



Kemik Destekli Pendulum Apareyi ile Oluşan Değişikliklerin Kapsamlı Ortodontik Tedavi Sonunda Değerlendirilmesi

Evaluation of the Changes associated with Bone-Anchored Pendulum Appliance after the Completion of Comprehensive Orthodontic Treatment

ÖZET

Bu klinik çalışmanın amacı kemik destekli pendulum apareyinin (BAPA) etkilerini kapsamlı ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında değerlendirmektir. Çalışma grubu ardışık olarak tedavi edilmiş dişsel Sınıf II kapanış bozukluğuna sahip 11 hastadan oluşturuldu (10 kız, 1 erkek; ortalama yaş, $13 \pm 2,1$ yıl). Geleneksel pendulum apareyi küçükazılar yerine kemik içi vidadan destek sağlayacak şekilde modifiye edildi. Vidalar median palatal suturun anteriorunda paramedian bölgeye yerleştirildi. İskeletsel ve dişsel değişiklikler tedavi öncesi (T1), distalizasyon sonrası (T2) ve kapsamlı tedavi sonrası (T3) alınan sefalometrik filmler üzerinde ölçüldü. Ölçümlerin eşleşmiş değer karşılaştırmaları için parametrik olmayan Wilcoxon sign rank testi kullanıldı. Ortalama $7,5 \pm 1,9$ ayda süper Sınıf I ilişkisi elde edildi. Üst birinci büyükazılar diş kronu bölgesinde ortalama $4,6 \pm 2,2$ mm distalize oldu ($p=,005$) ve ortalama $13,0 \pm 4,1^\circ$ distale devrildi ($p=,003$). T3 sonunda, maksiller birinci büyükazılar ortalama $2,8 \pm 2,6$ mm mezialize oldu ($p=,014$) ve $15,8 \pm 7,6^\circ$ meziale devrildi ($p=,003$). Bunun yanı sıra, T2 den T3'e kadar Co-Pog ve B-PTV mesafelerinde sırasıyla $1,6 \pm 1,4$ mm ($p=,017$) ve $0,9 \pm 1,1$ mm ($p=,027$) artış görüldü. Ayrıca alt birinci büyükazıların ortalama $1,5 \pm 1,1$ mm meziale hareket ettiği gözlemlendi ($p=,007$). Kapsamlı ortodontik tedavi ortalama $24,5 \pm 5,5$ ay sürdü. Tüm hastaların ortodontik tedavisi Sınıf I büyükazı ve kanin ilişkisinde bitti. Büyükazılarda sabit tedavi sonunda gözlenen mezializasyona rağmen Sınıf I ilişkisinin korunması mandibulanın anterior büyümesine ve dentoalveoler kompanzasyon mekanizmasına bağlanabilir. BAPA, özellikle horizontal veya normal yönde büyüme gösteren, çekimsiz tedavi edilecek sınır vakalarda Sınıf II kapanış bozukluğunun düzeltilmesi için alternatif bir yöntem olarak değerlendirilebilir. (Türk Ortodontik Dergisi 2008;21:13-24)

Anahtar Kelimeler: Büyükazı distalizasyonu, minivida, ankray.

SUMMARY

The aim of this clinical study is to evaluate the effects of the bone-anchored pendulum appliance (BAPA) during and after the comprehensive orthodontic treatment. The sample for the evaluation of bone-anchored pendulum appliance (BAPA) consisted of 11 consecutively treated Class II orthodontic patients (10 female, 1 male; mean age, 13 ± 2.1 years). A conventional pendulum appliance was modified to obtain anchorage from an intraosseous screw instead of the premolars. Screws were placed in the anterior paramedian region of the median palatal suture. Skeletal and dental changes were measured on cephalograms, and dental casts were obtained before (T1), after distalization (T2), and after comprehensive orthodontic treatment (T3). Nonparametric Wilcoxon sign rank test was used for comparison of paired values of the measurements. A super Class I molar relationship was achieved in a mean period of 7.5 ± 1.9 months. The maxillary first molars distalized an average of 4.6 ± 2.2 mm ($p=,005$) in the region of the dental crown by tipping distally an average of 13.0 ± 4.1 mm ($p=,003$). Comprehensive orthodontic treatment was completed in an average time of 24.5 ± 5.5 months. At the end of T3, the maxillary first molars moved mesially an average of 2.8 ± 2.6 mm ($p=,014$) and tipped mesially $15.8 \pm 7.6^\circ$ ($p=,003$). Besides, there was statistically a significant increase Co-Pog and B-PTV distances from T2 to T3 of 1.6 ± 1.4 mm ($p=,017$) and 0.9 ± 1.1 mm ($p=,027$), respectively. Also, lower first molar was detected to move mesially an average of 1.5 ± 1.1 mm ($p=,007$). Since all of the patients' comprehensive treatment ended with Class I molar and canine relationship maintenance of the Class I relationship can be attributed to the anterior growth of the mandible and dentoalveolar compensation mechanism. BAPA can be considered as an alternative method for the correction of Class II malocclusion especially in borderline cases that requires nonextraction treatment. (Turkish J Orthod 2008;21:13-24)

Key Words: Molar distalization, miniscrew, anchorage.



*Yrd.Doç.Dr. Beyza HANCIOĞLU-KIRCELLİ
**Doç.Dr. Zafer Özgür PEKTAŞ
***Dr. Sevinç KARAN
*Yrd.Doç.Dr. Ömür POLAT-ÖZSOY

* Başkent Üniv. Dişhek. Fak. Ortodonti A.D., ** Başkent Üniv. Dişhek. Fak. ADÇHC A.D., *** Başkent Üniv. Dişhek. Fak. Adana Uyg. ve Araş. Merk. / * Başkent Üniv. Faculty of Dentistry Dept. of Orthodontics, ** Başkent Üniv. Faculty of Dentistry Dept. of Maxillofacial Surgery, *** Başkent Üniv. Medical Teaching and Research Center, Adana, Turkey

Yazışma adresi:
Corresponding Author:
Dr. Beyza Hancioğlu Kircelli
Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi Kışla Sağlık Yerleşkesi Kazım Karabekir mh. 59 sk. No:91 Yüreğir/01120 Adana Turkey
Tel: +90 322 3228282-1082
E-mail: beyzakircelli@yahoo.com



