



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Sınıf II Malokluzyonun İki Aşamalı Tedavisinin Uzun Süreli Sonuçları

Long-Term Follow-Up of Two-Phase Orthodontic Treatment of Class II Malocclusions



Doç.Dr. Abdullah DEMİR*
**Prof.Dr. Faruk A.
BAŞÇİFTÇİ***
Prof.Dr. Serdar ÜŞÜMEZ**
Prof.Dr. Yaşar GÖYENÇ***

*Selçuk Üniv. Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D. Konya,

**Gaziantep Üniv. Dişhek. Fak.

Ortodonti A.D. Gaziantep,

***Serbest Ortodontist,

Bandırma / Selçuk Univ.

Faculty of Dentistry Dept. of

Orthodontics, Konya, Turkey,

** University of Gaziantep,

Faculty of Dentistry Dept. of

Orthodontics, Gaziantep,

Turkey, ***Private Practice,

Bandırma, Turkey

Yazışma adresi:

Corresponding Author:

Dr. Abdullah Demir

Selçuk Üniversitesi, Dişhekimliği
Fakültesi, Ortodonti AD.

Konya /Turkey

Tel: 0332 223 11 70

E-posta: abd_demir@hotmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, aktivatör apareyi ile başlayıp edgewise apareyi ile devam eden tedaviden 8 yıl sonra meydana gelen dentoiskeletsel değişiklikleri değerlendirmektir. **Bireyler ve Yöntem:** Çalışma, iskeletsel Sınıf II ve dental Sınıf II molar ilişkiye sahip 18 çocuğu (10 erkek ve 8 kız, yaşları ortalaması $12,2 \pm 1,4$ yıl) kapsamaktadır. Çocukların tedavi öncesinde (T1), ANB açıları 4° 'den ve overjetleri 7 mm'den büyüktü. Standardize edilmiş lateral sefalogramlar sentrik oklüzyonda tedavi başında, aktivatör tedavisi sonunda, sabit aparey tedavisi sonrasında ve sabit apareyler çıkartıldıktan 6,2 yıl sonra alınmıştır. On açısal ve 9 çizgisel sefalometrik ölçüm belirlenmiştir. Tedavi değişikliklerini incelemek için eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. **Bulgular:** Aktif tedavi periyodu (T3) sonrasında iskeletsel ilişki düzeldi ve maksiller ve mandibular uzunluklar (Co-A ve Co-Gn) ve SNB'de önemli ($p=0,000$) artış gözlenmiştir. Üst keserler önemli derecede ($p=0,023$) dikleşti ve retrüze (U1-NA) oldu. IMPA ve mandibular düzlem açısı (Go-Gn-SN) sabit kalırken, SNA ve ANB açıları önemli derecede (sırasıyla, $p=0,012$, $p=0,000$) azalmıştır. SNA ve ANB'de ölçüm değerlerinin çok az başlangıç haline dönmesi dışında, T4'deki değişiklikler T3 sonundaki ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. **Sonuç:** Sabit edgewise apareyleri ile devam eden aktivatör aparey tedavisi ile elde edilen anteroposterior dentoiskeletsel değişikliklerin 6,2 yıl boyunca sabit kaldığı gösterilmiştir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2010;23:256-267*)

Anahtar Kelimeler: Sınıf II, aktivatör, Sınıf II mekanik, uzun dönem.

Gönderim Tarihi: 19.01.2009

Kabul Tarihi: 24.03.2010

SUMMARY

Aim: The aim of the study was to investigate the stability of dento skeletal changes 8 years after treatment with the activator appliance, followed by an edgewise appliance. **Subjects and Methods:** The study comprised 18 children (10 boys and 8 girls at 12.2 ± 1.4 years of age) with a skeletal Class II pattern and a Class II molar relationship. Pre-treatment (T1) their ANB angles were greater than 4 degrees and overjets greater than 7 mm. Standardized lateral cephalograms were taken in centric occlusion at the start of treatment (T1), at the end of activator treatment (T2), at the end of fixed appliance therapy (T3) and 6.2 years after the removal of the fixed appliances (T4). Ten angular and nine linear cephalometric measurements were determined. A paired-sample t-test was used to evaluate the treatment changes. **Results:** At the end of active treatment period (T3) the skeletal relationship was improved and there were significant ($p=0.000$) increases in maxillary and mandibular length (Co-A and Co-Gn) and SNB. The upper incisors were significantly ($p=0.023$) uprighted and retruded (U1-NA). SNA and ANB angles were significantly ($p=0.012$, $p=0.000$ respectively) decreased whereas IMPA and mandibular plane angle (Go-Gn-SN) remained stable. At (T4) the changes were generally in agreement with those T3 at except for a slight return to the original values for SNA and A to N -I FH (mm) measurements. **Conclusion:** The anteroposterior dento skeletal changes obtained with the activator appliance followed by fixed edgewise appliances were demonstrated to be stable over 6.2 years. (*Turkish J Orthod 2010;23:256-267*)

Key Words: Class II, activator, Class II mechanics, long-term.

Date Submitted: 19.01.2009

Date Accepted: 24.03.2010



GİRİŞ

Sınıf II düzeltiminin alternatifleri, üst çene gelişiminin durdurulması veya yeniden yönlendirilmesi, alt dentisyonun mesial hareketi veya üst arkın distal hareketi, mandibular büyümenin yönlendirilmesi veya artırılması, glenoid fossanın relokasyonudur. En sık kullanılan mekanikler, ağız dışı kuvvetler (1-7), fonksiyonel apareyler (5-14), Herbst apareyleri (15-17) ve Sınıf II elastiklerdir (18,19).

Fonksiyonel apareylerin her tipi Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonuna sahip aktif büyüme periyodundaki hastalarda etkilidir. İskeletsel Sınıf II div1 maloklüzyonun aktivatör ile yapılan dentofasiyal ortopedik tedavisinin temel amaçları dental ark ilişkisini düzeltmek, olumlu mandibular büyüme değişikliklerini artırarak hastaların yüz profilini iyileştirmektir (20) Sınıf II maloklüzyon tedavisiyle pek çok önemli fayda sağlanır: Bunlar; geniş overjet nedeniyle üst keserlerde oluşabilecek travmanın önlenmesi, disfonksiyon gelişiminin engellenmesi, çocukların hayatlarının şekillendiği önemli bir dönemde onlara psikolojik destek sağlanması, tedavinin adölesan aşaması için iyileştirilmiş sonuçlardır (21,22). Pek çok araştırmacı aktivatörün dentoalveolar bölgeyi etkilediğini göstermiştir (23-25).

