



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ SIRASINDA
OLUŞAN ALVEOLAR KEMİK REZORPSİYONUNUN
İYİLEŞMESİNE PİEZOSİZİYON UYGULAMASI
ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Nihan Rana IŞIK

Danışman
Prof. Dr. Mehmet AKIN

2025-ALANYA

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ SIRASINDA
OLUŞAN ALVEOLAR KEMİK REZORPSİYONUNUN
İYİLEŞMESİNE PIEZOSİZYON UYGULAMASI
ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Nihan Rana IŞIK

Danışman

Prof. Dr. Mehmet AKIN

2025-ALANYA

ONAY SAYFASI

Nihan Rana IŞIK tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Ortodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.
.../...../.....

İmza

Üye: Prof. Dr. Mehmet AKIN Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Zehra İLERİ Selçuk Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Filiz USLU Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Bu tez,/...../..... tarih ve/..... sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

İmza

Nihan Rana IŞIK

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecimde bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, anlayışını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet AKIN'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana kıymetli katkılarda bulunan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Filiz USLU'ya,

Pozitif enerjisiyle eğitim sürecimi güzelleştiren canım eş kıdemlim Fatma Selen ESENLIK'e ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum bölümümüzdeki tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Çocukluğumdan itibaren hayatımın her döneminde yanımda olan, iyi günümde neşeleriyle, kötü günümde destekleriyle hayatımı aydınlatan dostlarım Dr. Zarife Esra SERİM, Canan ÖZGEN ve Nisanur AKGÜL GÜNERİ'ye,

Son olarak beni bugünlere getiren, sevgi ve şefkatlerini daima yanımda hissettiğim, bana her zaman inanıp varlıklarıyla güç veren biricik ailem; babam Adem IŞIK, annem Fatma IŞIK, abilerim Esat IŞIK ve Numan IŞIK'a

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) sırasında oluşan alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesine piezosizyon uygulamasının etkisini konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile değerlendirmek ve piezosizyon uygulanan ve uygulanmayan taraflar arasında karşılaştırma yapmaktır.

Yöntem: Bu retrospektif çalışmada, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda HÜÇG tedavisi görmüş, aktif çevirme dönemi sonrasında tek taraflı piezosizyon uygulanmış ve tedavi öncesi (T0) ile üç aylık sabit retansiyon dönemi sonrası (T1) alınmış KIBT kayıtları bulunan, 11–15 yaş aralığındaki 20 bireyin (10 kız, 10 erkek) arşiv kayıtları değerlendirilmiştir. İncelenen hastalarda genişletme amacıyla bonded tip akrilik çap splint aparatının kullanıldığı ve genişletme işleminin tamamlanmasını takiben tek taraflı piezosizyon uygulandığı hasta kayıtlarından belirlenmiştir. KIBT kayıtları OnDemand3D Dental yazılımında analiz edilmiştir. Üst birinci küçük azı, ikinci küçük azı dişlerinin bukkal kökleri ve birinci büyük azı dişlerinin meziobukkal köklerindeki bukkal alveolar kemik kalınlığı ve vertikal alveolar kemik yüksekliği ölçümleri, piezosizyon uygulanan ve piezosizyon uygulanmayan taraflarda T0 ve T1 zamanlarında ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler Shapiro–Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testi ile normallik açısından değerlendirilmiş; parametrik veriler eşleştirilmiş ve bağımsız örneklem t-testleri ile analiz edilmiştir.

Bulgular: Her iki grupta da HÜÇG sonrası tüm diş bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde alveolar kemik rezorpsiyonu meydana gelmiştir. Ancak piezosizyon grubunda kontrol grubuna kıyasla bukkal alveolar kemik kalınlığında ve vertikal alveolar kemik yüksekliğinde daha sınırlı düzeyde azalma gözlenmiştir. Bu fark tüm bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Sonuç olarak, piezosizyon uygulamasının HÜÇG sonrası dönemde alveolar kemik dokusunun iyileşmesini destekleyebileceği ve yeniden şekillenme sürecini olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *alveolar kemik rezorpsiyonu, hızlı üst çene genişletmesi, piezosizyon*

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the effect of piezocision on the healing of alveolar bone resorption during rapid maxillary expansion (RME) using cone-beam computed tomography (CBCT) and to compare the piezocision and non-piezocision sides.

Methods: In this retrospective study, archival records of 20 individuals (10 females, 10 males) aged between 11 and 15 years who had undergone rapid maxillary expansion (RME) treatment at the Department of Orthodontics, Alanya Alaaddin Keykubat University, were evaluated. The included patients had cone-beam computed tomography (CBCT) records obtained before treatment (T0) and after a three-month fixed retention period (T1), and had received unilateral piezocision following the active expansion phase. Review of patient records indicated that a bonded acrylic cap splint appliance had been used for maxillary expansion and that unilateral piezocision had been performed after completion of the expansion procedure. CBCT images were analyzed using OnDemand3D Dental software. Buccal alveolar bone thickness and vertical alveolar bone height measurements were obtained at the buccal roots of the maxillary first and second premolars and the mesiobuccal roots of the maxillary first molars on both the piezocision and non-piezocision sides at T0 and T1, and were compared. Normality of the data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk and Kolmogorov–Smirnov tests. Parametric data were analyzed using paired and independent samples t-tests.

Results: Statistically significant alveolar bone resorption occurred in all tooth regions on both sides following RME. However, the piezocision side showed a more limited decrease in buccal alveolar bone thickness and vertical alveolar bone height compared to the control side. This difference was statistically significant across all regions ($p < 0.05$).

Conclusion: The findings suggest that piezocision may support alveolar bone healing and positively influence the remodeling process in the post-expansion period following RME.

Keywords: *alveolar bone resorption, piezocision, rapid maxillary expansion*

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER.....	vi
TABLolar.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Maksiller Darlık.....	3
2.2. Posterior Çapraz Kapanış.....	3
2.2.1. İnsidans.....	4
2.2.2. Etiyoloji.....	5
2.2.3. Posterior Çapraz Kapanışın Teşhisi.....	6
2.2.4. Yavaş Üst Çene Genişletmesi.....	8
2.2.5. Hızlı Üst Çene Genişletmesi.....	9
2.3. Alveolar Kemik.....	27
2.3.1. Alveolar Kemik Rezorpsiyonu.....	27
2.4. Piezosizyon.....	29
2.4.1. Piezoelektrik Etki: Tanım ve Tarihçe.....	29
2.4.2. Piezoelektrik Cihazın Özellikleri.....	30
2.4.3. Klinik Avantajlar.....	31
2.4.4. Ortodontide Kullanım Alanları.....	31
2.4.5. Biyolojik Mekanizma.....	32
2.4.6. Cerrahi Teknik.....	32
2.4.7. Olası Komplikasyonlar.....	32
2.5. Bilgisayarlı Tomografi Yöntemleri.....	33
2.5.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT).....	34
2.5.2. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT).....	34
2.5.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37

3.1.	Bireylerin Seçimi ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	37
3.2.	Kullanılan Apey.....	39
3.3.	Çevirme Protokolü.....	40
3.4.	Piezosizyon Uygulaması.....	40
3.5.	Verilerin Toplanması.....	42
3.6.	Vertikal ve Bukkal Kemik Ölçüm Yöntemi.....	42
3.7.	İstatistiksel Analiz.....	46
4.	BULGULAR.....	48
5.	TARTIŞMA.....	54
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
	KAYNAKLAR.....	66
	EKLER	
	EK-1. Etik Kurul Onayı.....	83
	ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

%:	Yüzde
≈ :	Yaklaşık olarak
< :	‘den küçüktür
> :	‘den büyüktür
ark.:	Arkadaşları
BHF:	Bölgesel Hızlanma Fenomeni
BT:	Bilgisayarlı Tomografi
HÜÇG:	Hızlı Üst Çene Genişletmesi
KIBT:	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
kg:	Kilogram
Mikro-BT:	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
mm:	Milimetre
Ort.:	Ortalama
p:	Anlamlılık Düzeyi (İstatistiksel p değeri)
PRF:	Platelet-rich Fibrin
PRP:	Platelet-rich Plasma
SS:	Standart Sapma

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Kullanılan akrilik cap splint apareyi.....	39
Şekil 3.2. Cam iyonomer siman (Meron Glass Ionomer Luting Cement).....	40
Şekil 3.3. EMS Piezon Master Surgery cihazı.....	41
Şekil 3.4. SL1 numaralı piezoelektrik bıçağı.....	42
Şekil 3.5. Yazılımın çok düzlemli yeniden yapılandırma moduna genel bakış.....	43
Şekil 3.6. Koronal kesitte sagittal düzlemin hizalanması.....	43
Şekil 3.7. Sagittal kesitte koronal düzlemin hizalanması.....	44
Şekil 3.8. Aksiyel kesitte sagittal düzlemin hizalanması.....	44
Şekil 3.9. Vertikal alveolar kemik yüksekliği ölçümü için ilgili dişin bukkal cusp tepesinden alveolar kret seviyesine kadar olan mesafenin ölçülmesi.....	45
Şekil 3.10. Servikal (a), orta (b) ve apikal (c) düzeylerde ilgili referans noktalarından bukkal kortikal kemiğin dış yüzeyine kadar olan mesafelerin ölçümü.....	46

TABLÖLAR

Tablo 3.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ve genişletme miktarı dağılımı.....	38
Tablo 4.1. Kontrol grubunda T0 ve T1’de yapılan ölçümlerin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm).....	49
Tablo 4.2. Piezosizyon grubunda T0 ve T1’de yapılan ölçümlerin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm)	50
Tablo 4.3. Piezosizyon ve kontrol gruplarında T1–T0 değişimlerinin bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm).....	52



1. GİRİŞ

Ortodontik tedavilerin genel amacı; dentofasiyal bölgede mevcut veya gelişebilecek anomalileri gidermek, estetik ve fonksiyonel olarak sağlıklı bir yapı kazandırmaktır. Bu anomaliler: sagittal, vertikal ve transversal yön anomalileri olarak sınıflandırılabilir. Maksiller darlık ve posterior çapraz kapanış transversal yön anomalilerinin en sık görülenidir.⁽¹⁾

Dişler oklüzyonda iken maksiller posterior dişlerin bukkal tüberkülleri, mandibular posterior dişlerin bukkal tüberküllerinden daha palatinalde konumlanıyorsa, buna posterior çapraz kapanış denir.⁽²⁾ Bu durum tek veya çift taraflı olarak iskeletsel, dental veya fonksiyonel olabilir.⁽¹⁾

Hızlı üst çene genişletme (HÜÇG) tedavisi, posterior çapraz kapanış tedavisinde en sık tercih edilen yöntemdir. Median palatal süturda, aralıklı kuvvetlerin etkisi sayesinde, oluşan sütural ayrılmayla iskeletsel etki meydana gelir. Buna ek olarak, alveolar kemikte ve dişlerde bukkale devrilmeyle ortodontik etki meydana gelir.⁽³⁾ Bu aralıklı kuvvetler ağır kuvvetler olduğundan (0,9-4,5 kg) daha çok iskeletsel etki ve daha az dişsel etki gözlenir.⁽⁴⁾ Bu sayede HÜÇG tedavisiyle maksiller bazal kaide ve dental arkın transversal boyutları arttırılır.⁽⁵⁾

HÜÇG tedavisinin ardından meydana gelen değişiklikleri araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında, apareylerin faydalı etkilerinin yanında, anlamlı düzeyde alveolar kemik rezorpsiyonuna yol açtığı görülmüştür.^(6,7)

Angell tarafından 1860 yılında ilk kez uygulanan apareyden günümüze kadar HÜÇG apareyleri birçok değişiklik göstermiştir. Bu değişiklikler kuvvetin iletildiği yüzeyler ve kuvveti uygulayan elemanlar üzerinde meydana gelmiştir.

Kemikte meydana gelen bir travma sonrası kemik turnoverı, iyileşmeyi hızlandırmak için büyük oranda artar.⁽⁶⁾ Travma sonrası kemikte artan metabolik faaliyeti Harold Frost 1983 yılında, Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF) olarak isimlendirmiştir.⁽⁷⁾

BHF, etkilenen dokuların iyileşme kapasitesini artıran, zararlı bir uyarana karşı oluşan doku reaksiyonudur. BHF, hücresel düzeyde osteoblast ve osteoklast aktivasyonunun artması ve dolayısıyla rejenerasyonun artmasıyla karakterizedir.⁽⁷⁾

Piezosizyon, kortisizyonun ultrason kullanılarak yapıldığı minimal invaziv bir işlemdir ve BHF indükleyici etki gösterir. Son dönemde yapılan bazı çalışmalar, piezosizyon uygulamasının kemik rejenerasyonuna olumlu etki yaptığını, alveol kemiğinin yeniden şekillenme sürecini hızlandığını göstermektedir.^(8,9)

Cormack tarafından 1963 yılında yapılan bir çalışmada, X-ışınlarının içerisinde geçtiği dokunun yoğunluğuna bağlı olarak farklı oranlarda absorbe edileceği ve böylece kesitsel görüntü elde edilebileceği düşüncesini ortaya koymuştur.⁽¹⁰⁾

Godfrey N. Hounsfield, bu düşüncüyü yaptığı çalışmayla uygulamaya koymuş, ilk kez bir hasta üzerinde tomografik tarama işlemi yapmıştır.⁽¹¹⁾ Bu tarihten itibaren üç boyutlu görüntüleme yöntemleri tıpta birçok amaç için kullanılmaya başlanmıştır.

Tomografik tekniklerde meydana gelen gelişmeler radyasyon dozunun azalmasını ve maliyetlerin düşmesini beraberinde getirmiştir ve zamanla diş hekimliği çalışmalarında tomografik teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Bu tekniklerden biri konik ışıklı bilgisayarlı tomografidir (KIBT). Uzun bir süre alveolar kemik rezorpsiyonu üzerine yapılan araştırmalar, iki boyutlu radyografiler ile yapılmıştır. Kemik rezorpsiyonunun iki boyutlu değerlendirilmesi güvenilir değildir, çünkü kemik rezorpsiyonu üç boyutlu bir olgudur.⁽¹²⁾ KIBT ise geleneksel radyografinin sınırlarını aşar ve bukkal ve lingual kemik plakalarının niceliksel olarak değerlendirilmesine olanak tanır.⁽¹³⁾

KIBT, kemik rezorpsiyonunun lokalizasyonuna bağlı olmaksızın üç açıdan görüntülenmesine, alveolar kemiğin sadece dişin mezial ve distal kısmından değil, tüm yönlerinden incelenebilmesine, bukkal ve lingual yüzeylerdeki fenestrasyonların ve dehissenslerin değerlendirilmesine olanak sağlar.⁽¹²⁾

Literatürde HÜÇG tedavisi sonucu oluşan alveolar kemik rezorpsiyonlarını KIBT ile inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. Tarafımızca HÜÇG sırasında oluşan alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesine piezosizyon uygulaması etkisini KIBT ile inceleyen bir çalışma tespit edilememiştir. Bu çalışmanın amacı; HÜÇG sırasında oluşan alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesine piezosizyon uygulamasının etkisini KIBT ile ölçmek ve karşılaştırmaktır. Çalışmamızın sıfır hipotezi ise şudur; hızlı üst çene genişletmesi uygulanan bireylerde piezosizyon uygulamasının, alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Maksiller Darlık

Maksiller darlık, ilk olarak Hipokrat tarafından yazılan Corpus Hippocraticum'da, yaklaşık 2500 yıl önce tanımlanmıştır. Bu eserde, maksilladaki daralmanın dişlerle ilgili sorunlara yol açmasından ve bununla birlikte meydana gelen kulak problemleri ve baş ağrısından söz etmektedir. Fakat maksiller darlık 1860'lara kadar tedavi edilememiştir.⁽¹⁴⁾

Angell'ın 1860 yılında iskeletsel kuvvet uygulayarak median palatal süturu ayırmasıyla maksiller darlığın tedavisinde yeni bir döneme girilmiştir.⁽¹⁵⁾ 1961 yılında Haas tarafından geliştirilen HÜÇĞ apareyi, maksiller darlığın tedavisine yönelik bugünlere kadar kullanılan en yaygın tedavi yöntemidir.⁽⁵⁾ Daha sonraki yıllarda HÜÇĞ apareyleri ve çevirme protokollerinde yapılan değişiklikler, klinisyenlerin tercih edebilecekleri birçok alternatif sunmuştur.

Maksillanın transversal yöndeki yetersizliği sonucu ortaya çıkan tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışlar maksiller darlığın klinik görüntüsü olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2. Posterior Çapraz Kapanış

Dişlerin oklüzyon halinde bukkolingual olarak anormal ilişkisidir.⁽¹⁶⁾ Mandibular posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin, maksiller posterior dişlerin bukkal tüberküllerinden daha palatinalde olması gerekirken, daha bukkalinde olmasıdır. Posterior çapraz kapanış, bir veya birden fazla diş kapsayabilir, tek veya çift taraflı görülebilir.⁽¹⁶⁾

İskeletsel çapraz kapanışı temel olarak Moyers kassal, iskeletsel ve dental çapraz kapanış olarak üç sınıfa ayırmıştır.⁽¹⁶⁾ McDonald ve Avery ise, kassal çapraz kapanışı fonksiyonel çapraz kapanış olarak adlandırmış ve posterior çapraz kapanışı fonksiyonel, iskeletsel ve dental olarak üç sınıfa ayırmıştır.⁽¹⁷⁾

İskeletsel posterior çapraz kapanışta maksilla ve mandibulanın transversal boyutları arasında hem istirahat durumunda hem de sentrik oklüzyonda bir uyumsuzluk vardır ve bunun sebebi her iki çene de olabilir.^(18,19)

Haas, maksiller yetersizliğin gerçek veya göreceli olduğunun tespitinin önemine vurgu yapmıştır.⁽²⁰⁾ Üst çene transversal olarak normal boyuttayken alt çenenin normal transversal boyutlarından daha büyük olmasına üst çenenin göreceli yetersizliği olarak tanımlamıştır. Üst çenenin üst yüz yapılarıyla karşılaştırıldığında normalden dar olması ise gerçek üst çene yetersizliği olarak tanımlanmıştır. İskeletsel çapraz kapanış, maksillanın tek veya çift taraflı dar olabilmesi sebebiyle tek veya çift taraflı olarak gelişebilir.

