

ORİJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH

DOI: 10.5336/dentalsci.2023-98387

Ön Açık ve Tam Akrilik Kaplı Hızlı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dental ve İskeletsel Yapılar Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması: Retrospektif Kohort Çalışması

Comparison of the Effect of McNamara Type and Full Coverage Rapid Maxillary Expansion Appliances on Dental and Skeletal Structures: A Retrospective Cohort Study

¹Gökhan ÇOBAN^a, ²Merve Ece ERDEM^a, ³Yunus Emre UÇAKER^a, ⁴Celal IRGIN^a, ⁵Taner ÖZTÜRK^a

^aErciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Kayseri, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu retrospektif çalışmanın amacı, büyüme-gelişimi devam etmekte olan tek ya da çift taraflı üst çene darlığına sahip hastaların, iki farklı tip hızlı üst çene genişletme (HÜÇG) apareyi ile tedavileri sonucunda dental ve iskeletsel yapılarında meydana gelen sefalometrik değişimlerin değerlendirilmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya tek veya çift taraflı üst çene darlığı bulunan, ön açık hızlı üst çene apareyi ile tedavi görmüş 15 (8 kadın ve 7 erkek, ortalama yaş: 15,08±1,33 yıl) hasta ve tam akrilik kaplı HÜÇG apareyi ile tedavi görmüş 15 (10 kadın ve 5 erkek, ortalama yaş: 15,79±1,42 yıl) hasta olmak üzere toplam 30 adolesan birey dâhil edilmiştir. Bireylere ait sefalometrik analizler Dolphin sefalometrik görüntüleme yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin grup içi karşılaştırılmasında bağımlı örneklem t-testi ve Wilcoxon Signed-Rank testi; gruplar arası karşılaştırmada ise bağımsız örneklem t-testi ve Mann-Whitney U kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri p<0,05 olarak kabul edilmiştir. **Bulgular:** Ön açık HÜÇG apareyi uygulanan grupta tedavi sonunda ANB ve SN-GoGn açıları anlamlı şekilde artarken U1/SN açısı anlamlı şekilde azalmıştır. Tam akrilik kaplı HÜÇG apareyi uygulanan grupta ise tedavi sonunda SNB ve N-Pog değerleri anlamlı derecede azalmıştır; ANB, SN/GoGn, L1/NB ve L1-NB değerleri anlamlı derecede artmıştır. İki grup arasında tedavi sonucunda meydana gelen değişiklikler kıyaslandığında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. **Sonuç:** Farklı aparey tipleri ile gerçekleştirilen HÜÇG’inde meydana gelen sefalometrik değişikliklerin aparey tipine göre farklılık göstermediği ve her iki apareyinde benzer etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

ABSTRACT Objective: The aim of this retrospective study is to evaluate the cephalometric changes in dental and skeletal structures after the application of two different rapid maxillary expansion (RME) appliances in patients with uni- or bilateral maxillary crossbite whose growth-development period continues. **Material and Methods:** A total of 30 adolescent individuals, including 15 patients with unilateral or bilateral maxillary crossbite who were treated with McNamara-type RME (8-females and 7-males, 15.08±1.33 years) and 15 patients treated with full coverage RME (10-females and 5-males, 15.79±1.42 years) appliances, were included in the study. Cephalometric analyzes of individuals were performed with Dolphin cephalometric imaging software. Paired samples-t and Wilcoxon Signed-Rank tests were used to compare data within groups, while Mann-Whitney U and Independent Samples-t tests were used for intergroup comparisons. Statistical significance value was accepted as p<0.05. **Results:** At the end of the treatment, in the group where the McNamara-type RME appliance was applied, the ANB and SN-GoGn angles increased significantly, while the U1/SN angle decreased significantly. In the group where fully coverage RME appliance was applied, SNB and N-Pog values decreased significantly at the end of the treatment; ANB, SN/GoGn, L1/NB and L1-NB values increased significantly. When the changes occurring as a result of treatment were compared between the two groups, it was determined that there was no significant difference. **Conclusion:** It has been determined that the cephalometric changes occurring in maxillary expansion performed with different appliance types do not differ according to the appliance type and that both appliances show similar effects.

Anahtar Kelimeler: Damak genişletme tekniği;
sefalometri; üst çene kemiği

Keywords: Palatal expansion technique;
cephalometry; maxillae

Correspondence: Taner ÖZTÜRK

Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Kayseri, Türkiye
E-mail: tanertr35@gmail.com

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 08 Jun 2023

Received in revised form: 10 Jan 2024

Accepted: 25 Jan 2024

Available online: 29 Mar 2024

2146-8966 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open
access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Ortodontik tedavi ihtiyacı bulunan bireylerin yaklaşık %20'sinde görülen bir malokluzyon olan posterior çapraz kapanış genellikle üst çene darlığına bağlı olarak üst posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin alt posterior dişlerin lingual tüberkülleri ile temasta olması şeklinde ortaya çıkar.¹ Klinik olarak, tek taraflı veya çift taraflı olarak görülebilen posterior çapraz kapanış; çiğneme yetersizlik, derin damak kubbesi, üst çenede darlık, ön dişlerde çapraklık, geniş bukkal koridorlar ve yetersiz burun solunumu ile karakterize transvers düzlemde ortaya çıkan dentofasiyal bir deformitedir.²

İskeletsel üst çene darlığı ile karakterize, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışı bulunan genç bireylerde tedavi amacıyla hızlı üst çene genişletme (HÜÇG) prosedürü uzun zamandan beri uygulanmaktadır.³ HÜÇG'si özellikle bireyin büyüme ve gelişim döneminde çift taraflı olarak meydana gelen ve midpalatal sütür bölgesinde birleşen premaksilla ve sert damağı oluşturan kemik yapılarının sütür bölgesinden hızlı bir şekilde ayrılması işlemi olarak tanımlanabilir. Bu prosedürde, dişlere ve alveoler yapılara ortodontik diş hareketi elde edilmesini sağlayan kuvvet miktarından daha yüksek miktarlarda kuvvet uygulanarak ortopedik hareket meydana getirmek amaçlanmaktadır.³ Bu genişletme prosedürü sonucunda, üst çenenin ve üst çene ile ilişkili çevre yapıların konumu 3 boyutlu olarak etkilenmektedir.⁴ Genişletme sırasında destek alınan posterior dişlerin ve alveol kemiğin bukkale doğru eğildiği ve üst ön dişlerin geriye doğru hareket ettiği bildirilmiştir.^{5,6}