McNamara (26) adölesan dönem öncesindeki Sınıf II maloklüzyonda en sık karşılaşılan iskeletsel problemin mandibular gerilik olduğunu iddia etmiştir. Bu da gösterir ki; apareyin alt çene büyümesini önemli derecede artırması ortodontistlerin tedavi seçeneklerinin önemli bir parçasını oluşturacaktır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar göstermektedir ki; alt çeneyi önde konumlandıran apareyler, özellikle kondilin remodellingini artırarak alt çene büyümesini önemli derecede artırabilir (27-30).

Bununla birlikte, eğer bu değişiklikler sabit kalırsa o zaman memnun edici olur. Bununla birlikte, longitudinal çalışmalar aktif tedavi dönemi sırasında elde edilen değişiklikler tedavi sonrası dönemde başlangıç maloklüzyonuna dönme eğiliminde olduğunu göstermektedir. (31,32) Dolayısıyla, dentoiskeletsel ilişki mutlaka sabit kalmaz, fasiyal büyüme sırasında kendiliğinden değişebilir. (31)

Stabilite başarılı bir ortodontik tedavinin temel anahtarıdır fakat fonksiyonel apareylerin etkisinin kalıcılığı üzerinde olan uzun dönem çalışmalar nadirdir. Dolayısıyla bu çalış-

INTRODUCTION

Alternatives for Class II correction include combinations of restriction or redirection of maxillary growth, distal movement of maxillary or mesial movement of the mandibular dentition, enhancement or redirection of mandibular growth, and relocation of the glenoid fossa. Commonly used mechanics include extraoral forces (1-7) functional appliances, (5-14) Herbst appliances, (15-17) and Class II elastics. (18,19)

Any type of functional appliance is effective in actively growing patients with Class II division 1 malocclusions. The principal aims of dentofacial orthopedic treatment of skeletal Class II division 1 malocclusions with an activator are to correct the dental arch relationship and to improve the patients' facial profile by promoting favorable mandibular growth changes. (20) Several important benefits have been attributed to the treatment of Class II malocclusions: prevention of trauma to maxillary incisors associated with a large overjet, interception of the development of dysfunction, psychosocial advantages for the child during an important formative period of life, and improved prognosis for the adolescent phase of treatment. (21,22) Numerous researchers have shown that the activator influences the dentoalveolar region. (23-25)

McNamara (26) claimed that the most frequent skeletal problem in Class II malocclusions in pre-adolescents was mandibular retrognathia. This would suggest that an appliance with the demonstrated ability to stimulate significant mandibular growth would be an important part of the clinician's armamentarium. Animal studies have shown that appliances which position the mandible anteriorly can stimulate significant mandibular growth, primarily by enhanced remodelling response at the condyle. (27-30)

These changes, however, can only be considered satisfactory if they remain stable. Longitudinal studies have demonstrated that changes obtained during the active treatment period tend to relapse toward the initial malocclusion in the following post-treatment years. (31,32) The dentoalveolar relationship does not necessarily remain constant and spontaneously changes during facial growth. (31)

Literature on the stability of the effects of functional appliances alone is scarce. Therefore, because stability is known to be the fundamental key to successful a orthodontic treatment, this study investigated the stability of



manın amacı aktivatör tedavisi sonrasında sabit mekaniklerle tedavi edilen bireylerin 8 yıllık dentoiskeletsel değişikliklerin kalıcılığını araştırmaktır.

BİREYLER VE YÖNTEM

Sınıf II hastaların morfolojisi

Çalışma iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlu 18 çocuğu kapsamaktadır. On erkek ve 8 kız hasta Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi edilmiştir. Bütün hastalarda tedavi öncesinde 4 derece'den büyük ANB açısı, 7 mm'den büyük overjet, alt çene geriliği ve Sınıf II molar ilişkisi mevcuttu. Seçilen hastaların yaşları 10,1-14,1 yıl ($12,2 \pm 1,4$ yıl) arasındaydı. Bütün hastalar aktivatör ile tedavi edildikten sonra tedaviye sabit apareyler ile devam edilmiştir.

Fonksiyonel aparey tedavisi

Birinci aşama tedavi bireylerin pubertal büyüme atılımı sırasında yapıldı. Aktivatör apareyi, üzerinde üst santral keserlerin insizal üçlüsüne pasif temas eden bir üst labial ark (0,8 mm) bulunduran maksiller blok akrilik içermektedir. Akrilik şapka alt keserlerin labial tipingini önlemek için bu dişlerin insizal üçlüsünü örtmektedir. Akrilik, stabilite ve ankraj sağlamak için alt lingual sulkusa doğru uzatılmıştır. Kapanış, alt çene 4-5 mm öne getirilerek ve azılar bölgesinde interoklüzal aralık 2-3 mm olacak şekilde alınmıştır. Azılar bölgesindeki interoklüzal akrilik sagittal çene ilişkisi düzeltilene kadar kaldırılmamıştır. Son aşamada alt azıların istenen oklüzal hareketine göre aşındırılmıştır. Hastalara apareyin 12 ay boyunca günde 18 saat kullanılması tavsiye edilmiş fakat hasta uyumunun ölçülmesi için özel bir çalışma yapılmamıştır. Bu dönemi takiben aparey 6 ay boyunca sadece geceleri kullanılmıştır.

Sabit aparey tedavisi

Fonksiyonel oklüzyon sağlamak için aktivatör tedavisi sonrasında sabit ortodontik tedaviye geçilmiştir. Ortalama sabit tedavi süresi 17,6 aydır. Bu dönemde Sınıf II elastik kullanılmamıştır.

Pekiştirme ve takip dönemi

Tedavi sonunda alt-üst Hawley plağı ilk 8 ay boyunca tüm gün, sonraki 8 ay boyunca

dentoskeletal changes 8 years after treatment with the activator, followed by the edgewise appliance.

SUBJECTS and METHODS

Morphology of the Class II Patients

The study comprised 18 children with skeletal Class II malocclusions. Ten male and 8 female patients treated at the Orthodontic Department of Selçuk University, Konya and were available 6.2 years after the end of fixed appliance therapy. All patients presented an ANB angle greater than 4 degrees, an overjet greater than 7 mm, mandibular retrognathia and a Class II molar relationship before the treatment. All were Caucasians and their ages ranged from 10.1 to 14.1 years (12.2 ± 1.4 years). The patients were treated exclusively with an activator appliance, then, treatment was continued with fixed appliance.