Dişsel posterior çapraz kapanış ise, çenelerin ve apikal kemik kaidelerinin transversal boyutları arasında bir uyumsuzluk yokken tek dişin veya diş grubunun alveol kemiğinde anormal inklinasyon değerlerine sahip olmasıyla meydana gelen çapraz kapanış şeklidir.^(16,21)

İstirahat halindeyken transversal olarak üst ve alt arklar arasında bir boyut uyumsuzluğu görülmezken, alt çene istirahat konumundan maksimum interküspidasyona geçtiğinde primer temaslara bağlı olarak kayma gerçekleşirse ve bunun sonucunda posterior bölgede tek taraflı çapraz kapanış gelişirse buna fonksiyonel posterior çapraz kapanış ismi verilir. Bu duruma daha çok süt ve karma dentisyon döneminde rastlanır.^(18,22,23)

Bu fonksiyonel durum erken dönemde tedavi edilmezse morfolojik çapraz kapanışa dönüşür ve bu sebeple erken tedavi gereklidir. Darlığın sebebi iskeletsel olduğu takdirde HÜÇG kullanımı gerekir.⁽²⁴⁾ Bu fonksiyonel kaymanın sebebi her zaman erken temaslardan olmak zorunda değildir. Nöromüsküler rehberlik de bu kaymanın sebebi olabilir.⁽²⁵⁾

2.2.1. İnsidans

İzmir’de 958 çocukta yapılan bir çalışmada, posterior çapraz kapanış insidansı % 2,7 olarak bildirilmiştir.⁽²⁶⁾ Konya’da 965 çocukta yapılan çalışmada ise bu insidans %9,5 olarak bulunmuştur.⁽²⁷⁾ Danimarka’da 1700 çocukta yapılan bir çalışmada posterior çapraz kapanış insidansı erkeklerde %9’ken kızlarda %14 bulunmuştur.⁽²⁸⁾

Kutin ve Hawes’in 1969’da yaptığı bir çalışmada ise erkeklerde ve kızlarda posterior çapraz kapanış görülme sıklığı arasında bir fark bulunamamıştır.⁽²¹⁾

1968'te Helm tarafından yapılan bir çalışmada tek taraflı çapraz kapanış insidansının tüm çapraz kapanışlara oranını %80 bulunmuştur.⁽²⁸⁾ Bunların büyük bir çoğunluğunun fonksiyonel olduğu bildirilmiştir.^(21,29,30)

Bir başka bir çalışmada ise, posterior tek taraflı çapraz kapanışın sağ ve sol tarafta eşit insidanda görüldüğü bildirilmiştir.⁽³¹⁾

2.2.2. Etiyoloji

Maksiller darlık genetik veya çevresel faktörler sonucu meydana gelebilir.⁽⁴⁾ En temel sebebi olarak uzun bir süre genetik faktörler öne sürülmüştür. Birbirinden farklı ırk gruplarının bir araya gelmesiyle oluşan toplumlarda maksiller darlık daha sık görülürken homojen ırk gruplarının bir arada bulunduğu toplumlarda daha az görülmüştür.

Derin palatal ark, maksiller darlık ve posterior çapraz kapanışın görüldüğü uzun yüz sendromu sıklıkla genetik paternlidir.⁽³²⁾

Yine kalıtsal anomalilerden Treacher-Collins, Craniofacial Dysostosis, Binder, Klippel-Feil, Apert sendromlarında önemli ölçüde maksiller yetersizlik görülür.⁽⁴⁾ Maksiller darlığın paranormal fonksiyonlar ve fonksiyonel alışkanlıklara bağlı ortaya çıkabileceği bildirilmiştir.^(33,34)

En sık rastlanan alışkanlık parmak emmedir. Bu alışkanlık genellikle 1 ila 4 yaş arasında doğal olarak görülürken, ilerleyen yaşlarda patolojik kabul edilir ve dişlerde morfolojik düzensizliklere yol açabilir.^(35,36) Bebeklikte karşılanamayan emme ihtiyacı ve duygu durum bozuklukları bu alışkanlığın sebepleri olarak öne sürülür.⁽³⁷⁾

Parmak damağa yerleştğinde dili aşağı iter. Konumu sebebiyle dil, mandibulada köpek dişi, küçük azı ve büyük azı dişlerin vestibül pozisyona doğru eğilmesine yol açar. Emmenin oluşturduğu negatif basınç etkisiyle, çevreleyen kaslar maksillada daralma meydana getirir. Emziğin uzun süreli kullanılması da benzer etkiler gösterir.⁽³⁸⁾

Solunum fonksiyonuyla maksillofasiyal morfoloji arasında önemli bir ilişki vardır.⁽³⁹⁾ Nasal septum deviasyonu, adenoid tonsillerin hipertrofisi, alerjik durumlar, solunum yolunu daraltan etkenlere bağlı ağız solunumu ortaya çıkabilir.⁽¹⁶⁾ Özellikle büyüme

gelişim döneminde yapılan ağız solunumu, dilin mandibulada konumlanması sonucu V şekilli maksiller arka, mandibulanın alçalmasına ve buna eşlik eden adenoid yüzün ortaya çıkmasına neden olur.⁽⁴⁰⁾

Süt dişi retansiyonu sebebiyle ektopik süren daimi dişler, yer darlıkları sonucu ortaya çıkan çapraşıklıklar, süt dişlerinde görülen erken temaslar posterior çapraz kapanış sebepleri arasındadır.⁽²¹⁾

Embriyonel aşamada dudak damak yarığı veya gelişim bozuklukları teratojenik etkilere bağlı olarak oluşabilir. Bu etkiler gebelik sırasında kullanılan ilaçlar, temas edilen kimyasallar, alkol ve sigara kullanımı, belirli viral enfeksiyonlar, radyasyon, stres, folik asit ve vitamin eksiklikleri gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir.^(4,41)

Dudak damak yarıklı hastalarda rekonstrüksiyon cerrahisi ardından meydana gelen skar dokusu, maksiller gelişimi engeller ve buna bağlı olarak posterior çapraz kapanış meydana gelir.⁽⁴²⁾

2.2.3. Posterior Çapraz Kapanışın Teşhisi

Bu durumun doğru teşhisi, uygulanacak tedavi yöntemini doğrudan etkiler. Bunun nedeni, posterior çapraz kapanışın iskeletsel, dental ve fonksiyonel olmak üzere üç farklı çeşidinin olmasıdır. Tanı aşaması, genellikle yüzde asimetri varlığının tespiti ile başlar. Yüzdeki morfolojik farklılıklar, çenede benzer farklılıkların olma olasılığını artırır.^(43,44)

Klinik gözlemlerde, çapraz kapanışın doğru teşhisini yapmak için ilk aşama, çapraz kapanışın fonksiyonel olup olmadığını tespit etmektir. Fonksiyonel çapraz kapanışın tespiti için, alt çene istirahat pozisyonundan kapanış pozisyonuna geçerken herhangi bir kayma olup olmadığı gözlemlenir.

İstirahat pozisyonunda orta hatlar hizalanmışsa, fakat kapanış sırasında çene bir yöne doğru kayma gösteriyorsa, buna fonksiyonel çapraz kapanış denir. İskeletsel çapraz kapanışta ise hem istirahat pozisyonunda hem de kapanış pozisyonunda alt çenenin aynı tarafta olması beklenir.

Çapraz kapanış fonksiyonel değilse, iskeletsel veya dental olduğu belirlenmelidir. Dental posterior çapraz kapanışta, çenelerin bazal kaideleri birbirleriyle uyumludur fakat dişlerin bukkolingual eğimleri ve pozisyonları çapraz kapanış meydana getirir.

İskeletsel çapraz kapanışta, üst çenede derin damak kubbesi, gülümsemede görülen karanlık alanlar dikkat çeker. Dişler, bu durumu maskelemek için üst çenede bukkal yönde, alt çenede ise lingual yönde eğilebilir.^(45,47) Bu durumların teşhisi genellikle alçı modeller ve anteroposterior filmler kullanılarak yapılır. Alçı modeller üzerinde dişlerin pozisyonları, çapraşıklıkları ve alveol kemikle olan ilişkiler incelenir. Howes model analiziyle bazal kemik kaidesinin yetersizliği belirlenebilir.⁽⁴⁴⁾

Ağız içi muayenede görülen çapraz kapanış, modeller sagittal olarak doğru konumlandırıldığında kaybolursa, göreceli posterior çapraz kapanıştan bahsedilebilir.⁽²⁾ Alt çenenin ve kondillerin asimetrisi, anteroposterior filmler kullanılarak tespit edilebilir.

Posterior çapraz kapanışın tedavi yöntemi ve uygun apareylerin seçimi, posterior çapraz kapanışın sınıfı, şiddeti, hastanın tedaviye uyumu, yaş faktörü ve etiyolojik faktörler gibi bir dizi önemli faktör dikkate alınarak belirlenmelidir.

Posterior çapraz kapanışın büyüme ve gelişimle kendiliğinden düzelebileceğini gösteren araştırmalar mevcuttur. Thilander ve ark. tarafından 28 çocuk üzerinde yapılan bir gözlemsel çalışmada, 6 çocukta çapraz kapanışın kendiliğinden normale döndüğü bulunmuştur.⁽²⁹⁾

Benzer şekilde, Kurol ve Berglund tarafından 20 çocuk üzerinde yapılan bir çalışmada, 9 çocuğun tedavi edilmeden çapraz kapanışlarının kendiliğinden düzeldiği görülmüştür.⁽³⁰⁾

Ancak, Silva Filho ve Dutra, hastaların birçoğunda çapraz kapanışın kendiliğinden düzelemeyebileceğini ve bu nedenle tedavi edilmeleri gerektiğini savunmaktadır.^(45,46)

Farklı etiyolojik faktörlere bağlı çeşitli tedavi yaklaşımları mevcuttur. Örneğin; parmak emme, emzik emme gibi alışkanlıklar nedeniyle oluşan bir posterior çapraz kapanış durumunda, öncelikle alışkanlığın ortadan kaldırılması gerekmektedir. Alışkanlık devam ettiğinde, tedavinin kalıcılığı mümkün olmayabilir.⁽⁴⁷⁾

Uzun süre emzik kullanan hastalarda da posterior çapraz kapanış görülme olasılığı yüksektir. Ancak, emzik kullanımı daimi dişlerin sürmesinden önce bırakılmışsa genellikle kalıcı bir maloklüzyon görülmez.⁽¹⁸⁾

Ayrıca Larsson, 2-3 yaşlarında emzik kullanan çocuklarda, köpek dişler bölgesinde prematür kontaklar varsa, ebeveynlere emzik kullanım sürelerini azaltmaları konusunda bilgi verilmesi gerektiğini belirtmiştir.⁽⁴⁸⁾

Süt ve karma dentisyonda prematür kontaklar nedeniyle oluşan fonksiyonel posterior çapraz varlığında, alt çenede kayma miktarı azsa, dişlerin prematür kontakt noktalarından mölleme yapılabilir. Bu sayede dişlerde eğik düzlem olarak görev alan alanlar oluşturulur ve alt çene doğru konuma yönlendirilmiş olur.^(43,44)

Möllemeye ilaveten, alt çeneyi sentrik ilişki pozisyonuna yönlendiren egzersizler de önerilebilir.⁽⁴⁶⁾ Möllemeye giderilemeyecek fonksiyonel çapraz kapanış durumlarında, simetrik olarak üst çene genişletilmesi yapılmalıdır.⁽²⁾

2.2.4. Yavaş Üst Çene Genişletmesi

Yavaş üst çene genişletmesinin, süturların direnci 900 gr. 'lık kuvvetle kırılmadığından ortodontik etkisi fazla, ortopedik etkisi azdır.^(4,49) Bununla birlikte süt ve karma dentisyon döneminde uygulandığında süturlarda da açılma meydana gelebilmektedir. Bu sayede hem ortopedik hem de ortodontik etki elde edilebilir.^(18,50)

Minne apareyi, Quadheliks apareyi, W ark apareyi, Ni-Ti genişletme apareyi, magnetli ve vidalı genişletme apareyleri yavaş üst çene genişletmesi için kullanılan apareylerdendir.⁽⁵¹⁾ Bu tedavi 2 ila 6 ay arasında sürmektedir ve ortalama 450-900 gr arasında bir kuvvet uygulanmaktadır.^(4,49)

Bell, 1982 yılında yavaş üst çene genişletmesinin daha az travmatik oluşu ve doku bütünlüğünü koruması nedeniyle nüks miktarının daha az olduğunu savunmuştur.⁽⁵²⁾

Storey bu fikri destekler şekilde, yavaş üst çene genişletmesinin biyolojik uyumunun daha iyi olduğunu, ankraj dişlerde daha az tipping olduğunu, daha az rezidüel yük biriktiğini söylemiştir.⁽⁵³⁾

Mew, yavaş üst çene genişletmesiyle haftalık 1/3 mm genişlik elde etmeyi amaçlamıştır.⁽⁵⁴⁾

Storey, kemiğin adaptasyonu için haftalık 0,5 ila 1 mm arasında bir genişletme elde etmenin daha olumlu sonuç vereceğini belirtmiştir.⁽⁵³⁾ Yavaş üst çene genişletmesi sonrasında ortalama 3 ay süre retansiyon ile stabilizasyon sağlanmaktadır.^(56,58,59)

2.2.5. Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Embriyolojik dönemde bilateral olarak gelişmeye başlayan ve median palatal sutureda birleşen premaxilla ve palatal kemiklerin, suturedan uygulanan kuvvetle hızlı bir şekilde ayrılmasıyla elde edilen genişletmeye hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) denir.⁽⁵⁵⁾ Bu yöntemle median palatal sutureda ayrılmayla birlikte ortopedik etki, dişlerde ve alveolar kemikte meydana gelen bukkale devrilme ile ortodontik etki oluşur. Amaç, ortodontik etki için gereken kuvvetten daha yüksek kuvvet uygulanmasıyla daha çok ortopedik etki ve daha az ortodontik etki oluşturmaktır.^(4,5)

Tarihçe

Hızlı üst çene genişletmesi ilk olarak Emerson C. Angell tarafından lateral ve küçük azı dişleri ektopik olan 14 yaşında bir kız hastaya uygulanmıştır. Uygulanan aparey, küçük azılar hizasında vida bulunan, altından imal edilmiş bir apareydir. Median palatal suturen ayrılmasıyla üst arkta genişletme elde edildiğini bildiren bu ilk çalışma, Dental Cosmos'da 1860 yılında yayınlanmıştır.⁽¹⁵⁾

Angell tedaviyi 14 gün süreyle günlük 2 aktivasyonla uygulamıştır. Bu tedavi sonucunda 14 günde yaklaşık 7,5 mm genişletme meydana gelmiştir. Tedavi sırasında Angell'ın gözlemlediği ilk klinik değişiklikler; üst keserlerde geçici mobilite, orta hatta diastema ve palatal mukozada renk değişimidir.⁽⁵⁶⁾ Ayrıca orta hatta oluşan diastemanın median palatal sutureda ayrılmaya işaret ettiğini, çapraz kapanışta olan keser dişin öne geldiğini rapor etmiştir.⁽¹⁵⁾

Angell'ın bu tedaviyi uyguladığı dönemde röntgen olmadığından, median palatal sutureda meydana gelen açılma ispat edilememiş ve bazı isimlerden eleştiriler gelmiştir.^(57,58)

Röntgenin gelişimiyle Landsberger, HÜÇG sonucu median palatal sutureda meydana gelen açılmayı 1909'da ispatlamıştır.⁽⁵⁹⁾ Buna karşın, Hawley ve Ketcham gibi araştırmacılar bu yöntemin olanaksız olduğunu savunmuştur.

Sonraki dönemde bu yöntemle ilgili olumsuz görüşler yaygınlaşmış, çekimli tedavilerin popülerleşmesiyle de HÜÇG, 1940'lı yıllara dek yeniden gündeme gelmemiştir.^(60,61)

Graber, 1940'lı yıllarda dudak damak yarıklı hastalarda HÜÇG uyguladığını bildirmiştir.⁽⁶²⁾

Debbane, HÜÇG'nin kedilerde sebep olduğu histolojik ve sefalometrik değişiklikleri araştırmıştır.⁽⁶³⁾ Daha sonra Krebs, HÜÇG'nin sonuçlarını implant yardımıyla incelemiştir.⁽⁶⁴⁾

1956 yılında Illinois Üniversitesi'nde verdiği seminerde Korkhaus, HÜÇG yaptığı hastaları sefalometrik verileriyle birlikte göstermiştir.⁽²⁰⁾ Bu seminerden etkilenen Haas, konuyla ilgili birçok çalışma yapmış, yeni bir aparey tasarlamış ve HÜÇG'yi yeniden tanıtmıştır. Bu aparey, birinci büyük azı ve küçük azıların bantlandığı, akril ve çeliğin kullanıldığı diş ve doku destekli bir apareydir.⁽²⁰⁾

Haas, apareyini domuzlarda yaptığı histolojik bir çalışma ile tanıtmıştır. Akrilik plağın kapladığı alan sayesinde, kuvvetin sert ve yumuşak dokulara yayılmasıyla dişlerde daha az devrilmeye neden olduğunu savunmuştur. Ek olarak, burun boşluğunda meydana gelen genişlemeyle solunumun da olumlu yönde etkileneceğini ileri sürmüştür.^(5,20)

Daha sonra Biedermann tarafından tasarlanan Hyrax apareyinde, çelik kollar ile üst birinci büyük azı ve birinci küçük azıların bantlarına lehimlenmiş bir genişletme vidası bulunmaktadır.^(65,66) Haas apareyine göre temizlenmesi daha kolay olan, daha az irritasyona yol açan Hyrax apareyinin hem anterior hem de posterior bölgede çapraz kapanış tedavisinde kullanılabildiği bildirilmiştir.

1964'te Starnbach ve Cleall, maymunlarda HÜÇG'nin periodontal dokulara etkilerini incelemişlerdir.⁽⁶⁷⁾ Hücrel aktivitenin en fazla olduğu bölgenin nazal sütur olduğunu tespit etmişlerdir. Ek olarak alveolar kemikte basınç tarafında rezorpsiyon olduğunu bildirmişlerdir.

1964 yılında Isaacson ve Murphy, dudak damak yarıklı hastalarda HÜÇG yaparak, posterior çapraz kapanışın giderilmesini sağlamışlardır.⁽⁶⁸⁾

Cleall ve ark., vidalı akrilik bir HÜÇG apareyini Rhesus maymunlarına uygulamış, median palatal sutureda meydana gelen değişiklikleri radyolojik ve histolojik olarak incelemişlerdir. Suturedaki ayrılmayı radyolojik olarak, immatür fibröz dokuyu histolojik olarak tespit etmişlerdir.⁽⁶⁹⁾

1966'da HÜÇG sonucunda meydana gelen median palatal suturedaki ayrılma ile, en çok nazal sutureda ve devamında maksillozigomatik suture, zigomatikotemporal sutureda olmak üzere yüksek hücresel aktivite olduğu bildirilmiştir.⁽⁷⁰⁾

Wertz, üst çene yetersizliğinin görüldüğü vakalarda HÜÇG uygulanmasını önermiştir.⁽⁷¹⁾

1975 yılında Lines, erişkinlerde yüz kemikleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerinden kaynaklanan dirençleri azaltmak gerektiğini düşünerek HÜÇG yapılacak hastalarda maksiller osteotomi yapılmasını ilk kez öneren isim olmuştur.⁽⁷²⁾

Günümüze kadar olan süreçte birçok farklı tipte HÜÇG apareyi tasarlanmıştır. Bu yapılan çalışmalar farklı tedavi planlarını mümkün kılmıştır ve vakaya en uygun aparey tipine karar verilebilmesini sağlamıştır.

HÜÇG tedavisi ortodontistler tarafından en sık uygulanan tedavi yöntemlerinden biridir ve bizim çalışmamız gibi birçok çalışmaya konu olmayı sürdürmektedir.