Haas tarafından gerçekleştirilen araştırmada, HÜÇG sonrasında midpalatal sütürün açılmasıyla birlikte üst orta kesici dişler arasında bir diyastem oluştuğu ve bu açılma miktarının genişletme vidasındaki açılmanın yaklaşık yarısı kadar olduğu bildirilmiştir.⁷ Genişletme vidasının aktivasyonu sonrası dişler arasında meydana gelen bu açılma nedeniyle orta kesici dişlerin kronları mesiyal yönde devrilme hareketi gösterir. Sağ ve sol kesici dişlerin kronlarının teması sonrasında kökler de mesiyale doğru hareket etmekte ve başlangıç eğimlerine geri dönmeye çalışmaktadır.⁸ Wertz tarafından gerçekleştirilen çalışmada, orta kesici dişlerin eski konumuna geri dönerken oral kasların etkisiyle linguale doğru devrildiğini ve S-N düzlemine ekstrüze olduğu bildirilmiştir.⁵

Bu diş hareketlerinin, transseptal liflerin gerilmesine bağlı olarak meydana geldiği ve böylece orta kesici dişler arasındaki boşluğun kendiliğinden kapandığı bildirilmiştir.⁹ Genişletme prosedürü ile birlikte üst kesici dişlerin eksen eğimlerinin vestibülo lingual olarak azalma gösterdiği ve aynı zamanda bu dişlerde, bir ekstrüzyon hareketinin meydana geldiği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir.^{5,8,10,11}

Posterior dişlerin eksen eğimlerinde meydana gelen değişimler HÜÇG sırasında meydana gelen etkilerden biridir. Hicks tarafından gerçekleştirilen çalışmada genişletme sonrasında alveol kemiğinin eğilmesi ve dişlerin devrilmesine bağlı olarak sağ ve sol daimî birinci molarlar arası açının 1-24° arası arttığı bildirilmiştir. Bu devrilme hareketi ile birlikte, ekstrüzyon hareketinin de meydana geldiği bildirilmiştir.¹² Akrilik splintli HÜÇG ile sabit ortodontik tedavi uygulanan hastalarda genişletme uygulanmayan hastalara göre premolar ve molar dişlerinin bukkale devrilmesinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.¹³

Literatürde, farklı apareyler ile uygulanan HÜÇG'nin iskeletsel ve dental etkileri hakkında farklı raporlar yayınlanmış olmakla birlikte ön açık ve tam akrilik kaplı HÜÇG apareylerinin etkisini sefalometrik röntgenler üzerinden karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, üst çenede tam akrilik kaplı ve önü açık olarak uygulanan HÜÇG apareylerinin dental ve iskeletsel yapılarda meydana getirdiği değişikliklerin lateral sefalometrik radyografiler kullanılarak incelenmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi, tam akrilik kaplı ve önü açık olarak uygulanan HÜÇG apareylerinin dental ve iskeletsel dokularda meydana getirdiği değişikliklerde farklılık olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu retrospektif çalışma, Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (tarih: 22 Şubat 2023, no: 2023/136) ve Helsinki Deklarasyonu prensiplerine göre gerçekleştirilmiştir. Tedavi öncesi (T0) tüm hasta ve ebeveynlerinden bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alınmıştır. Çalışmada kullanılacak örneklem sayısının G*Power (Ver. 3.1.9.7, Axel Buchner, Universitat Dusseldorf, Dusseldorf, Almanya) güç analiz yazılımı kullanılarak

alfa=0,05 değeri, $d=0,746$ etki büyüklüğü ve %80 güç ile toplamda her grupta en az 13 hasta olması gerektiği belirlenmiştir. Çalışma sırasındaki veri kaybı ihtimalini ön görerek, her grupta 15 hasta olmasına karar verilmiştir. Bu çalışmaya, 2014-2022 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalına tedavi amacıyla başvuran, tek veya çift taraflı üst çene darlığı bulunan, ön açık HÜÇG apareyi ile tedavi görmüş 15 (8 kadın ve 7 erkek, ortalama yaş: $15,08 \pm 1,33$ yıl) hasta ve tam akrilik kaplı HÜÇG apareyi ile tedavi görmüş 15 (10 kadın ve 5 erkek, ortalama yaş: $15,79 \pm 1,42$ yıl) hasta olmak üzere toplam 30 adolesan birey dâhil edilmiştir (Tablo 1).

Hastaların dâhil edilme kriterleri, ön açık HÜÇG uygulanan grup için arka bölgede ekspansiyon ihtiyacı varken tam akrilik kaplı HÜÇG uygulanan grup için hem arka hem ön bölgede ekspansiyon ihtiyacı olan, ANB açısı 0° ile 6° arasında olan, SN-GoGN açısı $32 \pm 6^\circ$ yani normal vertikal yön yüz büyümesine sahip, daha önce ortodontik tedavi görmemiş, daimi

dişlenmenin tamamlandığı hastalar olarak belirlenmiştir. Hastaların dâhil edilmeme kriterleri; dudak damak yarığına veya herhangi bir dentofasiyal deformiteye sahip hastalar, travma hikâyesi bulunan hastalar, herhangi bir metal veya akrilik alerjisi bulunan hastalar, periodontal sağlığı kötü olanlar hastalar olarak belirlenmiştir.

Ön açık HÜÇG apareyi kullanılan hastalarda üst premolar dişler dâhil üst ikinci molar dişlere kadar akrile kaplı, tam akrilik kaplı HÜÇG apareyi kullanılan hastalarda tüm üst dişler akrile kaplı olacak şekilde dişdoku destekli genişletme apareyleri cam iyonomer siman (Ketac-Cem, Espe Dental AG, Seefeld, Almanya) ile yapıştırılarak uygulanmıştır (Resim 1a ve Resim 1b). İki genişletme apareyinde de aynı ekspansiyon vidası kullanılmıştır (Forestadent, Pforzheim, Almanya; bir çeyrek tur $0,22$ mm).¹⁴ Transvers genişletme; ilk 3 gün günde 2 çeyrek tur, sonraki 4 gün günde bir çeyrek tur sonrasında aşırı düzeltim sağlanana kadar (üst molar dişlerin palatinal kasları alt molar dişlerin bukkal kaslarıyla temas edene kadar) 2 günde bir çeyrek tur olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.¹⁵

