ ).

Kesici dişlerin baş başa konumundan mandibulanın maksimum protrüzyon konumuna geçtiği hareketin vertikal komponenti (PA), sagittal komponenti (PB) ve protrüzyon konumuna geçerkenki lateral kayma miktarı (PL) her iki grupta da benzerdir.

### TARTIŞMA

Literatürde derin kapanış ile TME (temporomandibular eklem) rahatsızlıkları arasındaki ilişki hakkında tartışma bulunmaktadır. Bazı yazarlar derin kapanışın, TME rahatsızlıklarının oluşmasında hazırlayıcı faktör olabileceğini öne sürmektedir (22,25,26). Bundan dolayı bu çalışmada, derin kapanışlı bireyler ile normal kapanışlı bireylerin çiğneme kaslarının elektromyografik (EMG) aktiviteleri ve mandibi-

Each subject was given scripted instructions and a demonstration for performing each task and an opportunity to practise maximum opening movements. It was emphasized that they were to perform maximal unassisted excursions repeatedly until asked to stop. They repeated each task many times in order to allow for a more accurate estimate of each movement. Each movement started from centric occlusion (CO), and it was accomplished carefully and slowly.

Reproducibility of the measurements was assessed by repeating the movements three or four times for each subject. In all instances, the observed traces matched and no significant differences were observed. Mandibular movements in the three spatial planes were recorded and the relevant tracings plotted (Figure 2).

A Student's t test was used to statistically evaluate the differences between Group 1 and Group 2. "SPSS for Windows (ver 13.00)" packet programme was used for the statistical analysis.

### RESULTS

The comparison of EMG records between the groups were shown in Table I and no statistically significant difference was found between the groups. The mandibular movement patterns of the subjects and the comparison of these data between the groups were presented in Table II.

The vertical and sagittal components of the maximum mouth opening movement (A and B values) in deep bite group were similar with the subjects showing normal Angle Class I relationship. The ratio of sagittal component of vertical opening (B) to total anteroposterior opening (C) for the deep bite group was 49.66% and 53.81% for the Class I group, respectively. Although these data showed that the posterior movement amount during maximum opening movement in deep bite group was smaller in the deep bite group, the difference between the groups was not statistically significant.

The velocity of the mandible in mouth opening-closing movement was similar in both groups. The TA value (vertical component of mandibular protrusion from centric occlusion to edge to edge articulation position) which was higher in the deep bite group was the only statistically significant difference among the groups ( $p<0.01$ ).





bular hareket yapıları arasındaki farkların incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, kayıtların alınması sırasında, Provost ve Towle (27) ve Joniot (28)'ın da belirttiği şekilde, vakaların postürlerine çok dikkat edilmiştir. Bu araştırmacılar, mandibulayı açan ve kapatan kasların fizyolojik dengesinin sağlanması için, Frankfurt horizontal düzleminin yer düzlemine paralel olduğu ve istirahat mesafesinin sağlandığı, iyi bir kafa ve vücut konumlanmasının gerekli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada, derin kapanışlı ve normal kapanışlı bireyler arasında istirahat, diş sıkma ve yutkunma sırasındaki çiğneme kaslarının EMG kas aktiviteleri açısından herhangi önemli bir fark bulunmamıştır.

Birçok araştırmada, fonksiyon sırasındaki okluzal kuvvetlerin ve EMG aktivitesinin dik yön kafa yüz morfolojisiyle ilişkili olduğu; uzun yüz olgularında düşük olduğu, kısa yüz olgularında ise yüksek olduğu öne sürülmektedir (10-14). Buna karşın, Farella ve ark. (8) kısa yüz ile uzun yüz olguları arasında, tüm çiğneme kas aktiviteleri açısından önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Lowe ve Johnston (29) da masseter kas aktivitesinde, sınıf I openbite ile normal oklüzyonlu bireyler arasında önemli bir fark bulmamışlardır. Bizim çalışmamızda, çiğneme kaslarının EMG aktivitesinde, normal ve derin kapanışlı olgular arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızla uyumlu olarak Algren ve ark. (30) da, yutkunma sırasındaki çiğneme kaslarında, normal ve Sınıf II divizyon 2 olgular arasında hiçbir fark tespit etmemişlerdir.