HÜÇG Endikasyonları

- İskeletsel ve/veya dental maksiller darlık veya mandibular genişlik sonucunda ortaya çıkan birden fazla dişi içeren tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış olgularında,⁽⁴⁾
- Maksiller ve mandibular küçük azılar ve büyük azılar arası genişlik farkının 4 mm ve daha fazla olduğu olgularda,⁽⁴⁾
- Maksiller kollaps gözlenen dudak-damak yarıklı olgularda,⁽⁴⁾
- Orta şiddette maksiller çapraşıklık olan sınır vakalarda,⁽⁴⁾
- Burun solunumuna katkı sağlamak amacıyla nazal havayolu direncini azaltmak için,^(23,73)
- Ortognatik cerrahi öncesinde,⁽²³⁾
- Fonksiyonel çene ortopedisi öncesinde,⁽²³⁾

- Sınıf III vakalarda yüz maskesiyle birlikte, sirkümmaksiller süturların immobilizasyonunda,^(23,74,75)
- Gülümseme sırasında geniş bukkal koridorları olan bireylerde bu alanın daraltılması amacıyla,⁽⁷⁶⁾
- Asimetrik kondiler pozisyonu olan olgularda,⁽⁵²⁾
- Sınıf II vakaların karışık dişlenme döneminde spontan düzeltilmesinde,⁽⁷⁶⁾
- Maksiller posterior dişlerin inklinasyonlarının düzeltilmesinde,⁽⁷⁷⁾
- Sagittal yönde düzeltilecek olan malokluzyonun posteriordaki bukkolingual ilişkiyi bozacağı durumlarda önlem amacıyla⁽⁴⁾ HÜÇG kullanılır.

HÜÇG Kontrendikasyonları

- Tek dişte çapraz kapanış varsa,
- Median palatal sütur kaynaşmışsa,
- Nonkoopere hastalarda,
- Mandibular düzlem açısının aşırı yüksek olduğu, konveks profilli anterior open-bite olgularında,
- Anteroposterior ve vertikal yönde şiddetli iskeletsel sapma olan olgularda,
- Maksiller/mandibular iskeletsel asimetrisi olan olgularda HÜÇG kontrendikedir.^(4,14)

HÜÇG'nin İskeletsel Etkileri

HÜÇG ile median palatal suture 0,9-4,5 kg. kuvvet uygulanır ve bu kuvvetler birikerek 9 kg'a kadar ulaşabilir. Bu şiddetli kuvvetler ortodontik hareket için gereken kuvvet limitinin üzerindedir ve ortopedik etkiler doğurur. Bunun sonucunda haftada ortalama 3 mm veya daha fazla genişletme yapılabilir. ^(4,54,78,79)

Hayvan çalışmalarında yapılan incelemelere göre vida çevrildikçe meydana gelen en büyük etki, alveolar kemikte oluşan lateral yönde eğilmelerdir. Bunu median palatal sutureda açılma takip eder. Sutureda meydana gelen bu defekt yeni kemik oluşumuyla tamir edilir. ^(5,20,80)

Üst çene, kraniyofasiyal sistemde on kemikle süturlar aracılığıyla ilişki içindedir. ^(81,82) Bu süturların, HÜÇG ile oluşan ortopedik kuvvetlerden önemli düzeyde etkilendiği bildirilmiştir. ⁽⁸³⁾ Bu nedenle bu kuvvetlerin sadece median palatal suturea değil,

zigomatikomaksiller stura, zigomatikotemporal stura, nasal stura da etkileri olduğu bildirilmiştir.⁽⁷⁰⁾

Median palatal süturda oluşan açılma horizontal düzlemde incelendiğinde, anterior bölgede posterior bölgeden daha fazla olduğu grlmştir. Okluzal röntgenler incelendiğinde tepesi posteriorda tabanı anteriorda olmak üzere üçgen şeklinde bir açılma görülür.^(71,80)

Bu açılmanın anterior ve posterior bölgede eşit olmamasının nedeni, maksillanın posteriorda birçok kemikle bağlantısı olmasıdır. Bu kemik bağlantıları maksiller genişlemeye direnç gösterir. Bu noktalar arasında en fazla direnç gösteren yerler; apertura piriformis, zigomatik krest, pterigoid birleşimdir.⁽⁸⁴⁾ Posterior bölgede direncin fazla olmasından kaynaklı oluşan bu etkiye butressing etkisi denir.⁽⁸⁵⁾

Bu etki sonucunda A noktasının 1-2 mm anteriora geldiği belirtilmiştir.⁽¹⁸⁾ Oluşan açılma frontal düzlemde incelendiğinde, rotasyon merkezi frontomaksiller süturda, tabanı keser dişler bölgesinde tepesi anterior nazal spinada olacak şekilde yine üçgen şeklinde olduğu grlmştir.⁽⁷¹⁾

Frontal düzlemde, nazal kavitede oluşan açılma alveolar bölgede oluşan açılmanın %46'sı kadar, anterior nazal spinada oluşan açılma ise yine alveolar bölgede oluşan açılmanın %56'sı kadar olduğu belirtilmiştir.⁽⁸⁶⁾

Sagittal düzlemde ise üst çenede ne ve aşağı yönlü bir hareket gözlenir.⁽²⁰⁾ Bazı araştırcılara göre ne hareket daha belirgin,^(79,84) bazı araştırcılara göre aşağı yönde hareket daha belirgindir.⁽⁸⁷⁾ Sagittal yönde bu hareketin, büyüme ve gelişim döneminde meydana gelen üst çenenin sütural büyümesini taklit ettiği bildirilmiştir.^(5,68)

Chang tarafından yapılan araştırmaya göre, en az altı yıl takip edilmiş HG uygulanmış hastalarda, üst çenede kayda değer bir sagittal ve vertikal yönde hareket bulunmamıştır.⁽⁸⁸⁾ Bununla birlikte bazı araştırcılar, üst çenenin sagittal yönde hareketinin olmadığını, yalnız aşağı doğru hareket ettiğini bununla birlikte palatal düzlemde posterior (aşağı-geri) yönde rotasyon meydana geldiğini bildirmişlerdir.⁽⁴⁵⁾

Biederman'a göre ise, bu hareket yönünün belirleyicisi rotasyon merkezleridir. Biederman, üst çenede tek rotasyon merkezi olursa A noktasının posteriora hareket edeceğini, çift rotasyon merkezi olursa anteriora hareket edeceğini söylemiştir.⁽⁶⁶⁾

Üst çenenin aşağı doğru hareketi ve posterior dişlerin palatinal tüberküllerinde meydana gelen sarkma sonucu alt çenede posterior rotasyon oluşur. Buna bağlı olarak kapanış açılacağından bu sonuç, alt yüz yüksekliği azalmış hipodiverjan hastalarda istenen bir durum iken, alt yüz yüksekliği artmış hiperdiverjan hastalarda açık kapanış meydana getirme riskinden dolayı istenmeyen bir durumdur.^(4,66) Bu nedenle bu hastalarda posterior intrüzyon etkisinden dolayı bonded apareyler tercih edilir. Ayrıca tedavi bitiminde retansiyon aşamasında, günde 12-14 saat 250 gram kuvvet uygulayan oblik veya vertikal çenelik kullanılır.⁽⁸⁹⁾

HÜÇG, hava yolu direncinin azalmasına da katkıda bulunur. Median palatal süturun ayrılmasıyla nazal kavitede genişleme meydana gelmektedir.^(20,90) Yapılan bir çalışmada, HÜÇG uygulanan hastalarda 4 ay sonra nazal kavitenin alt üçlüsünde belirgin bir genişleme bulunmuştur.⁽⁹¹⁾ Bu genişleme sonucunda nazal hava yolu direnci azaldığından HÜÇG tedavisi sonucunda hastalarda solunumun kolaylaştığı bildirilmiştir.^(20,92)

HÜÇG'nin Dental Etkileri

HÜÇG sonrası meydana gelen dental etkilerden biri de median palatal süturun açılmasıyla üst keser dişler arasında oluşan diastemadır.^(4,5,66)

Haas, bu açılmanın miktarının vida aktivasyonu ile meydana gelen sütural açılmanın yarısı kadar olduğunu bildirmiştir.⁽⁵⁾ Bazı araştırmacılar meydana gelen bu diastemanın miktarının ortalama 2,98 mm olduğunu bildirmişlerdir.⁽⁹³⁾ Oluşan bu diastema geçicidir ve transseptal liflerin gerilimiyle hızla kapanır. İlk aşamada keser dişlerin devrilmesiyle kontakt sağlanırken, ikinci aşamada yaklaşık 4 aylık bir süre içerisinde kökler düzleşir.^(4,5)

HÜÇG'de sütural genişlemeyle birlikte dental genişleme de gözlenir. Bu genişleme sütural genişlemenin aksine, maksillada posteriora doğru gidildikçe artar. Köpek dişleri arası genişlik artışı, büyük azı dişleri arası genişlik artışının yaklaşık yarısıdır. Ankraj alınan dişlerde 1-24 derecelik devrilmeler meydana gelir.⁽⁸⁶⁾

Meydana gelen bir diğerk önemli değişiklik ise toplam ark uzunluğunda meydana gelen uzamadır. Bazı araştırıcılar bu uzamanın yaklaşık olarak üst çenede sağlanan genişleme kadar olduğunu bildirmişlerdir.⁽⁹⁴⁾

Adkins ve ark. yaptıkları çalışmada, HÜÇG sonrası elde edilen uzama miktarının, küçük azı dişler arası genişleme miktarının 0,7 katı olduğunu belirtmiştir.⁽⁹⁵⁾

Geran ve ark., elde edilen toplam uzama miktarının ortalama 4 mm olduğu bildirilmiştir.⁽⁹⁶⁾

Bir başka çalışmada ise, köpek dişleri arası genişlikte 5-5,3 mm büyük azı dişleri arası genişlikte 6-6,75 mm artış olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte üst çenede posterior dişlerde 0,5 mm kadar ekstrüzyon olduğu ve overjette yaklaşık 1,3 mm artış gözleendiği bildirilmiştir.⁽⁹³⁾

HÜÇG ile oluşan bir diğerk sonucun üst keser dişlerde protrüzyon olduğu bildirilmiştir.⁽²⁶⁾

HÜÇG sonrası üst çenedeki dişlere paralel olarak alt çenedeki dişlerde de bir miktar genişleme tespit edilmiştir.⁽⁵⁾ Bunun sebebi olarak, damakta bulunan aparey sebebiyle dilin normal konumundan daha aşağıda konumlanması ve üst çenedeki genişlemenin etkisiyle buksinatör kasın alt dişler üzerindeki baskısının azalmasıdır.⁽⁹⁷⁾

HÜÇG'nin Yumuşak Dokuya Etkileri

HÜÇG'nin yumuşak dokularda oluşturduğu etkilerle ilgili literatürde kısıtlı sayıda çalışma vardır. HÜÇG ile burun ucu, yumuşak doku A noktası, üst çene ve alt çene keser dişlerin anteriora hareket ettiği bildirilmiştir. Bununla birlikte orta ve alt yüz yüksekliklerinde artma gözlenmiştir.⁽⁹⁰⁾

Bir başka çalışmada dijital fotoğraflar üzerinden yapılan ölçümlerde, HÜÇG boyunca burun uzunluğunda ortalama 0,7 mm kadar azalma meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca genişletme boyunca üst dudak uzunluğunda 1 mm kadar artış görülmüştür.⁽⁹⁸⁾

HÜÇG'de Kullanılan Apareyler

HÜÇG'de kullanılan apareyler 1860 yılında Angell tarafından uygulanan ilk apareyden günümüze dek birçok şekilde tasarlanmıştır. Bu apareyler banded, bonded

ve kemik destekli apareyler olarak üçe ayrılabilir. Yapılan değişiklikler, kuvveti uygulayan ve kuvvetin iletildiği bölümler üzerinedir. Günümüz teknolojisinde minividalara sayesinde kemik destekli HÜÇG apareyleri de tasarlanmaktadır.

Banded apareylere; Haas apareyi, Hyrax apareyi, nikel titanyum üst çene genişletme apareyi örnek olarak verilebilir.

Bonded apareylere ise; akrilik cap splint apareyi, fan-type genişletme apareyi, kemik destekli HÜÇG apareyleri örnek olarak verilebilir.

Haas Apareyi

Bu diş doku destekli banded aparey, Haas tarafından 1960 yılında tasarlanmıştır. Akrilik parçadan uzanan teller, ankraj alınan dişler olan birinci büyük azı ve birinci küçük azılarda bulunan bantlara lehimlidir. Bu sayede de aparey dişlerden destek alır.

Median palatal suture paralel yerleştirilen vida, akriliğe gömülmüştür. Bu akrilik parça damağa oturduğundan aparey dokudan da destek alır. Bu sayede kuvvet yalnızca dişlere değil akriliğin oturduğu dokulara da yayıldığından dişler üzerinde istenmeyen devrilme hareketi azalır.

Kuvvetin bir bütün olarak maksillanın hem iskeletsel hem de dentoalveolar yapılarına iletilmesiyle daha paralel bir genişletme sağlandığı bildirilmiştir.⁽⁹⁹⁾

Bu apareyin ortopedik etkisi Hyrax apareyine kıyasla daha fazladır. Bu apareyle birlikte Haas, nazal kavite tabanının aşağı hareket ettiğini ve solunumun kolaylaşacağını iddia etmiştir.^(5,20)

Damakta oturan akrilik parça nedeniyle palatal doku enflamasyonu bu apareyle ilgili en sık rapor edilen komplikasyondur.⁽¹⁰⁰⁾

Hyrax Apareyi

Biedermann tarafından tasarlanan bu diş destekli banded aparey, sadece metal parçalardan oluşur. Akrilik bir parça olmadığından mukozaya temasının bulunmaması ve metal parçaların temizliğinin daha kolay olması nedeniyle daha hijyenik bir apareydir.

Ankraj alınan dişler olan birinci küçük azı ve birinci büyük azı dişlere bant yerleştirilir. Bu bantlara genişletme vidası lehimlenmiştir. Damakta hacimli bir akrilik parça olmadığından konuşmaya etkisi Haas apareyine kıyasla daha azdır.^(26,101,102)

Hyrax apareyinin negatif yanı, Haas apareyine göre daha esnek olması sebebiyle dişlerde devrilmenin daha çok olması, sütural açılmanın ise daha az olmasıdır.⁽¹⁰⁰⁾

Hafif/orta derecede yer darlığı olan, geç karma dişlenme ve erken daimi dişlenme döneminde olan hastalarda Hyrax apareyinin tercih edilmesi tavsiye edilirken, orta derecede yer darlığı olan geç daimi dişlenme döneminde olan genç hastalarda ve şiddetli transversal darlığı olan erken daimi dişlenme döneminde olan hastalarda Haas apareyinin kullanılması tavsiye edilir.⁽¹⁰⁰⁾

Nikel Titanyum Üst Çene Genişletme Apareyi

Arndt tarafından tasarlanmış olan bu banded aparey, büyük azı dişlere takılmış olan bantların palatinal tüplerine yerleştirilir. Uygulamadan önce soğutulan aparey ağız ortamında ısınarak aktive olur ve şekil hafızası nedeniyle eski halini almaya çalışır. Bunun sonucunda 180-300 g civarı kuvvet oluşturur.^(108,109)

Cap Splint Apareyi

Timms tarafından tasarlanan bu aparey, krom kobalt dökümden imal edilir ve üst santral keserler hariç tüm dişlerin oklüzal yüzeylerini ve insizal kenarlarını örter. Bu aparey zaman içinde yeniden tasarlanarak döküm yerine akrilikten imal edilmeye başlanmıştır.⁽¹⁴⁾

Akrilik Cap Splint Apareyi

Cohen ve Silverman tarafından tasarlanan bu bonded aparey, günümüze kadar çeşitli modifikasyonlarla yeniden tasarlanmıştır. Bonded akrilik cap splint olarak isimlendirilen tasarımda, posterior dişlerin üzeri akrilik ile kaplıdır.

Modifiye akrilik cap splint olarak isimlendirilen tasarımda ise, akrilik kısım tüm dişleri kapsar. Böylece daha çok dişten destek alınır ve sonucunda ortaya çıkan kuvvet daha çok diş tarafından karşılanır. Tüm dişleri örten akrilik, daha rijit bir yapı oluşturur ve böylece dişlerde görülen bukkale devrilme miktarı azalır. Bununla birlikte posterior

dişleri kaplayan akrilik kaide ısırma bloğu benzeri görev görür. Böylece üst çene genişletmesini kolaylaştırır ve vertikal kontrol sağlar.^(90,103)

Fan-type Genişletme Apareyi

Schellino ve ark. tarafından tasarlanan bu banded aparey, Ragno adı verilen bir vida içerir. Bu vidanın farkı, yelpaze formunda genişleme sağlamasıyla anteriorda daha fazla posteriorda daha az genişletme meydana gelmesidir.⁽¹⁰⁴⁾ Bu formdaki genişletmeye, fan-type genişletme denir. Yalnızca anteriorda genişletme istenen vakalarda standart genişletme vidası kullanılırsa genişletme sonrasında posteriorda meydana gelebilecek nüks, ek mekaniklerle önlenmeye çalışılır ve bu istenmeyen bir durumdur.^(2,44)

Fan-type genişletme apareyi kullanılan bir çalışmada, köpek dişleri arası genişlik 6 mm artarken, büyük azı dişleri arası genişlik 1 mm artmıştır.⁽⁸⁵⁾ Bu durum genişletmenin daha çok anteriorda istendiği durumlarda avantaj sağlar.

Kemik Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyi

Günümüzde geçici iskeletsel ankraj elemanlarında meydana gelen gelişmeler sonucunda geleneksel HÜÇG vakalarında oluşan istenmeyen yan etkilerin eliminasyonu için sadece kemikten ankraj alan apareyler geliştirilmiştir.⁽¹⁰⁵⁾

Geliştirilen bu apareylerde, palatinaya yapılan mini vidalar veya mini implantlar yardımıyla kuvveti doğrudan üst çeneye ve median palatal suture iletilir.^(106,107) Bu sayede geleneksel yöntemlerde görülen; ankraj dişlerdeki rezorpsiyon, devrilme, alveolar kemikte meydana gelen dehisens, periodontal hasar gibi yan etkiler azaltılmaya çalışılır.⁽¹⁰⁸⁾

Bu apareylerin negatif yanları ise pahalı olması, daha invaziv olması, daha yüksek enfeksiyon riski taşımasıdır.

Vida Çevirme Protokolü

Median palatal sutureda meydana gelen ayrılma sonrası günde 0,1 mm'lik kemik yapımı gerçekleşir.⁽⁵³⁾ Günlük genişletme miktarı günlük kemikleşme miktarından fazla olmalıdır. Yapılan bir çalışmada üst çene genişletmesinin maksillofasiyal bölgede önemli düzeyde deformasyon meydana getirdiği, bunun sonucunda uzun

vadede nükse sebep olabileceği bildirilmiştir.⁽⁸⁴⁾ Bu nedenle median palatal sutureda açılma meydana gelene kadar hızlı daha sonra yavaş genişletme yapılması önerilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak araştırmacılar tarafından çeşitli vida çevirme protokolleri önerilmiştir.