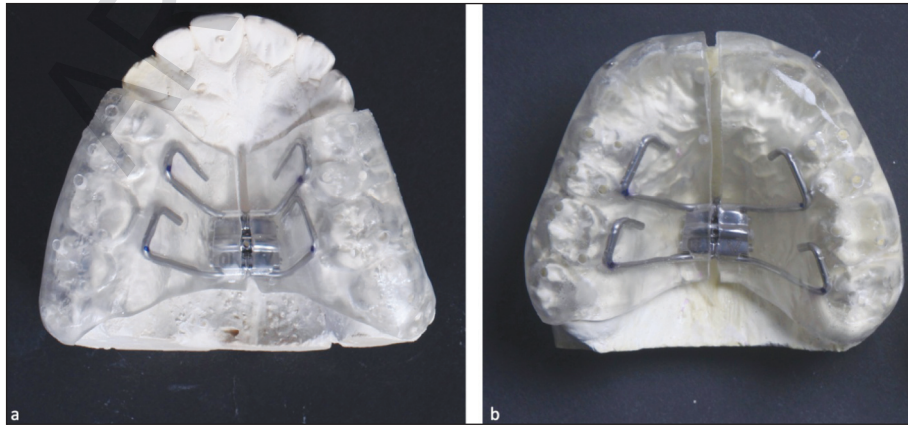
Tüm hastaların, üst çene genişletme T0 ve üst çene genişletme apareyi söküldüğü seansta tedavi sonrası (T1) lateral sefalometrik radyografileri aynı teknisyen tarafından Instrumentarium OP300 (Kavo Dental, Tuusula, Finlandiya) cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Sefalometrik film ölçümleri, Dolphin görüntüleme (11.95 versiyon, Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, ABD) programı kullanılarak aynı araştırmacı (MEE) tarafından gerçekleştirilmiştir

TABLO 1: Çalışmaya dâhil edilen bireylere ait tanımlayıcı istatistik.

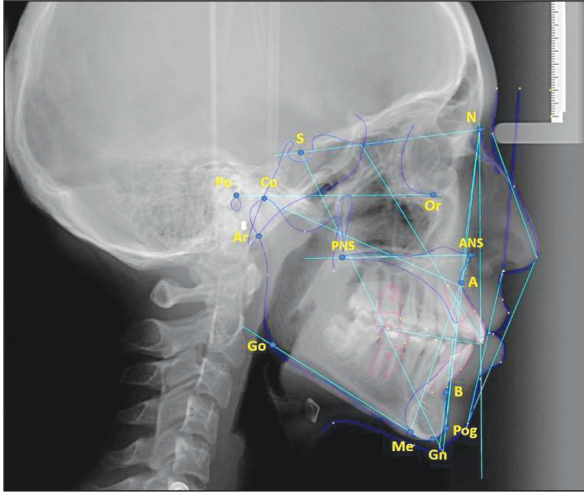
	Tam akrilik kaplı	Ön açık	p değeri
Yaş (yıl)	$15,79 \pm 1,42$	$15,08 \pm 1,33$	0,059 ^{MW}
Tedavi süresi (ay)	$4,67 \pm 2,35$	$3,60 \pm 1,24$	0,107 ^{MW}
Cinsiyet (K/E)	10/5	8/7	0,456 ^{PC}
Üst çene çapraşıklığı (mm)	$-4,42 \pm 1,58$	$-2,53 \pm 2,22$	0,053 ^{IS}

^{MW}Mann-Whitney U test sonucu; ^{PC}Pearson ki-kare test sonucu;

^{IS}Bağımsız örneklem t-testi sonucu. İstatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$.



RESİM 1: a) Ön açık hızlı üst çene genişletme apareyi, b) Tam akrilik kaplı hızlı üst çene genişletme apareyi.



RESİM 2: Sefalometrik analiz ölçümlerine ait örnek görsel.

(Resim 2). Çalışmada kullanılan ölçümler Tablo 2’de gösterilmiştir.

METOT HATASI

On hastaya ait röntgenler rastlantısal olarak seçilerek, sefalometrik ölçümler aynı araştırmacı (MEE) tarafından 2 hafta sonra tekrarlanmıştır. Sınıf içi korelasyon kat sayısı (Cronbach’s alfa katsayısı: 0,933) ile ölçümler arası tutarlılık değerlendirilmiş ve sınıf içi korelasyon katsayıları, güçlü bir pozitif korelasyon ve yeterli güvenilirliği gösteren 0,731-0,983 arasında tespit edilmiştir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS (SPSS, Ver. 24.0, IBM, Şikago, IL, ABD) programı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin normallik analizi “Shapiro-Wilk testi” ile homojenlik analizi “Levene testi” ile gerçekleştirilmiştir. Grup içi T0 ve sonrası verilerin analizinde parametrik veriler için “bağımlı örneklem t-testi”, nonparametrik veriler için

TABLO 2: Çalışmada kullanılan sefalometrik ölçümler ve tanımlamaları.

SNA (°)	Sella ve Nasion noktalarından geçen SN doğrusu ile Nasion ve A noktalarından geçen NA doğrusu arasında oluşan açıdır. Maksillanın ön kafa kaidesine göre sagittal konumunu bildirir.
SNB (°)	Sella ve Nasion noktalarından geçen SN doğrusu ile Nasion ve B noktalarından geçen NB doğrusu arasında oluşan açıdır. Mandibulanın ön kafa kaidesine göre sagittal konumunu bildirir.
ANB (°)	NA ve NB doğruları arasında oluşan açıdır. Maksilla ve mandibulanın sagittal yönde birbirine göre konumlarını bildirir.
N-A (mm)	Nasion ve A noktalarından Frankfurt horizontal düzlemine indirilen dikmeler arasında kalan mesafedir. Üst çenenin pozisyonunu değerlendirmede güvenilir bir referans sağlar.
N-Pog (mm)	Nasion ve Pogonion noktalarından Frankfurt horizontal düzlemine indirilen dikmeler arasında kalan mesafedir. Alt çenenin pozisyonunu değerlendirmede güvenilir bir referans sağlar.
SN-GoGN (°)	Ön kafa kaidesi (SN) ile mandibular düzlem (Gonion-Gnathion) arasındaki açıdır. Vertikal yön gelişimi hakkında bilgi verir.
Co-A (mm)	Condylion ve A noktası arasındaki mesafedir. Efektif maksiller uzunluğu verir.
Co-Gn (mm)	Condylion ve Gnathion noktası arasındaki mesafedir. Efektif mandibular uzunluğu verir.
U1-SN (°)	Üst orta kesici dişin, uzun eksenini SN doğrusu arasındaki açıdır. Üst keserin ön kafa kaidesine göre açılanmasını gösterir.
U1-NA (mm)	Üst orta kesici dişin, en uzak vestibül yüzeyinin NA doğrusuna olan uzaklığıdır. Üst keser protrüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılır.
L1-APog (mm)	Alt santral kesici dişin, insizal kenarının A-Pogonion çizgisine olan mesafesidir. Alt keser protrüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılır.
IMPA (°)	Mandibuladaki en anteriorda konumlanmış kesici dişin eksenini ile mandibular düzlem (Gonion-Gnathion) arasında oluşan açıdır.
L1-NB (mm)	Alt orta kesici dişin en uzak vestibül yüzeyinin NB doğrusuna olan uzaklığıdır.
L1/NB (°)	Alt orta kesici dişin uzun eksenini ile NB doğrusu arasındaki açıdır.
L1-MP (mm)	Alt kesici dişin insizal kenarından mandibular düzleme dikme indirilerek ölçülen mesafedir. Alt keser intrüzyonu veya ekstrüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılır.
L6-MP (mm)	Alt birinci büyük azı dişin okluzalinden mandibular düzleme dikme indirilerek ölçülen mesafedir. Alt molar intrüzyonu veya ekstrüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılır.
Okluzal düzlem açısı (°)	Frankfort horizontali (Porion-Orbita) ile okluzyon doğrusu arasındaki açıdır. (Okluzyon doğrusu: I. molar dişlerin okluzal kontaklarının orta noktası ile kesici dişlerin kesici kenarlarını birleştiren doğru parçasının orta noktasından geçen doğru)
İnterinsizal açı (°)	Alt ve üst orta kesici dişlerin uzun eksenleri arasında oluşan açıdır.
Overjet (mm)	Üst orta kesici dişin kesici kenar noktasının, alt orta kesici dişin vestibül yüzeyine, okluzyon düzlemine paralel olarak ölçülen uzaklığıdır.

