



# Aktivatör Tedavisi Sagittal Mandibular Boyut ve Glenoid Fossa Konumunu Değiştirir mi? Klinik Manyetik Rezonans Görüntüleme Çalışması

## Does Activator Therapy Change Sagittal Mandibular Dimension and Glenoid Fossa Position? A Clinical Magnetic Resonance Imaging Study

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı Aktivatör tedavisinin efektif mandibular uzunluğu ve glenoid fossanın büyüme yönünü değiştirip değiştirmediğini araştırmaktır.

Tedavi grubu ortalama yaşları 11.31 yıl olan ve Aktivatör ile tedavi edilen dokuz (7 kız, 2 erkek) iskeletsel Sınıf II bireyden oluşurken; kontrol grubu aynı malokluzyona sahip ortalama yaşları 9.97 yıl olan ve ortodontik tedavi uygulanmamış dokuz (7 kız, 2 erkek) bireyden oluştu. Aktivatör günde 17 saat süreyle ortalama 1 yıl (bu yaklaşık tam ortalama değer mi) = tam ortalama değer süreyle takıldı.

Mandibular sagittal boyut (Co-Gn) lateral sefalogram üzerinde ve glenoid fossa konumu ise Manyetik Rezonans Görüntüsü (MRG) üzerinde değerlendirildi.

Aktivatör uygulaması sonunda sagittal mandibular boyutta 4.73 mm'lik bir artış olduğu, ayrıca glenoid fossanın büyüme yönünün anterior yönde değiştiği bulundu.

Bu çalışmanın sonuçları Aktivatörün mandibula konumunu ve efektif uzunluğunu değiştirdiğini gösterdi. Bu değişiklikler glenoid fossa'nın büyüme yönünün değişmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu yüzden denilebilir ki Aktivatör, Sınıf II malokluzyonu glenoid fossanın büyüme yönünü değiştirerek düzeltir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2007;20:239-249*)

**Anahtar Kelimeler:** Kondiler büyüme, Glenoid fossa büyümesi, Manyetik Rezonans Görüntüleme, Mandibular Protraksiyon, Temporomandibular eklem.

### SUMMARY

The aim of this study was to research whether an activator treatment changes effective mandibular length and glenoid fossa growth direction or not.

While treatment group was consisted of nine skeletal Class II patients (7 girls, 2 boys) who having mean age of 11.31 years and were treated with an activator; control group was also consisted of nine patients (7 girls, 2 boys) of 9.97 years with the same malocclusion in early growth period and this cases were untreated orthodontically. Activator was worn 17 hours per-a-day on average 1 year. Mandibular sagittal dimensions (Co-Gn) were evaluated on lateral cephalograms and glenoid fossa position was evaluated by using Magnetic Resonance Imaging (MRI).

An increase of 4.73 mm was found in sagittal mandibular dimension in activator group at the end of the Activator. Additionally, it was found that posterior growth direction of the glenoid fossa was changed toward anterior direction.

The results of this study revealed that mandibular position and effective mandibular length is changed by activator treatment. Those changes may be a result of changes in the growth directions of glenoid fossa. Thus, it may be concluded that, activators corrects Class II malocclusion by changing glenoid fossa growth direction. (*Turkish J Orthod 2007;20:239-249*)

**Key Words:** Condylar growth; Glenoid fossa growth, Magnetic Resonance Imaging; Mandibular protraction; Temporomandibular joint.



Doç. Dr. Hatice GÖKALP

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

### Yazışma adresi:

#### Corresponding Author:

Doç. Dr. Hatice Gökalp  
Ankara Üniversitesi Diş  
Hekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı,  
06500, Beşevler, Ankara,  
Türkiye  
Tel: +903122965652  
Fax: +903122130960  
e-mail:  
haticegokalp@yahoo.com



## GİRİŞ

Mandibuler protrüzyona kondilin adaptif cevap potansiyeli birçok çalışmanın konusu olmuştur (11, 15, 18, 21, 22, 24, 25, 27, 31, 35). Mandibula protrüzyonunun fonksiyonel apareylerle tetiklenmesinin kondilin yukarı ve geriye büyümesine neden olabildiği ve bunun sonucunda mandibulanın ileri ve aşağı yönde yer değiştirdiği hipotezi ileri sürülmüştür (5, 29, 41).

Mandibulanın anterior pozisyonu erken büyüme döneminde kondiler büyümenin aktive edilmesi ile başarılabildiği halde, mandibuler uzunluktaki artış hakkında literatürde birçok tartışma vardır (1, 11, 12, 16, 36, 37). Hayvan çalışmalarında mandibula uzunluğunda artış olduğu gösterilmiştir (9, 34, 44). Mandibulayı ileri alan kuvvet hayvanlarda aralıksız olarak uygulandığı için kondildeki hücresel aktivitedeki artış deneysel olarak gösterilebilmektedir. Bununla birlikte insanda çene pozisyonunun fonksiyonel kuvvetle öne doğru değiştiği, fakat mandibular efektif uzunluktaki artışın stabil kaldığı ifade edilmektedir (28). Bu yüzden, akla fonksiyonel ortodontik tedaviden sonra mandibula ileri pozisyonda nasıl tutulur sorusu gelmektedir. Woodside ve arkadaşları genç primatlarda iskeletsel çene ilişkisinin hem glenoid fossa remodelingi ve hem de kondiler ekstansiyonla değişebildiğini kaydetmiştir (43). Hayvanlarda devamlı kullanılan fonksiyonel apareylerin kondiler büyümeyi tetikleyerek ve glenoid fossada relokasyon yaparak çeneler arasındaki uyumsuzluğu düzelttiği saptanırken, mandibulanın aşamalı olarak ileri alındığı deneysel çalışmalarda ise tedavi sonrasında kondil kırırdağında proliferasyon olduğu da saptanmıştır (23, 24). Bununla birlikte bu çalışmaların sadece bir kaçında mandibula uzunluğu ölçülmüştür.