HÜÇG için kullanılan vidalar genellikle tavsiye edilen üzere biri sabah biri akşam olmak üzere günde 2 kez 1 çeyrek tur çevrilir ve her çevirmede 0,25 mm'lik genişletme sağlanır.^(4,45,71) Bunun sonucunda üst çeneye 1,5-4,5 kg kuvvet uygular.⁽²⁰⁾ Tekrarlayan vida aktivasyonlarıyla üst çeneye kümülatif olarak 9 kg'a kadar kuvvet iletilir.⁽⁷⁸⁾

Haas, apareyi ilk gün beşer dakika aralıklarla 4 çeyrek tur çevirerek aktive etmiştir. Daha sonraki günlerde biri sabah biri akşam olmak üzere günde 2 çeyrek tur çevrilmesini tavsiye etmiştir.⁽²⁰⁾

Zimring ve Isaacson, büyümesi devam eden hastalarda vidanın ilk 4-5 gün günde 2 çeyrek tur, sonraki günlerde günde bir çeyrek tur çevrilmesini tavsiye etmiştir. Yetişkinlerde ise artan iskeletsel ankrajdan dolayı ilk iki gün günde iki çeyrek tur, sonraki 5-7 günde bir çeyrek tur, kalan günlerde iki günde bir çeyrek tur çevrilmesini önermiştir.⁽⁷⁹⁾

Timms, gençlerde günde 2 çeyrek tur çevrilmesini önermiştir.⁽¹⁴⁾

Ceylan ve ark. ve Taşpınar ve ark. ise, median palatal sutureda açılma gözlenene dek günde 3 çeyrek tur, açılmadan sonra günde 2 çeyrek tur çevrilmesini tavsiye etmiştir.^(109,110)

Tecco ve ark., ilk gün 4 çeyrek tur sonraki günlerde günde 1 çeyrek tur çevirmişlerdir.⁽¹¹¹⁾

Biedermann ise vidayı ilk gün 5 veya 10 dakikalık aralıklarla 3 çeyrek tur, takip eden günlerde günde 2 çeyrek tur çevirmiştir.⁽⁶⁶⁾

Sander ve ark., HÜÇG sonucu meydana gelen kök rezorpsiyonunun vidanın aktivasyonu ile oluşan kuvvetten çok tedavi süresi ile ilgili olduğunu belirtmiş, bu sebeple vidanın günde en az 5 çeyrek tur çevrilmesini önermiştir.⁽¹¹²⁾

Wichelhaus ve ark., hafızalı genişletme vidasıyla yaptığı tedavilerde, vida aktivasyonunu sabah, öğle ve akşam olmak üzere toplam 6 çeyrek tur olarak yapmıştır.⁽¹¹³⁾

İşeri ve ark., yaptıkları sonlu eleman analizlerinde HÜÇG'nin maksillofasiyal bölgedeki kemiklerde ciddi miktarda deformasyona sebep olduğunu ve stres birikimine yol açtığını bildirmiş, bunun sonucunda bu tedavilerin uzun vadede nüksle sonuçlanacağını belirtmiştir. Bu durumdan yola çıkarak vidayı median palatal sütür açılana kadar günde 2 çeyrek tur, açıldıktan sonra ise haftada 3 çeyrek tur çevirmiştir. Bu işleme “yarı hızlı üst çene genişletmesi” adını vermişlerdir.⁽¹¹⁴⁾

HÜÇG'nin Miktarının Belirlenmesi

Üst çenenin en çok ne kadar genişletilebileceği sorusu henüz kesin olarak cevaplanamamış olsa da hastalara ve maloklüzyon durumuna göre üst sınırın 10-12 mm olması gerektiği belirtilmiştir. Bu miktarın üzerinde genişletme yapılması gereken durumlarda, ilk etapta genişletme sonrasında 3-6 ay kadar retansiyon uygulanması ve ardından tekrar ikinci bir genişletme yapılması önerilmiştir. Diğer bir öneri ise bu durumlarda cerrahi müdahalenin uygulanmasıdır.⁽⁴⁾

Gerekli genişletme miktarının belirlenmesinde en çok kullanılan analiz ise Howes Modeli Analizidir. Bu analizde dişler ve apikal kemik kaidesi arasındaki ilişki incelenir. Normal bir oklüzyonda birinci küçük azılar arasındaki genişlik, apikal kemik kaidesi genişliğine eşit veya ondan küçük olmalıdır. Küçük azılar arasındaki genişliğin apikal kemik kaidesi genişliğinden geniş olduğu ve dişlerin eksen eğimlerinin bukkale doğru olduğu durumlarda HÜÇG, apikal kemik kaidesi genişliğinin küçük azılar arasındaki genişlikten fazla olduğu ve dişlerin eksen eğimlerinin palatinal eğimli olduğu durumlarda ise yavaş üst çene genişletmesi önerilir.⁽¹¹⁵⁾

Bir başka yöntem Staley ve ark. tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde, alt birinci büyük azı dişlerin bukkal oluklarının diş etine en yakın noktaları arasındaki mesafe ölçülür. Üst birinci büyük azı dişlerin de meziobukkal tüberkülleri arasındaki mesafe ölçülür. Üst arkta elde edilen sonuçtan, alt arkta elde edilen sonuç çıkarılır. Bu mesafe farkının, erkeklerde ortalama +1,6 mm ve kadınlarda +1,2 mm olduğu belirtilmiştir. Buna ek olarak gerekli genişletmeden 2-4 mm fazla ilave genişletme yapılmasının nüks riski yönünden yararlı olduğu bildirilmiştir.⁽¹¹⁶⁾

Üst çene genişletmesinin maksimum 10-12 mm yapılabileceği belirtilmiştir. Eğer daha fazla genişletme gerekiyorsa, cerrahi destekli ortodonti ile multidisipliner bir tedavi planlanmalıdır.⁽¹¹⁶⁾

Wertz, HÜÇG sonrası alveolar proseslerde biriken rezidüel kuvvetler ⁽¹¹⁷⁾ ve yumuşak doku direnci nedeniyle, üst posterior dişlerde dikleşme eğilimi olduğundan, 2-3 mm aşırı düzeltme yapılmasını tavsiye etmiştir.⁽¹¹⁸⁾

Nüksü telafi etmek adına üst dişlerin palatinal tüberkülleri, alt dişlerin bukkal tüberkülleriyle aynı hizaya gelene dek genişletme önerilir.⁽¹⁴⁾

HÜÇG'nin Tedavi Zamanlaması

Median palatal sütur diğer bütün kafa kemiği süturları gibi ilerleyen yaşla beraber daha kıvrımlı bir hale gelir. 10 yaşa kadar neredeyse tüm genişletme apareyleri median palatal süturu açabilir. Ergenlik dönemi ve sonrasında, birbiri içine geçmiş süturu açmak daha ağır kuvvetler gerektirir.⁽¹¹⁹⁾

Çalışmalar, hastanın büyüme ve gelişim döneminin hangi evresinde olduğunun, genişletme sonucunda elde edilen dişsel ve iskeletsel değişiklik miktarını etkilediğini kanıtlamıştır.

Bell, pubertal büyüme atılımını geçmiş hastalarda median palatal süturda açılmanın daha genç hastalara göre zor olduğunu ve genişletme için en uygun vaktin pubertal büyüme atılımı öncesinde veya atılım boyunca olduğunu bildirmiştir. Erken dönemde yapılan tedavi, median palatal süturun normal kapanma modelinin sağlanması, gelişmekte olan oklüzyonun yeniden yapılandırılması ve aktif büyümeden faydalanmak adına yararlıdır.⁽⁵²⁾

Bir başka çalışmada ise, HÜÇG'nin süt dişlenmeyi de dahil ederek en erken dönemde tedavi edilmesi tavsiye edilmiştir.⁽⁴⁵⁾

Baccetti ve ark., servikal vertebra maturasyonunun farklı döneminde olan hastaları incelemiş, pubertal büyüme atılımı başlamamış hastalarda HÜÇG sonucunda median palatal süturda ortalama 3 mm genişleme sağlarken, pubertal büyüme atılımı sona erdikten sonra uygulanan HÜÇG sonucunda median palatal süturda ortalama 0,9 mm genişletme elde edilmiştir. Sonuçlar, puberte öncesi tedavi gören bireylerde uzun

dönemde daha çok iskeletsel etki elde edilirken, puberte sonrası tedavi gören bireylerde daha çok dişsel etki elde edildiğini göstermiştir.⁽¹²⁰⁾

Zimring ve Isaacson, HÜÇG sonucunda meydana gelen kuvvetleri incelemiş, yaşı artması ile iskeletsel yapının HÜÇG'ye karşı gösterdiği direnci arttırdığını bildirmiştir.⁽⁷⁹⁾

Yapılan başka bir çalışmada HÜÇG'nin karma ve daimi dişlenme döneminde oluşturduğu etkiler karşılaştırılmış, erken dönemde gözlenen ortopedik etkinin beklenenden daha az olduğu görülmüştür. Bu sebeple HÜÇG için erken daimi dişlenme dönemine dek beklemek tavsiye edilmiştir.⁽¹²¹⁾

Bishara ve Staley, genişletme için en avantajlı yaşların 13-15 yaş öncesi olduğunu bildirmiş, yaşı daha büyük olan hastalarda da HÜÇG'nin mümkün olduğunu ancak elde edilecek sonuçların stabil olmayacağını belirtmiştir.⁽⁴⁾

Epker ve Walford, 16 yaşından sonra,⁽¹²²⁾ Mossaz ve ark. ise hayatın 2.dekadından sonra yapılacak HÜÇG için cerrahi destek tavsiye etmiştir.⁽¹²³⁾

Alpern ve Yurosko ise, cerrahi destekli HÜÇG endikasyonu için cinsiyetin de önemli bir rol oynadığını belirtmiş, 20 yaşından büyük kadın ve 25 yaşından büyük erkek hastalarda cerrahi destek önermiştir.⁽¹¹⁰⁾

HÜÇG'de Retansiyon

Ortodontik tedavide yaşanan en önemli problemlerden biri, tedavi sonunda elde edilen sonuçların nüks etme yani nüks eğiliminde olmasıdır. HÜÇG iki aşamadan oluşur. İlk aşama, süturda oluşturulan ayrılma ile üst çenenin genişletilmesi, ikinci aşama ise median palatal süturdaki reorganizasyon ve kalsifikasyondur.^(20,87)

HÜÇG ardından meydana gelen dişsel ve iskeletsel nüks; pekiştirme sürecinde yetersiz kemik formasyonu, süturlarda oluşan rezidüel kuvvetler, süturların deformasyona karşı direnci, çevre yumuşak doku ve bukkal kas yapısı, gerilmiş mukoperiosteum kaynaklı gelişir.^(68,79,117,124-126)

Nüksü etkileyen faktörler; genişletme hızı, aparey tasarımı, retansiyon periyodu, hastanın yaşı, hastanın kooperasyonu, median palatal sütur ve komşu dokuların cevabı, yumuşak dokuların reorganizasyonudur.^(68,79,103)

Hicks, nüksün uygulanan retansiyon metoduyla yakından ilişkili olduğunu belirtmiş, sabit retansiyon apareyleriyle %10-23 oranında, hareketli retansiyon apareyleriyle %22-25 oranında nüks meydana geldiğini bildirmiştir. Retansiyon apareyi uygulanmadığında ise %45 oranında nüks görüldüğünü belirtmiştir.⁽⁵⁰⁾

HÜÇG uygulanmış hastalarda yaş arttıkça, yan etkilerin, başarısızlık oranının ve nüksün arttığı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.^(71,127,128) Bu konuda bildirilen bir görüşe göre, artan yaşla median palatal süturda kalsifikasyonun artmasıyla HÜÇG için uygulanan kuvvetlere karşı daha yüksek düzeyde bir direnç oluşur.⁽¹²⁹⁻¹³²⁾

Retansiyonun yetersiz yapılması iskeletsel nüksle sonuçlanır. Bu nedenle HÜÇG uygulanmış hastalarda reorganizasyon ve stabilite için 3-6 ay retansiyon önerilir.^(53,71,133) Yapılan bazı çalışmalarda, HÜÇG sonrası median palatal süturda artan metabolik aktivitenin 3 aylık retansiyon süreci sonrasında başlangıç düzeyine döndüğü, bu sebeple 3 aylık retansiyonun kemiğin reorganizasyonu için yeterli olduğu bildirilmiştir.⁽¹³³⁾

Zimring ve Isaacson, HÜÇG’de nükse neden olan kuvvetlerin ortalama 6 hafta etkisini sürdürdüğünü bildirmiştir. Bu nedenle 6 haftalık retansiyon süresini yeterli görmüşlerdir.⁽⁷⁹⁾ Fakat Barber ve Sims, tedavi bitiminden itibaren en az dokuz haftalık bir süre boyunca da kemik kaidelerin nüks eğiliminin sürdüğünü bildirmiştir.⁽¹³⁴⁾ Haas ise, median palatal süturda kemik formasyonunun 60-90 gün sürdüğünü belirtmiştir.⁽²⁰⁾

Krebs, metal implantlar uygulayarak yaptığı çalışmada, tedavi bitiminden 6-7 yıl sonra bile instabilitenin görüldüğünü ortaya koymuştur.⁽¹³⁵⁾ Cleall ve ark., tedaviden 6 ay sonra median palatal süturun reorganize olduğunu ve histolojik olarak normale döndüğünü belirtmiştir.⁽⁶⁹⁾ Bell, Bishara ve Staley’e göre, HÜÇG sonrasında median palatal süturda kemiğin reorganizasyonu ve yeterli stabilitenin sağlanması için en az 3 aylık retansiyon süresi gerekir.^(4,52)

Yaptığı bir çalışmada Ekström, HÜÇG yaptığı 10 yaşındaki bir erkek çocukta, tedavi sırasında işaretlenmiş iyodin uygulamıştır. Kemik formasyonunu gösteren iyodinin emilimi genişletmeden 1 ay sonra en yüksek düzeyine çıkarken, 3 aya kadar bu sürecin tamamlandığını bildirmiştir.⁽¹³³⁾

Mew'e göre ise, uygulanan genişletme miktarına göre 1,5 ila 4 yıl arasında retansiyon süresi gerektiğini belirtmiştir.⁽¹¹⁷⁾

Arat ve ark. tarafından 3 farklı büyüme döneminde 3 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, HÜÇG ile median palatal süturda gözlenen kemik aktivitesini sintigrafi yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kemik rejenerasyonunun meydana gelmesi için 3 aylık retansiyon sürecinin yeterli olduğu bulunmuştur.⁽¹³⁶⁾

HÜÇG uygulandığında, maksiller bölgede yüksek şiddette kuvvetler birikir.⁽⁸⁴⁾ Bu rezidüel kuvvetler bölgede bulunan yapılar tarafından tolere edilemezse, oluşan tepki nükse sebep olur.

Yaptığı araştırmalar sonucunda Bell, yavaş üst çene genişletmesinde maksiller yapılara daha düşük şiddette kuvvet iletildiğinden, daha az nükse sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır.⁽⁵²⁾ Bu nedenle yavaş üst çene genişletmesinde retansiyon periyodu daha kısa tutulabilir.

Isaacson ve Ingram da nüksün olası nedeninin bu rezidüel kuvvetler olduğunu, tedavinin ardından aparey bırakılır bırakılmaz %20 oranında nüks oluştuğunu, en iyi retansiyon yönteminin ise aşırı düzeltme olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılara göre aşırı düzeltme yapıp bu konumda bir süre retansiyon uygulanırsa, rezidüel kuvvetler etkisini zamanla kaybedecek ve nüks görülmeyecektir.⁽⁷⁸⁾

Bell, HÜÇG süresince fazladan yapılan 2-3 mm'lik genişletmenin faydalı olduğunu belirtmiştir.⁽⁵²⁾

HÜÇG sonrası görülen nüks nedenlerinden biri de yanak basıncındaki değişimdir. Halazonetis ve ark., HÜÇG ardından yanak basıncının 3 katına çıktığını ve 3 aylık retansiyon sonunda da basınçta azalma olmadığını belirtmiştir.⁽¹²⁶⁾ 2003 yılında yapılan bir çalışmada, HÜÇG öncesi, sonrası ve retansiyon sürecinde yanak, dil ve dudak ile üst çeneye iletilen basınçlarda meydana gelen değişiklikler, 12 hasta üzerinde incelenmiştir. Genişletme ile üst birinci büyük azıların bukkal ve keser dişlerin labial bölgesindeki kuvvetlerde artış gözlenmeye başlamıştır. Bu artışın retansiyon süreci boyunca azaldığı görülmüştür. Retansiyon sürecinin 3.ayının sonuna doğru ise genişletmeden önce var olan kuvvetlere benzer düzeye döndüğü sonucu bulunmuştur. Genişletme ile üst birinci büyük azı ve keser dişlerin palatinal

bölgesinde görülen dil basıncı ise azalmıştır. Genişletmeden sonra yeniden artma başlamış, normal düzeye geri dönüş gözlenmiştir. Bu bulgular sonucunda retansiyon sürecinin 3. ayında yanak ve dudaklar dental arkın yeni haline adapte olurken, dilin uyum sağlaması daha uzun sürmektedir.⁽¹³⁷⁾

Timms'e göre de HÜÇG sırasında gerekenden daha çok genişletme yapılması önemlidir.⁽¹⁴⁾ Çünkü; HÜÇG ile çevre yumuşak dokularda gerilmeler meydana gelir. Oluşan bu gerilme kuvvetleri nükse sebep olur. Bu nedenle, çevre dokuların reorganizasyonu için en az 2 senelik bir retansiyon gerektiğini bildirmiştir.⁽¹⁴⁾

İşeri ve ark., nüksü azaltmak amacıyla median palatal sütür açılıncaya kadar hızlı, ardından yavaş genişletme yapılmasını tavsiye etmişlerdir.⁽⁸⁴⁾ Bu yöntemle yarı hızlı üst çene genişletmesi ismini vermişlerdir. Bu yöntemde elde edilen değişimlerin uzun süre korunduğu belirtilmiştir. Bunu, maksillanın yavaş genişletilmesi sonucunda tamir sürecine daha fazla fırsat bulabilmesi ve doku direncinin azalmasına bağlamışlardır.⁽¹¹⁴⁾

Vardimon, HÜÇG ardından önce sabit retansiyon uygulanmasını, sonrasında hareketli retansiyon apareyinin aralıklı olarak kullanılmasını önermiştir.⁽¹³⁸⁾

Yapılan bir çalışmada, ortodontistlerin HÜÇG işleminden sonra uyguladıkları retansiyon süresi araştırılmış, 85 klinikten 2'sinin 1 ay, 8'inin 2 ay, 42'sinin 3 ay, 12'sinin 4 ay, 2'sinin 5 ay ve 19'unun 6,5 ay retansiyon uyguladığı rapor edilmiştir.⁽¹³⁹⁾

Cameron ve ark., Haas ile HÜÇG ve sonrasında edgewise sistemiyle sabit ortodontik tedavi uyguladığı 6 hastada, 10 yıl sonra bile maksiller genişlik, maksiller keser diş apeks konumu ve maksiller büyük azı genişliğinin sabit kaldığını bildirmiştir.⁽¹²⁵⁾

Sannomiya ve ark., anterior bölgede posterior bölgeden daha fazla açılma meydana geldiğini fakat kemik rejenerasyonunun posterior bölgede daha hızlı gerçekleştiğini bildirmiştir.⁽¹⁴⁰⁾ Benzer sonuçları elde ettikleri çalışmalarında Vardimon ve ark., nüksün önlenmesi için anteriorda retansiyon süresinin uzun tutulmasını önermiştir.⁽¹⁴¹⁾

Franchi ve ark., HÜÇG sonucu median palatal süturun kemik yoğunluğunda görülen değişiklikleri incelediği çalışmada, süturun ön, orta ve arka bölgelerinde ölçülen dansite değerlerini 6 aylık retansiyon süreci sonucunda genişletme öncesi değerler ile benzer

bulmuştur. Bunun sonucunda 6 aylık retansiyon süresinin yeterli olduğu kanısına varılmıştır.⁽⁷⁷⁾

HÜÇG’de Görülen Yan Etkiler

Erişkin hastalarda yapılan HÜÇG, ankraj alınan dişlerde bukkale devrilme, ekstrüzyon, periodontal membranda daralma, alveolar proste eğilme, kemikte fenestrasyon, damak mukozasında nekroz, ağrı ve yetersiz stabilizasyon gibi olumsuz etkiler yaratabilir.^(14,71,79,103,131)

HÜÇG’de en sık görülen yan etki, vida aktive edildiğinde meydana gelen baskı hissidir.⁽⁸⁰⁾ Bunun sebebi, 9 kg’a yakın bir kuvvet oluşması ve bu kuvvetin çevre dokulara iletilmesidir ve bu durum ağrıya sebep olabilir. Hissedilen ağrı şiddeti hastanın yaşına, ağrı eşiğine, kemikleşme seviyesine göre farklılık gösterebilir.⁽¹²⁹⁾ Bu ağrı genelde alveol kemik, palatina, burun kemeri, zigomatik bölge ve göz altlarında hissedilir.^(5,20) Birkaç saniyeden birkaç saate kadar değişebilen bir sürede ağrı hissi azalarak yok olur.