“Wilcoxon Signed-Rank testi” kullanılmıştır. Tedavi ile meydana gelen değişikliklerin gruplar arası değerlendirilmesinde parametrik veriler için “bağımsız örneklem t-testi”, nonparametrik veriler için “Mann-Whitney U test” kullanılmıştır. Kategorik verilerin değerlendirilmesinde ise “Pearson ki-kare” testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Ön açık ve tam akrilik kaplı HÜÇG aпараты ile tedavi edilen grupların T0 sefalometrik değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 3’te sunulmuştur. Buna göre her iki grubun T0’a ait değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Tam akrilik kaplı HÜÇG aпараты grubuna ait T0 ve T1 verilerin karşılaştırmaları Tablo 4’te sunulmuştur. Tedavi sonunda, SNB (T0: $76,59 \pm 3,49$; T1: $75,69 \pm 3,50$; $p = 0,001$) ve NPog (T0: $-6,65 \pm 6,15$; T1: $-8,81 \pm 6,01$; $p = 0,005$) parametrelerinin istatistiksel

olarak anlamlı derecede azalmıştır. Öte yandan ANB (T0: $3,43 \pm 2,44$; T1: $4,25 \pm 2,64$; $p = 0,007$), SN/GoGn (T0: $38,13 \pm 3,81$; T1: $39,81 \pm 3,92$; $p = 0,002$), L1/NB (T0: $24,85 \pm 5,79$; T1: $26,12 \pm 5,29$; $p = 0,020$) ve L1-NB (T0: $4,79 \pm 2,28$; T1: $5,17 \pm 2,23$; $p = 0,034$) parametrelerinin ise arttığı belirlenmiştir. Analiz edilen diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Ön açık HÜÇG aпараты grubuna ait T0 ve T1 verilerin karşılaştırmaları Tablo 5’te sunulmuştur. Tedavi sonunda ANB (T0: $2,69 \pm 2,00$; T1: $3,50 \pm 2,42$; $p = 0,039$) ve SN-GoGn (T0: $34,73 \pm 3,72$; T1: $35,71 \pm 3,83$; $p = 0,006$) parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı U1/SN (T0: $105,27 \pm 6,68$; T1: $102,90 \pm 6,41$; $p = 0,044$) parametresinin ise azaldığı belirlenmiştir. Analiz edilen diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Değerlendirilen ölçümlerin T0 ve T1’e ait değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 6’da sunulmuştur. İki farklı genişletme aпараты ile tedavi

TABLO 3: Tam akrilik kaplı ve ön açık hızlı üst çene genişletme aпараты ile tedavi edilen grupların başlangıç sefalometrik değerlerinin karşılaştırılması.

	Tam akrilik kaplı		Ön açık		p değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
SNA (°)	80,03	3,54	79,56	3,38	0,711*
SNB (°)	76,59	3,49	76,87	3,93	0,838*
ANB (°)	3,43	2,44	2,69	2,00	0,237**
N-A (mm)	-0,55	3,00	-0,47	2,70	0,934*
N-Pog (mm)	-6,65	6,15	-4,33	6,20	0,312*
SN-GoGn (°)	38,98	3,81	34,73	3,72	0,051*
Co-A (mm)	77,30	5,32	78,19	4,79	0,635*
Co-Gn (mm)	107,14	8,47	106,04	8,67	0,728*
U1-SN (°)	101,52	8,81	105,27	6,68	0,199*
U1-NA (mm)	5,48	5,26	4,99	2,73	0,575**
L1-Apog (mm)	2,24	2,59	2,15	2,34	0,924*
IMPA (°)	88,09	5,69	91,85	6,54	0,105*
L1-NB (mm)	4,79	2,28	4,42	1,94	0,639*
L1/NB (°)	24,85	5,79	24,55	5,06	0,878*
L1-MP (mm)	39,19	2,67	38,13	4,51	0,437*
L6-MP (mm)	27,60	2,70	27,84	3,09	0,822*
Okluzal düzlem açısı (°)	17,62	4,74	16,91	3,44	0,756*
İnterinsizal açı (°)	130,19	9,99	127,05	8,40	0,358*
Overjet (mm)	4,37	1,35	4,18	1,67	0,618**

*Bağımsız örneklem t-testi sonucu; **Mann-Whitney U test sonucu. İstatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$; HÜÇG: Hızlı üst çene genişletmesi; SS: Standart sapma.

TABLO 4: Tam akrilik kaplı hızlı üst çene genişletme apareyi grubuna ait T0 ve T1 verilerin karşılaştırmaları.

	T0		T1		p değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
SNA (°)	80,03	3,54	79,93	3,39	0,761*
SNB (°)	76,59	3,49	75,69	3,50	0,001*
ANB (°)	3,43	2,44	4,25	2,64	0,007**
N-A (mm)	-0,55	3,00	-0,72	3,29	0,527*
N-Pog (mm)	-6,65	6,15	-8,81	6,01	0,005*
SN-GoGn (°)	38,13	3,81	39,81	3,92	0,002*
Co-A (mm)	77,30	5,32	76,56	5,32	0,116*
Co-Gn (mm)	107,14	8,47	106,64	8,57	0,265*
U1-SN (°)	101,52	8,81	100,78	9,50	0,337*
U1-NA (mm)	5,48	5,26	3,92	2,57	0,088**
L1-Apog (mm)	2,24	2,59	3,04	5,10	0,842**
IMPA (°)	88,09	5,69	88,54	5,36	0,439*
L1-NB (mm)	4,79	2,28	5,17	2,23	0,034*
L1/NB (°)	24,85	5,79	26,12	5,29	0,020*
L1-MP (mm)	39,19	2,67	39,27	2,67	0,773*
L6-MP (mm)	27,60	2,70	28,19	2,53	0,114*
Okluzal düzlem açısı (°)	17,62	4,74	18,44	5,65	0,412*
İnterinsizal açı (°)	130,19	9,99	128,81	10,34	0,149*
Overjet (mm)	4,37	1,35	4,64	1,45	0,378**

*Bağımlı örneklem t-testi sonucu; **Wilcoxon Signed Rank test sonucu. İstatistiksel anlamlılık değeri p<0,05; T0: Tedavi öncesi; T1: Tedavi sonrası; SS: Standart sapma.