GİRİŞ

Dişsel Sınıf II kapanış bozukluklarının çökimsiz tedavisi, üst büyük azıların Sınıf I ilişkiye doğru distalize edilmesini gerektirir. Sonrasında büyük azılar yerinde tutulurken küçük azı, kanin ve kesici dişler sabit braket sistemleri ile geriye doğru hareket ettirilir. Üst büyük azıların distalizasyonu için ağız dışı headgear aygıtı uygulaması kullanılan en eski yöntemlerden biridir (1,2) ve oldukça etkili olduğu gösterilmiştir (3-5). Ancak bu tedavi yöntemi hasta uyumu gerektirdiği için hasta bağımlılığını ortadan kaldıran çeşitli ağız içi distalizasyon mekanikleri geliştirilmiştir. İtici mıknatıslar (6,7), süper elastik nikel-titanyum yaylar (8,9), Wilson arkları (10), distal jet (11,12), Jones jig (13-14) ve pendulum apareyi (15-20) bu mekaniklerden bazılarıdır. Ağız içi distalizasyon apareyleri ile üst büyük azı dişlerinin distale hareket ettirilmesi sırasında küçük azı ve kesicilerde mesial reaksiyon kuvveti oluşmaktadır. Bu sebeple oluşan ankraj kaybını önleyebilmek için araştırmacılar osseointegre implantlar (21,22), cerrahi plaklar (23) veya mini vida (24-27) içeren yeni distalizasyon apareyleri geliştirmişlerdir.

Literatürde üst büyükazıları distale hareket ettiren yöntemlerin etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu yöntemlerin kesici retraksiyonu ve sabit tedavi sonrası etkileri üzerine yayınlanmış az sayıda rapor mevcuttur.

Bu klinik çalışmanın amacı kemik destekli pendulum apareyinin iskeletsel ve dişsel etkilerini büyükazı distalizasyonu sonrasında ve kapsamlı ortodontik tedavinin bitiminde değerlendirmektir.

BİREYLER ve YÖNTEM

Hasta Seçimi

Kemik destekli pendulum apareyini (BAPA) değerlendirmek için ortodontik tedavi gören dişsel Sınıf II kapanış bozukluğuna sahip 11 birey (10 kız, 1 erkek) çalışma grubuna dahil edildi. Başkent Üniversitesi Adana Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde sabit ortodontik tedavi gören bireylerin başlangıç kayıtları alındığında yaş ortalaması $13 \pm 2,1$ yıl olarak belirlendi (Tablo I). Araştırmaya dahil edilecek hastalarda aranan özellikler şu şekilde sıralanabilir:

INTRODUCTION

The correction of Class II malocclusion without skeletal involvement by a non-extraction protocol requires the movement of maxillary molars distally to Class I relationship. After that, the molars are held in place whereas the premolars, canines, and incisors usually are retracted by multibracket techniques. A variety of methods for distal molar movement have been suggested. Extraoral traction with headgear (1,2) is one of the oldest methods for maxillary molar distalization and successful treatment effect has been reported (3-5). However, this treatment is highly dependent on patient cooperation; therefore, various intraoral devices that have almost eliminated the reliance on the patient have been introduced. These techniques include repelling magnets (6,7), super elastic Nickel-titanium coil springs (8,9), Wilson arches (10), distal jet (11,12), Jones jig (13,14) and pendulum appliance (15-20). During the distal movement of molar teeth, a mesial reaction force on premolars and incisors occurs with intraoral distalization appliances. To overcome this loss of anchorage, researchers have designed new distalization devices involving the osseointegrated implants (21,22), surgical plates (23) or miniscrews (24-27).

Although, many studies have examined the effects of any method for moving maxillary molars, there are few reports have been published on the treatment effects of these methods after incisor retraction and fixed orthodontic therapy.

The aim of this clinical study is to evaluate the skeletal and dental effects of the bone-anchored pendulum appliance during and after the comprehensive orthodontic treatment.

SUBJECTS and METHODS

Patient Selection

The sample for the evaluation of bone-anchored pendulum appliance (BAPA) consisted of 11 consecutively treated Class II orthodontic patients (10 female; 1 male) that received comprehensive orthodontic treatment at Baskent University, Adana Medical Teaching and Research Center. The mean age of the sample at the time of the initial records was 13 ± 2.1 (Table I). All patients met the following inclusion criteria:

- (1) Angle Class II molar relationship, (2)



	Minimum	Maximum	Ort /Mean	SS/SD
Yaş/Age	10	16	13,0	2,1
Distal zasyon süresi Distal zation period	4	10	7,5	1,9
Kapsamlı tedavi süresi Comprehensive treatment period	19	32	24,5	5,5

Tablo I: Çalışmaya ait demografik veriler.

Table I: Demographic data regarding the study.

(1) Angle Sınıf II büyükazı ilişkisi, (2) Üst ikinci büyük azılar da dahil tüm daimi dişlerin sürmüş olması, (3) İyi ağız hijyeni, (4) Üst diş arkında orta şiddette, alt diş arkında en az düzeyde çapraşıklık olması veya hiç olmaması, (5) Vertikal büyüme yönü göstermemesi.

Hasta grubuna ait başlangıç ölçümleri Tablo II'de gösterilmiştir. Distalizasyon sırasında BAPA'dan başka bir aparey kullanılmadı. Hastalar ve aileleri cerrahi işlem konusunda bilgilendirilerek aydınlatılmış onam alındı.

BAPA Uygulanması

Tedavide büyükazı distalizasyonu için Kırçelli ve ark (27) tarafından tanımlanan kemik destekli pendulum apareyi uygulandı. Kemik içi vidalar (2.0 X 8.0 mm) (IMF- Intermaksiller fiksasyon vidası, Stryker, Leibinger, Germany) (Şekil 1) yerleştirilip ölçü alınarak alçı model elde edildi. Modelde vidanın üzeri mumla kapatıldı ve pendulum apareyi küçük azılara uzanan yardımcı teller olmadan hazırlandı. Ağızda apareyin uyumu kontrol edildi ve zembereklere palatal sutura paralel olacak şekilde ön aktivasyon verildi. Hilgers, bu ön aktivasyonun, TMA zembereklere "lingual sheath"lere yerleştirildikten sonra 60°'lik bir aktivasyon oluşturacağını ve bunun da büyükazı üzerinde yaklaşık 200-250 gr kuvvet oluşturacağını tarif etmiştir (15). Akrilik plak, metil metakrilat içermeyen soğuk akrilikle (Ufi Gel hard, Voco GmbH, Cuxhaven, Germany) vidaya tutturuldu. Aktif pendulum zemberekleri (Ormco Corp, Glendora, Calif) birinci büyükazı bantlarındaki "lingual sheath"lere yerleştirildi. Tedavi sırasında gerektiğinde tekrar aktive edildi.