Yapılan çalışmalarda ağrı hissinin yanında görme bozuklukları, bulantı, baş ağrısı da bildirilmiştir.⁽¹⁴²⁾ Bu gibi yan etkilerin yetişkin hastalarda oluşması veya median palatal süturda açılma meydana gelmemesi durumunda HÜÇG cerrahi ile desteklenmelidir.⁽²⁾

Capellozza ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 38 yetişkin hastaya Haas apareyi uygulanmıştır. Bu hastaların %32’sinde komplikasyon oluşmazken, kalanında ödem ve ağrı gibi yan etkiler meydana gelmiştir.⁽¹⁴³⁾

HÜÇG’de kullanılan apareyler, ağız içinde büyük bir hacme sahip olduğundan fonetik ve estetik açıdan hastalar tarafından kabul edilmesi zor apareylerdir. Özellikle akrilik kısımları bulunanlar olmak üzere bu apareyler, mikroorganizmaların çoğalmasına uygun ortam oluşturur. Bunun sonucunda ağız kokusu, diş eti çekilmesi ve doku ülserasyonları meydana gelebilir.⁽⁷⁰⁾

HÜÇG ile meydana gelen kuvvetlerin ankraj alınan dişlere iletilmesiyle bu dişlerde kök rezorpsiyonları görülebilir.⁽¹⁴⁴⁾ Ankraj alınan dişlerde oluşan devrilmeye bukkal ve interproksimal bölgelerde kemik rezorpsiyonları meydana gelebilir.⁽¹⁴⁵⁾ Bu kemik rezorpsiyonlarına bağlı olarak diş eti çekilmesi görülebilir. Oluşturulan kuvvet

neticesinde ise dişlerin kanlanması bozulma ve devitalizasyon meydana gelebilir.^(70,146)

2.3. Alveolar Kemik

Maksillanın ve mandibulanın alveol soketini oluşturan ve destekleyen parçasına alveol kemiği denir. Dişlerin sürmesi sırasında periodontal ligamente destek olmak için meydana gelir ve diş kaybedilince ortadan kalkar. Alveol kemiğinin morfolojisi, dişlerin büyüklüğü, şekli ve fonksiyonu tarafından belirlenir.⁽¹⁴⁷⁾

Alveol kemiği, sement, periodontal ligament ve dişetinden oluşan yapıya periodonsiyum adı verilir. Bu yapılar, tek bir ünite gibi hareket eder, dişlerin fonksiyonda kalmasına yardımcı olur. Herhangi bir patoloji varlığında ise bu dört yapı birden etkilenmektedir.⁽¹⁴⁸⁾

Haversian kemik ve kompakt kemik lamellerinden oluşan kortikal kemik, alveol kemiğinin dış tabakasını oluşturur. Alveol kemiğinin iç kısmı ise alveolar bone proper ismi verilen ince kemik dokusundan oluşur. Bu bölge röntgende lamina dura olarak gözlenmektedir. Histolojik olarak bakıldığında ise kanselöz kemik ile periodontal ligament arasında bağlantıyı sağlayan nörovasküler demete geçiş yolu oluşturan cribriform plate adı verilen delikli yapı gözlenir.

Alveol septum ise, dişler arasında bulunan kompakt kemik kenarı içinde kalan süngerimsi destek kemikten oluşur. Alveol septumun diş tarafındaki kısmını alveolar bone proper, vestibül ve lingual tarafa bakan kısmını ise kompakt kemik dokusu çevirir. Alveolar septumun hizası, iki komşu dişin mine-sement birleşimleri hizasındaki çizgiye paraleldir. Alveol kemik kreti ile mine-sement birleşimi arasında ortalama 1-3 mm mesafe vardır.⁽¹⁴⁹⁾

Kemiğin üçte birini organik, üçte ikisini inorganik madde oluşturur. İnorganik madde kalsiyum ve fosfattan oluşur. Organik maddenin ise %90'ı tip 1 kolajen, kalan kısmı ise kolajen olmayan proteinlerden meydana gelir.⁽¹⁵⁰⁾

2.3.1. Alveolar Kemik Rezorpsiyonu

Alveol kemiği, lakünler adı verilen adacıklar içindeki osteositler ve kalsifiye matriksten oluşur.⁽¹⁵⁰⁾ Kemiğin yapısı gereği, kemik yapımı ile kemik yıkımı arasında

bir denge bulunur. Kemik yapımı osteoblastik aktivite ve apozisyon, kemik yıkımı ise osteoklastik aktivite ve rezorpsiyon olarak adlandırılır. Bu aktiviteler, alveol kemiğinin dişe bakan kısmında değil, süngerimsi kemiğin trabekülerinde ve kortikal kemiği delen damarların kanallarında meydana gelir.⁽¹⁴⁷⁾

Alveol kemiğinde bu devamlı gerçekleşen yapım ve yıkım aktiviteleri ile yeniden şekillenme görülür. Kemiğin, üzerine gelen kuvvetlere karşı direnç gösterebilmesi, yara iyileşmesi ve kemiğin şekil değiştirmesi bu yeniden şekillenme sayesinde olur.⁽¹⁴⁷⁾ Bu sebeple, sert yapısına rağmen alveol kemiği periodontal dokular arasında en az stabil kalan dokudur.

Bazı sistemik ve lokal faktörler alveol kemiğinin yeniden şekillenmesini etkiler. Lokal etkenler arasında; dişin fonksiyonel hareketleri ve yaş bulunur. Sistemik etkenler ise genellikle hormonlardır. Bu hormonlara örnek olarak; paratiroid, kalsitonin, vitamin D3 verilebilir.

Alveol kemiğinin yeniden şekillenmesini, kemik konturunu, yoğunluğunu ve yüksekliğini belirler. Alveolar kemikte yıkım yapımı geçtiğinde, kemik yüksekliğinde ve yoğunluğunda azalma gözlenir. Okluzal kuvvetler ve periodontal dokular arasında, yeniden şekillenme sayesinde hassas bir denge bulunur. Alveolar kemik oklüzal kuvvetle karşılaştığında, kanselöz kemikte trabekül sayısı, yoğunluğu ve dizilimi etkilenir. Kuvvetler arttığında, kemik trabekülleri de artar ve kalınlaşır. Sonucunda dişin bukkal ve lingual tarafındaki kemikte artış görülür. Bu kuvvetler sona erdiğinde ise kemik trabekül sayısında ve kalınlığında tekrar azalma olur.⁽¹⁵¹⁾

Travmatik oklüzyon durumunda ise periodontal dokularda yıkım gözlenir. Artmış oklüzal travmada görülen değişiklikler; periodontal ligamentte artmış gerilim ve sıkışma, alveol kemikte artmış osteoklastik aktivite, periodontal ligament nekrozu, alveolar kemik nekrozu, dişte ve alveolar kemikte rezorpsiyon olarak sıralanabilir. Meydana gelen bu değişiklikler, kuvvet ortadan kaldırıldığında tamir edilebildiğinden geri dönüşebilir. Ancak, kuvvet ortadan kalkmazsa, periodontal ligamentte genişlemeye ve komşu kemiklerde rezorpsiyona neden olur.

HÜÇG sırasında, ağır kuvvetler sonucu elde edilen genişletmenin, çocuklarda %50'sinin iskeletsel, kalanının ise dişsel olduğu gösterilmiştir. Ergenlerde ise bu oran %35 iskeletsel, %65 dişsel olarak belirtilmiştir.⁽⁹⁹⁾ Dişlere iletilen bu ağır kuvvetler

sonucu destek periodontal dokularda bazı yan etkiler gözlenebilir. Bunlar; dişlerde bukkal tipping, diş eti çekilmesi, kök rezorpsiyonu, kemikte dehisens, bukkal kemik kalınlığında azalma ve vertikal alveolar kemik rezorpsiyonu olarak sıralanabilir.

30 denekle yapılan bir çalışmada, HÜÇG'den önce ve sonra alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan incelemelerde, HÜÇG'den sonra 3 ay içerisinde; bukkal kemik kalınlığında azalma, vertikal kemik kaybı ve bukkal kron tippingi gibi yan etkiler meydana geldiği gözlenmiştir.⁽¹⁵²⁾

Yapılan başka bir çalışmada, hayvanlar üzerinde yapılan histolojik incelemelerde, 2 haftalık ortodontik genişletmenin ardından posterior dişlerde bukkal kemik rezorpsiyonu insidansı gösterilmiştir. 3 aylık retansiyon sonrasında ise yeni kemik oluşumu gözlenmiştir.⁽⁷⁰⁾

Garib ve ark., HÜÇG ardından 3 aylık retansiyon sonrası önemli miktarda bukkal kemik rezorpsiyonu bildirmiş ve sebebini bukkal periosteum altında telafi edici kemik yapımının olmaması olarak belirtmiştir.⁽¹⁵³⁾

2.4. Piezosizyon

2.4.1. Piezoelektrik Etki: Tanım ve Tarihçe

Piezo kelimesi, Yunanca kökenli olup 'sıkıştırmak' veya 'basınç uygulamak' anlamlarına gelmektedir. Piezosizyon ise, piezoelektrik ve insizyon kelimelerinin birleşiminden türemiş olup, 2009'da Dibart tarafından tanımlanmıştır ve kortikotominin ultrason kullanılarak yapıldığı minimal invaziv bir işlemdir.

Bu işlemin temeline bakacak olursak, 1880 yılında Curie kardeşler, belirli kristallere mekanik basınç uygulandığında elektriksel yük oluştuğunu keşfetmişler ve bu olaya piezoelektrik etki adını vermişlerdir. Kristallere uygulanan mekanik basınç sonucunda bu kristallerin elektriksel potansiyelinde değişiklikler meydana gelmektedir.

Bu etkinin tersi olarak, başta kuvars olmak üzere bazı kristaller ve seramikler işlerinden elektrik akımı geçtiğinde ultrasonik titreşimler oluşturur. Piezocerrahi cihazlarında bu titreşimler, piezoseramik halkalar aracılığıyla üretilir. Üretilen ultrasonik titreşimler, amplifikatör tarafından güçlendirilir ve kesici uç mikrometrik

düzeylerde titreşim hareketi yaparak sert dokuda kontrollü bir kesim yapılmasına olanak tanır.⁽¹⁵⁴⁾

2.4.2. Piezoelektrik Cihazın Özellikleri

Piezoelektrik cihaz, ilk olarak 1988 yılında ağız cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Vercellotti, cihazın fonksiyonel çalışma frekansının 25-30 kHz arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Bu frekans aralığında, cihaz 60-210 µm/dk mikro titreşimler oluşturur.

Cihaz, farklı modlarda çalışabilme özelliğine sahiptir ve bu sayede düşük frekanslarda detertraj işlemleri yapılabilirken, yüksek frekanslarda ise osteotomi işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Frezle yapılan kemik cerrahisiyle karşılaştırıldığında, piezoelektrik cihaz daha az ısı üretir ve komşu dokuların zarar görme riski en aza indirilir.^(155,156)

Cihaz seti, piezoelektrik el parçasının bağlı olduğu platform, bu platforma entegre edilmiş bir ayak pedalı, el parçası ve irrigasyon solüsyonunu taşıyan tutuculardan oluşur. Cihazda 0-60 mL/dk arası ayarlanabilir steril solüsyon akışını sağlayan bir soğutma irrigasyon sistemi bulunur.

Piezocerrahi seti, farklı cerrahi girişimler için tasarlanmış, farklı boylarda uçlar içerir. Bu uçlar, titanyum nitrit veya elmasla kaplanmıştır. Bu sayede yeterli dayanıklılığı gösterirler, ancak kullanıma bağlı olarak keskinlikleri azaldığından, belirli aralıklarla değiştirilmesi önerilmektedir.⁽¹⁵⁴⁾

İşlem sırasında yüksek ısı oluşturmamak için yeterli soğutma sağlanmalıdır. İrrigasyon işleminin soğutma etkisini yükseltmek için 4°C’de beklemiş fizyolojik serum kullanılması önerilir. Bununla birlikte uzun süreli kesiler sırasında cihaz ısınabileceğinden, işlemlerin aralıklı olarak yapılması tavsiye edilir.⁽¹⁵⁷⁾

Geleneksel tekniklerin aksine piezocerrahi cihazıyla işlem yapılırken fazla kuvvet uygulanması önerilmez. Aşırı baskı, cihaz ucunun titreşimini engelleyerek ısı artışına neden olur. Cihazdan gelen yüksek frekanslı tiz ses, hekime uyguladığı kuvvetin fazla olduğunu gösterir ve bu durumda basınç azaltılmalıdır. Uygulama sırasında basıncın arttırılması titreşimlerin kesilmesine yol açar.⁽¹⁵⁴⁾

2.4.3. Klinik Avantajlar

Piezoelektrik cihazın birçok avantajı bulunmaktadır. Piezoelektrik cihaz sayesinde, yalnızca sert dokuya yönelik kesim yapılabilir. Böylece yumuşak dokulara zarar vermeden güvenli kesim yapılması mümkün olur.

Piezoelektrik ucu hareket ederken irrigasyon solüsyonu kesim bölgesine püskürtülür bu sayede kavitasyon etkisi oluşur ve bunun sonucunda daha net bir görüş alanı sağlanmış olur.

Literatürde bu yöntemin kemik nekrozu veya hücresel hasar oluşturmadığı belirtilmiştir. Ek olarak, cihazın oluşturduğu mikro titreşimler ses oluşumunun az olmasını sağlayarak işlem sırasında hastaların konforunu arttırmaktadır.⁽¹⁵⁴⁾

2.4.4. Ortodontide Kullanım Alanları

Ortodontide piezosizyon uygulamasının temel amaçları arasında diş hareketlerini hızlandırmak, tedavi süresini kısaltmak bulunmaktadır. Ayrıca piezosizyon uygulamasıyla tedavi sırasında kemik grefti desteği eklenebilmektedir.

Greftlemeyle birlikte labiomentel fold desteklenerek estetik ve fonksiyonel bütünlük sağlanabilir. Aynı zamanda piezosizyon, özellikle kortikal kemiğin ince olduğu hastalarda dehisens ve fenestrasyon riskinin önüne geçmek için kortikal kemik kalınlığını arttırmada kullanılır.

Piezosizyon uygulaması diferansiyel ankraj oluşturmak için de kullanılabilir; bu sayede belirli dişlerin daha kontrollü hareket etmesi sağlanır. Bununla birlikte piezosizyon ile alveolar kemiği güçlendirilerek, tedavi sonrasında nüks riski azaltılabilmektedir.⁽¹⁵⁸⁾

Piezosizyon uygulaması; sistemik hastalığı bulunan bireylerde, kemik fizyolojisini etkileyen ilaçlar (bifosfonatlar, kortikosteroidler) kullanan bireylerde, kemik hastalıklarına sahip bireylerde ve ankiloz dişlerin varlığında kontrendikedir.

Ayrıca tedaviye uyum göstermeyen bireylerde, karma dişlenme döneminde olan çocuk hastalarda ve hem hekimde hem de hastada kalp pili ya da koklear implant gibi aktif elektronik bir implant bulunması durumunda bu uygulamadan kaçınılması gerekmektedir.⁽¹⁵⁸⁾

2.4.5. Biyolojik Mekanizma

Kemikte meydana gelen bir travma sonrası kemik turnoverı, iyileşmeyi hızlandırmak için büyük oranda artar.⁽⁶⁾ Travma sonrası kemikte artan metabolik faaliyeti Harold Frost 1983 yılında, Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF) olarak isimlendirmiştir.⁽⁷⁾ BHF, etkilenen dokuların iyileşme kapasitesini artıran, zararlı bir uyarana karşı oluşan doku reaksiyonudur. BHF, hücresel düzeyde osteoblast ve osteoklast aktivasyonunun artması ve dolayısıyla rejenerasyonun artmasıyla karakterizedir.

Alveol kemiğinde BHF tipik olarak diş çekimi ardından alveolün iyileşme sürecinde, periodontal hastalıkta, ameliyat ve travma sonrasında ve ortodontik hareketler süresince meydana gelir.

Piezosizyon uygulaması BHF indükleyici etki gösterir. Son dönemde yapılan bazı çalışmalar, piezosizyon uygulamasının kemik rejenerasyonuna olumlu etki yaptığını,⁽⁹⁾ alveol kemiğinin yeniden şekillenme sürecini hızlandığını göstermiştir.⁽⁸⁾

2.4.6. Cerrahi Teknik

Tekniğin cerrahisinde mukoperiosteal flep kaldırılmadan, sadece kortikotomilerin yapılacağı bukkal bölgedeki diş etine, kökler arasına 15 numaralı bistüri ile piezoelektrik bıçağın girebileceği boyutta kesiler atılır. Piezoelektrik bıçak kullanılarak kesi bölgesinden periostu geçecek şekilde kemikte irrigasyon eşliğinde mikro kesiler gerçekleştirilir. Kortikal tabakayı geçip medüller kemiğe ulaşılabilmesi için kortikotominin 3 mm derinlikte yapılması gerekir.

Bu teknikte periodontal bir sorun meydana gelmemesi için kesiler interdental papillere mümkün olduğunca uzak yapılmalıdır. Eğer hastada ince diş eti, ince kortikal kemik, diş eti çekilmesi ya da dehisens/fenestrasyon gibi periodontal defektler varsa tünel yöntemi aracılığıyla yumuşak/sert doku grefti eklenebilmektedir.