TABLO 5: Ön açık hızlı üst çene genişletme apareyi grubuna ait T0 ve T1 verilerin karşılaştırmaları.

	T0		T1		p değeri*
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
SNA (°)	79,56	3,38	80,03	3,43	0,268
SNB (°)	76,87	3,93	76,52	3,90	0,215
ANB (°)	2,69	2,00	3,50	2,42	0,039
N-A (mm)	-0,47	2,70	0,04	2,98	0,380
N-Pog (mm)	-4,33	6,20	-4,84	7,55	0,689
SN-GoGn (°)	34,73	3,72	35,71	3,83	0,006
Co-A (mm)	78,19	4,79	78,77	3,74	0,428
Co-Gn (mm)	106,04	8,67	107,23	7,18	0,257
U1-SN (°)	105,27	6,68	102,90	6,41	0,044
U1-NA (mm)	4,99	2,73	3,83	2,55	0,060
L1-Apog (mm)	2,15	2,34	1,63	2,30	0,154
IMPA (°)	91,85	6,54	91,95	4,76	0,891
L1-NB (mm)	4,42	1,94	4,47	1,96	0,834
L1/NB (°)	24,55	5,06	25,33	4,19	0,308
L1-MP (mm)	38,13	4,51	38,59	4,32	0,210
L6-MP (mm)	27,84	3,09	28,25	3,39	0,377
Okluzal düzlem açısı (°)	16,91	3,44	17,59	4,09	0,309
İnterinsizal açı (°)	127,05	8,40	128,29	8,04	0,210
Overjet (mm)	4,18	1,67	4,13	1,69	0,924

*Bağımlı örneklem t-testi sonuçlarına göre p değerleri. İstatistiksel anlamlılık değeri p<0,05; T0: Tedavi öncesi; T1: Tedavi sonrası; SS: Standart sapma.

TABLO 6: Tam akrilik kaplı ve ön açık hızlı üst çene genişletme apareyleri ile T0 ve sonrası elde edilen değişikliklerin kıyaslanması.

	Tam akrilik kaplı		Ön açık		p değeri
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
SNA (°)	-0,10	1,25	0,47	1,59	0,281*
SNB (°)	-0,90	0,88	-0,35	1,05	0,220**
ANB (°)	0,81	1,02	0,81	1,37	0,709**
N-A (mm)	-0,17	0,99	0,51	2,17	0,283*
N-Pog (mm)	-2,16	2,53	-0,51	4,80	0,407**
SN-GoGn (°)	1,67	1,43	0,98	1,16	0,087*
Co-A (mm)	-0,74	1,71	0,58	2,75	0,126*
Co-Gn (mm)	-0,50	1,67	1,19	3,91	0,125**
U1-SN (°)	-0,74	2,89	-2,37	4,16	0,222*
U1-NA (mm)	-1,56	4,59	-1,17	2,21	0,561**
L1-Apog (mm)	0,80	3,59	-0,53	1,35	0,245**
IMPA (°)	0,45	2,17	0,10	2,77	0,706*
L1-NB (mm)	0,38	0,63	0,05	0,85	0,231*
L1/NB (°)	1,27	1,86	0,79	2,88	0,592*
L1-MP (mm)	0,08	1,06	0,47	1,37	0,395*
L6-MP (mm)	0,59	1,35	0,41	1,73	0,753*
Okluzal düzlem açısı (°)	0,82	3,75	0,68	2,50	0,455**
İnterinsizal açı (°)	-1,38	3,50	1,24	3,65	0,055*
Overjet (mm)	0,27	1,35	-0,05	1,87	0,602*

*Bağımsız örneklem t-testi sonucu; **Mann-Whitney U test sonucu. İstatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$; SS: Standart sapma.

edilen gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, dişlere simante edilerek uygulanan 2 farklı tipteki üst çene genişletme apareyinin iskeletsel ve dental yapılar üzerine etkilerinin lateral sefalometrik radyografiler üzerinden incelenmesi amaçlanmıştır. Düşük radyasyon dozu, daha az maliyet, daha kolay ve hızlı şekilde değerlendirilebilmesi gibi avantajlarından dolayı değerlendirmeler 2 boyutlu sefalometrik radyografiler kullanılarak gerçekleştirilmiştir; ancak 3 boyutlu yapıların 2 boyutlu görüntüler üzerinden değerlendirilmesi bilgi kaybına yol açmaktadır.^{16,17} Güncel bir çalışmada benzer 2 apareyi dental ve iskeletsel yapılar üzerindeki etkileri açısından konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile değerlendirmiştir.¹⁸ Ancak bu çalışma, ortodontik teşhis amacıyla daha büyük sıklıkla kullanılan lateral sefalometrik radyografilere ait analizleri içermemektedir. Hâlen literatürde ön açık veya tam akrilik kaplı HÜÇG apareyleri ile yapılan

çalışmalar bulunmasına rağmen benzer hastalar üzerinde bu 2 apareyin meydana getirdiği iskeletsel ve dental değişikliklerin sefalometrik analizler kullanılarak karşılaştırıldığı yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır.

İskeletsel transvers darlığa sahip üst çenenin tedavisinde, midpalatal sütürün açılmasını içeren ortopedik iskeletsel genişletme tercih edilen bir tedavi yöntemidir.¹⁹ Bu amaçla genel olarak 3 tedavi alternatifi mevcuttur: HÜÇG, yarı hızlı üst çene genişletme [semi rapid maxillary expansion (SRME)] ve cerrahi destekli RME [surgically assisted RME (SARME)]. Her tedavi yönteminin avantajları ve dezavantajları bulunduğundan dolayı her birinin kullanımıyla ilgili tartışmalar mevcuttur.²⁰ Hem SRME hem de HÜÇG, büyümekte olan hastalar için endike iken SARME, büyüme-gelişimi sona ermiş olan genç erişkin hastalar için tercih edilen bir alternatiftir.¹⁹ Bu çalışmada, genişletme vidasının aktivasyon protokolü değerlendirildiğinde (ilk 3 gün günde 2 tur, daha sonraki 4 gün 1 tur ve daha sonra genişletme bitene kadar 2 günde 1 tur) SRME prosedürü olarak değerlendiril-

lebilir.¹⁵ Sonuçlar, HÜÇG ve SRME'nin dentofasiyal yapılar üzerinde transvers, vertikal ve sagittal düzlemlerde benzer bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.¹⁵ Akkaya ve ark.nın çalışmasında, teorik olarak HÜÇG ile 15-50 Newton (1 Newton=0,1 kg) arasında değişen kuvvetler uygulanabilirken SRME'nin 10 Newton büyüklüğünde kuvvetler uygulayabildiği; ancak sonuç olarak SRME ve HÜÇG'nin birbirine benzer etkiler gösterdiği rapor edilmiştir.²¹