1st Phase Treatment with Functional Appliance Therapy

This first phase was conducted during the pubertal growth spurt of the subjects. The activator appliance consisted of a maxillary block acrylic with an upper labial wire (0.8 mm) passively contacting the incisal third of the upper central incisors. Acrylic capping covered the incisal third of the mandibular incisors in an attempt to avoid labial tipping of these teeth. The acrylic extended down to the lower lingual sulcus to provide stability and anchorage. The construction bite was taken with the mandible protruded 4-5 mm and with an interocclusal distance of 2-3 mm in the molar region. The appliance and the construction bite were renewed when necessary. The interocclusal acrylic in the molar area was not trimmed until improvement of the sagittal jaw relationship was achieved. At the final stage, it was trimmed selectively, according to the desired occlusal movements of the lower molars. The patients were advised to wear the appliance 18 hours a day for 12 months, but no active effort was made to measure co-operation. After this, the appliance was worn only at nights for 6 months.

2nd Phase Treatment with Fixed Appliance

Individual tooth movements are difficult with functional appliances. Therefore, during the second phase, fixed appliances were used to achieve bodily and aligned to obtain



sadece geceleri kullanılmıştır. Ortalama takip süresi 6,2 yıldır.

Kayıtlar

Her hastadan sentrik oklüzyonda standardize edilmiş lateral sefalogramlar tedavi başında (T1), fonksiyonel aparey tedavisi sonunda (T2), sabit aparey tedavisi sonunda (T3) ve sabit apareyler çıkarıldıktan 6,2 yıl sonra (T4) alınmıştır. Bütün radyograflar JOE programında (Rocky Mountain Orthodontics JOE Version -5.0, Denver, Colorado, ABD) ile çizilmiştir. On açısal ve 9 çizgisel sefalometrik ölçüm değerlendirilmiştir. (Şekil 1 ve 2).

İstatistiksel Analiz

Bütün istatistiksel analizler SPSS paket programı (Windows 98 için SPSS, 10.0 versiyonu; SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Her değişken için aritmetik ortalama ve standart sapma (SD) hesaplanmıştır. Tedavi değişiklikleri eşleştirilmiş t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Erkek ve bayan hastalar arasında cinsiyet ayrımı birey sayısının sınırlı olmasından dolayı yapılmamıştır.

a functional occlusion. The mean fixed appliance duration was 17.6 months. No Class II elastics were used.

Retention and Follow-up

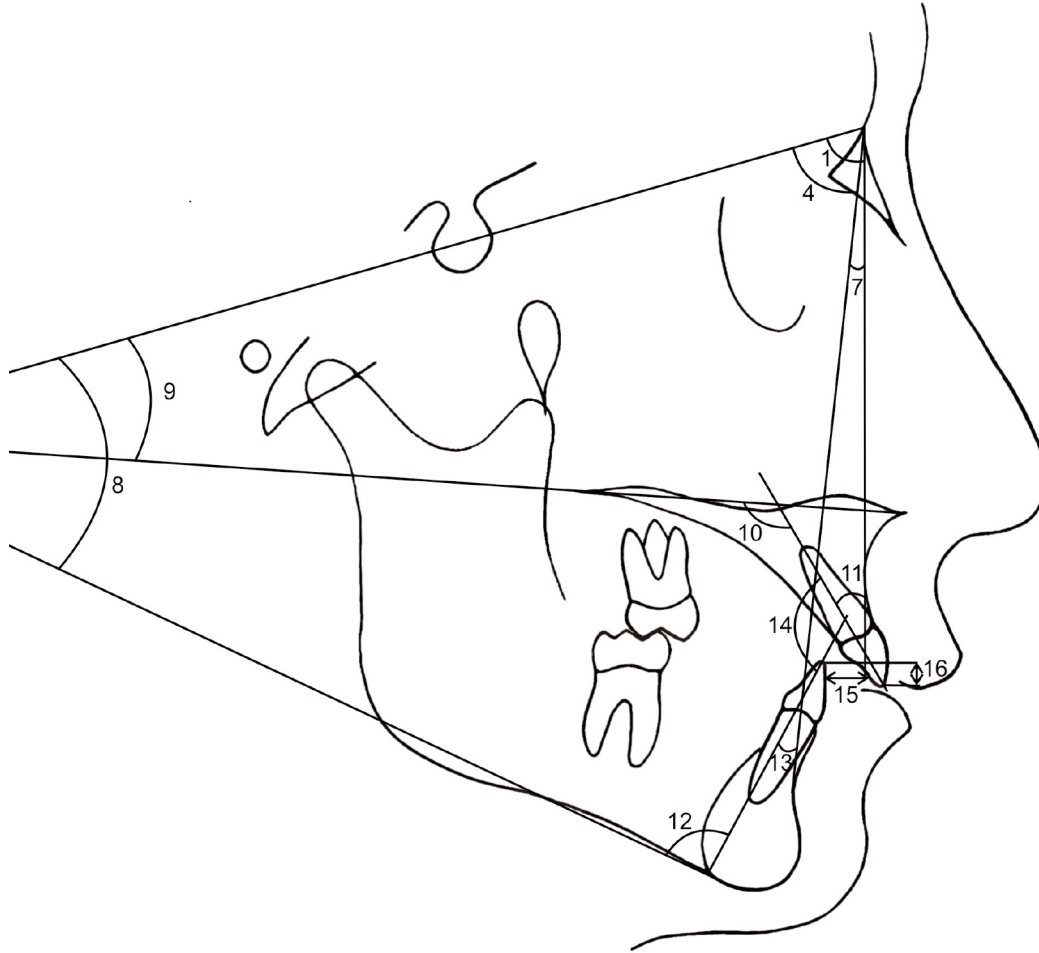
At the end of treatment, upper and lower Hawley plates were worn full-time during the first eight months and at a night for the subsequent eight months. The mean follow-up period was 6.2 years.

Methods

Standardized lateral cephalograms were taken of each patient in centric occlusion at the start of treatment (T1), at the end of functional appliance therapy (T2), at the end of fixed appliance therapy (T3) and 6.2 years after the removal of fixed appliances (T4). All radiographs were traced, digitized, and evaluated with the JOE software (Rocky Mountain Orthodontics JOE Version -5.0, Denver, Colorado USA). Ten angular and nine linear cephalometric measurements were determined (Figures 1 and 2).