Süper Sınıf I ilişki elde edildikten sonra, büyükazıları yerinde tutmak için aparey ağızda bırakıldı. Büyükazı ilişkisinin düzeltilmesi

Presence of all permanent teeth, including all maxillary second molars, (3) Good oral hygiene, (4) Moderate space deficiency in the maxillary dental arch and minimal or no crowding in the mandibular arch. (5) Not presenting vertical growth pattern.

Initial measurements of treated patients were represented at Table II. No other appliance was used other than BAPA during the distalization phase. All patients and parents were informed about the surgical procedure and signed a consent form.

Application of the BAPA

A bone-anchored pendulum appliance described by Kircelli et al. (27) was applied for intraoral molar distalization. After the insertion of a titanium intraosseous screw (2.0 X 8.0 mm) (IMF- Intermaxillary fixation screw, Stryker, Leibinger, Germany) (Figure 1), impression and stone cast were obtained. The screw head was blocked out with wax on the



Şekil 1: Intraosseoz vida.

Figure 1: Intraosseous screw.

model, and the pendulum appliance was constructed without the auxiliary wires that extend to the premolars. The appliance adaptation checked intraorally and the springs were pre-activated parallel to the median palatal suture. Hilgers defined that this pre-activation

**Tablo II:** Hasta grubuna ait başlangıç ölçümleri.**Table II:** Initial measurements of the study group.

	Min	Max	Ort/Mean	SS/SD
Co-A (mm)	76,0	90,0	83,2	3,7
Co-Pog (mm)	100,0	115,0	108,0	4,1
A-PTV (mm)	46,0	58,0	51,3	3,9
B-PTV(mm)	34,0	48,0	43,3	3,8
Mand Plane (°)	25,0	33,0	28,9	3,2
TFH (mm)	112,0	125,0	117,0	4,4
LFH (mm)	56,0	67,0	63,6	3,6
U6-PTV (mm)	23,0	32,0	26,6	2,6
U5-PTV (mm)	20,0	36,0	29,3	4,0
U4-PTV (mm)	33,0	43,0	37,8	2,6
U1-PTV (mm)	50,0	62,0	54,2	3,2
U6-FH (°)	68,0	83,0	74,4	5,6
U5-FH (°)	76,0	88,0	81,3	4,0
U4-FH (°)	81,0	100,0	91,1	6,3
U1-FH (°)	94,0	118,0	107,9	8,3
L6-PTV (mm)	22,0	31,0	25,9	2,6
L1-PTV (mm)	47,0	58,0	50,3	3,0
IMPA (°)	78,0	102,0	91,4	7,3
Overjet (mm)	3,0	7,0	3,9	1,2
Overbite (mm)	2,0	7,0	3,5	1,5
UL-E line (mm)	-5,0	-2,0	-2,8	,9
LL-E line (mm)	-3,0	1,0	-,9	1,3

ortalama $7,5 \pm 1,9$ ay sürdü (Tablo I). Distalizasyon sırasında küçükkazılar birinci büyükazılarla birlikte kendiliğinden distale hareket etti. Bu aşamada sıralama ve seviyeleme için braketer (Microprogressive, GAC International, Inc., NY, USA) yapıştırıldı. Ark telleri şu sırayla uygulandı; 0.016-inch, 0.016 x 0.016-inch ve 0.016x0.022-inch nikel-titanyum. Küçükkazıların eksen eğimleri dikleştikten ve sıralandıktan sonra, gerekli vakalarda kaninler Sınıf I ilişkiye taşındı. Posteriorıda Sınıf I ilişki elde edildikten sonra her iki tarafa stabilizasyon amacıyla 0.016x0.022-inch çelik segmental ark telleri takıldı. Sonra üst kesicilerin geriye toplanabilmesi için BAPA çıkarılarak Ricketts bölümlü retraksiyon arki yerleştirildi. Gerekli vakalarda ankrajın güçlendirilmesi için Sınıf II elastikler verildi. İdeal ark telleri ile bitirme işlemlerinden sonra sabit apareyler çıkarılarak Hawley pekiştirme plakları takıldı. Kapsamlı tedavi ortalama $24,5 \pm 5,5$ ay sürdü (Tablo I).

Sefalometrik Analiz

Dişsel, iskeletsel ve yumuşak doku değişikliklerini değerlendirmek amacıyla tedavi başı (T1), BAPA ile distalizasyonun hemen sonrası (T2) ve sabit ortodontik tedavi sonun-

creates an activation of 60° after insertion of TMA springs to the lingual sheaths and this exerts approximately 200-250 grams of force on the maxillary molars (15). The acrylic plate was connected to the screw head using cold-curing, methyl methacrylatefree acrylic resin (Ufi Gel hard, Voco GmbH, Cuxhaven, Germany). Activated pendulum springs (Ormco Corp, Glendora, Calif) were placed into the lingual sheaths on the first molar bands. Along the treatment, the springs were reactivated if necessary.