HÜÇG'si, tek taraflı veya çift taraflı posterior çapraz kapanışın düzeltilmesi, maksiller sütürlerin mobilizasyonu, dental ark uzunluğunun artırılması, nazal rezistansın azaltılması ve gülümseme arkının genişletilmesi gibi faydaları açısından sıklıkla kullanılmaktadır.²² HÜÇG tedavisinde kullanılan apareyler, midpalatal sütürün açılması ile dişsel etkilerin azaltılıp iskeletsel etkilerin artırılması için bugüne kadar farklı şekillerde tasarlanmış ve uygulanmıştır.²⁰ Hastalarda kullanılacak apareyin dizaynı seçilirken; hastanın yaşı, iskeletsel büyüme paterni, üst çene darlığının şiddeti, dişlerin eksen eğimleri, hastaların alışkanlıkları ve kooperasyonu göz önünde bulundurulmalıdır.¹¹ Genişletme apareyleri içerisinde sıklıkla tercih edilenler diş-doku destekli Haas apareyi ve "hijyenik aparey" olarak da tanımlanabilen diş destekli Hiraks apareyidir.²³

Modifiye HÜÇG apareyi, bütün dişleri ve palatal bölgeyi kaplayan rijit bir genişletme apareyidir.⁶ Apareyin rijit olması, destek aldığı diş sayısı ve doku yüzeyinin fazla olması sayesinde daha fazla iskeletsel etki gösterdiği, üst çenenin transvers genişlik artışında daha etkili olduğu, dişlerin bukkal, palatinal ve okluzal tüm yüzeylerini kaplamasından dolayı bukkal yönlü devrilmeleri en aza indirerek dişlerin ekstrüzyonunun azalmasıyla vertikal boyutun daha kolay kontrol edildiği aynı zamanda kök rezorpsiyon riskinin azaldığı bildirilmiştir.²⁴ Bu çalışmada da her iki grupta, hem alt birinci molar dişlerin hem de alt kesici dişlerin mandibular düzleme göre vertikal yönde hareket etmedikleri tespit edilmiştir. Bu dişler, aynı zamanda okluzal düzlem açısının da belirleyicisidir.²⁵ Bu literatür bilgisi doğrultusunda, bu dişlerin vertikal yönde hareket etmemeleri aynı zamanda okluzal düzlem açısının değişmemesinin sebebi olarak da düşünülmektedir. Posterior dişlerin yüzeyini kap-

layan akrilik, okluzal temasları ortadan kaldırmakta ve alt çenenin üst çenenin genişlemesi üzerindeki sınırlayıcı etkisi elimine edilerek üst çenedeki sütüral açılma kolaylaşmaktadır. Okluzal temasların olmaması, üst çene darlığından dolayı alt dişlerde meydana gelen kompanzasyonun düzelmesine katkı sağladığı gibi prematür kontaklara bağlı çene eklemine oluşabilecek travmaları da en aza indirir.²⁶ Anterior bölgedeki dişleri kaplayan akrilik ise sütür al açılma sonrası dişler arasında meydana gelen diyastemanın dudak basıncının etkisi ile kapanmasını önlemektedir.²⁴

Modifiye tip hızlı genişletme apareyinde kanin ve kesici dişler ile premaksiller bölgenin açıkta olduğu ön açık HÜÇG apareyi, üst birinci ve ikinci premolar dişler dâhil üst ikinci molar dişleri ve palatinal bölgeyi akrille kaplayan modifiye bir genişletme apareyidir. Posterior dişler üzerinde akrilik bulunmasından ve buna bağlı olarak daha rijit bir yapıya sahip olmasından dolayı tam akrilik kaplı genişletme apareyinde olduğu gibi, daha fazla iskeletsel düzeltim sağlayarak transvers genişlik artışında daha etkili olmakla beraber posterior dişlerin bukkale devrilmesini önlemede de benzer özellikler göstermektedir.¹⁶ Ön açık HÜÇG apareyinin, sadece posterior dişlerde akrilik bulunmasına bağlı olarak eş zamanlı anterior dişlerin braketlenmesine izin vermesi, estetik olarak hasta tarafından daha kabul edilebilir ve konforlu olması gibi avantajları bulunmaktadır.¹⁷

Akkaya ve ark.nın HÜÇG apareyini simante ederek inceledikleri çalışmalarında, üst keser uzun aksı ile Sella-Nasion düzlemi arasındaki açının yaklaşık 1° azaldığı rapor edilmiştir.²¹ Posterior dişlerin akrilik ile kaplanması; overbitenin açılmasını sağlayarak, dilin daha aşağıda konumlanmasına, perioral kasların gerilmesine ve bunlara bağlı olarak üst keser açısında azalmaya neden olabilir. Bu bulgularla uyumlu olarak, bu çalışmada da ön açık HÜÇG apareyi uygulanan grupta üst keser açısında anlamlı derecede azalma görülürken gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte her iki grupta da üst keserlerin retrokline olduğu ancak bu hareketin, anlamlılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu durum, özellikle ön açık HÜÇG grubunda, genişletme sonucunda elde edilen boşluklara, ön kesici dişlerin spontan sıralanmasından kaynaklanmış olabileceği ön görülmüştür.

HÜÇG'si sonrası üst çenede meydana gelen değişimlerden alt çene dişlerinin pozisyonu da etkilenmektedir.²⁷ Ön açık HÜÇG grubunda alt kesici dişlerin konum ve açılarındaki anlamlı değişiklik gözlenmezken, tam akrilik kaplı HÜÇG grubunda ise L1-NB açısı ve L1/NB mesafesi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görülmektedir. Bu durumun, üst çenedeki genişlemeyle beraber alt çene üzerindeki dudak ve yanak kaslarının etkisinin elimine edilmesi ve dilin daha aşağıda konumlanmasıyla alt kesici dişlerin öne hareketinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ön açık HÜÇG grubunda da L1-NB açısı ve L1/NB mesafesi değerlerinde artış görülmüş fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde HÜÇG apareylerinin alt keserlere etkisine dair az sayıda çalışma bulunmakla beraber, HÜÇG sonrası alt kesici dişlerin dikleştiği bildirildiği gibi alt keserlerin eksen eğimlerinde değişim gözlenmediği de bildirilmiştir.^{23,24} Bunların yanında, HÜÇG sonrası alt dental arkta oluşabilecek değişimlerin öngörülemediğini bildiren çalışmalarda bulunmaktadır.⁹ Bu literatür bilgilerine karşın, bu çalışma da elde edilen bulgular 2 HÜÇG apareyi karşılaştırıldığında interinsizal açıda ve overjetle anlamlı farklılıkların bulunmaması, farklı dizaynlara sahip olmalarına rağmen 2 apareyinde üst ve alt kesici dişlerin eksen eğimlerini klinik açıdan benzer şekilde etkilediğini düşündürmektedir. Bu bulgular, neticesinde çalışmanın başlangıcında oluşturulan sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