Statistical analysis

All statistical analyses were performed



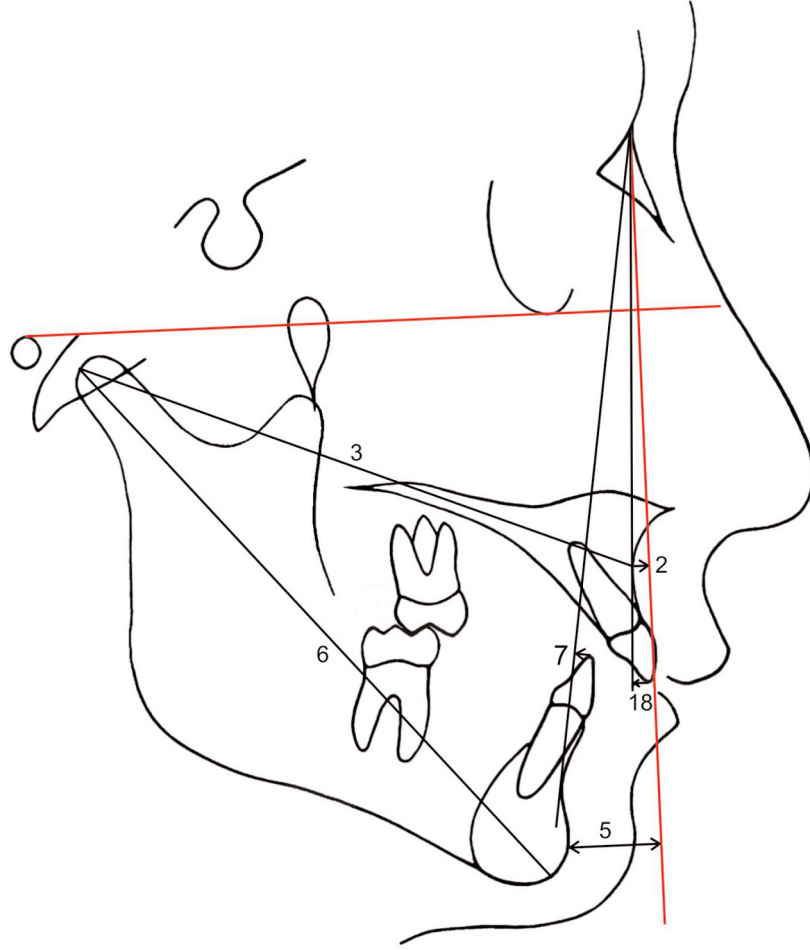
Şekil 1. Açısal ve doğrusal ölçümler; 1.SNA (o), 4.SNB (o), 7.ANB (o), 8.GO-GN-SN (o), 9.SN-PP (o), 10.U1-PP (o), 11.U1 - NA (o), 12.IMPA(o), 13.L1-NB(o), 14.Interincisor Angle(o), 15.Overjet (mm), 16.Overbite (mm)

Figure 1. Angular and linear measurements; 1.SNA (o), 4.SNB (o), 7.ANB (o), 8.GO-GN-SN (o), 9.SN-PP (o), 10.U1-PP (o), 11.U1 - NA (o), 12.IMPA(o), 13.L1-NB(o), 14.Interincisor Angle(o), 15.Overjet (mm), 16.Overbite (mm)



Şekil 2. Doğrusal ölçümler;
2.A to N - I FH (mm), 3.Co-A
(mm), 5.Pog N - I FH (mm),
6.Co-Gn (mm), 17. L1 - NB
(mm), 18.U1 - NA (mm)

Figure 2. Linear
Measurements; 2.A to N - I
FH (mm), 3.Co-A (mm), 5.Pog
N - I FH (mm), 6.Co-Gn
(mm), 17. L1 - NB (mm),
18.U1 - NA (mm)



mıştır. Birinci ölçümden 2 hafta sonra rastgele 20 radyograf seçilmiş ve aynı araştırmacı tarafından yeniden çizilmiş ve metot hatası belirlenmiştir. Radyografların 1. ve 2. ölçümleri arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur. Aynı ölçümlere uygulanan korelasyon analizi en yüksek değeri 0,99 ile overbite için, en küçük değeri ise 0,93 ile FH-MP için göstermiştir.

BULGULAR

İskeletsel ve dental ölçümlerin bilgileri Tablo 1 de özetlenmiştir.

1.ve 2. Faz tedavi sırasındaki değişimler: (T1-T2)

Aktif tedavi periyodu sonunda iskeletsel ilişkiler düzeltilmiştir. Maksiller ve mandibular boyutta (Co-A ve Co-Gn), benzer boyutta SNB de, önemli artışlar vardır. Üst keserler anlamlı şekilde dikleştirilip retrüze edilmiştir. (U1-NA). SNA ve ANB açıları önemli düzeyde azalmıştır. Bununla birlikte ilginç bir şekilde IMPA önemli şekilde değişmemiştir. Verti-

using the SPSS software package (SPSS for Windows 98, version 10.0; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). For each variable, the arithmetic mean and standard deviation (SD) were calculated. A paired-sample t-test was used to evaluate the treatment changes between different time points. No gender distinction was made between the male and female patients because of the limited number of subjects and the data was pooled.

Two weeks after the first measurements, 20 radiographs were selected at random and retraced and redigitized by the same examiner, and a paired-sample t-test was applied. The difference between the first and second measurements of the radiographs was insignificant. Correlation analysis applied to the same measurements showed the highest value (0.99) for overbite, and the lowest (0.93) for FH-MP.

RESULTS

The data from skeletal and dental measurements are summarized in Table 1.

Changes during 1st and 2nd Phase

Sınıf II tedavisinin uzun dönem sonuçları
Long-term results of Class II correction