Bu yüzden bu çalışmanın amacı fonksiyonel bir aparey olan Aktivatörün sagittal mandibular boyut ile glenoid fossa konumu üzerine olan etkisini incelemektir.

## BİREYLER ve YÖNTEM

### Bireyler

Tedavi grubu ardışık olarak seçilmiş Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu hastalardan oluşturuldu. Bunların ortalama kronolojik yaşı 11,31'di ve aktivatörle tedavi edildi. El bilek radiografisinde iskelet büyüme safhası

## INTRODUCTION

The adaptive response potential of the condyle to mandibular protrusion has been the object of numerous studies (11, 15, 18, 21, 22, 24, 25, 27, 31, 35). It has been put into forward a hypotheses that mandibular protrusion was triggered by functional appliances could cause upward and backward growth of the condyle, and a subsequent displacement of the entire mandible forward and downward (5, 29, 41).

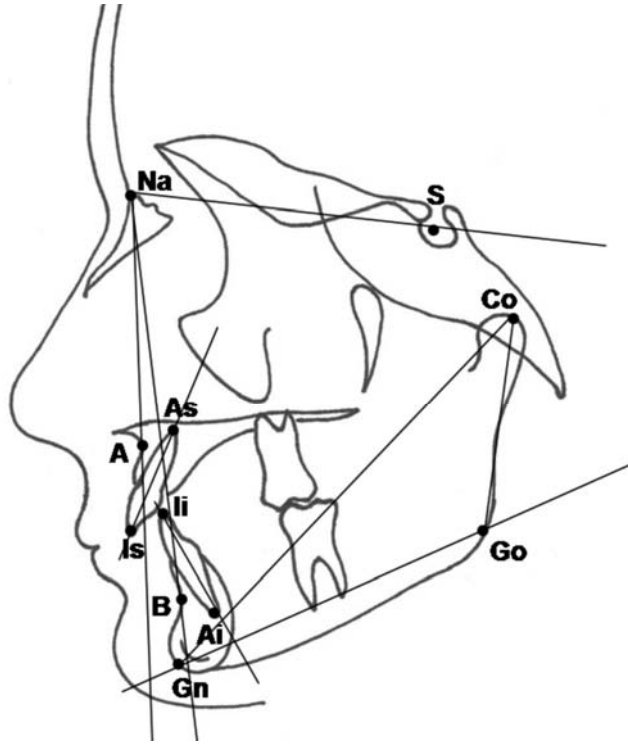
Although anterior repositioning of the mandible is achieved by activating condylar growth in the early growth period, there are many claims in the literature about the increase in mandibular length (1, 11, 12, 16, 36, 37). Mandibular length increase with protrusion of the mandible has been demonstrated in animal studies (9, 34, 44). Since the forces that protrude the mandible are uninterrupted in animals, the increase in cellular activity of the condyle can be displayed experimentally. However, it has been claimed that chin position is changed anteriorly with functional forces, but mandibular effective length increase remains stable in human (28). Therefore, a question is raised in the mind that how does the mandible settle in the protruded position after the functional orthodontic treatment? Woodside and co-workers (43) have reported that skeletal jaw relationship may be altered by both glenoid fossa remodeling and condylar extension in young primates. It has been determined that while continuous functional appliance therapy may assist in the correction of disproportionate jaw relationships by condylar growth induction and glenoid fossa relocation in animals, experimental study following intermittent forward position of the mandible usually shows proliferation of condylar cartilage after treatment (23, 24), however, mandibular length is measured in very few of these studies actually.

It was, therefore, the aim of the present study to investigate the effect of activator which is a functional appliance on sagittal mandibular dimension and position of glenoid fossa.

## MATERIALS and METHODS

### Materials

Treatment group was consisted of 9 conse-



**Şekil 1:** Lateral sefalogram üzerinde kullanılan nokta ve ölçümler.

S: Sella turcica, Na: Nasion, A: A point, B: B point, Gn: Gnathion, Go: Gonion, Co: Condylion, As: Apex superior, Is: Incisor superior, Ii: Incisor inferior, Ai: Apex inferior.

**Figure 1:** The conventional landmarks and measurements used on lateral cephalograms. S: Sella turcica, Na: Nasion, A: A point, B: B point, Gn: Gnathion, Go: Gonion, Co: Condylion, As: Apex superior, Is: Incisor superior, Ii: Incisor inferior, Ai: Apex inferior.

MP3= ve MP3cap di; bu, aktivatör hastalarının pubertal büyüme atılına girdiğini veya pik dönemde olduklarını gösterdi (17). Tedavi grubu tedavi edilmemiş Sınıf II bölüm 1 hastalarından oluşturulan kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Kontrol grubu hastalarının el bilek radiografisindeki iskelet büyüme safhası S'di; bu, kontrol grubu hastalarının prepubertal büyüme döneminde olduğunu gösterdi. Kontrol grubuna ortodontik tedavi yapılmadı. Bununla birlikte, kontrol grubuna çalışma bitiminden hemen sonra aktivatör uygulanması planlandı. Çalışma grupları tedavi başında iskeletsel, dentoalveolar ve temporomandibular eklem (TME) parametreleri bakımından birbirine benzerdi (Tablo 2).