After achieving a super Class I molar relationship, the appliance was left in place to retain distalized molars. The average time for correction of molar relationship was 7.5 ± 1.9 months (Table I). Premolars were drifted distally spontaneously along with first molars during the distalization period. Then preadjusted orthodontic appliances (Microprogressive, GAC International Inc., NY, USA) were placed for leveling and aligning. The arch wire sequence was as follows; 0.016-inch, 0.016x0.016-inch, and 0.016x0.022-inch nickel-titanium. After uprighting and aligning axial inclinations of the premolars, canines were retracted to Class I relationship, if required. After achieving a Class I relationship in the posterior segment, a segmental 0.016x0.022 stainless steel segmental arch wire was placed in



	T2-T1			P değeri P value	T3-T2			P değeri P value
	min	max	Ort ± SS Mean ± SD		min	max	Ort ± SS Mean ± SD	
Co-A (mm)	,0	3,0	0,6 ± 0,9	,034	0,0	3,0	0,9 ± 0,9	,014
Co-Pog (mm)	,0	3,0	1,0 ± 1,1	,026	0,0	3,5	1,6 ± 1,4	,017
A-PTV (mm)	,0	2,0	0,3 ± 0,6	-	-1,0	1,0	0,1 ± 0,5	-
B-PTV (mm)	-3,0	4,0	-0,1 ± 1,9	-	0,0	3,0	0,9 ± 1,1	,027
Mand Plane (°)	-1,0	3,0	0,8 ± 1,1	,047	-2,0	0,0	-0,3 ± 0,6	-
TFH (mm)	,0	4,0	1,8 ± 1,4	,007	-1,0	5,0	1,9 ± 2,1	,024
LFH (mm)	,0	3,0	1,2 ± 1,0	,010	-1,0	3,0	1,0 ± 1,1	,027
U6-PTV (mm)	-7,0	,0	-4,6 ± 2,0	,005	-3,0	7,0	2,8 ± 2,6	,014
U5-PTV (mm)	-6,0	5,0	-2,9 ± 2,8	,037	-1,0	6,0	1,7 ± 2,0	,020
U4-PTV (mm)	-4,0	,0	-2,2 ± 1,2	,004	-2,0	5,0	0,2 ± 2,0	-
U1-PTV (mm)	-1,0	2,0	0,1 ± 0,9	-	-2,0	5,0	0,6 ± 2,4	-
U6-FH (°)	-22,0	-8,0	-13,0 ± 4,1	,003	4,0	30,0	15,8 ± 7,6	,003
U5-FH (°)	-18,0	-4,0	-11,8 ± 3,8	,003	1,0	24,0	10,0 ± 8,3	,003
U4-FH (°)	-20,0	-4,0	-10,0 ± 4,6	,003	0,0	12,0	5,0 ± 4,1	,008
U1-FH (°)	-7,0	1,0	-2,8 ± 2,6	,012	-2,0	21,0	5,3 ± 7,1	,032
L6-PTV (mm)	-3,0	2,0	0,1 ± 1,3	-	0,0	3,0	1,5 ± 1,1	,007
L1-PTV (mm)	-3,0	2,0	-0,0 ± 1,3	-	0,0	6,0	2,6 ± 1,6	,004
IMPA (°)	-1,0	3,0	0,5 ± 1,1	-	-4,0	16,0	4,6 ± 6,2	,041
Overjet (mm)	-1,0	2,0	0,0 ± 0,9	-	-4,0	1,0	-1,2 ± 1,4	,031
Overbite (mm)	-3,0	,0	-1,1 ± 1,0	,011	-3,0	2,0	0,0 ± 1,5	-
UL-E line (mm)	-2,5	1,0	-0,4 ± 1,1	-	-2,0	2,0	-0,2 ± 1,2	-
LL-E line (mm)	-3,0	,0	-0,5 ± 0,9	-	-2,0	2,0	-0,1 ± 1,2	-

-; p>0.05

da (T3) lateral sefalometrik film alındı. Sefalometrik radyografların hepsi aynı teknisyen tarafından aynı cihazda çekildi. Filmler üzerinde pterigoid vertikal düzlem ve Frankfurt horizontal düzlem referans alınarak tek bir araştırıcı tarafından (BHK) çizim yapıldı. Kullanılan ölçümler Şekil 2 ve 3'de görülmektedir.

İstatistiksel Analiz

Yapılan ilk ölçümler 1 hafta sonra tekrarlandı. Tekrarlanabilirliği değerlendirmek için Spearman's rho coefficients hesaplandı. Kat-sayıların 1.00'a yakın olduğu bulundu. Ölçümlerin eşleşmiş değer karşılaştırmaları için parametrik olmayan Wilcoxon sign rank testi kullanıldı. 0.05 olasılığı anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Tedavi sonucu yumuşak doku, iskeletsel ve dişsel ölçümlerde meydana gelen değişiklikler ortalama ve standart sapmalarıyla birlikte Tablo III'de verilmiştir. Tüm tedavi aşamalarının görüldüğü örnek bir hastaya ait fotoğraflar Şekil 4 ila 10 arasında izlenmektedir.

TARTIŞMA

both sides for stabilization. Then, the BAPA was removed for retraction of maxillary incisors. Retraction was achieved with a Ricketts sectional retraction utility arch. Class II elastics were used for anchorage reinforcement, if needed. After finishing procedures with ideal arch wires, fixed orthodontic appliances were removed and Hawley retainers were placed. Comprehensive orthodontic treatment lasted in average 24.5 ± 5.5 months (Table I).

Cephalometric Analysis

Lateral cephalometric radiographs obtained at treatment onset (T1); immediately after distalization by the BAPA (T2) and at completion of fixed orthodontic treatment (T3) to assess dental, skeletal and soft tissue changes. All cephalograms were obtained with the same machine by a single operator. The lateral cephalograms were traced on acetate paper by one investigator (B.H.K.) with using the pterygoid vertical plane (PTV) and the Frankfort horizontal plane (FH) as reference planes. The cephalometric measurements are shown in Figures 2 and 3.

Statistical analysis

The initial measurements were repeated af-

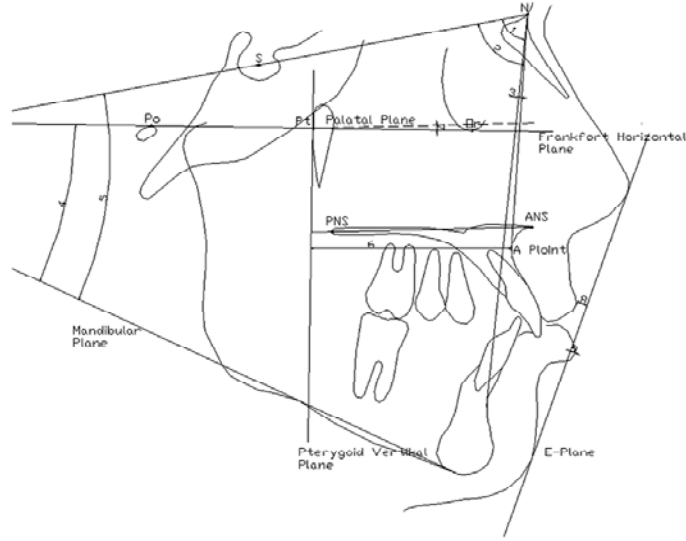
Tablo III: Tedavi sonucu yumuşak doku, iskeletsel ve dişsel ölçümlerde meydana gelen değişiklikler.