Sagittal Ölçümler / Sagittal Measurements	T1		T2		T3		T4		T2-T1		T3-T1		T4-T1		T3-T2		T4-T2		T4-T3				
	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	Ortalama / Mean	SS / SD	p		
İskeletsel / Skeletal																							
SNA	79.57	3.01	79.23	3.32	78.66	3.06	79.46	3.03	-0.33	1.71	ns	-0.91	1.36	*	0.33	1.33	ns	0.25	1.47	ns	0.63	0.75	***
Art N-I-FH (mm)	-0.09	3.12	-1.84	3.21	-1.83	2.93	-1.38	3.07	-1.76	2.59	*	-1.74	2.55	*	-1.29	2.65	ns	0.47	1.91	ns	0.46	0.59	**
Co-A (mm)	111.93	5.31	116.99	5.76	119.06	6.04	123.19	6.37	5.07	3.94	***	7.13	4.14	***	11.26	4.19	***	6.19	3.27	***	4.13	1.68	***
SNB (deg)	73.42	2.55	75.47	3.20	74.72	3.29	75.48	3.14	2.05	2.42	**	1.31	1.63	**	2.07	1.59	***	0.02	2.09	ns	0.76	0.68	***
Pog N-I-FH (mm)	-10.89	5.06	-9.56	5.07	-9.99	7.01	-9.23	7.49	1.34	4.87	ns	0.90	6.20	ns	1.66	6.45	ns	0.32	4.87	ns	0.76	1.44	*
Co-Gn (mm)	116.65	5.71	122.48	5.97	124.42	6.24	128.89	6.71	5.83	3.48	***	7.77	3.82	***	12.24	4.10	***	6.41	3.82	***	4.47	1.84	***
ANB	6.14	1.95	3.76	2.15	3.93	2.22	3.98	2.20	-2.38	1.25	**	-2.21	1.19	**	-2.16	1.18	**	0.22	1.51	ns	0.04	0.40	ns
Dişsel / Dental																							
U1-PP	117.02	6.11	110.41	5.76	111.64	4.82	111.66	5.04	-6.61	6.78	**	-5.38	6.70	**	-5.36	7.03	**	1.24	3.32	ns	0.02	1.97	ns
U1-NA	27.51	6.42	21.99	7.25	23.20	7.32	22.43	7.07	-5.52	6.17	**	-4.31	7.33	*	-5.08	7.69	*	0.44	4.50	ns	-0.77	2.19	ns
IMPA	96.39	6.78	94.91	5.70	95.59	6.19	96.33	6.20	-1.48	5.74	ns	-0.80	4.50	ns	-0.07	5.07	ns	1.42	5.67	ns	0.73	2.90	ns
L1-NB	27.52	6.09	27.17	5.22	28.17	5.75	28.82	6.46	-0.35	5.53	ns	0.65	4.73	ns	1.29	5.34	ns	1.64	6.50	ns	0.64	2.53	ns
Interincisor Angle	118.81	8.20	127.08	7.58	124.69	6.88	124.77	8.22	8.27	9.68	**	5.88	7.20	**	5.96	8.69	*	-2.31	7.79	ns	0.08	4.12	ns
Overjet (mm)	9.11	2.70	3.53	1.36	3.79	0.98	3.98	1.09	-5.58	2.63	***	-5.32	2.60	***	-5.13	2.48	***	0.44	1.68	ns	0.19	0.53	ns
U1-NA (mm)	6.00	2.08	4.43	2.43	4.70	2.37	4.83	2.54	-1.57	1.64	**	-1.30	1.85	**	-1.17	2.33	*	0.41	2.11	ns	0.13	1.16	ns
L1-NB (mm)	6.28	2.22	6.61	2.23	7.12	2.71	7.35	2.91	0.33	1.54	ns	0.84	2.08	ns	1.07	2.28	ns	0.74	2.57	ns	0.23	0.70	ns
Dikey Ölçümler / Vertical Measurements																							
GO-GN-SN	37.71	5.57	36.79	5.87	37.83	7.27	37.00	6.87	-0.92	2.38	ns	0.13	2.44	ns	-0.71	2.65	ns	0.21	2.99	ns	-0.83	1.48	*
SN-PP	9.94	3.17	9.20	3.82	9.76	4.42	9.74	3.81	-0.74	2.64	ns	-0.18	3.03	ns	-0.20	3.00	ns	0.54	2.73	ns	-0.02	2.07	ns
Overbite (mm)	1.03	2.38	0.19	1.55	0.85	1.28	1.26	1.24	-0.83	2.43	ns	-0.17	1.82	ns	0.23	1.96	ns	1.06	1.59	*	0.40	0.69	*

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001; ns, anlamlı değil / not significant.

Tablo 1. Tedavi öncesi (T1), aktivatör-HG kombinasyonu sonrası (T2), edgewise tedavi sonrası (T3) ve altı yıl retansiyon sonrası (T4) dönemlerinde iskeletsel ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri, ortalama değişiklikler ve anlamlılıkları.

Table 1: Descriptive statistics, mean changes and significance for skeletal measurements of activator-headgear (HG) combination pre-treatment (T1), after activator-HG combination (T2), after edgewise treatment (T3) and after six year retention period (T4).



kal büyüme paterninde istatistiksel olarak önemli artışlar elde edilmemiştir.

Takip periyodu sırasındaki Değişimler. (T3-T4)

Genelde üst ve alt çenenin sagittal büyümesi sırasıyla ortalama 4,1 mm ve 4,5 mm olarak gerçekleşmiştir. ANB'de istatistiksel olarak önemli bir değişim olmamıştır. Mandibular düzlem açısında hafif bir azalma ve overbite'da hafif artış vardır ve her ikisi de klinik olarak önemlidir.

Total değişimler (T1-T4):

Tedavi öncesinden takip periyodunun sonuna kadar maksilla ve mandibula önemli miktarda büyümüştür. ANB'deki 2,2 derecelik azalmada önemlidir. Büyüme yönündeki, palatal düzlem inklinasyonundaki ve overbite'daki değişimler istatistiksel olarak önemli değildir.

TARTIŞMA

Sınıf II bölüm 1 malokluzyonlu hastalardaki iskeletsel ve dental değişimleri belirlemek için birçok uzun dönem çalışmaları yapılmıştır. Birçok araştırmacı Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlarda uzun dönem tedavi ve tedavi sonrası değişimleri bildirmişlerdir. Fakat bu çalışmalar çoğu kez sadece fonksiyonel apareyle tedavi edilen bir grup hasta üzerinde gerçekleştirilmemiştir. (33-35)

Uzun dönem takip, dahil edilen vakalar için, örnek boyutunu azaltan önemli bir kriterdir. Bundan dolayı bu çalışmaya için sabit apareylerin çıkarılmasının üzerinden 8 yıl geçmiş olan 18 hasta dahil edilebilmiştir. Kız ve erkek hastalar arasında vakaların sınırlı sayısından dolayı cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Bu miktarın güvenilir sonuç sağlamak için yeterli olduğu düşünülebilir çünkü benzer çalışmalar da örnekler benzer boyutlardadır (36-39).

De Vincenzo (32) fonksiyonel aparey fazı sonrası başlangıç edgewise tedavi sırasında mandibular büyüme oranının; yaş, cinsiyet ve başlangıç SNGoGn açıları uyumlu 47 kontrole kıyasla, önemli şekilde azaldığını bildirmiştir. Diğer taraftan Mills ve McCulloch (39) tedavi sonrasında mandibular büyüme oranında hafif azalma olmasına rağmen mandibular boyutta Twin Block apareyi ile tedavinin aktif fazında elde edilmiş önem-

Treatment (T1-T3)

At the end of the active treatment period the skeletal relationship was improved and there were significant increases in maxillary and mandibular length (Co-A and Co-Gn), which were similar in extent, and SNB. The upper incisors were significantly uprighted and retruded (U1-NA). SNA and ANB angles were significantly decreased, whereas interestingly, the IMPA did not change significantly. No statistically significant increases were observed in the vertical growth pattern i.e. Go-Gn-SN.

Changes during Follow-up Period (T3-T4)

In general, sagittal growth of the upper and lower jaw continued with an average of 4.1 mm and 4.5 mm respectively. No statistically significant change in ANB angle was observed. There was a slightly decrease in the mandibular plane angle and a slight increase in overbite, both of which were clinically significant.