#### Aparey Şekli ve Kullanımı

Aktivatörle mandibula 5 mm vertikal yönde ve kesici dişler uç uca gelecek şekilde sagittal olarak konumlandırıldı. Saf iskeletsel etki elde etmek ve dentoalveolar etkiyi önlemek için herhangi bir mölleme yapılmadı. Aktivatör günde 17 saat süreyle takıldı. Overjet elimine edildikten sonra tedavi sonlandırıldı. Ortalama tedavi süresi 1 yıl idi. Alt çene eski konumuna getirildiğinde ağrı olurken, yeni konumunda daha rahat olduğu belirlendi.

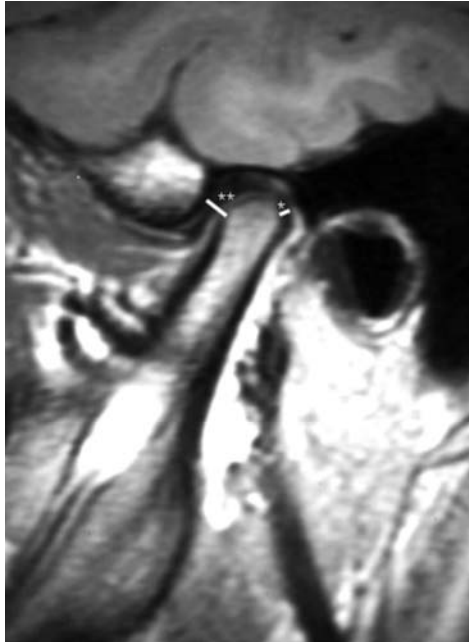
cutively selected patients with Class II division 1 malocclusion (7 girls, 2 boys). Their average chronologic age was 11.31 years, and they were treated by Activator. Their hand and wrist radiographic stages was MP3= and MP3cap; it indicated that activator patients were in the acceleration or peak phase of pubertal growth spurt (17). Treatment group was compared with control group which were included untreated patients with Class II division 1 malocclusion. Hand wrist radiographic stage of control group patients was S; it indicated that they were in early growth period. No orthodontic treatment was carried out in the control group during the study period. However, it was planned that control group were treated by activator at the end of this study. Activator and control groups were similar about skeletal, dentoalveolar and temporomandibular joint (TMJ) parameters at the beginning of the study (Table 2).

#### Appliance Design and Use

Activator was constructed by lowering the mandible 5 mm and positioning the mandible forward in an edge-to-edge inter-incisor relationship. Activator was not trimmed to control vertical eruption of the buccal teeth in both jaws and to prevent maxillary incisor retraction and mandibular incisor protrusion. The



**Şekil 2:** Sagittal TME MRG görüntüsü. \*\*Ön eklem boşluğu kondilin ön yüzeyi ile eminensin arka eğimi arası en dar mesafeden ölçülür. \*Arka eklem boşluğu kondilin ön yüzeyi ile eminensin arka eğimi arası en dar mesafeden ölçülür.



**Figure 2:** View of sagittal TMJ MRI. \*\*: Anterior joint space is measured the narrowest distance between anterior condylar head surface and posterior eminence slope. \*: Posterior joint space is measured the narrowest distance between posterior condylar head surface and posterior glenoid fossa surface.

### Yöntem

TME fonksiyonları tüm hastalarda bilateral olarak değerlendirildi ve yalnızca semptomu olmayan bireyler seçildi. Hastalardan çalışmanın başında ve sonunda maksimum kapanışta lateral sefalometrik radyografi, el bilek filmi ve ortodontik model elde edildi. Sefalometrik kayıtlar standardize koşullarda alındı. Lateral sefalogram ve Manyetik Rezonans Görüntüsü (MRG) aynı kişi tarafından çizildi. Lateral sefalogram üzerinde kullanılan noktalar ve ölçümler Şekil 1 'de gösterilmiştir. Bu çalışma Ankara Üniversitesinin etik komitesi tarafından 2006 yılında onaylanmıştır.

### Manyetik Rezonans Görüntüsü

Kondilin glenoid fossa içindeki konumu ile glenoid fossanın büyüme yönündeki değişimi belirlemek için unilateral sagittal TME Manyetik rezonans görüntüsü alındı. MRG 1.5 T MR tarayıcısında alındı (GE Medical System, Milwaukee, Wisconsin, ABD). 6X8 cm çapındaki alıcı yüzeyel sarmallar tek taraflı olarak kullanıldı. Hasta oriyantasyonu ve pozisyonlanması için transaksiyal lokater sekans kullanıldı. Baş pozisyonunun değişmesi için poliüretan kauçuk baş konumlandırıcısı kullanıldı. Spin eko teknik uygulandı (tekrarlama zamanı [TR] = 0.5 saniye ve eko zamanı [TR] = 21 saniye). 256X128 matris boyutunda 3 mm kalınlığında beş ardışık para-sagittal görüntü elde edildi. TME bölgesi, kondil başının ortasından geçen kesit üzerine

aim of this procedure was to achieve pure downward and forward positioning of the mandible and obtain pure skeletal result. Activator was worn approximately 17 hour's per-a-day. Treatment ceased when overjet was eliminated. The treatment duration was average 1 year (range 0.6-1.4 years). Subjects felt pain when their mandible was manipulated posteriorly, however, they have no any problem their in activator position.