Greftleme işlemi yapılmadığı sürece sütür atılmasına gerek duyulmaz.⁽¹⁶⁴⁾

2.4.7. Olası Komplikasyonlar

Piezosizyon uygulaması sırasında meydana gelebilen çeşitli komplikasyonlar bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada piezosizyon uygulamasının hastalarda geçici

bakteriyemi oluşturabileceği belirtilmiş, yüksek risk grubunda olan hastalarda bakteriyel endokardit riskine karşı dikkatli olunması gerektiği bildirilmiştir.⁽¹⁵⁹⁾

Piezosizyon uygulamalarında karşılaşılabilecek bir diğer komplikasyon da kök hasarıdır. Uygun piezoelektrik bıçağının seçilmemesi ya da işlem öncesinde kök morfolojisinin kontrol edilmemesi sonucu ortaya çıkabilir.

Bir diğer olası komplikasyon ise enfeksiyondur. Bu olasılığı minimuma indirmek için işlem öncesinde sterilizasyon kurallarına dikkat edilmeli, işlem sonrasında ise hastanın bir hafta boyunca günde iki kez klorheksidinli gargara kullanması önerilir.

Ayrıca, yapılan kesilerin interdental papillere yakın bir bölgeden yapılması halinde papil kaybı meydana gelebilir. Bu sebeple, kesi hatlarının mümkün olduğunca papillerden uzak, diş kökünün orta üçlü hizasına denk gelecek şekilde planlanması önerilmektedir.^(158,160)

2.5. Bilgisayarlı Tomografi Yöntemleri

Cormack, X-ışınlarının içerisinden geçtiği dokunun yoğunluğuna göre farklı oranlarda absorbe edileceği, bu yöntemle kesitsel görüntüler elde edilebileceği fikrini 1963 yılında öne sürmüştür. Hounsfield, 1971 yılında bu fikri kullanarak ilk kez bir hastada tomografik tarama yapmıştır.⁽¹¹⁾ Bu çalışmaları sayesinde Cormack ve Hounsfield 1979'da Nobel ödülü almışlardır. Yapılan ilk uygulamalar daha çok beynin görüntülenmesi üzerineyken, günümüzde bütün anatomik yapılar görüntülenebilmektedir.

Broadbent 1931 yılında, röntgenografik sefalometriyi tanıtmış ve ortodonti alanına büyük bir fayda sağlamıştır.⁽¹⁶¹⁾ Fakat lateral sefalometrik filmlerde, lingual kortikal kemik uzunluğu ve keser dişlerin kökleri net olarak görünmez.⁽¹⁶²⁾ Bu filmlerde, görüntüler iki boyutlu olduğundan simfizis ve palatal kortikal kemik de tam anlamıyla görüntülenemez.⁽¹⁶³⁾ Bununla birlikte, bukkal ve lingual bölgedeki defektler, lateral sefalometrik filmler dışında, panoramik ve diğer intraoral filmlerde de tam olarak görüntülenememektedir.⁽¹⁶³⁾

2.5.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT’de, X-ışını kaynağının ve dedektörün hastanın çevresinde dönmesiyle tek bir kesitten birçok açıdan görüntü alınır ve alınan bu görüntüler bilgisayar üzerinde birleştirilir. Bunun sonucunda iki boyutlu görüntü elde edilir. Aynı prosedür makinenin ve hastanın bulunduğu bölmenin vertikal yönde hareketiyle tüm kesitler için tekrarlanır. Edinilen kesitsel görüntüler bilgisayar yardımıyla birleştirilir ve üç boyutlu görüntü elde edilir.⁽¹²⁾

Kemik rezorpsiyonu gibi üç boyutta meydana gelen bir durum iki boyutta değerlendirildiği takdirde yapılan ölçümlerin güvenilirliği önemli ölçüde azalır. Bu nedenle diş hekimliğinde üç boyutlu görüntüleme, teşhis ve tedavide klinik olarak önemli bir yere sahiptir. Fakat metalik restorasyonlar, braketler ya da bantlar nedeniyle artefakt oluşabilmesi bu teknik için bir dezavantaj oluşturur.^(164,165) Ayrıca yüksek doz radyasyon ve yüksek maliyet de dezavantajları arasındadır.⁽¹²⁾ Farklı yöntemler geliştirilerek bunların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

2.5.2. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)

İlk kez 1980 yılında Jimm Elliott tarafından kullanılmıştır. Tomografi prensibiyle çalışır fakat daha küçük objelerin ayrıntılı taranması için geliştirilmiştir. Bilgisayarlı tomografide ışın kaynağı ve dedektör hastanın çevresinde dönerken, mikro bilgisayarlı tomografide taraması yapılan obje kendi eksenini etrafında döner. Objenin sabit olması nedeniyle çok yüksek çözünürlük elde edilir.⁽¹⁶⁶⁾ Mikro-BT’nin kök rezorpsiyonunu incelemek için kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur.⁽¹⁶⁷⁻¹⁶⁹⁾ In vivo kullanımı olanaksız olduğundan, kök rezorpsiyonunun görüntülenebilmesi için dişlerin çekilmiş olması gerekir. Bu durum bu yöntemin dezavantajlarından biridir.⁽¹⁷⁰⁾

2.5.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

BT’nin dezavantajlarını gidermek için geliştirilen KIBT, diş hekimliğinde dental volümetrik tomografi olarak da adlandırılır. İlk olarak 1980’li yıllarda tıpta kullanılmış, diş hekimliğinde ilk kez Mozzo ve ark. tarafından 1998 yılında kullanılmıştır. Bu araştırmacılar, KIBT’nin yüksek görüntü kalitesine sahip, düşük maliyetli, tarama süresinin kısa, radyasyon dozunun ise düşük olduğunu belirtmiştir.⁽¹⁷¹⁾

BT'de X-ışını 2 boyutlu yelpaze şekline sahipken, KIBT'de 3 boyutlu konik bir yapıdadır.⁽¹⁷²⁾ BT'de kullanılan dedektör çizgiselken, KIBT'de iki boyutlu alan dedektörü kullanılır.⁽¹⁷¹⁾ KIBT'de kullanılan cihaz, BT'ye göre daha küçük olduğundan dental kliniklerde kullanımı kolaylaşmıştır.

KIBT'de "voksel" adı verilen, 3 boyutlu hücreler bulunur. Bu hücrelerin boyut olarak küçük oluşu yüksek çözünürlük sağlar. KIBT'de vokseller küp şeklindeyken, BT'de dikdörtgenler prizması şeklindedir. Bu da KIBT'de görüntü kalitesinin yüksek olmasını sağlar.⁽¹⁷³⁾

KIBT'de de BT'de olduğu gibi, görüntülenen alandaki metal yapılar artefakt oluşturabilir. Ancak bu durum, KIBT'de daha azdır.⁽¹⁷⁴⁾

KIBT'deki radyasyon dozu BT'ye göre %98 oranında daha azdır.⁽¹⁷⁵⁾ Yanez-Vico ve ark., KIBT'deki radyasyon dozunun seri periapikal filmlerden de düşük olduğunu, ayrıca KIBT ile alınan görüntülerden panoramik, lateral sefalometrik ve posteroanterior radyografların da elde edilebileceğini öne sürmüştür.⁽¹⁷⁶⁾

BT görüntülerinin işlenmesi için pahalı bilgisayarlara ihtiyaç duyulurken, KIBT için kişisel bilgisayarlar yeterli olmaktadır.^(171,177)

Dikkat edilmesi gereken durum, KIBT'deki radyasyon dozu görüntüleme alanı (Field of view (FOV)) ile ilişkili olduğundan, maksillofasiyal bölgede olabildiğince görüntüleme yapılacak olan alana uygun FOV değeri seçilmesidir. Aksi takdirde 15 cm kadar bir FOV değerinde, yani tüm kafayı içeren KIBT görüntülemelerinde, uygulanan radyasyon dozu BT'de uygulanan doza yaklaşmaktadır.⁽¹⁷⁸⁾

Avrupa Dentomaksillofasiyal Radyoloji Derneği (EADMFR) KIBT kullanımı ile ilgili bir proje hazırlamış, sonucunda "Cone beam BT for dental and maxillofacial radiology evidence based guidelines" isimli bir yönerge yayınlamıştır. Bu yayında, lokalize görüntülemelerde geleneksel radyografilerin kullanılmasını, bu yöntemlerin yetersiz geldiği durumlarda KIBT kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Ortodonti amacıyla tüm maksillofasiyal bölgeyi KIBT ile görüntülemenin bir rutin olamayacağının altını çizmiştir.

KIBT, hasta otururken, yatarken ya da ayakta çekilebilir. Hastanın çevresinde tek bir 360 derecelik dönüş, görüntü elde edilmesini sağlar. Kısa sürede tamamlanan (20-40

saniye) bu dönüş hareket kaynaklı artefaktları minimuma indirir. Elde edilen görüntüler, bilgisayar ortamında işlenir ve üç düzlem için ayrı ayrı kesitler oluşturulur. Oluşturulan bu kesitler daha sonra yine bilgisayar ortamında bir araya getirilerek üç boyutlu görüntü meydana getirilir.

Yapılan çalışmalar, KIBT sayesinde elde edilen görüntülerin, gerçek görüntüye en yakın görüntüler olduğunu, bu sayede geleneksel kafa grafileri yerine kullanılabileceğini bildirmiştir.⁽¹⁷⁹⁾

KIBT, dudak damak yarıklı hastalarda yarık olan bölgenin görüntülenmesi, kemikteki defektin hacmi ve komşu dişlere yakınlığı ile ilgili bilgi edinilmesi konusunda önemli avantajlar sunar. Bu sayede defektin tedavisi için gerekli olan ortalama greft miktarı da belirlenebilir.⁽¹⁸⁰⁾

KIBT, gömülü dişlerin görüntülenmesinde, pozisyonlarının incelenmesinde, komşu dişlere yakınlığının ölçülmesinde sıklıkla kullanılır. Özellikle gömülü köpek dişlerinin sürdürülmesi sırasında verilecek kuvvetin yönü ile ilgili KIBT'den yararlanılmaktadır ve bu sayede komşu dişlere verilecek olan zarar minimuma indirilebilmektedir.⁽¹⁸¹⁾

KIBT ile üst solunum yolu değerlendirilmesi, lateral sefalometrik radyografilere göre daha etkili yapılabildiği bildirilmiştir.⁽¹⁸²⁾

KIBT ile kök rezorpsiyonlarının tespiti, diğer dental radyografilerle karşılaştırıldığında çok daha net bir şekilde yapılabilir. Çok köklü dişlerde, hangi köklerde rezorpsiyon olduğu detaylıca tespit edilebilir.⁽¹⁸⁰⁾

KIBT ile temporamandibular eklem (TME) incelenmesi, kondiler erozyonun tespiti açısından BT ve TME projeksiyonlarına göre daha detaylı yapılabilmektedir.

KIBT ile oluşturulan görüntüler, kemiğin daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlar. Ayrıca tamir olmuş alveolar kemiğe dişlerin ortodontik olarak hareket ettirilip ettirilemeyeceğine karar vermede yardımcı olur.⁽¹⁸³⁾

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireylerin Seçimi ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamız retrospektif olup, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Ortodonti Bölümü'nde 2024 yılı içerisinde geleneksel hızlı üst çene genişletme apareyi ile tedavi edilmiş, tek taraflı piezosizyon uygulanmış ve tedavi öncesi (T0) ile 3 aylık retansiyon periyodu sonunda (T1) alınmış KIBT kayıtları bulunan hastaların arşiv kayıtları üzerinden yürütülmüştür. İncelenen hastalarda, ikinci molar dişlerin oklüzyona gelmemiş olduğu ve genişletme apareyine dahil edilmediği belirlenmiştir. Piezosizyon uygulamasının, aktif genişletme periyodunun tamamlanmasını takiben gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

Çalışmaya başlanmadan önce, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik ve Gözlemsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 18.09.2024 tarihli ve 2024/2-1 sayılı karar ile etik onay alınmıştır (EK-1) ve bu karar doğrultusunda hasta verileri arşiv kayıtlarından toplanmış ve değerlendirilmiştir.

Toplam 20 hastanın arşiv kayıtları incelenmiş olup, piezosizyonun sağ ve sol maksiller posterior bölgelerde eşit dağılım gösterecek şekilde her iki tarafta 10'ar hasta olacak biçimde homojen dağılım gözetilerek seçilmiştir. Piezosizyon uygulanmayan taraf her birey için kontrol bölgesi olarak kabul edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen hastaların 10'unun kadın, 10'unun erkek olduğu belirlenmiş olup, yaş ve genişletme miktarlarına ilişkin dağılımlar Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ve genişletme miktarı dağılımı

Değişkenler	Ort ± SS	Aralık
Yaş (y)		
Toplam (n=20)	12,5 ± 1,6	11,2 – 14,6
Erkek (n=10)	12,6 ± 1,5	11,6 – 14,5
Kadın (n=10)	12,4 ± 1,7	11,2 – 14,6
Genişletme miktarı (mm)	6,1 ± 0,6	5,3 – 6,9

y: yıl, mm: milimetre, n: Örneklem Sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şunlardır;

- Hastaların 11-15 yaş aralığında olması,
- Üst çenede çift taraflı darlık bulunması,
- Hastalara HÜÇG tedavisi uygulanmış olması,
- HÜÇÇ apareyinin aktif genişletme süreci boyunca sorunsuz şekilde kullanılmış olması,
- Birinci küçük azı dişleri arasında 8-10 mm’lik genişletme sağlanmış olması
- Aktif ekspansiyon sürecinin tamamlanmasını takiben posterior interradiküler bölgelere tek taraflı olarak piezosizyon uygulaması yapılmış olması,
- HÜÇG tedavisi öncesi ikinci molar dişlerin oklüzyona gelmemiş olması,
- KIBT kayıtlarının ölçüm için yeterli kaliteye sahip olmasıdır.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri ise şunlardır;

- Kemik yapısını veya metabolizmasını etkileyebilecek herhangi bir sistemik ya da lokal hastalığının bulunması,
- Kemik yapısı veya döngüsü üzerinde etkili olabilecek herhangi bir farmakolojik ajan kullanım öyküsünün bulunması,
- HÜÇG öncesinde başka bir ortodontik tedavi görmüş olması,
- Üçüncü büyük azı dişleri hariç herhangi bir daimi diş eksikliği bulunması,
- Ankraj alınan dişlerde apikal lezyon bulunmasıdır.

3.2. Kullanılan Aparey

Hastalarda kullanılmış olan aparey, HÜÇG için kliniğimize rutin olarak uygulanan akrilik cap splint apareyidir (şekil 3.1).



şekil 3.1. Kullanılan akrilik cap splint apareyi

Aparey, kurutulmuş olan dişlere cam iyonomer siman (Meron Glass Ionomer Luting Cement; VOCO GmbH, Cuxhaven, Almanya) ile simante edilir (şekil 3.2).



Şekil 3.2. Cam iyonomer siman (Meron Glass Ionomer Luting Cement)

3.3. Çevirme Protokolü

Arşiv kayıtlarında, apareylerin kliniğimizde rutin olarak uygulandığı üzere, ilk 7 gün günde iki çeyrek tur (0,5 mm) aktive edildiği belirlendi. İlk 7 günlük aktivasyonun ardından hastalardan alınan oklüzal radyograflarda median palatal süturda açılma gözlenen hastalarda, ikinci 7 günlük sürede çevirme hızı günde bir çeyrek tur (0,25 mm) olarak düzenlendiği belirlenmiştir. Bu işlem üst posterior dişlerin palatal cuspları alt posterior dişlerin bukkal cusplarıyla baş başa gelene dek sürdürüldüğü kaydedilmiştir.

3.4. Piezosizyon Uygulaması

Aktif genişletme tamamlanıp vida sabitlendikten sonra aynı seansta hastalara tek taraflı olarak piezosizyon uygulaması yapıldığı bildirilmiştir. Piezosizyon uygulaması için Piezon Master Surgery (EMS, Nyon, İsviçre) cihazı kullanıldığı belirtilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. EMS Piezon Master Surgery cihazı

Kliniğimizde rutin olarak piezosizyon uygulaması için kullanılan cerrahi protokol şu şekildedir; lokal anesteziyi takiben, köpek dişi ile birinci küçük azı diş kökleri arasından başlayarak posterior interradiküler bölgelere bukkal mukogingiva üzerine 15 numaralı bistüri ile piezoelektrik bıçağın yerleşebileceği uzunlukta vertikal kesiler atılır. Bu kesiler serum fizyolojik ile irrigasyon eşliğinde fazla basınç uygulamadan yapılır. SL1 numaralı piezoelektrik bıçağı (Şekil 3.4) bu kesilere yerleştirilir ve periosta kadar uzanan yaklaşık 3 mm derinliğinde kortikotomi uygulaması yapılır. Bu işlemin ardından aynı apareyin, retansiyon periyodu için 3 ay sabit olarak ağızda bırakılır. 3 ay sonunda apareyin sökümü ile kontrol amaçlı KIBT kaydı alındığı belirtilmiştir.



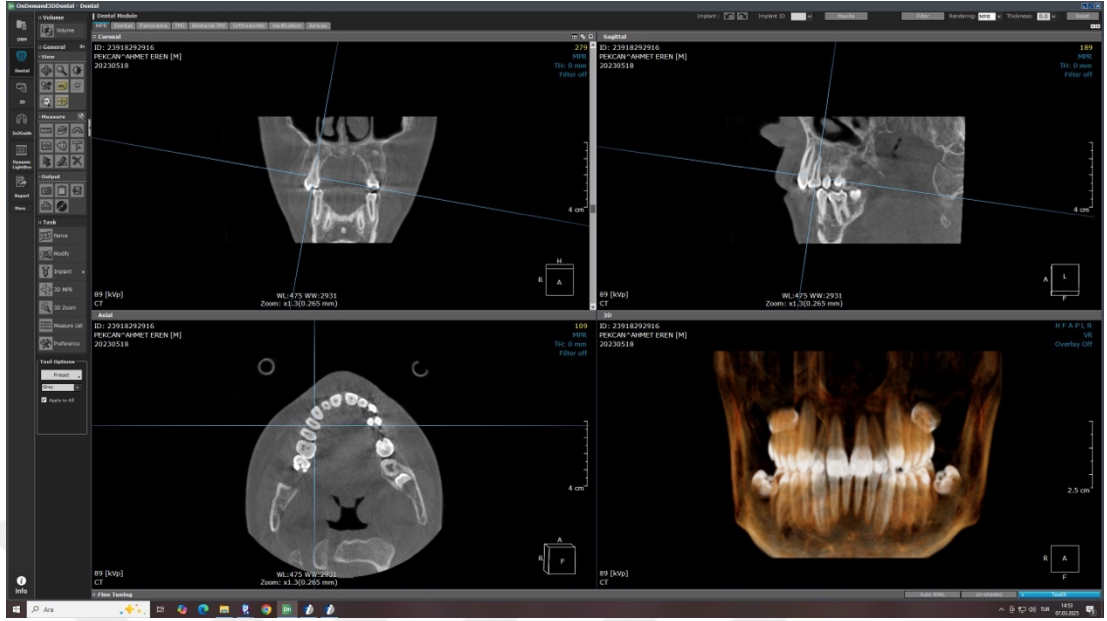
Şekil 3.4. SL1 numaralı piezoelektrik bıçağı

3.5. Verilerin Toplanması

Hasta verileri, aktif genişletme işlemi öncesi (T0) ve 3 aylık sabit retansiyon periyodu sonrası (T1) KIBT kayıtlarına dayanmaktadır. Bu KIBT kayıtları, aynı yerde aynı makine ile alınmıştır. Kullanılan cihaz KaVo (Model OP 3D Pro, KaVo Dental GmbH, Biberach, Almanya) olup, kayıtlar 90 kV, 9,23 mA, 8,14 sn'lik tarama süresi ile elde edilmiştir. Tüm görüntüler için görüntü boyutu 8.0 x 15.0 cm'dir. Aksiyel kesit kalınlığı ise 0,35 mm'dir.