Table III: Changes with treatment in the soft tissue, skeletal, and dental measurements.



Şekil 2: İskelet ve yumuşak doku ölçümleri.

Figure 2: Skeletal and soft tissue measurements.



Birçok araştırmacı Sınıf II büyükazı ilişkisinin düzeltilmesinde ağız içi distalizasyon aparatlarının etkinliğini değerlendirmiş ve başarılı sonuçlar rapor etmişlerdir (15-27). Ancak, sadece sınırlı sayıdaki çalışmada kapsamlı ortodontik tedavi bitiminde değerlendirme yapılmıştır (12,28,29). Bu klinik çalışmada kemik destekli pendulum aparatı uygulanan 11 hastada sabit tedavi sonunda meydana gelen değişiklikler rapor edildi.

Ankraj kaybı, geleneksel pendulum aparatının etkilerini ortaya koyan çalışmalarda genel bir bulgudur (15-20,28,29). Ankraj kontrolü hem etkili bir büyükazı distalizasyonu sağlamak hem de anterior dişler geriye alınırken distalize edilmiş büyükazıları yerinde

ter 1 week. Spearman's rho coefficients were calculated to analyze repeatability. Coefficients were found to be close to 1.00. Nonparametric Wilcoxon sign rank test was used for comparison of paired values of the measurements. A probability of .05 was accepted as critical significance.

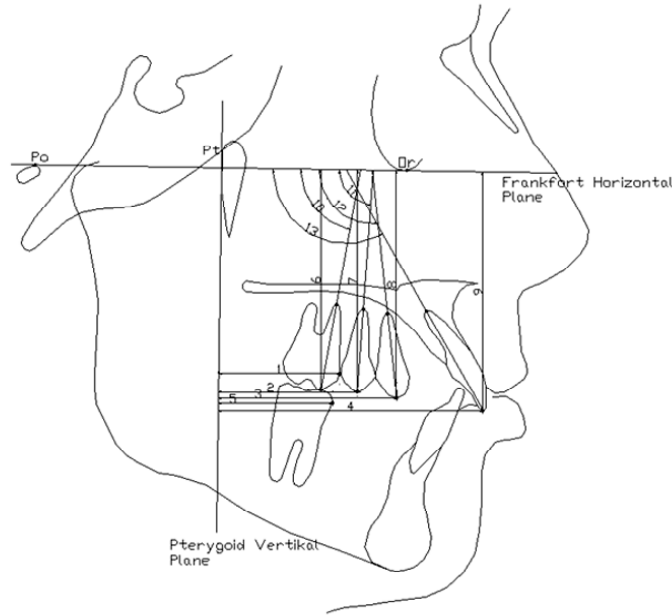
RESULTS

The mean, the standard deviation, and the changes with treatment in the soft tissue, skeletal, and dental measurements are summarized in Table III. Whole treatment steps of a sample patient can be followed through Figure 4 to 10.

Şekil 4: Hastanın tedavi öncesi fotoğrafları.

Figure 4: Pretreatment photographs of a patient.





Şekil 3: Dişsel ölçümler.

Figure 3: Dental measurements.

tutmak için gereklidir. Ankrajın güçlendirilmesi için elastikler, headgear veya Nance apareyi kullanılabilir ancak headgear ve elastik kullanımı hasta uyumu gerektirmektedir. Osseointegre implant (21,22), titanyum mini vida (24-27,31,32) ve mini plak (23) gibi geçici ankraj aygıtları kullanmak alternatif bir yöntemdir. Bu çalışmada daha önce tanımlandığı gibi (27) kemik içi vida geçici ankraj aygıtı olarak kullanıldı, böylece ankraj kaybı olmadan maksiller büyükazı, hatta küçükazı distalizasyonu elde edildi.

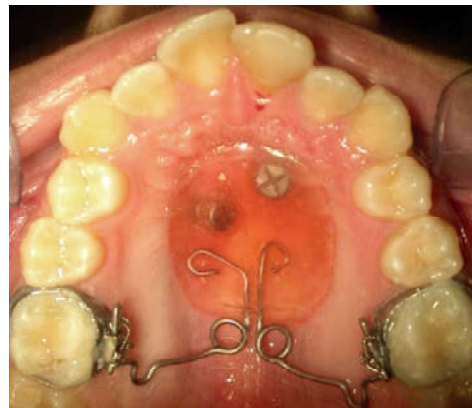
İskelet ve yumuşak doku değişiklikleri

Tedavi sırasında alt yüz yüksekliği ve total yüz yüksekliği istatistiksel olarak belirgin artış gösterdi. Geleneksel pendulum ile yapılan daha önceki çalışmalarda büyükazı distalizasyonu sırasında alt ön yüz yüksekliğinde artış gözlenmiştir (17-20,28,29). Çalışmamızda başlangıçtan büyükazı distalizasyonunun tamamlanmasına kadar geçen süreçte (T2-T1) alt yüz yüksekliği ve total yüz yüksekliğindeki artışlar sırasıyla 1,2 ve 1,8 mm olarak belirlenirken, debonding yapılanaya kadar (T3-T2) meydana gelen değişiklikler sırasıyla 1 ve 1,9 mm olarak gözlemlendi. Alt yüz yüksekliğindeki artışın nedeni bireyin normal vertikal karniofasial büyümesi olabilir; Türk popülasyonunda yapılan bir araştırmada 12 ile 14 yaş arasında total yüz yüksekliğinin ortalama 5

DISCUSSION

Several investigators evaluated the efficacy of the pendulum appliance for correction of Class II molar relationship and showed that this appliance does effectively distalize maxillary molars (15-20). However, only few study addressed completion of comprehensive orthodontic treatment after distalization of the maxillary molars (12,28,29). This clinic study reported the results of 11 patients treated with the bone anchored pendulum appliance during comprehensive therapy.

The anchorage loss was a constant finding of the studies that demonstrated the effects of pendulum appliance (15-20,28,29). Anchorage control is an important problem, not only is it required for efficient molar distalization, but there is also the necessity of holding the distalized molars while the anterior teeth are subsequently retracted. Reinforcement of the anc-



Şekil 5: BAPA'nin uygulandığı seans ağız içi görüntüsü.