### Methods

The TMJ function of all subjects was evaluated bilaterally and only clinically symptom-free subjects were included in this study. Lateral cephalometric radiographs were taken in maximum intercuspal position, hand-wrist radiographs and orthodontic models were obtained from all subjects at the beginning and end of the study. The cephalometric records were obtained under standardized conditions. One investigator traced the lateral cephalograms and magnetic resonance images (MRIs). The conventional landmarks and measurements used on lateral cephalograms are shown in Figure 1. This study was approved by the Ethical Committee of the University of Ankara in 2006.

### Magnetic Resonance Imaging

Unilateral left- sagittal TMJ MRIs were taken to visualize the changes in condyle position and the glenoid fossa growth direction. The magnetic resonance imaging was performed on a 1.5-T MR scanner (GE Medical System, Milwaukee, Wisconsin, USA). Unilateral receiver surface coils with a diameter of 6X8 cm were used. A trans-axial locator sequence was used for patient orientation and positioning. The head was supported by a polyurethane foam head positioner to enable stabilization of the skull. A spin echo technique (repetition time [TR] = 0.5 seconds and echo time [TR] = 21 second) was used. Five contiguous 3-mm thickness para-sagittal images with matrix size of 256X128 were obtained. TMJs were evaluated by central para-sagittal planes of the MRIs. Joint spaces were measured on the MRIs (Figure 2). The joint space index [JSI]= (posterior joint space - anterior joint space) / (posterior joint space + anterior joint space) X 100] created by Pullinger et al. (32) was used to de-



Grup / Group	n	Cinsiyet / Gender	T1 (Yaş / Age)	T2 (Yaş / Age)
Aktivatör	9	7 kız, 2 erkek 7 girls, 2 boys	11.31±0.93	12.31±0.93
Kontrol	9	7 kız, 2 erkek 7 girls, 2 boys	9.97±1.20	10.97±1.20
Total	18	14 kız, 4 erkek 14 girls, 4 boys	10.6±1.65	11.64±1.65

**Tablo 1:** Tedavi önce (T1) ve tedavi sonrası (T2) Aktivatör ve kontrol grubu bireylerinin yaş ve cinsiyet dağılımı.

**Table 1:** Ages, gender distribution of the Activator and Control subjects before (T1) and after treatment (T2).

düşen görüntü üzerinde değerlendirildi. Eklem boşlukları MRG üzerinde ölçüldü (Şekil 2). Kondilin glenoid fossa içindeki konumunu saptamak için Pullinger ve arkadaşları tarafından yaratılan ve eklem boşluğu indeksi olarak adlandırılan [EBİ = Arka eklem boşluğu-ön eklem boşluğu/ Arka eklem boşluğu + ön eklem boşluğu X 100] denklemden yararlanıldı.

EBİ'nin ortalama değeri  $\pm 12$ 'dir. Bu indeks ön ve arka eklem boşluklarının değişiminden etkilenir. Pozitif değer kondilin önde konumlandığını, negatif değer ise kondilin arkada konumlandığını gösterir. Bu yüzden, bu çalışmada eklem boşluğu ölçümleri hem kondilin glenoid fossa içindeki konumunu hem de glenoid fossanın büyüme yönündeki değişikliği yorumlamak için kullanıldı.

#### İstatistik Yöntem

Grupların homojenitesini belirlemek için Student's t-test yapıldı. Aktivatör ve gelişimle oluşan değişiklikler eşleştirmiş t-test ile değerlendirildi.

#### Metod Hatası

Ölçümler noktaların ve ölçüm tekniğindeki tekrarlanabilirliğin saptanması için 20 gün arayla aynı araştırmacı tarafından iki defa yapıldı. Tüm ölçümler 0.82 ve 1.00. arasında yüksek güvenilirlik katsayısına sahipti.

#### SONUÇLAR

Aktivatör tedavisi ile maksiller büyümenin kontrol altına alındığı, mandibular büyümenin sağlandığı, ANB açısı azalırken vertikal boyutun değişmediği, overjet ve overbite'in azaldığı ve interinsizal açının arttığı bulundu (Tablo 3). Ayrıca, mandibular sagittal boyutta (Co-Gn), ramus (Co-Go) ve korpus uzunluğunda artış saptandı. Kondil, glenoid fossa içerisinde önde konumlandı (Tablo 3).

termine the condylar position in the glenoid fossa.

The average norm value of the JSI is  $\pm 12$  percent. JSI is affected by changes in the anterior and posterior joint spaces. Positive value of the JSI indicates anterior condylar positioning and a negative value of its posterior condylar positioning. Thus, joint space measurements were used to interpret the changes in both glenoid fossa growth direction and condylar position into the glenoid fossa with activator treatment in the present study.

#### Statistical Method

A Student's t-test was performed to assess the homogeneity of the groups. Changes that occurred by Activator therapy and spontaneous growth changes were evaluated by a paired t-test.

#### Method Error

The measurements were carried out twice with a 20-day interval by the same investigator to determine repeatability of landmark identification and measurement techniques. All measurements had a high coefficient of intra-rater reliability between 0.82 and 1.00.

#### RESULTS

Inhibition of maxillary growth, stimulation of mandibular growth, a decrease in the ANB angle, stability in the vertical dimension, a reduction of overjet and overbite and increase on the inter-incisal angle was found by Activator treatment (Table 3). Furthermore, increases of the mandibular sagittal dimension (Co-Gn), ramus (Co-Go) and corpus lengths (Go-Gn) were determined. Condyle was also positioned anteriorly into the glenoid fossa (Table 3).