Literatürde masseter ve digastrik kas aktivitelerinin, dik yön yüz morfolojisiyle negatif ilişki gösterdiği (14,31); buna karşın temporal kas aktivitesinin pozitif ilişki gösterdiği bildirilmektedir (14,32). Bazı yazarlar (31,33) ise farklı olarak, temporal kas kalınlığının, kafa şekli ve büyüklüğü ile önemli bir ilişki göstermediğini belirtmektedir. Bununla birlikte, Möller (10), Ingerval (34), maksimum diş sıkma ve çiğneme sırasındaki temporal kas aktivitesinin negatif ilişki gösterdiğini bildirmektedirler.

Akcan ve ark. (35) derin kapanışlı olguların ortodontik tedavisinden sonra masseter, anterior temporal, digastrik ve sternokleido-mastoid kasların EMG aktivitelerinde bir değişiklik bulmamışlardır.

The vertical component of mandibular protrusion path from edge to edge articulation position to maximum protrusion (PA), sagittal component of the same movement (PB) and lateral shift amount in protrusion (PL) were similar in both groups.

## DISCUSSION

In literature there is a controversy about the relationship of deepbite malocclusion and TMJ (temporomandibular joint) disorders. Some authors suggested that deepbite malocclusion can be a predisposing factor for the occurrence of TMJ disorders (22,25,26). Therefore in this study we aimed to evaluate the difference of the EMG activity of masticatory muscles and mandibular movement patterns between deepbite and normal cases.

Much attention was paid to the subject posture in this study, during the examination, as has already been described by Provost and Towle (27) and Joniot (28), since they observed that in order to obtain a physiological balance of mandibular elevator and depressor muscles, a good positioning of the body and head was necessary, keeping the Frankfurt plane parallel to the ground and maintaining an freeway space.

In our study there was no significant difference between deepbite and normal occlusion subjects in any of the EMG activity of the jaw muscles either at rest or during clenching or swallowing.

Many reports suggest that occlusal forces and EMG activity during function are related to vertical craniofacial morphology being lower in long-face subjects and higher in short-face subjects (10-14). In contrary, Farella et al. (8) reported no significant difference in the amount of overall masticatory muscle activity between the short-face and the long-face subjects. Lowe and Johnston (29) also found no significant differences in masseter muscle activity between Class I openbite and normal occlusions. In our study there were no significant differences in EMG activity of masticatory muscles between deepbite and normal subjects. In accordance with our study Algren (30) also found no differences in mastication muscles during swallowing between normal and Class II, Division 2 cases.

In literature it was reported that activities of masseter and digastric muscles showed signifi-



Bizim çalışmamızdaki doğrusal ağız açma miktarı, Rieder (36) ve Ferrario ve ark. (37) tarafından bildirilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Maksimum ağız açma miktarı, derin kapanışlılarda 46,32 mm, Sınıf I olgularda ise 46,46 mm; maksimum ağız açmanın anteroposterior mesafesi derin kapanışlılarda 23,25 mm, Sınıf I vakalarda ise 23,25 mm olarak tespit edilmiştir.

Anterior rehberlik ile kondiler rehberlik arasındaki ilişki uzun zamandan beri araştırılmaktadır (20). Literatürde, bazı araştırmacılar kesici hareket yolunun, kondiler hareket yolu hakkında bilgi vereceğine inanmamaktadır (38-40); bazıları ise anterior rehberliğin kondiler hareket yapısını etkileyebileceğini ileri sürmektedir (20,23,24). Bazı araştırmalarda (22,41,42) ise kesici yolu eğimi ile kondil yolu eğimi arasında farklı ilişkiler olduğu bildirilmektedir. Ferrario ve ark. (43) sağlıklı dentisyona sahip bireylerde, mandibulanın ilk hareketinin temporomandibular eklem yerine, karşıt dişlerin yüzeylerinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Kondil ve kesiciler aynı katı kemik yapısının parçaları olduğu için, birlikte hareket ettikleri tahmin edilmektedir; kesici diş, kondil translasyonu hakkında kesin bilgi sağlamaktadır. Maksimum protrüzyon ve lateratrüzyon sırasında rotasyon minimum olduğu için, kesici ile kondil hareketi arasında güçlü ilişkiler olduğu düşünülmektedir (24).

Bizim çalışmamızda mandibular hareket yolları incelendiğinde, sadece mandibulanın sentrik oklüzyondan başa baş kapanışa geçtiği yolun vertikal komponenti, derin kapanışlı grupta daha uzun bulunmuştur.