Overall Changes (T1-T4)

From pre-treatment to the end of follow-up period both the maxilla and mandible grew significantly. The decrease of 2.2 degrees in the ANB angle was also significant. The changes in the growth vector, palatal plane inclination and the overbite were not statistically significant.

DISCUSSION

The longitudinal investigation was undertaken to determine the skeletal and dental changes in patients with a Class II division 1 malocclusion 8 years post-treatment. Many investigators have reported on the long-term treatment and post-treatment changes of Class II division 1 malocclusions, but not often on a group of patients treated solely with a functional appliance. (33-35)

The long-term follow-up was one of the important criteria for the case to be included, and which reduced sample size. Therefore, 18 patients were available 8 years after the removal of fixed appliances for this investigation. No gender distinction was made between the male and female patients because of the limited number of subjects, and the data were pooled. This number can be considered sufficient to produce reliable results because similar studies have also used samples of similar sizes. (36-39)

DeVincenzo (32) reported that during the



li artışın 3 yıl sonra vakalar daimi dişlenme safhasına geçtiğinden korunduğunu bildirmiştir. Birçok farklı apareyler ve tedavi protokolleri kullanılıyor olsa da fonksiyonel apareylerin uzun dönem etkilerinde ortak bir anlayışa varılamadığı açıktır. Literatürdeki çelişkili bazı sonuçlara rağmen mevcut sonuçlar Sınıf II aktivatörle düzeltiminin tedavi bitiminden 6,2 yıl sonrasında stabil olduğunu açıkça göstermektedir. Bu kısmen tedavi başındaki dikkatli hasta seçimiyle açıklanabilir. Bu çalışmadaki tüm vakalar prokline üst keserler ile birlikte horizontal veya nötral vertikal büyüme paterni ama nispeten iyi dizilmiş alt ve üst arklara sahiptir. Bu özellikler hep birlikte hastaları aktivatör tedavisi için hemen hemen ideal aday yapmaktadır. Stabiliteye katkıda bulunan diğer faktörler aktif retansiyon zamanı, tedavi sonrası dönemin uzunluğu, başlangıç Sınıf II maloklüzyonun zorluğu (ANB –Wits) ve başlangıç molar ilişkisidir. Janson ve ark. (40) bu parametreler ile molar ilişki ve overjet relapsı arasındaki korelasyonu gösterememişlerdir ve sonuçları Sınıf II Div. 1 vakaların başlangıç sefalometrik karakterleri ile overjet relapsı arasında ilişki bulunmamış olan Fidler ve ark. (41) ile benzerdir. Molar ilişki ve overjet relapsı ile ilgili önemli korelasyon gösteren tek başlangıç değişkeni, başlangıç overjetidir ve bunların korelasyon değerleri daha önceden bildirildiği üzere düşüktür ($r=5,52$ ve $r=5,43$) (40-43).

Sabit fonksiyonel apareylerin uzun dönem stabilitesi önceden Wieslander (44), Pancherz (45) ve Anehus-Pancherz (46) tarafından da değerlendirilmiştir. Bu yazarlar aktivatörle sağlanan en az 2 yıllık uzun dönem retansiyon olmadıkça orijinal büyüme modelinin etkisiyle her iki maksiller ve mandibular dentoalveoler bölgede relaps olacağını bildirmişlerdir.

Tedavi sonrası istenmeyen büyümenin oklüzyon üzerinde az miktarda olumsuz etki doğuracağı gösterilmiştir. Bu sebeple elde edilmiş oklüzal ilişki korunmalıdır. Bununla birlikte, korelasyonun gösterilememesine rağmen, elde edilen stabilitenin muhtemelen tedavinin sabit aparey fazı sırasında kullanılan aktif retansiyon miktarına bağlı olduğu vurgulanmaktadır.

Mevcut çalışmada T1-T4 dönemi boyunca hem maksilla hem de mandibula sagittal yönde büyümeye devam etmişler ancak mandibular

post-functional appliance phase of initial edgewise treatment, the mandibular growth rate was significantly reduced when compared with 47 controls matched for age, sex, and initial SN:GoGn angle. They found that the highly significant increases in mandibular length were still present 2 years after treatment, diminished but were still significant after 3 years, but not after 4 years. On the other hand, Mills and McCulloch (39) reported that although there was a slight reduction in mandibular growth rate after treatment, much of the significant increase in mandibular length achieved during the active phase of treatment with the Twin Block appliance was still present 3 years later when the subjects had matured into the permanent dentition stage. Although many different appliances and treatment protocols have been used it is clear that a common understanding of the long-term effects of functional appliances has not been reached. Despite some conflicting results in the literature, the present results clearly demonstrate that Class II correction with an activator is a stable 6.2 years after completion of treatment. This can be partly explained by the careful patient selection at the beginning of treatment. All subjects in the present study demonstrated either a horizontal or a neutral vertical growth pattern along with flared upper incisors but relatively well aligned upper and lower arches. These characteristics together make these patients almost ideal candidates for activator treatment. Other factors that might have contributed to stability are, active retention time, length of the post-treatment period, initial Class II malocclusion severity (ANB or Wits), and initial molar relationship. However, Janson et al (40) was unable to demonstrate a correlation with these parameters and molar relationship and overjet relapse. Their results were also similar to those of Fidler et al (41) who found no association between overjet relapse and pre-treatment cephalometric characteristics in Class II division 1 subjects. The only initial variable showing a significant correlation with molar relationship and overjet relapse was initial overjet, and the values for these correlations were low ($r=5.52$ and $r=5.43$), as reported previously. (40,43)

The long-term stability of fixed functional appliances has been evaluated previously by Wieslander, (44) Pancherz (45) and Pancherz and Anehus-Pancherz. (46) Those authors reported a relapse of both the maxillary and



bulanın büyümesi tüm zamanlarda maksilla-dakinden hafifçe daha fazla olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar Sınıf II mekaniklerin sıkça rastlanan etkisiyle maksillanın ileri büyümesinin önlenmesi nedeniyle fasiyal konveksitedeki azalmayı içeren önceki çalışmaların bulgularıyla uyumludur (6,9,15-17)

İlginç şekilde, aktivatör apareyinin sözde posterior rotasyonel etkisine rağmen, mandibular düzlem açısı T1- T4 boyunca stabil kalmaktadır. Mandibula özellikle takip periyodunda anterior rotasyon ile büyümesine devam etmektedir. Bununla birlikte aktivatörün ortopedik etkisi üzerinde bazı tartışmalar vardır. Bazı yazarlar aktivatörün iskeletsel etkisini maksiller büyümeyi önlemesine dayandırırken (8,47,48) diğerleri aktivatörün kondili ve sonuç olarak da mandibular büyümeyi stimule ettiği fikrini benimsemektedirler (49,50). Aktivatör tedavisinin glenoid fossa üzerinde de etkisi bildirilmiştir (50). Mc Namara (26) ergenlik öncesinde Sınıf II maloklüzyonlardaki en sık rastlanan problemin mandibular retrognati olduğunu iddia etmektedir, dolayısıyla, belirgin mandibular büyüme stimülasyonu sağlayacak bir apareyin klinisyenin en önemli tedavi aracı olacağı düşünülebilir. Hayvan çalışmaları, mandibulayı anteriorda konumlandıran apareylerin, ilk olarak kondilde remodelling cevabı geliştirerek, mandibular büyümenin belirgin şekilde stimule edilebileceğini göstermiştir (27-29).