Spontaneous changes in the mandibular dimensions and temporomandibular joint para-



**Tablo II:** Aktivatör ve kontrol gruplarının İskeletetsel ve temporomandibular eklem değişkenlerinin çalışma öncesinde karşılaştırması.

**Table II:** Comparison of the skeletal and temporomandibular joint variables of the Activator and control groups before study.

Değişkenler / Variables	Aktivasyondan Önce / Before Activator	Kontrol Öncesi / Before Control	p
	x±Sd	x±Sd	
SNA	80.128±2.63	79.68±3.92	Ns
SNB	74.59±2.63	73.47±2.57	Ns
ANB	5.54±2.28	6.30±1.88	Ns
GoGn-SN	35.48±3.72	34.66±6.27	Ns
Inter-insiza angle	119.15±7.62	127.30±7.49	*
Overjet	9.20±2.81	7.77±2.33	Ns
Overbite	3.57±1.15	3.18±2.63	Ns
Co-Gn	103.77±5.90	99.61±5.49	Ns
Co-Go	51.15±11.44	46.45±2.94	Ns
Go-Gn	68.30±5.63	66.24±4.52	Ns
Kondil Pozisyonu / Condylar Position	-8.77±32.8	-1.84±25.85	Ns
Anterior Eklem Aralığı / Anterior joint space	0.93±0.46	0.83±0.2	Ns
Posterior Eklem Aralığı / Posterior joint space	0.78±0.17	0.80±0.33	Ns

Ns: Anlamli değil / Non significant, \*p<0.05.

Mandibular boyut ile TME parametreleri kontrol grubunda da değerlendirilerek mandibuların sagittal yönde büyüdüğü, mandibular efektif uzunluk (Co-Gn) ile ramus (Co-Go) ve korpus (Co-Gn) uzunluklarının arttığı bulundu. Kondil ise glenoid fossada arkada konumlandı (Tablo 4).

Gruplar arasında, tedavi sonunda, ANB açısı, overjet ve mandibular efektif uzunluk bakımından farklılık olduğu bulundu ve kondil pozisyonu bakımından da gruplar arasındaki farklılık belirgindi (Tablo 5).

### TARTIŞMA

İskeletsel Sınıf II malokluzyonda mandibular büyüme yavaş olmasına ve kafa kaidesine göre geride konumlanmış olmasına rağmen mandibular efektif uzunluğun normal olduğu belirlenmiştir (14). Nitekim bu çalışmada da kontrol grubunda mandibuların efektif boyutu ile ramus ve korpus boyutunun çalışma süresi boyunca arttığı tespit edilmiştir. Şiddetli mandibular retrognatide tedavi hedefi kondiler büyümeyi stimüle etmek

meters were also evaluated in the control group. Anterior growth of the mandible (SNB) and a spontaneous increase in the mandibular effective length (Co-Gn), ramus (Co-Go) and corpus lengths (Co-Gn) were observed during the control period. The position of the condyle in the glenoid fossa changed posteriorly (Table 4).

When the study groups were compared at the end of the treatment, it was found some significant statistical differences aroused from Activator treatment (Table 5). ANB angle, overjet and mandibular effective lengths were different between the groups at the end of the study and a difference in the condylar positions of the Activator and control groups was evident (Table 5).

### DISCUSSION

Mandibular effective length is assigned to be normal, although the growth rate of mandible is slow and the mandibular position relative to the cranium is retruded in skeletal Class II malocclusion (14). Therefore, the tre-



<i>Değişkenler / Variables</i>	Aktivasyondan Önce / Before Activator	Kontrol Öncesi / Before Control	<i>p</i>
	<i>x±Sd</i>	<i>x±Sd</i>	
SNA	80.13±2.63	80.89±2.28	Ns
SNB	74.59±2.63	77.09±2.57	**
ANB	5.54±2.28	3.81±2.11	**
GoGn-SN	35.48±3.72	35.05±4.15	Ns
Inter-incisal angle	119.15±7.62	123.12±9.69	*
Overjet	9.20±2.81	3.54±1.54	**
Overbite	3.57±1.15	1.77±1.12	**
Co-Gn	103.77±5.90	112.50±7.42	**
Co-Go	51.15±11.44	54.13±6.02	*
Go-Gn	68.30±5.63	72.25±5.98	**
Kondil Pozisyonu / Condylar Position	-8.77±32.8	13.96±23.23	**
Anterior Eklem Aralığı / Anterior joint space	0.93±0.46	0.77±0.35	Ns
Posterior Eklem Aralığı / Posterior joint space	0.78±0.17	1.02±0.36	Ns

Ns: Anlamli değil / Non significant, \**p*<0.05. \*\**p*<0.01

mandibulayı ileri almak ve mandibulanın bu yeni pozisyonunu, glenoid fossanın doğal büyüme yönünü değiştirmek suretiyle sabitlemektir. Deneysel çalışmalarda efektif mandibular uzunluğun kondiler aktivitenin stimüle edilmesi ile arttığı açıkça gösterilmiştir (9, 23, 34, 44). Diğer taraftan, insanda yapılan klinik çalışmaların sonuçları tartışmalıdır (10, 12, 16, 36, 37). Çalışmalar arasındaki bu farklılıkların nedenleri mandibulayı ileri alan kuvvetlerin kesintili veya devamlı olması, vakaların yaş, cinsiyet, büyüme potansiyeli ve malokluzyon tiplerinin homojenitesi ile yöntemde kullanılan landmarklara bağlı olduğu şeklinde özetlenmiştir. Bu çalışmada gruplar malokluzyon yönünden eşleştirilmiştir, ancak, kontrol grubundaki bireylere çalışma sonuçlandırıldığında ortodontik tedavi uygulanacağı için bu bireyler daha erken büyüme döneminde.