Darendeliler ve ark. (22) normal oklüzyonlu bireylerle karşılaştırıldığında, derin kapanışlı bireylerin kondiler hareket açısının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Kondildeki aşırı yüklenmenin, fazla gerilmiş çiğneme kaslarından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yüksek kondiler hareket açısının, derin kapanışlı olgularda TME rahatsızlıklarının daha fazla görülmesinin sebebi olabileceğini önermişlerdir.

Maalesef çok az sayıdaki araştırma, erişkinlerdeki maksimum çene protrüzyonunu ve laterotrüzyonunu kaydetmiştir. Bizim çalışmamızda, sentrik oklüzyondan başa baş kapanışa kadar olan kesici protrüzyonu, derin kapanışlılarda 4,61 mm, normal vakalarda ise 3,80 mm

cant negative correlations with vertical facial morphology (14,31) whereas temporal muscle activity was positively correlated. (14,32). In contrary, some authors (31,33) reported that temporal muscle thickness showed no significant correlations with any measure of skull shape or size. However Möller (10), Ingerval (34) showed negative correlation with temporal muscle activity during maximum clenching and chewing.

Akcan et al.(35) found no differences in the EMG activity of masseter, anterior temporalis, digastric and sternocleidomastoid muscles after the treatment of deepbite cases.

Our estimates of linear incisor opening most closely approximate values reported by Rieder (36) and Ferrario et al. (37). Maximum mouth opening pathway was 46.32 mm in deepbite and 46.46 mm in Class I cases, anteroposterior distance of maximum opening was 23.25 mm in deepbite and 25.78 mm in Class I subjects.

The relationship between the anterior guidance and the condylar guidance has been investigated for a long time (20). In literature some researchers don't believe that incisal movement can inform about condylar motion (38-40); where as others suggested that anterior guidance could effect the condylar movement pattern (20,23,24). In some studies (22,41,42) different correlations between the inclination of the incisal path and that of the condylar paths have been shown. Ferrario et al. (43) stated that in individuals with sound dentitions the initial movement of the mandibula appear to be influenced by the surfaces of the opposing teeth instead of by temporomandibular joint anatomy. Because the condyles and incisors are part of the same rigid bony system, it has been assumed that they move together; and the incisor provides accurate information about condylar translation. Because rotation during maximum protrusion and lateratrusion is minimal, stronger correlations between incisor and condylar movements might be expected (24).

In our study when mandibular movements were evaluated, only vertical component of centric occlusion to edge to edge articulation pathway was found longer in subjects with deep bite

Darendeliler et al. (22) found larger angle of rotation of the condyle in deep incisal over-



olarak bulunmuştur. Başa baş kapanıştan maksimum protrüzyona kadar olan kesici protrüzyonu ise derin kapanışlılar ile normal olgularda sırasıyla 4,40 mm ve 3,56 mm olarak tespit edilmiştir. Kesici protrüzyonu (CO-maksimum protrüzyon) erişkinlerde 5-16 mm arasında değişmekle birlikte, ortalama olarak 9-11 mm arasındadır (44,45). Protrüzyon sırasındaki kondiller translyasyon ise 7-11 mm arasındadır (46).

Agerberg (47) yaşları 18-25 yıl arasında değişen kadın ve erkek toplam 20 bireyde kesici protrüzyonunu 10 mm olarak bildirmiştir. Ingervall'ın (44) çalışmasında ise 21 yaşındaki kadın bireylerde ortalama 9 mm (5-14 mm) kesici protrüzyonu saptanmıştır.

Bizim çalışmamızda her iki grupta da kesici protrüzyonu sırasında lateral deviasyonlar tespit edilmiştir. Ferrario ve ark. (48) sınıf I normal olgularda erkeklerin sadece %27'sinde, kızların ise %4'ünde mükemmel simetrik hareket saptamışlardır.

## SONUÇ

Derin kapanışlı ve normal kapanışlı gruplarda çiğneme kas aktivitesi ve mandibular hareketler birbirine benzer bulunmuştur. Sadece mandibulanın başa baş konumuna gelinceye kadar kat ettiği yolun, derin kapanışlı bireylerde daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu durum, TME ligamentleri ve disk üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Buna rağmen çene kas aktiviteleri, derin kapanışlı ve normal kapanışlı bireylerde benzer bulunmuştur. Bu sonuç derin kapanışlı bireylerdeki, çiğneme kaslarının TME üzerindeki yüklenme paterninin, normal olgulardan farklı olmadığını göstermektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. (Proje No: 03/2003-14, Ankara. BAP)

bite compared with normal occlusions. Extreme loading occurs on the condyle due to the over-stressed masticatory muscles. They also suggested that the larger rotation angle could be the reason for the higher TMD ratio in deep-bite subjects.