3.6. Vertikal ve Bukkal Kemik Ölçüm Yöntemi

Hastalardan alınan KIBT kayıtları OnDemand3D Dental (CyberMed Inc., Seoul, South Korea) programına aktararak üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılmıştır. Çalışmamızda, incelenen dişin uzun eksenini, T0'da ve T1'de alınan KIBT kayıtlarının standardizasyonu için referans görevi görmüştür. Dişin uzun eksenini; bukkal cusp tepesiyle apeks arasında uzanan doğru olarak kabul edilmiştir. Yapılacak ölçümler için kesitler başlangıçta yazılımın çok düzlemli rekonstrüksiyon modunda görüntülenmiştir. Bu modda 3 farklı pencerede, 3 kesit bulunmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Yazılımın çok düzlemliden yeniden yapılandırma moduna genel bakış

Koronal kesitte sagittal düzlem, ilgili dişin bukkal cusp tepesi ve kök ucundan geçecek şekilde, dişin uzun eksenine paralel olarak yerleştirildi (Şekil 3.6).



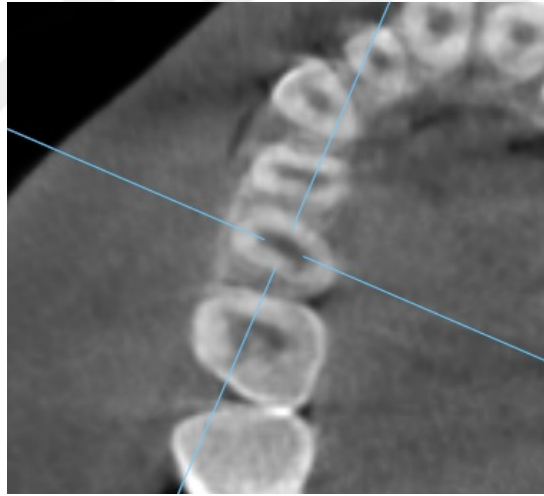
Şekil 3.6. Koronal kesitte sagittal düzlemin hizalanması

Sagittal kesitte koronal düzlem, bukkal cusp tepesinden ve apeks noktasından geçecek şekilde uzun eksene paralel olarak konumlandırıldı (Şekil 3.7).



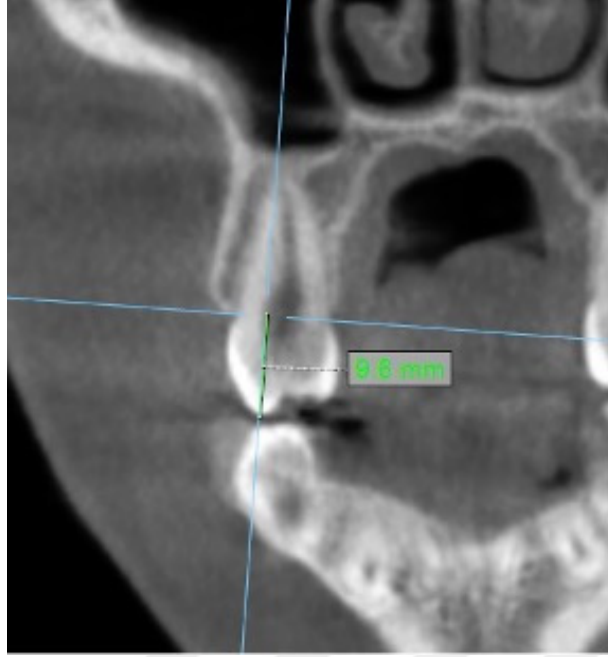
Şekil 3.7. Sagittal kesitte koronal düzlemin hizalanması

Aksiyel kesitte sagittal düzlem, ölçümlerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla kökün bukkolingual uzun eksenini doğrultusunda yerleştirildi (Şekil 3.8).



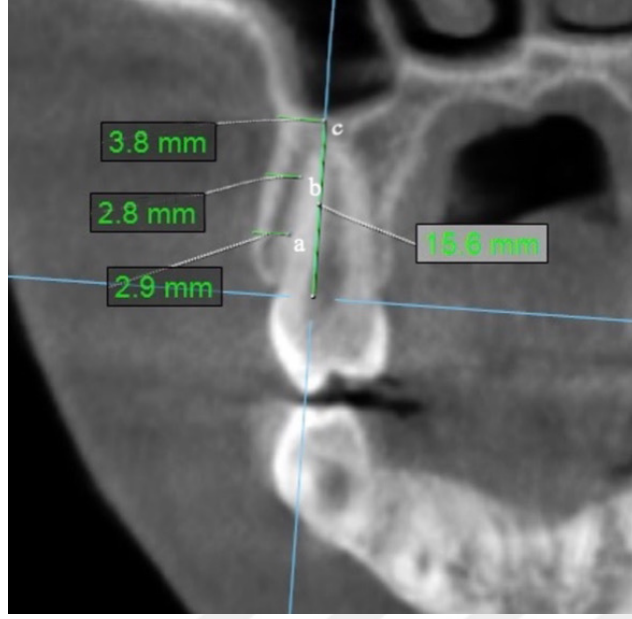
Şekil 3.8. Aksiyel kesitte sagittal düzlemin hizalanması

Vertikal alveolar kemik yüksekliği, koronal kesitte her bir diş için dişin uzun eksenine paralel olarak (birinci büyük azı diş için mezial kök uzun eksenine paralel olarak) oluşturulan sagittal düzleme paralel olarak, bukkal cusp tepesinden alveolar kret seviyesine kadar olan mesafenin ölçülmesiyle hesaplandı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Vertikal alveolar kemik yüksekliği ölçümü için ilgili dişin bukkal cusp tepesinden alveolar kret seviyesine kadar olan mesafenin ölçülmesi

Bukkal alveolar kemik kalınlığının ölçümü için, öncelikle koronal kesitte sagittal düzleme paralel olarak dişin kök boyu (mine-sement birleşiminden apeks noktasına kadar olan mesafe) hesaplandı. Kök boyunun üç eşit parçaya bölünmesiyle servikal (a), orta üçlü (b) ve apeks (c) düzeylerine ait referans noktaları tanımlandı. Ardından a, b ve c noktalarından bukkal alveolar kemiğin dış yüzeyine kadar olan mesafeler ölçülerek üç farklı seviyede bukkal kemik kalınlıkları belirlendi (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Servikal (a), orta (b) ve apikal (c) düzeylerde ilgili referans noktalarından bukkal kortikal kemiğin dış yüzeyine kadar olan mesafelerin ölçümü

Bu işlemler, birinci küçük azı, ikinci küçük azı ve birinci büyük azı dişlerde hem piezosizyon uygulaması yapılan ve hem de piezosizyon uygulaması yapılmayan taraflar için T0’da ve T1’de tekrarlandı.

3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda kullanılan örneklem büyüklüğü G*Power 3.1 (Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) kullanılarak yapılan güç analiziyle belirlenmiştir. Eşleştirilmiş gruplar arasında orta-yüksek düzeyde bir etki büyüklüğü ($d_z=0.7$), %5 anlamlılık düzeyi ve %80 istatistiksel güç için minimum 19 bireyin yeterli olduğu hesaplanmıştır. Bu bağlamda çalışmaya dahil edilen 20 birey ile %82,3 istatistiksel güç sağlanmıştır

Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov normallik testi kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, varyansların homojenliği Levene’s Testi ile kontrol edilmiştir.

İstatistiksel analizler, IBM SPSS Statistics Versiyon 30.0.0.0 (IBM Corp., Armonk, Ny, USA) programı kullanılarak yapılmıştır. Yapılan analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ kabul edilmiştir.

Yapılan ölçümlerin güvenilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla çalışmaya dahil edilen bireylerden elde edilen KIBT kayıtları arasından rastgele seçilen 10 kayıt üzerinde ölçüm işlemleri iki hafta arayla iki kez tekrarlanmıştır. Birinci ve ikinci ölçümler arasındaki metot hatasını belirlemek için Houston tarafından önerilen güvenilirlik katsayısından yararlanılmıştır. Tekrarlanan ölçümlerin güvenilirlik katsayısı hesaplanırken $1 - (Se^2 / St^2)$ formülü kullanılmıştır. Bu formülde Se^2 tesadüfi hatadan kaynaklanan varyansı, St^2 ise ölçümlerin total varyansını ifade etmektedir. İşlemler sonucunda ölçümlerin istatistiksel olarak yüksek düzeyde güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



4. BULGULAR

Çalışmada, piezosizyon ve kontrol grubuna ait genişletme öncesi (T0) ve 3 ay sabit retansiyon sonrası (T1) dönemlerde vertikal kemik mesafesi ile bukkal kemik kalınlığına ait ölçümler karşılaştırılmış, ayrıca gruplar arası farklar değerlendirilmiştir.

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle değerlendirilmiştir. Tüm gruplarda $p>0,05$ elde edilmesi, verilerin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle parametrik testler kullanılmıştır. Grup içi karşılaştırmalarda, tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) ölçümleri eşleştirilmiş örneklem t-testi, gruplar arası karşılaştırmalarda bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Varyansların homojenliği Levene's testi ile doğrulanmıştır ($p<0,05$).

Kontrol grubunda T0 ve T1 ölçümleri arasındaki karşılaştırmalar Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Kontrol grubunda T0 ve T1’de yapılan ölçümlerin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm)

Ölçüm Türü	Grup	Diş Grubu	T0(mm)		T1(mm)		p
			Ort	SS	Ort	SS	
Vertikal Kemik Mesafesi	Kontrol	Birinci küçük azı	8,79	0,95	9,35	1,03	<,001***
		İkinci küçük azı	7,93	0,49	8,62	0,51	<,001***
		Birinci büyük azı	7,83	0,95	8,43	1,04	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Apeks)	Kontrol	Birinci küçük azı	2,09	0,56	1,39	0,64	<,001***
		İkinci küçük azı	1,64	0,59	0,91	0,53	<,001***
		Birinci büyük azı	2,33	0,49	1,37	0,51	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Orta Üçlü)	Kontrol	Birinci küçük azı	2,37	0,79	1,67	0,98	<,001***
		İkinci küçük azı	2,02	0,42	1,52	0,54	<,001***
		Birinci büyük azı	2,42	0,49	1,49	0,61	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Servikal Üçlü)	Kontrol	Birinci küçük azı	4,42	1,89	3,66	1,94	<,001***
		İkinci küçük azı	2,01	0,77	1,43	0,78	<,001***
		Birinci büyük azı	2,45	0,90	1,59	1,08	<,001***

T0 Başlangıç zaman ölçümü, T1: 3 ay sabit retansiyon sonrası ölçümü, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Bağımlı Örneklem t-testi ile elde edilen anlamlılık düzeyi. $p<,05$ anlamlı kabul edilmiştir. (*) işareti istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri: * $p<,05$, ** $p<,01$, *** $p<,001$ olarak değerlendirilmiştir.

Kontrol grubunda tüm dişlerde vertikal kemik mesafesi T1 döneminde T0'a kıyasla anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p<,0,001$). Bu mesafenin artışı vertikal kemik rezorpsiyonunu göstermektedir. Bukkal kemik kalınlığında da apeks, orta üçlü ve servikal üçlü bölgelerinde tüm dişler için anlamlı azalma tespit edilmiştir ($p<,0,001$). Bu bulgular, genişletmenin kontrol grubunda bukkal kemik kalınlığında azalmaya sebep olduğunu göstermektedir.

Piezosizyon grubunda T0 ve T1 ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Piezosizyon grubunda T0 ve T1’de yapılan ölçümlerin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm)

Ölçüm Türü	Grup	Diş Grubu	T0(mm)		T1(mm)		p
			Ort	SS	Ort	SS	
Vertikal Kemik Mesafesi	Piezosizyon	Birinci küçük azı	8,43	0,51	8,79	0,45	,011*
		İkinci küçük azı	7,86	0,48	8,25	0,48	<,001***
		Birinci büyük azı	7,67	1,08	8,03	1,07	,003**
Bukkal Kemik Kalınlığı (Apeks)	Piezosizyon	Birinci küçük azı	1,65	0,7	1,32	0,65	<,001***
		İkinci küçük azı	1,62	0,63	1,27	0,62	<,001***
		Birinci büyük azı	1,86	0,48	1,54	0,49	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Orta Üçlü)	Piezosizyon	Birinci küçük azı	2,88	1,3	2,59	1,27	<,001***
		İkinci küçük azı	1,93	0,56	1,59	0,55	,026*
		Birinci büyük azı	2,55	0,84	2,04	0,65	,002**
Bukkal Kemik Kalınlığı (Servikal Üçlü)	Piezosizyon	Birinci küçük azı	4,2	2,19	3,91	2,28	<,001***
		İkinci küçük azı	2,1	0,9	1,71	0,88	<,001***
		Birinci büyük azı	2,45	0,98	2	1	<,001***

T0: Başlangıç zaman ölçümü, T1: 3 ay sabit retansiyon sonrası ölçümü, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Bağımlı Örneklem t-testi ile elde edilen anlamlılık düzeyi. $p < ,05$ anlamlı kabul edilmiştir. (*) işareti istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri: * $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$ olarak değerlendirilmiştir.

Piezosizyon grubunda, tüm dişlerde vertikal kemik mesafesi T1 döneminde T0’a kıyasla anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p < 0,001$). Bu artış, vertikal yönde alveolar kemik rezorpsiyonu oluştuğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bukkal kemik

kalınlığında apeks, orta üçlü ve servikal üçlü bölgelerinde tüm diş gruplarında T1 ölçümleri T0'a kıyasla anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Bu durum, HÜÇG tedavisi ardından piezosizyon uygulanmış bireylerde de bukkal kortikal kemikte rezorpsiyon meydana geldiğini göstermektedir.

Piezosizyon ve kontrol gruplarının T1–T0 değişimlerinin karşılaştırılması Tablo 4.3'te sunulmuştur.



Tablo 4.3. Piezosizyon ve kontrol gruplarında T1–T0 değişimlerinin bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılması (mm)

Ölçüm Türü	Diş Grubu	Piezosizyon Grubu		Kontrol Grubu		p
		T1-T0(mm)		T1-T0(mm)		
		Ort	SS	Ort	SS	
Vertikal Kemik Mesafesi	Birinci küçük azı	0,36	0,17	0,56	0,31	<,001***
	İkinci küçük azı	0,39	0,21	0,70	0,16	<,001***
	Birinci büyük azı	0,36	0,18	0,6	0,3	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Apeks)	Birinci küçük azı	-0,33	0,2	-0,70	0,38	<,001***
	İkinci küçük azı	-0,35	0,16	-0,73	0,27	<,001***
	Birinci büyük azı	-0,32	0,14	-0,96	0,39	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Orta Üçlü)	Birinci küçük azı	-0,30	0,14	-0,71	0,41	<,001***
	İkinci küçük azı	-0,34	0,17	-0,51	0,28	<,001***
	Birinci büyük azı	-0,52	0,36	-0,93	0,42	<,001***
Bukkal Kemik Kalınlığı (Servikal Üçlü)	Birinci küçük azı	-0,28	0,12	-0,76	0,29	<,001***
	İkinci küçük azı	-0,39	0,18	-0,58	0,15	<,001***
	Birinci büyük azı	-0,45	0,18	-0,74	0,23	<,001***

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Bağımsız Örneklem t-testi sonucu elde edilen anlamlılık değeri. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < ,05$ kabul edilmiştir. (*) işareti istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri: * $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$ olarak değerlendirilmiştir.

Vertikal kemik mesafesi değişiminde (T1–T0), kontrol grubundaki artışların piezosizyon grubuna kıyasla daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bukkal kemik kalınlığı farklarında ise her üç seviyede (apeks, orta üçlü, servikal üçlü) kontrol grubunda piezosizyon grubuna göre belirgin şekilde daha fazla azalma meydana gelmiştir.

Bulgular, piezosizyon uygulamasının HÜÇG sırasında meydana gelen vertikal ve bukkal kemik kayıplarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan veriler, HÜÇG tedavisi öncesinde ve genişletmeyi takiben 3 aylık retansiyon periyodu sonunda alınan KIBT kayıtlarından elde edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen örneklem 11-15 yaş aralığında olup, toplam 20 hastadan oluşmaktadır.

Çalışmamıza, kemik yapısını veya metabolizmasını etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalığı bulunan ya da bu amaçla farmakolojik ajan kullanan bireyler dahil edilmemiştir. Bu durum, alveolar kemikte meydana gelen rezorptif değişiklikleri doğrudan etkileyebilen faktörlerin elimine edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatürde, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) gibi prostaglandin sentezini inhibe eden ajanların kemik rezorpsiyonunu azalttığı rapor edilmiştir.⁽¹⁸⁴⁾ Benzer şekilde, bifosfonatlar gibi anti-rezorptif ilaçlar da kemikte osteoklastik aktiviteyi inhibe ederek kemik rezorpsiyonunu azaltabilmektedir.⁽¹⁸⁵⁾ Buna karşılık, kortikosteroidlerin uzun süreli kullanımının osteoklastik aktiviteyi artırarak kemik rezorpsiyonunu şiddetlendirebileceği; ayrıca D vitamini, paratiroid ve tiroit hormonlarının da kemik döngüsünü etkileyerek rezorptif süreçleri hızlandırabileceği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.^(186,187) Bu sebeplerle, kemik yapısını ve metabolizmasını etkileyebilecek sistemik hastalık ya da ilaç kullanım öyküsü olan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmamızda piezosizyon ve kontrol grupları aynı bireyler üzerinde split-mouth tasarım ile değerlendirilmiş, simetrik anatomik bölgelerde karşılaştırma yapılmıştır. Bu yaklaşım, bireyler arası biyolojik varyasyonların etkisini minimize ederek elde edilen sonuçların güvenilirliğini olumlu yönde etkilemiştir.

Maksiller transversal yetersizliklerde HÜÇG tedavisi sıklıkla tercih edilmektedir. Bu tedavi sonucunda elde edilen etkinin daha çok ortopedik olabilmesi için tedavinin median palatal sütur kapanmadan yapılması gerekir. Bu sebeple HÜÇG tedavisi doğru yaşta yapılmalıdır. Haas, ideal yaş aralığının 8-15 yaş olduğunu bildirmiştir.⁽²⁰⁾ Bishara ve Staley ise, genişletme için en avantajlı yaşların 13-15 yaş öncesi olduğunu bildirmiş, yaşça daha büyük olan hastalarda da HÜÇG'nin mümkün olduğunu ancak

elde edilecek sonuçların stabil olmayacağını belirtmiştir.⁽⁴⁾ Bu sebeple çalışmamıza 11-15 yaş aralığında tedavi görmüş hastalar dahil edilmiştir.