HÜÇG'si ile ilgili yapılan çalışmalarda, maksillanın konumuna yönelik ölçümlerde öne doğru, geriye doğru veya anlamsız sonuçlar bildiren çalışmalar mevcuttur.²⁸ Bu çalışmada da maksillada istatistiksel olarak anlamsız hareketler izlenmiştir. Bunun sebebi şu şekilde açıklanabilir: genişletme vidası ile uygulanan kuvvetler sadece maksillada dağılmaz, aynı zamanda maksillaya komşu tüm yapılara da yayılmasından dolayı maksillanın posteriorunda kemik rezorpsiyonu görülebileceği ve maksillanın posteriora yer değiştirmesiyle sonuçlanabileceği varsayılmaktadır.²⁸ Bunun tersine, pterigoid plaklar gibi sirkummaksiller yapılarda rezorpsiyon görülmemesi neticesinde maksillanın genişletme sonrasında önde konumlanabileceği de bildirilmiştir.²⁸

Literatürde üst çene genişletmesi sonrasında alt çenenin spontan ileri yönde hareketinin meydana geldiği raporlanmıştır.²⁹ Bir çalışmada bu durum mandibular arkı, "geniş ayak"a üst çene dental arkını ise "dar ayakkabı"ya benzeterek açıklanmıştır.³⁰ HÜÇG neticesinde meydana gelen değişimin açıklaması, tıpkı dar bir ayakkabıdaki ayağın ayakkabı genişledikten sonra ileriye doğru hareket etmesi gibi, yani alt çenenin ileri doğru hareket etmesidir. Bu çalışmada ise her iki grupta ANB açısının arttığı tespit edilmiştir. Bu farklılığın sebebi, spontan ilerleme kaydedilen hastaların yaşlarının küçük olması (6-10 yıl) ve büyüme gelişimlerinin aktif şekilde devam etmesi olabilir. Ayrıca bu çalışmadaki hastaların kemik yapısının daha olgun hâlde olması sebebiyle (14-17 yıl) üst posterior dişlerde meydana gelen bukkale tipping hareketlerinin de alt çenenin arkaya ve aşağıya hareketine sebep olabileceği ve buna bağlı olarak vertikal değerler ve ANB açısının artarken SNB açısının da azalmış olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca bu çalışmada yer alan her iki grupta SNB açısındaki azalma, ANB ve SN-GoGn açılarındaki artışın literatürle uyumlu oldukları tespit edilmiştir.³¹ Küçük yaş gruplarında, HÜÇG uygulanması sonrası maksillanın öne doğru hareketinde (SNA açısı ile Co-A ve Co-ANS uzunluklarında) artış meydana geldiğini bildiren birçok çalışma bulunmasına rağmen bu değişimlerde HÜÇG'nin yanı sıra büyümenin de etkisi olduğu bildirilmiştir.^{6,32,33} Maksilla ve mandibulanın büyüme gelişimine dair yapılan çalışmalar, 6-20 yaşları arasında maksiller uzunlukta önemli bir değişiklik bildirmezken mandibular uzunlukta erkeklerde 14 yaşına kadar aktif bir şekilde artış meydana geldiğini, kadınlarda sadece 10 ve 16 yaşlarında mandibular uzunlukta önemli ölçüde değişiklik görüldüğünü fakat bu artışın erkeklere oranla daha az olduğunu bildirmişlerdir.²³ Bu çalışmada ise seçilen yaş aralığının daha büyük olmasından dolayı efektif maksilla uzunluğunda ve efektif mandibula uzunluğunda grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlı farklılıklar görülmemesi önceki çalışmaları destekler niteliktedir. Fakat bu araştırmanın retrospektif bir çalışma olması ve etik nedenlerle üst çene genişletme tedavisine ihtiyacı olan hastalardan kontrol grubu oluşturulamaması çalışmamızın limitasyonlarından olmakla beraber büyümenin etkisine dair

değerlendirme yapılamamasına neden olmaktadır. HÜÇG'si için uygun yaş aralığı literatürde genellikle 10-13 yıl arasında olarak bildirilmiş olmasına ve midpalatal sütürün 11 yaşından sonra kaynaştığının bildirilmesine rağmen bu çalışmadaki hastaların, yaş aralığının 14-17 yıl olduğu belirlenmiş, ancak bu yaşlardan daha büyük yaşlarda bile cerrahi prosedür desteği alınmadan yapılan HÜÇG'de başarılı sonuçlar alındığı rapor edilmiştir.³⁰ Bununla birlikte, erişkinlerde, cerrahi olmayan HÜÇG tedavisi mümkün olabilese de, dentoalveoler tipping daha fazla olması ve dehissens veya fenestrasyon oluşumu gibi dental ve periodontal yan etkilere neden olabileceği için dikkatli olmak gerekir.³⁴

Çalışmanın limitasyonları; HÜÇG tedavisinin etkilerinin 2 boyutlu röntgenler üzerinden ve kısa dönem sonuçlarının değerlendirilmesi, ölçü kayıtlarının incelenememesi, her iki gruptaki küçük örneklem sayısı ve kontrol grubunun olmamasıdır.

SONUÇ

Tam akrilik kaplı HÜÇG apareyi ile üst çene genişletmesi sonrasında alt çene daha geride konumlanmakta, keser açılı klinik olarak anlamsız derecelerde protrüze ve prokline olmaktadır.

■ Ön açık HÜÇG apareyinin kullanımı sonrasında ANB ve Sn-GoGn açıları artmakta, üst keser açıları ise retrokline olmaktadır. Bu hareketler, klinik olarak anlamsız derecelerde meydana gelmektedir.

■ Farklı aparey tipleri ile gerçekleştirilen üst çene genişletmesinde meydana gelen sefalometrik değişikliklerin aparey tipine göre farklılık göstermekte ve her iki apareyinde benzer etkiler ortaya koymaktadır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Gökhan Çoban, Merve Ece Erdem, Taner Öztürk; **Tasarım:** Gökhan Çoban, Celal Irgın, Taner Öztürk; **Denetleme/Danışmanlık:** Gökhan Çoban, Celal Irgın, Taner Öztürk; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Merve Ece Erdem, Yunus Emre Uçaker, Taner Öztürk; **Analiz ve/veya Yorum:** Gökhan Çoban, Celal Irgın, Taner Öztürk; **Kaynak Taraması:** Gökhan Çoban, Merve Ece Erdem, Yunus Emre Uçaker; **Makalenin Yazımı:** Gökhan Çoban, Merve Ece Erdem, Taner Öztürk; **Eleştirel İnceleme:** Gökhan Çoban, Celal Irgın, Taner Öztürk; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Gökhan Çoban, Celal Irgın, Taner Öztürk; **Malzemeler:** Gökhan Çoban, Merve Ece Erdem, Yunus Emre Uçaker, Celal Irgın, Taner Öztürk.