Unfortunately, few studies of adults have recorded maximum jaw protrusion or laterotrusion. In our study, incisor protrusion from centric occlusion to edge to edge articulation was 4.61 mm in deepbite and 3.80 mm in normal cases. Incisor protrusion from edge to edge articulation to maximum protrusion was 4.40 mm and 3.56 mm in deepbite and normal cases respectively. Incisor protrusion (CO to maximum protrusion) for adults averages between 9–11 mm, with large ranges of variation (5–16 mm) between individuals (44,45). Condylar translation during protrusion ranges between 7–11 mm (46).

Agerberg (47) reported approx. 10 mm for a combined sample of 20 males and females 18–25 years of age. Ingervall's (44) large sample of 21-year-old females had an average linear distance of 9 mm (range 5–14 mm) for the incisor.

In our study in both groups there were lateral deviations during incisor protrusion. Ferrario et al. (48) noted that only 27 % of men and 4% of women showed a perfectly symmetric movement in their Class I normal subject sample.

## CONCLUSIONS

Masticatory muscle activities and mandibular movements were similar in the deepbite and the normal group. Only the pathway from centric occlusion to edge to edge articulation was found longer in subjects with deep bite. This could have the risk of creating negative effects on TMJ ligaments and disc. However jaw muscle activities were similar in deepbite and normal cases. This result could show that loading pattern on TMJ developed by masticatory muscle forces in deepbite subjects are not different from normal cases.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by Scientific Research Projects of Gazi University, Ankara. BAP (Proje No: 03/2003-14)



## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Armijo-Olivo S, Magee DJ. Electromyographic activity of the masticatory and cervical muscles during resisted jaw opening movement. *J Oral Rehabil* 2007;34:184-94.
2. Seligman DA, Pullinger AG. The role of intercuspal occlusal relationships in temporomandibular disorders: a review. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1991; 5: 96-106.
3. Pullinger AG, Seligman DA. Overbite and overjet characteristics of refined diagnostic groups of temporomandibular disorder patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100: 401-15.
4. Kirveskari P, Alanen P. Scientific evidence of occlusion and craniomandibular disorders. *J Orofac Pain* 1993; 7: 235-40.
5. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. *J Dent Res* 1993; 72: 968-79.
6. Seligman DA, Pullinger AG. The role of functional occlusal relationships in temporomandibular disorders: a review. *J Craniomandib Disord* 1991; 5: 265-79.
7. Sassouni V, Nanda S. Analysis of dentofacial vertical proportions. *Am J Orthod* 1964; 50: 801-23.
8. Farella M, Bakke M, Michelotti A, Rapuano A, Martina R. Masseter thickness, endurance, and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 183-8.
9. Kiliaridis S, Kälebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1991; 70: 1262-5.
10. Möller E. The Chewing apparatus. An electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correction to facial morphology. *Acta Physiologica Scand Suppl* 1966; 280: 1-229.
11. Bakke M, Tuxen A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1992; 100: 164-71.
12. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TM, Van Ginkel FC, Prahl-Andersen B. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Arch Oral Biol* 1996; 41: 323-32.
13. Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles. *J Oral Rehabil* 1974; 1: 131-47.
14. Ueda HM, Ishizuka Y, Miyamoto K, Noriaki M, Kazuo T. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1998; 68: 233-8.
15. Deguchi T, Kumai T, Garetto L. Statistics of differential Lissajous EMG for normal occlusion and Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105: 42-8.
16. Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscle in Class II, Division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod* 1980; 77: 679-88.
17. Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod* 1991; 61: 277-84.
18. Antonini G, Colantonio L, Macretti N, Lenzi GL. Electromyographic findings in Class II division 2 and Class III malocclusions. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1990; 30: 27-30.
19. Lowe AA, Takada K. Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children. *Am J Orthod* 1984; 86: 319-30.
20. Gross MD, Hirsh N. Investigation of the effect of a variable anterior guidance incline on the graphic registration of mandibular border movement: Part I. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 731-6.
21. Kotowitz WE, Clayton JA, Smith FW. Analysis of pantographic recordings. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 268.
22. Darendeliler N, Dincer M, Soyulu R. The biomechanical relationship between incisor and condylar guidances in deepbite and normal cases. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 430-7.
23. Kamimura Y. The effect of the central bearing plate form on the Fisher angle. *J Gnathol* 1983; 2: 45.
24. Buschang PH, Throckmorton GS, Travers KH, Hayasaki H. Incisor and mandibular condylar movements of young adult females during maximum protrusion and lateratrusion of the jaw. *Arch Oral Biol* 2001; 46: 39-48.
25. Tanne K, Tanaka E, Sakuda M. Association between malocclusion and temporomandibular disorders in orthodontic patients before treatment. *J Orofac Pain* 1993; 7: 156-62.
26. Sonnesen L, Svensson P. Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with a deep bite. *Eur J Orthod* 2008; 30: 621-9. Epub 2008 Aug 5.
27. Provost WA, Towle HJ. Determination of physiologic rest position and jaw muscle activity. *J Prosthet Dent* 1972; 45: 670.
28. Juniot B. Physiologic mandibular resting posture. *J Prosthet Dent* 1974; 31: 4.
29. Lowe AA, Johnston WD. Tongue and jaw muscle activity in response to mandibular rotations in a sample of normal and anterior open-bite subjects. *Am J Orthod* 1979; 76: 565-76.
30. Ahlgren JG, Ingervall BF, Thilander BL. Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod* 1973; 64: 445-56.
31. Ueda HM, Miyamoto K, Saifuddin MD, Ishizuka Y, Tanne K. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 63-8.
32. Ahlgren J, Sonesson B, Blitz M. An electromyographic analysis of the temporalis function of normal occlusion. *Am J Orthod* 1985; 87: 230-9.
33. Weijs WA, Hillen B. Relationship between masticatory muscle cross-section and skull shape. *J Dent Res* 1984; 63: 1154-7.
34. Ingervall B. Facial morphology and activity of temporal and lip muscles during swallowing and chewing. *Angle Orthod* 1976; 46: 372-80.
35. Akcan CA, Enacar A, Taner T. Derin örtülü kapanış ol-