Figure 5: Intraoral view of the BAPA at the application visit.



Şekil 6: Distalizasyon sonrası ağız içi fotoğraflar. Büyük azılarla birlikte küçük azı dişlerinin de distale hareket ettiği görülmektedir.

Figure 6: Postdistalization intraoral photographs. Note that the premolars drift spontaneously along with molars.

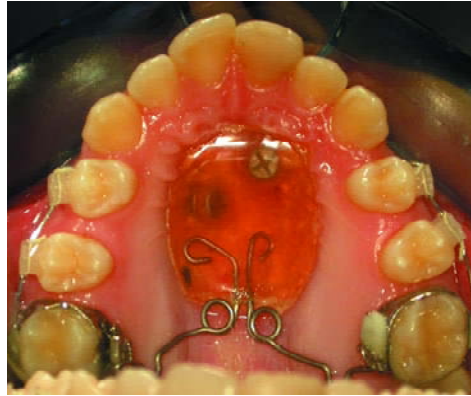


mm arttığı gösterilmiştir (30). Ancak, Burkhardt ve arkadaşlarına (28) göre bu artışın nedeni pendulum ile mandibuler düzlemde 1° den fazla artış olmasıdır.

Tedavinin ilk aşamasında (T2-T1), mandibuler düzlem açısı ortalama 0.8° artarken, ikinci aşamada (T3-T2) bu artış ortalama 0.3° geriye döndü. Mandibulada distalizasyon döneminde gözlenen saat yönündeki rotasyon, distalize olan büyükazıların distal eğimine ve tüberkül temaslarına bağlanabilir.

Şekil 7: Posterior bölgede sıralama ve seviyeleme aşaması.

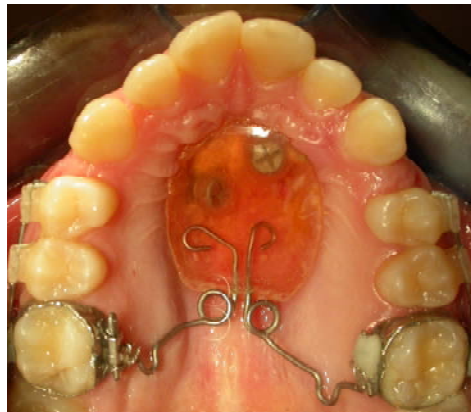
Figure 7: Leveling and aligning at the posterior teeth.



Co-A ve Co-Pog büyükazı distalizasyonu sırasında ve sonrasında istatistiksel olarak belirgin artış gösterdi. Söz konusu ölçümlerdeki artış, büyümesi devam eden hastalarda maksilla ve mandibulayı etkileyen normal kraniyofasial değişimler olarak değerlendirilebilir

Şekil 8: Kanin retraksiyonu öncesi posterior segmentin bir araya getirilmesi.

Figure 8: Consolidation of posterior segment before canine retraction.



horage can be provided by the Nance button, headgear or elastics but using headgear or elastics is compliance-dependent. To overcome this problem, the application of temporary anchorage devices including osseointegrated implant (21,22), titanium miniscrew (24-27,31,32) and miniplate (23) can be an alternative method. In this study an intraosseous screw used as an anchorage device as described before (27), thus maxillary molar even premolar distalization was achieved without any anchorage loss.

Skeletal and soft tissue changes

Lower face height and total face height demonstrated statistically significant increase during treatment. An increase in lower anterior face height during distalization of the molars was found in previous studies with the conventional pendulum (17-20,28,29). While the period from the beginning to the completion of molar distalization (T1-T2), the increases in lower face height and total face height were 1.2 and 1.8 mm respectively, these increases were 1 and 1.9 mm until debonding (T2-T3). The reason of the increase in LFH is probably the subject's normal vertical craniofacial growth; in a research, carried out in Turkish population, it has been shown that total facial height of age between 12 and 14 has increased by 5 mm average (30). However, according to Burkhardt et al (28) this increase occurs because of more than 1° of inclination of the mandibular plane with pendulum.

Mandibular plane rotated by an average of 0.8° in a clockwise direction during the first phase of treatment (T2-T1), but this rotation returned back an average of 0.3° during the second phase (T3-T2). This clockwise mandibular rotation can be attributed to distal inclination of the distalized maxillary molars and to the cusp interferences.

Co-A and Co-Pog distances showed statistically significant increases both during and af-



(33,34).

Dentoalveolar değişiklikler

Bu çalışmada, ortalama 7,5 ayda super Sınıf I ilişki elde edildi. Üst birinci büyükazılar 4,6 mm distale hareket etti, aynı zamanda ikinci ve birinci küçükazılar sırasıyla 2,9 ve 2,2 mm distale sürüklendi. Küçükazı dişlerin, spontan olarak distalize olması kemik destekli pendulum apareyinin en önemli avantajlarından biridir (27). Küçükazılar üzerlerinde ataman olmadığı için gerilen transseptal lifler sayesinde distalize olan büyükazıları takip ederler.

Pendulum apareyi ile distalizasyon sırasında büyükazılarda distale devrilme oldukça sık rastlanan bir bulgudur (16-20,22,27). Benzer şekilde çalışmamızda ilk aşamada büyük azılarda belirgin distale eğilme ($13,0 \pm 4,1^\circ$) meydana gelse de ikinci aşamada sabit mekaniklerle etkili bir şekilde dikleştirilmiştir.

Geçici ankraj aygıtlarının (mini vida, mini plak, osseointegre implantlar gibi) klinik uygulamaları sırasında iki yöntem kullanılmaktadır; indirekt ve direkt ankraj. İndirekt ankrajda resiprokal kuvvetlere öncelikle rijit bir telle sabitlenmiş küçükazılar direnç gösterir. Bu açıdan, küçükazıların büyükazılarla birlikte sürüklenmesi imkânsızdır, hatta bir miktar ankraj kaybı bile gözlenmektedir. Buna karşın, direkt ankraj kullanılırsa küçükazılar da distalize olabilir (26). Öncag ve arkadaşlarının çalışmasında (22) implant destekli pendulum apareyi ile küçükazılarda 2,8 ve 3,4 mm, eş zamanlı olarak üst sağ birinci büyükazılarda 3,4 mm, üst sol birinci büyükazılarda 4,5 mm distale hareket gözlenmiştir. Bu bulgular çalışmamızla uyumludur.