KAYNAKLAR

1. Çoban G, Türker G, Öztürk T, Hashimli N, Göksu M, Avcı ÖF. Ortodontik malokluzyonların orta anadolu bölgesinde yaşayan bireylerdeki prevalanslarının ve karakteristiklerinin incelenmesi [Evaluation of prevalence and characteristics of orthodontic malocclusions in individuals in central anatolia]. Sağlık Bilimleri Dergisi. 2022;31(1):15-23. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1754549>
2. Yavuz İ, Çakmak G. Maksiller darlık ve mandibular asimetrisinin teşhis yöntemleri [Diagnostic methods of maxillary transversal deficiency and mandibular asymmetry]. Sağlık Bilimleri Dergisi. 2017;26(2):169-74. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/693898>
3. Halicioğlu K, Kiki A, Yavuz İ. Hızlı üst çene genişletmesinin tıbbi faydaları: literatür derlemesi [Medical profits of the rapid maxillary expansion: literature review]. Cumhuriyet Dental Journal. 2011;14(3):258-63. <http://cdj.cumhuriyet.edu.tr/tr/pub/issue/4241/56677>
4. İşeri H, Tekkaya AE, Oztan O, Bilgiç S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. Eur J Orthod. 1998;20(4):347-56. PMID: 9753816.
5. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am J Orthod. 1970;58(1):41-66. PMID: 5269181.
6. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. Angle Orthod. 2002;72(1):61-71. PMID: 11843276.
7. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthodontics 1961;31(2):73-90. <https://www.scrip.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=567130>
8. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. Angle Orthod. 1965;35:200-17. PMID: 14331020.

9. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970;57(3):219-55. PMID: 5263785.
10. Erverdi N, Sabri A, Küçükkeleş N. Cephalometric evaluation of Haas and Hyrax rapid maxillary appliances in the treatment of the skeletal maxillary transverse deficiency. *J Marmara Univ Dent Fac.* 1993;1(4):361-6. PMID: 9582641.
11. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(1):3-14. PMID: 3541577.
12. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod.* 1978;73(2):121-41. PMID: 343597.
13. McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod.* 2003;73(4):344-53. PMID: 12940553.
14. Ugolini A, Cossellu G, Rusconi FME, De Luca SD. Analysis of the palatal rugae following Rapid Maxillary Expansion (RME) by using a 3D-3D superimposition procedure. *Australian Journal of Forensic Sciences.* 2023;55(2):191-202. https://www.researchgate.net/publication/351995777_Analysis_of_the_palatal_rugae_following_Rapid_Maxillary_Expansion_RME_by_using_a_3D-3D_superimposition_procedure
15. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *Eur J Orthod.* 2010;32(1):11-8. PMID: 19797410.
16. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *J Orthod.* 2002;29(1):66-9. PMID: 11907314.
17. Gupta A. On imaging modalities for cephalometric analysis: a review. *Multi-media Tools and Applications.* 2023;82(24):36837-58. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14971-4>
18. Karaman A, Danisman H, Genc E, Buyuk SK. Comparison of skeletal and dental effects of two different tooth-tissue-borne types of rapid maxillary expansion appliances: a CBCT retrospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2023;26(1):123-31. PMID: 35699362.
19. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005;75(6):1046-52. PMID: 16448254.
20. Agarwal A, Mathur R. Maxillary Expansion. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2010;3(3):139-46. PMID: 27616835; PMCID: PMC4993819.
21. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod.* 1999;21(2):175-80. PMID: 10327741.
22. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):567-70. PMID: 10799117.
23. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999;37(4):268-72. PMID: 10475647.
24. Orhan M, Üsümez S, Malkoc S. Modified bonded rapid maxillary expansion appliance. *World Journal of Orthodontics.* 2003;4(2):119-25. <https://web.p.ebscohost.com/abstract?site=ehost&scope=site&jml=15305678&AN=38012987&h=IKmZE8q%2bNS8cPQfPpAVVEemCKY%2fPghuik26ccy2BVdklGfaM-mOMNSHFvQJg0h%2b2qi%2ftlNfUyRC7M26EgTZSxHyg%3d%3d&rl=c&resultLocal=ErrCrlnResults&resultNs=Ehost&crlnhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authype%3dcrawler%26jml%3d15305678%26AN%3d38012987>
25. Gül Amuk N, Kurt G. Ortognatik cerrahi planlamasında okluzal düzlem değerlendirmesinin önemi [Evaluation of occlusal plane in orthognathic surgery planning]. *Türkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Surg-Special Topics.* 2017;3(3):93-101. <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-ortognatik-cerrahi-planlamasinda-okluzal-duzlem-degerlendirmesinin-onemi-80641.html>
26. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* 1987;57(3):245-63. PMID: 3310747.
27. Lima AC, Lima AL, Filho RM, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: a long-term study on Class I malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(5):576-82. PMID: 15520690.
28. Da Silva Filho OG, Garib D, Ribeiro GU, Cruz RM. Interview-Eric Liou. *R Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2009;14(5):27-37. <https://www.scielo.br/rdpress/a/4Kj4W3Pp3LhwMcnDxrMv4D/?format=pdf&lang=en>
29. Farronato G, Giannini L, Galbiati G, Maspero C. Sagittal and vertical effects of rapid maxillary expansion in Class I, II, and III occlusions. *Angle Orthod.* 2011;81(2):298-303. PMID: 21208083; PMCID: PMC8925266.
30. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *J Can Dent Assoc.* 2003;69(6):374-7. PMID: 12787474.
31. dos Santos BM, Stuari AS, Stuari AS, Faria G, Quintão CC, Stuari MB. Soft tissue profile changes after rapid maxillary expansion with a bonded expander. *Eur J Orthod.* 2012;34(3):367-73. PMID: 21441407.
32. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid maxillary expansion. Is it better in the mixed or in the permanent dentition? *Angle Orthod.* 2003;73(6):654-61. PMID: 14719729.
33. Wendling LK, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *Angle Orthod.* 2005;75(1):7-14. PMID: 15747809.
34. Lee HK, Bayome M, Ahn CS, Kim SH, Kim KB, Mo SS, et al. Stress distribution and displacement by different bone-borne palatal expanders with micro-implants: a three-dimensional finite-element analysis. *Eur J Orthod.* 2014;36(5):531-40. PMID: 23148112.