Bununla birlikte tatmin edici bir oklüzal düzeltim ve stabilizasyon tek başına mandibular büyüme stimülasyonu ile açıklanamaz. Çünkü çenelerin büyümesinin arasındaki fark klinik olarak önemli değildir. Bu vakalarda elde edilen ana dental tedavi etkisi başlangıçta öne eğimli olan maksiller keserlerin dikleşmesi ve tedavi sonrasında sefalometrik normlarla benzerlik gösterir hale gelmesidir.

Tedavi sırasında mandibular dentisyonun protruzyonundan sakınılması gerektiği tedavi felsefesiyle uyumlu olarak alt keser eğimleri değişmemiştir. Harvold ve Vargervik (47) apareyin maksiller keserlerde 1,4 mm lingual tipinge, mandibular keserlerde 0,5 mm labial tipinge sebep olacağını bildirmişlerdir. Apareyin, Sınıf I oklüzyonu maksiller dentoalveoler gelişimin önlenmesi bu arada mandibular dentoalveoler mesial gelişimin teşvikiyle sağladığı sonucuna varmışlardır. Pancherz (48) overjet düzeltiminin %70'inden fazlasının

mandibular dentoalveolar region with dominance of the original growth pattern unless long-term (at least 2 years) retention with an activator is provided.

It was inferred that the unfavorable post-treatment growth produced small negative effects on the occlusion, so that the achieved occlusal relationship was maintained. However, it has to be emphasized that the stability achieved was probably as a result of the amount of active retention used during the fixed appliance phase of treatment, although no correlation could be demonstrated.

During T1-T4 both the maxilla and the mandible continued to grow in a sagittal direction with growth of the mandible was slightly greater than that of the maxilla at all times. These results confirm previous finding that reduction in facial convexity due to inhibition of forward maxillary growth is a common effect of Class II mechanics. (6,9,15-17) However, these differences did not lead to any clinical improvement in the profile.

Interestingly, the mandibular plane angle remained stable during T1-T4 despite the so-called posterior rotational effect of the activator appliance. The mandible continued to grow particularly in the follow-up period along with a significant anterior rotation which may account in part for stability of the results. However, there is some dispute over the orthopaedic effects of the activator. While some authors claim that the skeletal effects of activator therapy is attributed to the restriction of maxillary growth, (8,47,48) others adopt the opinion that the activator stimulates condylar and, as a result, mandibular growth. (49,50) The influence of activator treatment on the glenoid fossa has also been reported. (50) McNamara (26) claimed that the most frequent skeletal problem in Class II malocclusions in pre-adolescents was mandibular retrognathia. This would suggest that an appliance with the demonstrated ability to stimulate significant mandibular growth would be an important part of the clinician's armamentarium. Animal studies have shown that appliances which position the mandible anteriorly can stimulate significant mandibular growth, primarily by enhanced remodeling response at the condyle. (27-29)

The substantial occlusal corrections and their stability, however, cannot be explained by mandibular growth stimulation alone as the difference between the extent of growth of the jaws was not clinically significant. A major dental treatment effect observed in this samp-



keser tipingi sonucu gerçekleştiğini bulmuştur. Mevcut araştırmada, overjetin yaklaşık %50 (2,5 mm)'si maksiller keserlerin lingual hareketi ile ve %22 si (1,1 mm) mandibular flaring ile azaltılmıştır. Molar ilişki ile overjet değişimlerinin iskeletsel mi dental mi olduğunu ölçmek için detaylı bölgesel çakıştırma gereklidir ki bu da mevcut çalışmanın amacı dışındadır.

Bu çalışmanın en büyük limitasyonu, normal büyüme ile tedavi etkilerinin ayrılması için gerekli olan kontrol gurubunun eksikliğidir. Tedavi başındaki konveks profilli hastalar tedavi sonunda memnun edici düzeyde düz profile sahip olmuşlar ve bu etki sonrası 8 yıllık dönemde stabil kalmıştır. Bununla birlikte tedavisiz aynı profillerin sağlanabileceğini söylemek mümkün değildir. Kontrol gurubunun olması yararlı olabilecekken bu tarz bir grup oluşturulması etik değildir ve dolayısıyla her zaman mümkün olamamaktadır.

SONUÇ

1. Aktivator apareyi ile anteroposterior dentoalveoler değişimler elde edilmiştir. Aktif tedavi sabit mekaniklerle devam etmiş, sonuçların tedavi sonrası 6,2 yıl stabil kaldığı gösterilmiştir.
2. Uzun dönemde maksilla ve mandibulanın her ikisinin de sagittal pozisyonu stabildir.
3. Takip döneminde maksilla ve mandibula sagittal olarak büyümeye devam etmiştir.
4. Mandibula belirgin anterior rotasyon göstermiştir. Takip periyodunda overbite hafif relaps göstermiştir.

le was an uprighting of the initially proclined maxillary incisors, with the post-treatment inclination similar to cephalometric norms.

Interestingly mandibular incisor inclination was unchanged during appliance therapy, reflecting a treatment philosophy that protrusion of the mandibular dentition should be avoided. Harvold and Vargervik (47) reported that the appliance caused maxillary incisor lingual tipping of 1.4 mm and mandibular incisor labial tipping of 0.5 mm. They concluded that the appliance achieved a Class I occlusion by inhibiting maxillary dentoalveolar development, while encouraging mandibular dentoalveolar mesial development. Pancherz (48) found that more than 70 per cent of overjet correction was a result of incisor tipping. Approximately 50 per cent (2.5 mm) of the overjet in the present investigation was reduced by lingual movement of the maxillary incisors, and 22 per cent (1.1 mm) by mandibular incisor flaring. A quantification of the skeletal and dental sources of the changes in molar relationship and overjet would require the use of detailed regional superimposition, which was beyond the scope of this study.

One limitation of this study was the lack of a control group to differentiate the treatment effects from those of normal growth. Patients with a convex profile at the start of treatment had pleasing straight profiles at the end of treatment and this was stable eight years post-treatment. However, it is not possible to say whether or not without treatment the same profiles would have been achieved. Whilst it would have been beneficial to have a control group, constitution of such a group has ethical implications and is therefore not always possible.