Sınıf II malokluzyonda mandibulanın da-imi olarak önde konumlanması, anteriora yönlendirilen kondilin glenoid fossa ile beraber yeni konumunda tutulması ile başarılabil-

atment objectives of severe mandibular retrognathism are to be protrusion of the mandible for stimulate condylar growth and stabilize its position by altering the natural growth direction of the fossa. It is clearly demonstrated in experimental studies that mandibular effective length increases by the stimuli of the chondroblastic activity (9, 23, 34, 44). On the other hand, the results of clinical studies in human are equivocal (10, 12, 16, 36, 37). Reasons of these differences between the studies are summarized as changes in the continuity of the force protruding the mandible as intermittent or continuous, the homogeneity of age, gender, growth potential and malocclusion type of the subjects and the landmarks used in the method. The study groups were matched for malocclusion; however, control group subjects were selected in early growth period to need orthodontic treatment after the follow-up period of the study.

A permanent anterior mandibular position in Class II malocclusion can only be achieved by retention of an anteriorly displaced condy-

**Tablo III:** Aktivatör grubunun tedavi öncesi ve sonrasında İskeletsel ve temporomandibular eklem değişkenlerinin karşılaştırması.

**Table III:** Comparison of the skeletal and temporomandibular joint variables of the Activator group in before and after treatment.



**Tablo IV:** Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrasında İskeletsel ve temporomandibular eklem değişkenlerinin karşılaştırması.

**Table IV:** Comparison of the skeletal and temporomandibular joint variables of the control group before and after control period.

Değişkenler / Variables	Aktivasyondan Önce / Before Activator	Kontrol Öncesi / Before Control	p
	x±Sd	x±Sd	
SNA	79.68±3.92	80.70±3.43	Ns
SNB	73.47±2.57	74.83±3.04	*
ANB	6.30±1.88	5.87±1.48	Ns
GoGn-SN	34.66±6.27	34.00±5.59	Ns
Inter-incisal angle	127.30±7.49	126.89±6.57	Ns
Overjet	7.77±2.33	7.68±2.32	Ns
Overbite	3.18±2.63	3.28±1.95	Ns
Co-Gn	99.61±5.49	105±5.51	**
Co-Go	46.45±2.94	49.71±2.85	**
Go-Gn	66.24±4.52	68.87±4.44	**
Kondil Pozisyonu / Condylar Position	-1.84±25.85	-8.77±30.7	*
Anterior Eklem Aralığı / Anterior joint space	0.83±0.2	0.93±0.28	Ns
Posterior Eklem Aralığı / Posterior joint space	0.80±0.33	0.78±0.31	Ns

Ns: Anlamlı değil / Non significant, \*p<0.05.\*\*p<0.01

lır. Mandibular protruziyondan sonra kondil ve glenoid fossanın kemik formasyonunu değiştirmek için bir tetik mekanizmaya gereksinim vardır. Bağlı büyüme teorisine göre, glenoid fossa ile anteriora yönlendirilen kondil arasındaki retrodiskal dokular gerilir ve bu kassal olmayan kuvvetler posterior retrodiskal ataçman aracılığı ile kondile geçer ve bu sayede kemik büyümesinde değişiklik olur (38-40). Anterior olarak yer değiştiren kondil retrodiskal dokuları esnetir ve bu kondil ve fossanın karşıt yüzeylerinde yeni kemik oluşumunu tetikler. Bu görüş doğrultusunda, aktivator tedavisi ile kondiler büyüme yönü (9, 30, 33, 34, 44) ile glenoid fossanın doğal büyüme yönü değiştirilerek sagittal yöndeki intermaksiller ilişki düzeltilir (2, 38-40, 43, 44).

Co ve Gn mesafesi gerçek mandibular uzunluğu saptamak için kullanılır. Bununla birlikte, bir çok çalışmada kraniyal yapıların süperpozisyonundan dolayı Co noktasını belirlemedeki zorluklardan bahsedilmiştir (2, 7, 8). Diğer taraftan, Moore ve arkadaşları (26), lateral sefalogram üzerinde Co noktasının tekrarlanabilirliğinin güvenilir olduğunu ve

le and glenoid fossa. A trigger mechanism is necessary to modify bone formation of condyle and glenoid fossa after mandibular protrusion. The growth relativity theory is described as, constitution of bone growth modification, relative to the stretching of the retrodiskal tissues between the fossa and displaced condyle and the transduction of these non-muscular forces from the posterior retrodiskal attachment to the condyle (38-40). An anteriorly displaced condyle stretches the retrodiskal tissues and which triggers the formation of new bone on opposite surfaces of the condyle and fossa. When based on these data, activator treatment improves sagittal dental arch relation by alteration of condylar growth direction (9, 30, 33, 34, 44) and alteration of natural growth direction of the glenoid fossa (2, 38-40, 43, 44).