Sabit tedavi sonunda, büyükazılarda (2,8

ter molar distalizasyon. The craniofacial growth pattern affecting the maxilla and the mandible of the patients in this age range should be considered, because it would increase these measurements (33,34).

Dentoalveolar changes

In this study, a super Class I relationship was obtained in average of 7.5 months. The upper first molars moved distally 4.6 mm, at the same time second and first premolars drifted distally 2.9 and 2.2 mm, respectively. This effect is the advantage of the bone-anchored pendulum appliance (27). Since the premolars are free from any attachment they follow the distalized molars by means of the stretched transseptal fibers.

Distal tipping of first molars was constantly observed in the studies with pendulum appliance (16-20,22,27). In our study, maxillary first molars exhibited significant distal inclination ($13,0 \pm 4,1^\circ$) during the first phase, but in the second phase they were effectively uprighted with fixed orthodontic appliances.

Within the clinical application of temporary anchorage devices (such as miniscrews, miniplates, or osseointegrated implants), two different methods are used; indirect and direct anchorage. With the indirect anchorage, reciprocal forces are firstly resisted by premolars that are stabilized by a rigid anchor. In that manner, it is impossible to have the premolars drift spontaneously along with molars, yet some anchorage is seen (26). On the contrary, by using direct anchorage, premolars can also be distalized. Oncag et al (22) showed that the amounts of distalization in the premolars were 2.8 and 3.4 mm by using an implant-supported pendulum appliance. Meantime, they showed that the maxillary right first molar moved 3.4 mm, and the maxillary left first molar



Şekil 9: Kanin dişlerinin Sınıf I ilişkiye taşınması.

Figure 9: Retraction of canines to Class I relationship.



Şekil 10: Tedavi bitimi fotoğrafları.

Figure 10: Posttreatment photographs.



mm, $p=.014$) ve ikinci küçükazılarda (1,7 mm, $p=.020$) belirgin mezial hareket gözleildi. Bu mezial hareket tamamen distalizasyonun relapsına bağlanamaz, çünkü çalışma yapılan yaş grubunda üst büyükazılarda öne ve aşağı yönde devam eden erüpsiyon söz konusudur (35). Bu erüpsiyon mezial harekette katkıda bulunabilir. Tedavinin birinci aşamasında elde edilen distalizasyonun yaklaşık %61'i tedavinin ikinci aşamasında kaybedildi, ancak Sınıf I büyükazı ilişkisi korundu. Çalışmamıza benzer şekilde Ngantung ve ark. (12) distal-jet apareyi ile üst büyükazılarda 2.1 mm distal hareket, sabit tedavi sonunda ise 3.9 mm mezial hareket bulmuşlardır. Yine, pendulum apareyi ile yapılan bir çalışmada 2 mm distalizasyon elde edilmiş ancak sabit tedavi sonunda üst büyükazı tedavi başındaki konumunda bulunmuştur (29).

Distalizasyon döneminde üst büyükazıların normal erüpsiyon sürecindeki öne doğru hareketi engellenir ve hatta distal hareket elde edilir. Sabit tedavi sonunda ise üst büyükazıların pozisyonu, hem anterior dişlerin retraksiyonu ile oluşabilen ankraj kaybı hem de aşağı ve öne doğru olan normal erüpsiyon sebebiyle, distalizasyon ile elde edilen konumdan daha mezialde bulunur.

Bununla beraber, tedavi sürecinde çoğu hastada mandibula maksilladan fazla büyüyerek mandibular birinci büyükazılar anteriora taşınır. Muhtelif araştırmacılar, Sınıf II hastalarda normal büyüme periyodu boyunca alt çene büyümesinin üst çenenin önüne geçtiğinden bahsetmişlerdir (36,37). Sabit orto-

moved 4.5 mm distally. All these findings are concordant with the present study.

At the end of the comprehensive treatment, significant mesial movement in the molars (2.8 mm, $p=.014$) and second premolars (1.7 mm, $p=.020$) were detected. This mesial movement can not be totally attributed to the relaps of distalization, because there is continued eruption during the ages of study groups for the upper molars in forward and downward direction (35). This eruption may contribute to mesial movement. Approximately 61% of molar distalization obtained in the first phase of treatment was lost during the second phase of treatment, however, the Class I molar relationship was maintained. Ngantung et al (12) found distal movement of 2.1 mm in maxillary molars during distalization period with distal-jet, but 3.9 mm of mesial movement at the end of the fixed appliance therapy. Similarly, in a study with pendulum appliance, 2 mm of distalization was obtained, however upper molar was observed in the beginning position at the completion of treatment (29).

In the distalization period, normal anterior eruption of the maxillary molar is interrupted and even distal movement is achieved. However, at the end of the fixed appliance therapy maxillary molar position is found more mesially than the distalized position; both the anchorage loss that may result because of the retraction of the anterior teeth and the normal downward and forward eruption of the maxillary molar contributes this condition. Nevertheless, during the comprehensive treatment period mandible outgrows the maxilla and mandibular first molars moves anteriorly in most patients. Several authors mentioned that



dontik tedavi sonunda üst büyükazılarda gözlenen mezializasyona rağmen, distalizasyon ile elde edilen yeni sınıf I büyükazı ilişkisinin korunuyor olması, dentoalveolar kompanzasyona ve mandibulanın devam eden normal anterior yön büyümesine bağlanabilir.

Bu bağlamda bireysel tedavi planlaması yapılırken ağız içi distalizasyon ile elde edecek yeni üst büyükazı konumunun yarından fazlasının kaybedileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla beraber, elde edilen sınıf I ilişkinin korunmasında mandibuladaki büyüme paterninin önemi açıktır. Bu sebeple, dik yönde büyüme gösteren hastalar ağız içi distalizasyonla tedavi için iyi birer aday olmayabilirler.