- gularında ortodontik tedavinin stomatognatik sistem üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2009; 33:12-20.
36. Rieder CE. Maximum mandibular opening in patients with and without a history of temporomandibular dysfunction. J Prosthet Dent 1978; 39: 441-6.
  37. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, D'Addona A, Tartaglia G. Statistical evaluation of some mandibular reference positions in normal young people. Int J Prosthodont 1992; 5: 158-65.
  38. Naeije M. Local kinematic and anthropometric factors related to the maximum mouth opening in healthy individuals. J Oral Rehabil 2002; 29:534-9
  39. Mapelli A, Galante D, Lovecchio N, Sforza C, Ferrario VF. Translation and rotation movements of the mandible during mouth opening and closing. Clin Anat 2009; 22: 311-8
  40. Travers KH, Buschang PH, Hayasaki H, Throckmorton GS. Associations between incisor and mandibular condylar movements during maximum mouth opening in humans. Archs Oral Biol 2000; 45:267-75
  41. Kohno S, Nakano M. The measurement and development of anterior guidance. J Prosthet Dent 1987; 57: 620-5.
  42. Kantona TR. A mathematical model of mandibular protrusion. J Prosthet Dent 1991; 66: 699-705.
  43. Ferrario VF, Sforza C, Gianni AB, Daddona A, Deli R, Giuliani M. Analysis of chewing movement using elliptic Fourier descriptors. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1990; 5: 53-7.
  44. Ingervall B. Variation of the range of movement of the mandible in relation to facial morphology in young adults. Scand J Dent Res 1971; 79: 133-40.
  45. Dijkstra PU, Kropmans TJ, Stegenga B, de Bont LG. Ratio between vertical and horizontal mandibular range of motion. J Oral Rehabil 1998; 25: 353-7.
  46. Gsellmann B, Schmed-Schwap M, Piehslinger E, Slavicek R. 1998. Lengths of condylar pathways measured with computerized axiography and occlusal index in patients and volunteers. J Oral Rehabil 1998; 25: 146-52.
  47. Agerberg G. 1974. Maximal mandibular movements in children. Acta Odontol Scand 1974;32: 147-59.
  48. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Serrao G. Kinesiographic three-dimensional evaluation of mandibular border movements: A statistical study in a normal young nonpatient group. J Prosthet Dent 1992; 68: 672-6.