Co and Gn distance is used to determine true mandibular length. However, several studies have reported the difficulties in determining the Co point due to the superimposition of the cranial structures on the condyle (2, 7, 8). On the other hand, Moore et al. (26)





Değişkenler / Variables	Aktivasyondan Önce / Before Activator	Kontrol Öncesi / Before Control	p
	x±Sd	x±Sd	
SNA	80.89±2.28	80.70±3.43	Ns
SNB	77.09±2.57	74.83±3.04	*
ANB	3.81±2.11	5.87±1.48	*
GoGn-SN	35.05±4.15	34.00±5.59	Ns
Inter-incisal angle	123.12±9.69	126.89±6.57	Ns
Overjet	3.54±1.54	7.68±2.32	**
Overbite	1.77±1.12	3.28±1.95	Ns
Co-Gn	112.50±7.42	105±5.51	*
Co-Go	54.13±6.02	49.71±2.85	*
Go-Gn	72.25±5.98	68.87±4.44	**
Kondil Pozisyonu / Condylar Position	13.96±23.23	-8.77±30.7	**
Anterior Eklem Aralığı / Anterior joint space	0.77±0.35	0.93±0.28	*
Posterior Eklem Aralığı / Posterior joint space	1.02±0.36	0.78±0.31	*

Ns: Anlamli değil / Non significant, \*p<0.05.\*\*p<0.01

Co noktasının klinik araştırmalarda kullanılabileceğini ifade etmiştir. Co noktasının tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu bu çalışmada da bulunmuştur; bu yüzden, mandibular boyut Co ve Gn noktaları arasından ölçülmüştür. Mandibular uzunluktaki artış çenenin ileri pozisyonunun korunması için yeterli değildir. Mandibular uzunluktaki artış, ancak glenoid fossanın kondilin yeni pozisyonuna adapte olması ile anlam kazanır.

Aralıklı fonksiyonel apareylerle glenoid fossada meydana gelen remodelingin histolojik sonuçları bildirilmiştir (9, 38, 39, 40, 43). Bununla birlikte insanda lateral sefalogram üzerinde Ar noktası kullanılarak dolaylı yoldan glenoid fossa remodelingi ölçülmüştür. Bununla birlikte, Buschang ve arkadaşları (7) Ar noktasının glenoid fossanın büyüme yönündeki değişiklikleri belirlemek için kullanıldığında glenoid fossanın daha vertikal olarak hareket ettiğini göstermiş, ve bunun yanıltıcı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, glenoid fossanın radyografik görüntüsü diğer kranial yapılar tarafından sıklıkla gizlenir.

indicated that repeatability of the Co point on lateral cephalograms is reliable and Co point can be used in clinical investigations. The repeatability of the Co point was also found to be high in the present study, so the mandibular dimension was measured between Co and Gn points. Increase of mandibular length cannot be solely sufficient to safe forward position of the chin. Increased mandibular length can be only stable by the glenoid fossa adapts to new position of the condyle.

Histological evidence of glenoid fossa remodeling with intermittent functional appliances are reported in the literature (9, 38, 39, 40, 43), however, repositioning of glenoid fossa is measured indirectly on lateral cephalograms by using Ar point in human. However, Buschang et al. (7) have reported that the glenoid fossa moves more vertically when Ar point is used as a landmark for assessing changes of glenoid fossa growth direction and stated that this could be misleading. In addition, the radiographic image of the glenoid fossa is often obscured by other cranial structures. Consider-

**Tablo V:** Aktivatör ve kontrol gruplarının İskeletetsel ve temporomandibular eklem değişkenlerinin çalışma sonrasında karşılaştırması.

**Table V:** Comparison of the skeletal and temporomandibular joint variables of both groups after the Activator/control period



Bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, insanda glenoid fossa remodelingini belirlemek için en direkt yöntem MRG'dür. Bu yüzden glenoid fossa remodelingi bu çalışmada sagittal MRG üzerinde değerlendirilmiştir. Anterior ve posterior eklem boşlukları kondil ve glenoid fossa pozisyonlarının tahmininde kullanılmıştır. Mandibula ileri doğru alındığı zaman posterior eklem boşluğu artar ve anterior eklem boşluğu azalır. Bununla birlikte, bu çalışmada kondil glenoid fossa içerisinde anterior olarak konumlandığı halde anterior ve posterior eklem boşluklarında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bu durum glenoid fossanın anterior ve posterior yüzeylerinde yeniden şekillenme olduğunu gösterir.

Oysa kontrol grubunda kondil, glenoid fossa içerisinde gözlem periyodu sonunda da arkada konumlanmıştır. Bu durum doğal glenoid fossa büyüme şeklinin değişmediğini göstermektedir.

Özet olarak, bu çalışmanın sonuçları aktivatör tedavisi ile mandibula büyümesi öne doğru yönlendirildiğinde sagittal intermaksiller ilişkinin düzeldiğini ve bu düzelmenin hem kondilin glenoid fossa içindeki konumunun ve hem de glenoid fossanın kraniuma göre doğal büyüme yönünün değişmesi ile oluştuğunu göstermiştir.

ring these unfavorable factors, the most appropriate method to assess glenoid fossa remodeling in humans, is MRI. Therefore, repositioning of the glenoid fossa was evaluated by sagittal MRIs in this study. Changes of anterior and posterior joint spaces are used for interpretation of the condyle and glenoid fossa positions. When the mandible put into forward, posterior joint space is increase and anterior joint space is decrease. However, in the present study although condyle was positioned more anteriorly into the glenoid fossa, there was no change in the anterior and posterior joint spaces. Unchanging of anterior and posterior joint space versus anterior positioning of the condyle into the glenoid fossa demonstrates remodeling of anterior and posterior surfaces of glenoid fossa.

Posterior position of the condyle in the glenoid fossa remained stable at the end of the study in the control group. This situation shows that natural growth pattern of the glenoid fossa is stable during observation period.

Consequently, results of this study reveal that when the mandible was positioned anteriorly by activator treatment, sagittal dental arch relationship improves and this improvement takes place with alteration of condyle position in the glenoid fossa and alteration of natural growth direction of the glenoid fossa itself.

#### KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Aelbers CMF, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, fiction or reality — a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:513-519.
2. Agronin KJ, Kokich VG. Displacement of the glenoid fossa: a cephalometric evaluation of growth during treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:42-48.
3. Arat ZM, Gökalp H, Erdem D, Erden İ. Changes in the TMJ disc-condyle-fossa relationship following functional treatment of skeletal Class II Division 1 malocclusion: A magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:316-319.
4. Baumrind S, Korn EL, Issacson RJ, West EE, Molthen R. Superimpositional assessment of treatment-associated changes in the temporomandibular joint and the mandibular symphysis. *Am J Orthod* 1983;84:443-465.
5. Birkebæk L, Melsen B, Terp SA. Laminographic study of the alterations in the temporomandibular joint following activator treatment. *Eur J Orthod* 1984;6:257-266.
6. Buschang PH, Santos-Pinto A. Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:437-442.
7. Buschang PH, Santos-Pinto A, Demirjian A. Incremental growth charts for condylar growth between 6 and 16 years of age. *Eur J Orthod* 1999;21:167-173.
8. Charlier JP, Petrovic A, Hermann-Stutzmann JJ. The effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am J Orthod* 1969;55:71-74.
9. DeVincenzo JP. Changes in mandibular length before, during and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:241-257.
10. DeVincenzo JP, Winn MW. Orthopedic and orthodontic effects resulting from the use of a functional appliance with different amounts of protrusive activation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:181-90.
11. DeVincenzo JP, Huffer RA, Winn MW. A study in



## KAYNAKLAR/REFERENCES

- human subjects using a new device designed to mimic the protrusive functional appliances used previously in monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:213-224.
12. Droel R, Isaacson RJ. Some relationships between the glenoid fossa position and various skeletal discrepancies. *Am J Orthod* 1972;61:64-78.
  13. Fisk GV, Culbert MR, Grainger RM, Hemrend B, Moyers R. The morphology and physiology of distocclusion. *Am J Orthod* 1953;35:3-12.
  14. Ghafari J, Degroote C. Condylar cartilage response to continuous mandibular displacement in the rat. *Angle Orthod* 1986;56:49-57.
  15. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. *Am J Orthod* 1971;60:478-490.
  16. Greulich WW, Pyle SI. (2nd edn). Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist, Stanford University Press, California, London: Oxford University Press 1959.
  17. Heij D, Opdebeeck H. The effect of the amount of protrusion built into the Bionator on condylar growth and displacement: a clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:401-409.
  18. Hopkin GB, Houston WJB, James GA. The cranial base as an etiological factor in malocclusion. *Angle Orthod* 1968;38:250-255.
  19. Kantomaa T. The relation between mandibular configuration and the shape of the glenoid fossa in the human. *Eur J Orthod* 1989;11:77-81.
  20. Keeling SD, Wheeler TT, King GJ, Garvan CW, Cohen DA. Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:40-50.
  21. Mamandras AH, Allen LP. Mandibular response to orthodontic treatment with the Bionator appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:113-120.
  22. McNamara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptation to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1973;64:578-606.
  23. McNamara JA. Long term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in macaca mulatta. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:98-108.
  24. McNamara JA, Hinton RJ, Hoffman DL. Histological analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Am J Orthod* 1982;82:288-98.
  25. Moore RN, Dubois LM, Boice PA, Igel KA. The accuracy of measuring condylian location. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:344-347.
  26. Nelson C, Harkness M, Herbison P. Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:153-161.
  27. Pancherz H, Ruf S, Kohlhas P. Effective condylar growth and chin position changes in Herbst treatment: A cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:437-446.
  28. Petrovic A. Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. *Trans Eur Orthod Soc* 1974;69-75.
  29. Petrovic A, Stutzman JJ, Oudet C. Control processes in postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: McNamara JA Jr (ed.) Determination of mandibular form and growth. Monograph No. 4, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor, 1975; 101-153.
  30. Petrovic AC, Stutzmann JJ, Gasson N. The final length of the mandible: Is it genetically predetermined? In: Carlson DS (ed.) Craniofacial biology, Monograph Number 4, Craniofacial growth series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1981; 105-126.
  31. Pullinger GA, Hollender L, Solberg KW, Petresson A. A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. *J Prost Dent* 1985;53:706-713.
  32. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescent and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:607-618.
  33. Tomer BS, Harvold EP. Primate experiments on mandibular growth direction. *Am J Orthod* 1982;82:114-119.
  34. Tonge EA, Heath JK, Meikle MC. Anterior mandibular displacement and condylar growth: an experimental study in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1982;42:277-287.
  35. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1985;88:242-251.
  36. Vargervik K, Miller AJ, Chierici G, Harvold EP, Tomer BS. Morphological response to changes in neuromuscular patterns experimentally induced by altered modes of respiration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1984;85:115-124.
  37. Voudouris JC, Kuffinec MM. Improved clinical use of twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:247-266.
  38. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Kuffinec MM, Angelopoulos G, Bourque PJ. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, part 1. New technological methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:604-614.
  39. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Angelopoulos G, Bourque PJ, Lacouture CY. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:13-30.
  40. Williams S, Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment: an implant study. *Am J Orthod* 1982;81:322-326.
  41. Woodside DG. Do functional appliances have an orthopedic effect? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113:11-14.
  42. Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodelling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92: 181-198.
  43. Woodside DG, Altuna G, Harvold E, Herbert M, Metaxas A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1983; 83:460-468.