CONCLUSIONS

1. The anteroposterior dentoalveolar changes obtained with the activator appliance, followed by fixed edgewise appliances, were demonstrated to be stable 6.2 years post-treatment
2. The sagittal position of both the maxilla and the mandible was stable in the long term.
3. Both the mandible and the maxilla continued to grow sagittally during the follow-up period.
4. The mandible showed a significant anterior rotation. Overbite also exhibited a slight relapse during the follow-up period.



KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Moore AW. Orthodontic treatment factors in Class II malocclusion. *Am J Orthod* 1959;45:323-52.
2. Wieslander L. The effect of force on craniofacial development. *Am J Orthod* 1974;65:531-8.
3. Elder JR, Tuenge RH. Cephalometric and histologic changes produced by extraoral high-pull traction to the maxilla in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod* 1974;66:599-617.
4. Melsen B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. *Am J Orthod* 1978;73:526-40.
5. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Mandibular plane changes during maxillary retraction. *Am J Orthod* 1978;74:32-40.
6. Derringer K. A cephalometric study to compare the effects of cervical traction and Andresen therapy in the treatment of Class II, Division 1 malocclusion: part 1—skeletal changes. *Br J Orthod* 1990;17:33-46.
7. Derringer K. A cephalometric study to compare the effects of cervical traction and Andresen therapy in the treatment of Class II, Division 1 malocclusion: part 2—dentoalveolar changes. *Br J Orthod* 1990;17:89-99.
8. Jakobsson SO. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II division 1 malocclusions. *Am J Orthod* 1967;53: 446-57.
9. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Distal displacement of the maxilla and the upper first molar. *Am J Orthod* 1979;75:630-40.
10. Wieslander L, Lagerström L. The effect of activator treatment on Class II malocclusions. *Am J Orthod* 1979;75:20-6.
11. McNamara Jr JA, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. *Am J Orthod* 1985;88:91-110.
12. Basciftci FA, Uysal T, Büyükerkmen A, Sari Z. The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *Eur J Orthod* 2003;25:87-93.
13. Uşmez S, Uysal T, Sarı Z, Basciftci FA, Karaman Aİ, Güray E. The effects of early pre-orthodontic trainer treatment on Class II, division 1 patients. *Angle Orthod* 2004;74:605–9.
14. Türkkahraman H, Sayın MÖ. Effects of activator and activator headgear treatment: comparison with untreated Class II subjects. *Eur J of Orthod* 2006;28:27-34.
15. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. *Am J Orthod* 1982;82:104-13.
16. Pancherz H. The Herbst appliance—its biological effects and clinical use. *Am J Orthod* 1985;87:1-20.
17. Wieslander L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear—Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am J Orthod* 1984;86:1-13.
18. Weber FN. Clinical investigations related to use of the Begg technique at the University of Tennessee. *Am J Orthod* 1971;59:24-36.
19. Adams CD, Meikle MC, Norwick KW, Turpin DL. Dentofacial remodeling produced by intermaxillary forces in *Macaca mulatta*. *Archives of Oral Biology* 1972;17:1519-35.
20. Andresen V, Haupt K. Funktionsorthopädie die grundlae en des norwegischen systems. Johann Ambrosium Barth. Leipzig. Germany 1945.
21. Wieslander L. Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Am J Orthod* 1975;67:432-9.
22. Sarı Z, Göyenc Y, Doruk E C, Uşmez S. Comparative evaluation of a new removable jasper jumper functional appliance versus an activator – headgear combination. *Angle Orthod* 2003;73:286-93.
23. Woodside DG. Some effects of activator treatment on the mandible and the midface. *Transactions of the European Orthodontic Society* 1973;443-7.
24. Ahlgren J, Laurin C. Late results of activator treatment: a cephalometric study. *Br J Orthod* 1976;3:181-7.
25. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur J Orthod* 2004;26:293-302.
26. McNamara Jr JA. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 1981;51:177-202.
27. Charlier JP, Petrovic A, Henman-Stutzmann J. Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am J Orthod* 1969;55:71-4.
28. Stockli PW, Willert HG. Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am J Orthod* 1971;60:142-55.
29. McNamara Jr JA. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973;64:578-606.
30. Xiong H, Hagg U, Tang G H, Rabie AB, Robinson W. The effect of continuous bite-jumping in adult rats: a morphological study. *Angle Orthod* 2004;74:86-92.
31. Sinclair P, Little R. Dentofacial maturation of untreated normals. *Am J Orthod* 1985;88:146–56.
32. De Vincenzo J. Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;99:241–57.
33. Elms TN, Buschang PH, Alexander RG. Long-term stability of Class II Division 1 nonextraction cervical face-bow therapy, I. Model analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:271-6.
34. Elms TN, Buschang PH, Alexander RG. Long-term stability of Class II, Division 1, nonextraction cervical face-bow therapy: II. Cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:386-92.
35. Ciger S, Aksu M, Germeç D. Evaluation of post-treatment changes in Class II Division 1 patients after nonextraction orthodontic treatment: Cephalometric and model analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2005;127:219-23.



36. Pancherz H. Relapse after activator treatment. *Am J Orthod* 1977;72:499-12.
37. Vargervik K, Harvold E. Response to activator treatment in Class II malocclusion. *Am J Orthod* 1985;88:242-51.
38. Lehman R, Romuli A, Bakker V. Five year treatment results with a headgear-activator combination. *Eur J Orthod* 1988;10:309-18.
39. Mills C, McCulloch K. Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusion with the Twin Block appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:24-33.
40. Janson G, de Carvalho Caffer D, Henriques JFC, de Freitas MR, Neves LS. Stability of Class II, division 1 treatment with the headgear-activator combination followed by the edgewise appliance. *Angle Orthod* 2004;74:594-604.
41. Fidler B, rtun J, Joondeph D, Little R. Long-term stability of Angle Class II, division 1 malocclusions with successful occlusal results at end of active treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:276-85.
43. Drage K, Hunt N. Overjet relapse following functional appliance therapy. *Br J Orthod* 1990;17:205-13.
44. Wieslander L. Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:319-29.
45. Pancherz H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:220-33.
46. Pancherz H, Anehus-Pancherz M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:510-20.
47. Harvold E R, Vargervik K. Morphogeneric response to activator treatment. *Am J Orthod* 1971;60: 478-90.
48. Pancherz H. Cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod* 1984;85:125-34.
49. Jakobsson SO, Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class 11:1 cases. A roentgenocephalometric study. *Eur J Orthod* 1990;12:174-84.
50. Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod* 2001;71:4-11.