SONUÇ

Bu prospektif klinik çalışmada kemik destekli pendulum apareyinin kapsamlı ortodontik tedavi sonundaki etkileri değerlendirildi. Sonuçlara göre, üst büyükazıların distalizasyonu için BAPA etkili ve güvenilir bir yöntemdir; BAPA ile herhangi bir ankraj kaybı olmadan büyükazı ve takiben küçükazı distalizasyonu elde edildi. Ortodontik tedavinin ikinci aşamasında, üst büyükazılarda başlangıç sagittal konumuna yakın şekilde mezializasyon gözlenmesine rağmen mandibulanın anterior büyümesi ve dentoalveolar kompanzasyondan dolayı Sınıf II düzeltimi korundu. BAPA özellikle horizontal veya normal yönde büyüme gösteren, çekimsiz tedavi edilecek sınır vakalarda Sınıf II kapanış bozukluğunun tedavisi için alternatif olarak değerlendirilebilir. Büyükazılarda önemli miktarda distale doğru eğilmeye neden olduğu ve mandibulada az da olsa geriye rotasyona sebep olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

the mandible outgrows the maxilla in Class II patient during the normal growth period (36,37).

In this respect, despite the mesialization of the maxillary molars, maintenance of the new Class I molar relationship at the end of fixed appliance therapy is probably achieved by dentoalveolar compensation and continued normal anterior mandibular growth.

Consequently, when accomplishing an individual treatment plan it must be considered that more than the half amount of new maxillary position achieved by intraoral molar distalization will be lost. Also, it is obvious that mandibular growth pattern is very important to maintain the achieved Class I molar relationship. Therefore, patients that presents vertical growth pattern may not be good candidates for treatment by intraoral molar distalization.

CONCLUSION

This prospective clinical study evaluated the treatment effects of bone-anchored pendulum appliance at the end of the comprehensive therapy. According to the results, BAPA is an effective and reliable method for the distalization of maxillary molars; molar distalization following premolar drifting was achieved with BAPA without any anchorage loss. Although there was a mesialization of the maxillary molars nearly to the initial sagittal position during the second phase of orthodontic treatment, the correction of Class II malocclusion was maintained because of anterior growth of the mandible and dentoalveolar compensation. The BAPA can be considered as an alternative for the non-extraction treatment protocol of Class II malocclusion especially in borderline cases presenting with a horizontal or normal growth pattern. However, significant distal tipping in the maxillary molars and minor mandibular posterior rotation should be taken into account.



KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Kloehn SJ. Guiding alveolar growth and eruption of the teeth to reduce treatment time and produce more balanced denture and face. *Angle Orthod* 1947;17:10-33.
2. Graber TM. Extraoral force—facts and fallacies. *Am J Orthod* 1955;41:490-505.
3. Klein PL. An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first permanent molar. *Angle Orthod* 1957;27:61-8.
4. Wieslander L. Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Am J Orthod* 1975; 67:432-439.
5. Cetlin NM, TenHoeve A. Nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 1983;17:396-413.
6. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM, Berger OG. Distalization of molars with repelling magnets. *J Clin Orthod* 1988;22:40-4.
7. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM. The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:161-7.
8. Gianelly AA, Bednar J, Dietz V. Japanese Ni-Ti coils used to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99: 564-6.
9. Basdra EK, Stellzig A, Komposch G. A clinical report for distalizing maxillary molars by using superelastic springs. *J Orofac Orthop* 1996;57:118-23.
10. Muse DS, Fillman MJ, Emmerson WJ, Mitchell RD. Molar and incisor changes with the Wilson rapid molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:556-65.
11. Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 1996;30:374-80.
12. Ngantung V, Nanda RS, Bowman SJ. Posttreatment evaluation of the distal jet appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:178-85.
13. Jones RD, White JM. Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J Clin Orthod* 1992;26:661-4.
14. Haydar S, Uner O. Comparison of Jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:49-53.
15. Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26:706-14.
16. Wong AMK, Rabie ABM, Hägg U. The use of pendulum appliance in the treatment of Class II malocclusion. *Br Dent J* 1999;187:367-70.
17. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110:639-46.
18. Bussick TJ, McNamara JA Jr. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:333-43.
19. Byloff FK, Darendeliler MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 1997;67:249-60.
20. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: the effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997;67:261-70.
21. Keles A, Erverdi N, Sezen S. Bodily distalization of molars with absolute anchorage. *Angle Orthod* 2003;73:471-82.
22. Öncag G, Seckin O, Dincer B, Arıkan F. Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007 131:16-26.
23. Karcher H, Byloff FK, Clar E. The Graz implant supported pendulum, a technical note. *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30:87-90.
24. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *J Clin Orthod* 2005; 39:9-24.
25. Gelgor IE, Buyukyılmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalaycı A. Intraosseous screw-supported upper molar distalization. *Angle Orthod* 2004;74:838-50.
26. Gelgor IE, Karaman AI, Buyukyılmaz T. Comparison of 2 distalization systems supported by intraosseous screws. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:161.e1-8.
27. Kircelli BH, Pektaş ZO, Kircelli C. Maxillary Molar Distalization with a Bone-Anchored Pendulum Appliance. *Angle Orthod* 2006;76:650-9.
28. Burkhardt DR, McNamara JA Jr, Baccetti T. Maxillary molar distalization or mandibular enhancement: a cephalometric comparison of comprehensive orthodontic treatment including the pendulum and the Herbst appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:108-16.
29. Fernanda Angelieri, Renato Rodrigues de Almeida, Marcio Rodrigues de Almeida, Acácio Fuziyd. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance followed by fixed orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:520-7.
30. Yavuz I, İkbal A, Baydaş B, Ceylan I. Longitudinal posteroanterior changes in transverse and vertical craniofacial structures between 10 and 14 years of age. *Angle Orthod* 2004;74:624-9.
31. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003;82:377-381.
32. Fritz U, Ehmer A, Dietrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage—preliminary experiences. *J Orofac Orthop* 2004;65:410-418.
33. Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res* 1963;42:400-11.
34. Hagg U, Atstrom K. Mandibular growth estimated by four cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:146-52.
35. Iseri H, Solow B. Continued eruption of maxillary incisors and first molars in girls from 9 to 25 years, studied by the implant method. *Eur J Orthod* 1996;18:245-56.
36. Lande MJ. Growth behavior of the human bony facial profile as revealed by serial cephalometric roentgenology. *Angle Orthod* 1952;22:78-90.
37. Johnston LE Jr. Growth and the Class II patient: rendering unto Caesar. *Semin Orthod* 1998;4:59-62.