Dişlerin bantlanması ile uygulanan konvansiyonel apareyler (Haas, Hyrax gibi) hijyenik olmaları sebebiyle sık sık tercih edilmektedir. Bununla beraber bu apareylerde uygulanan kuvvetin doğrudan dişlere iletilmesi ortopedik etkinin yanında ortodontik etkinin de açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu apareyler posterior dişlerde oluşturduğu tipping ve ekstrüzyon sebebiyle mandibulanın saat yönünde posterior rotasyon yapmasına sebep olur. Bu etki sonucunda open-bite oluşabilmektedir. Bu durum vertikal büyüme paternine sahip olan hastalarda dezavantaj oluşturur.^(4,5,80) Bununla birlikte bu apareylerde görülen artmış ortodontik etki; kök rezorpsiyonuna, dehisense, bukkal kortikal kemik kalınlığının azalmasına ve nüksün artmasına sebep olabilir.^(77,188)

Bu dezavantajlar sebebiyle daha iyi vertikal kontrol elde edebilmek için posterior dişleri tamamen saran bonded akrilik cap-splint apareyleri üretilmiştir. Bu apareylerde posterior dişleri saran akrilik kısım aynı zamanda ısırma bloğu olarak çalışır. Böylece vidanın çevrilmesiyle oluşan genişletme kuvveti herhangi bir dirençle karşılaşmaksızın doğrudan sütura iletilir.⁽⁷⁷⁾ Bu apareylerde kök rezorpsiyonunun daha az olduğunu bildiren yayınlar vardır.⁽¹⁰³⁾

Literatürde, akrilik cap splint apareylerinin alveolar kemik üzerine daha fizyolojik bir kuvvet dağılımı sağladığını savunan çalışmalar mevcuttur. Bu apareylerin dişlere doğrudan uygulanan kuvvet yerine, kuvveti daha geniş bir alana yaymasıyla yalnızca dentoalveolar değil aynı zamanda iskeletsel etkiler yarattığı bildirilmiştir. Bu durum bukkal kemik rezorpsiyonunun azaltılmasına katkı sağlayabilir. Garib ve ark. ve Lagraver ve ark. tarafından KIBT ölçümleriyle yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, bonded HÜÇG uygulamalarında bukkal kemikte daha az rezorpsiyon görüldüğü, banded apareylere kıyasla kortikal kayıpların daha sınırlı olduğu bildirilmiştir.^(77,189) Bu sebeple çalışmamızda, posterior dişleri akril ile tamamen saran akrilik cap-splint apareyi kullanılmıştır.

Literatürde, HÜÇG uygulamalarında kullanılan çevirme protokolleri oldukça çeşitlilik göstermektedir. Haas, sabit hızda günlük 2 veya daha fazla çeyrek tur aktivasyon önerirken,⁽⁵⁾ İşeri ve ark., aktivasyon miktarını median palatal süturda meydana gelen

açılmaya ya da hastanın yaşına göre bireyselleştirme önerilmektedir.⁽⁸⁴⁾ Bununla birlikte daha agresif veya daha yavaş protokoller öneren çalışmalar da mevcuttur.^(113,114)

Filho ve ark., HÜÇG'nin fizyolojik sınırlar içinde gerçekleştirilmesi gerektiğini vurgulamakta; median palatal süturda meydana gelen ayrımın ardından aktivasyon hızının azaltılmasının çevre dokularda oluşabilecek rezorptif yanıtı azaltabileceğini belirtmektedir.⁽⁴⁵⁾ Ayrıca Timms çalışmasında, median palatal süturda meydana gelen açılma radyografik olarak doğrulanmadan devam edilen genişletmenin, alveolar kemik üzerinde olumsuz etkiler doğurabileceğini bildirmiştir.⁽¹⁴⁾

Bu bağlamda çalışmamıza dahil edilen bireylerde uygulanmış olan genişletme prosedüründe; median palatal süturun açılmasını sağlamak amacıyla günde iki çeyrek tur (0.5 mm) aktivasyon uygulanmış, sütur ayrımının radyografik olarak saptanmasının ardından aktivasyon hızı günde bir çeyrek tura (0.25 mm) düşürülmüştür.

Kemik rezorpsiyonu, doğası gereği üç boyutta meydana gelen bir süreç olduğundan, bu değişimleri iki boyutlu görüntüleme teknikleri güvenilir bir şekilde ortaya koymakta yetersiz kalmaktadır.⁽¹²⁾ Ölçümlerin güvenilirliğini sınırlayan magnifikasyon, distorsiyon ve süperimpozisyon gibi etkenler sebebiyle, kemik rezorpsiyonu ölçümlerinde daha çok üç boyutlu görüntüleme teknikleri tercih edilmektedir.

Üç boyutlu görüntüleme teknikleri değerlendirildiğinde, BT'nin yüksek radyasyon dozu ve maliyet gibi dezavantajlar barındırdığı görülmektedir.⁽¹⁷¹⁾ Bu durum, daha düşük radyasyon dozu ve daha ekonomik alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Bu bağlamda mikro-BT ve KIBT gibi yeni teknikler ortaya çıkmıştır.

Mikro-BT, görüntü çözünürlüğü açısından altın standart olarak kabul edilmekle birlikte, in vivo kullanımının mümkün olmaması sebebiyle yalnızca çekilmiş dişlerde kök rezorpsiyonunu değerlendirme amacıyla kullanılabilir.

KIBT ise, özellikle maksilla gibi daha küçük anatomik alanların in vivo görüntülenmesine olanak sağlamasıyla öne çıkmaktadır. KIBT'nin düşük radyasyon

dozu, ekonomik oluşu ve yüksek güvenilirlikle ölçüm yapabilme kapasitesi, literatürde birçok çalışmada defalarca ortaya konmuştur.⁽¹⁷⁹⁾ Bu sebeple, çalışmamızda ölçümler HÜÇG tedavisi uygulanmış hastaların tedavi öncesi ve sonrası alınmış KIBT kayıtları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan KIBT tabanlı alveolar kemik rezorpsiyonu ölçüm yöntemi, literatürde benzer konfigürasyonlarla uygulanan yöntemlerle genel hatlarıyla örtüşmektedir.

Brunetto ve ark., bonded HÜÇG sırasında oluşan dental, iskeletsel ve alveolar değişiklikleri değerlendirmek amacıyla KIBT üzerinde yaptığı ölçümlerde maksiller birinci büyük azının meziobukkal kökünü referans almış; bu kökün uzun eksenini sagittal düzlemde hizalayarak bu eksene dik doğrultuda koronal kesitler elde etmiştir. Vertikal alveolar kemik yüksekliği, cusp tepesinden alveolar kret seviyesine kadar olan mesafe olarak tanımlanmıştır.⁽¹⁹⁰⁾ Bukkal kemik kalınlığı ölçümünde ise mine-sement birleşiminden itibaren sırasıyla 3 mm, 5 mm ve 10 mm apikaldeki noktalardan bukkal alveolar yüzeye kadar olan yatay mesafeler ölçülmüştür.⁽¹⁹⁰⁾ Bu yönüyle mevcut çalışmamızda kullanılan yöntem, Brunetto'nun yöntemiyle benzerlik göstermektedir.

Baysal ve ark., bukkal alveolar kemik kalınlığını furkasyon, orta ve apikal düzeylerde değerlendirmiş; benzer şekilde Garib ve ark. da birinci küçük azı ve büyük azı bölgelerinde mine-sement birleşiminin 3 mm apikalindeki noktadan bukkal kortikal yüzeye kadar olan mesafeyi esas alarak kemik kalınlığını ölçmüştür.^(77,188) Ancak her iki çalışmada da vertikal alveolar kemik yüksekliği değerlendirilmemiş, yalnızca kalınlık ölçülmüştür. Ayrıca bu çalışmalarda kullanılan sabit ölçüm mesafeleri bireysel kök farklılıklarını göz ardı etmektedir.

Çalışmamızda ise bu yöntemlerden farklı olarak kök boyu, mine-sement birleşiminden apeks noktasına kadar ölçülmüş; bu mesafe üç eşit parçaya bölünerek servikal, orta ve apikal düzeyler tanımlanmıştır. Bukkal alveolar kemik kalınlıklarının bu düzeylerde ölçülmesi, bireysel anatomik varyasyonları dikkate alan ve biyolojik olarak daha anlamlı bir ölçüm sistemi sunmaktadır.

Sonuç olarak çalışmamızda kullanılan yöntem; kök boyunun üç eşit parçaya ayrılması yoluyla, literatürdeki birçok çalışmaya kıyasla daha bireyselleştirilmiş bir değerlendirme sağlamıştır.

Literatürde, bukkal alveolar kemik kalınlığı ve vertikal kemik yüksekliğinin değerlendirilmesinde, maksiller birinci büyük azı dişi incelenirken meziobukkal kökün referans alındığı birçok çalışma mevcuttur. Rungcharassaeng ve ark., maksiller birinci büyük azı dişinin meziobukkal kökü hizasında cusp tepesinden alveolar kret seviyesine kadar olan mesafeyi ölçerek vertikal alveolar kemik yüksekliğini değerlendirmiştir.⁽¹⁵²⁾

Bu nedenlerle, çalışmamızda; maksiller birinci büyük azı dişinin meziobukkal kökü referans alınmıştır. Bu kök, anatomik olarak en belirgin ve kolay lokalize edilebilen kök olması ve ortodontik kuvvetlerin en çok etki ettiği bölgelerden biri olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca, literatürle kıyaslanabilir veriler elde edilmesi açısından da uygun bir referans sağlamıştır.

Çalışmamızda yapılan ölçümler, HÜÇG tedavisini takiben üç aylık sabit retansiyon süreci sonunda elde edilen KIBT kayıtları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Literatürde retansiyon süresi ile ilgili farklı görüşler rapor edilmiştir. Zimring ve Isaacson, rezidüel kuvvetlerin ortalama altı hafta devam ettiğini ve bu nedenle kısa süreli retansiyonun yeterli olduğunu bildirmiştir.⁽⁸⁴⁾ Buna karşın Haas ve Barber ve ark., en az 60-90 günlük bir retansiyon süresinin gerekli olduğunu belirtmiştir.^(102,140) Cleall, Bell ve Ekström ise median palatal süturun reorganizasyonu için en az üç aylık bir retansiyon süresi önermiştir.^(52,69,133) Benzer şekilde, Arat ve ark. da median palatal süturdaki kemik aktivitesinin üç ay sonra başlangıç seviyesine döndüğünü rapor etmiştir.⁽¹³⁶⁾

Timms ise, çevre yumuşak dokuların reorganizasyonunun daha uzun zaman aldığını ve bu sebeple retansiyon süresinin iki yıla kadar uzatılmasının gerekebileceğini öne sürmüştür.⁽¹⁴⁾

Çalışmamızda kullanılan üç aylık sabit retansiyon süresi, median palatal süturun reorganizasyonu için literatürde bildirilen minimal süre olup, kısa dönem değerlendirmeler için uygun ve yeterli kabul edilmektedir.

Çalışmamızda, HÜÇG sonrasında bukkal alveolar kemik kalınlığı ve vertikal alveolar kemik yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar gözlenmiştir. Bu bulgular, Brunetto ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Söz konusu

çalışmada bonded HÜÇĞ tedavisi sonrasında maksiller birinci büyük azı bölgesinde hem alveolar kemik kalınlığında hem de vertikal kemik yüksekliğinde azalma rapor edilmiştir.⁽¹⁹⁰⁾

Benzer şekilde, Garib ve ark. da büyük azı ve küçük azılar bölgesinde bukkal kemik kalınlığında anlamlı azalma rapor etmiştir; ancak bu çalışmada vertikal alveolar kemik yüksekliği değerlendirilmemiştir.⁽¹⁵³⁾

Rungcharassaeng ve ark., maksiller birinci büyük azı dişinin meziobukkal kökü boyunca yaptığı ölçümlerde alveolar kretin daha apikal bir pozisyona kaydığını bildirmiştir.⁽¹⁵²⁾

Baysal ve ark. ise HÜÇĞ sonrası bukkal kemik kalınlığını furkasyon, orta ve apikal düzeylerde değerlendirmiş, istatistiksel olarak anlamlı azalma bildirmiştir.⁽¹⁸⁸⁾

Öte yandan, Akyalçın ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, bonded HÜÇĞ sonrasında alveolar kemik kalınlığı ve yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.⁽¹⁹¹⁾ Bu çalışmada, KIBT ile elde edilen T1 (tedavi öncesi), T2 (genişletme sonrası) ve T3 (yaklaşık 2,5 yıl sonrası) görüntüler üzerinden yapılan ölçümlerde, T1-T2 zaman dilimleri arasında bukkal kemik kalınlığında azalma gözlenmiş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Yazarlar, bu durumu köklerin bukkale devrilmesine bağlı geçici bir azalma olarak değerlendirmiş ve sabit ortodontik tedavi sonrasında kök pozisyonlarının yeniden dikleşmesi sonucu T3 döneminde bukkal kemik kalınlığının büyük oranda geri kazanıldığını bildirmiştir. Bu ölçümlerin yalnızca trifurkasyon ve bifurkasyon düzeylerinde yapılmış olması ve örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ortaya konamamasında etkili olmuş olabilir.

Piezosizyon uygulaması, alveolar kemiğin rejeneratif kapasitesini artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu uygulamanın temelinde, travmaya bağlı olarak ortaya çıkan ve lokal inflamatuvar yanıtı tetikleyen BHF yer almaktadır. BHF, lokal inflamatuvar yanıtı uyatarak kemiğin yeniden şekillenmesini hızlandırmakta ve osteoklastik ile osteoblastik aktiviteyi artırmaktadır.^(6,7)

Dibart tarafından tanımlandığı üzere, piezosizyon minimal invaziv bir yaklaşım olması nedeniyle bu biyolojik etkiyi güvenli bir biçimde tetikleyebilmektedir.⁽¹⁵⁸⁾ Özellikle 3-

5 mm derinliğinde yapılan kesilerin kemiğin yeniden şekillenme hızını anlamlı şekilde artırdığı ve rejenerasyon sürecini desteklediği literatürde bildirilmiştir.⁽¹⁵⁸⁾

Piezosizyon uygulamasının osteoklastik ve osteoblastik aktivite üzerindeki etkileri, uygulanan kesinin derinliğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

Sharmin ve ark. tarafından yapılan bir klinik çalışmada, bukkal yüzeyde 4-5 mm uzunluğunda ve 3 mm derinliğinde uygulanan piezosizyon ile ortodontik seviyeleme ve hizalama süresinin yaklaşık 31,5 gün kadar istatistiksel olarak anlamlı şekilde kısaldığı bildirilmiştir.⁽¹⁹²⁾ Buna karşılık, derinliği yalnızca 1 mm olan ve üç kesi içeren piezosizyon uygulamalarının, BHF etkisini oluşturmakta yetersiz kaldığı vurgulanmıştır.

Bu bulgular, piezosizyon derinliğinin osteoklastik ve osteoblastik aktivite artışını etkileyen önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir.⁽¹⁹²⁾ Bu sebeple, çalışmamıza dahil edilen bireylerde uygulanmış olan piezosizyon protokolü, literatürde önerilen yönteme uygun şekilde yaklaşık 3 mm derinliğinde gerçekleştirilmiştir. Böylece, BHF'nin etkin biçimde tetiklenmesi ve elde edilen sonuçların literatürde bildirilen biyolojik yanıtlarla karşılaştırılabilir olması amaçlanmıştır.

Sıçanlar üzerinde yapılan bir pilot çalışmada, piezoelektrik kortikal penetrasyon uygulanan grupta, hem 7. hem de 14. günde kortikal porozitede anlamlı artış gözlemlendiği bildirilmiştir.⁽¹⁹³⁾ Bu artış, hem geleneksel osteotomi grubuna hem de kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Rapor edilen kortikal porozite artışı, osteoklastik ve osteoblastik aktivitenin artmasına bağlanmış; piezosizyonun kemiğin yeniden şekillenme döngüsünü tetiklediği sonucuna varılmıştır.

Alhaija ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise, piezosizyon destekli alt ikinci büyük azı dişinin protraksiyonu sırasında alveolar kemik yüksekliğinde artış ve kök rezorpsiyonunda azalma saptanmıştır.⁽¹⁹⁴⁾ Bu durum piezosizyonun kemiğe olan biyolojik etkileriyle açıklanmıştır. Çalışmamızda piezosizyon grubunda kontrol grubuna göre daha az kemik rezorpsiyonu gözlenmesi, bu bulgularla uyumludur.

Aksakallı ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, piezosizyonun diş hareketini anlamlı düzeyde hızlandırdığı, tedavi süresini kısalttığı ve periodontal dokularda

olumsuz bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.⁽¹⁹⁵⁾ Çalışmamızda piezosizyon uygulanan grupta kemik dokusunun iyileşmesinin daha iyi olması, bu bulgularla uyumludur.

Piezosizyon ile ilgili son dönemlerde yapılan bir çalışmada, piezosizyonun minimal invaziv kemik rejenerasyon yöntemleri (greft, membran uygulamaları vb.) ile kullanılmasının, yetişkin bireylerde bukkal kemikte anlamlı düzeyde iyileşme sağladığı rapor edilmiştir.⁽¹⁹⁶⁾ Bu teknik, piezosizyonun osteoanabolik etkisinin kemiğin yeniden şekillenmesini desteklediğini göstermektedir.

Çalışmamızda ek bir rejeneratif prosedür uygulanmamış olmasına rağmen, elde edilen sonuçlar piezosizyonun kemik kaybını sınırladığı yönündedir. Bu durum, piezosizyonun rejeneratif materyal eklenmediğinde dahi BHF etkisi aracılığıyla kemiğin yeniden şekillenme sürecini destekleyebileceğini düşündürmektedir.

Strippoli ve ark. tarafından yapılan prospektif bir çalışmada, piezosizyon destekli ortodontik tedavi sonrası üst ve alt çenede, hem bukkal hem de lingual yüzeylerde anlamlı alveolar kemik yüksekliği azalmaları gözlenmiştir.⁽¹⁹⁷⁾ Özellikle alt ön bölgede bukkal kemik yüksekliğinde gözlenen rezorpsiyonun, lingual yüzeydeki yaklaşık iki katı olduğu bildirilmiştir. Yazarlar bu durumu, başlangıçtaki ince kortikal kemik yapısı ve hasta yaşıyla ilişkilendirmiştir.⁽¹⁹⁷⁾ Bu çalışmada piezosizyon uygulanan bölgelerde kemik rezorpsiyonu gözlenmesi, çalışmamızda piezosizyonun kemik dokusunda yarattığı olumlu etkilerle çelişmektedir. Ancak, bu çalışmanın önemli bir sınırlılığı, kontrol grubunun olmamasıdır.

Bu nedenle, rapor edilen rezorpsiyonun piezosizyon uygulamasına mı yoksa ortodontik kuvvetlere mi bağlı olduğu netleştirilememiştir. Nitekim literatürde, konvansiyonel ortodontik tedavilerde de benzer rezorptif değişikliklerin gözlendiği bildirilmiştir.⁽¹⁹⁸⁾ Dolayısıyla, söz konusu çalışmada rapor edilen bu değişikliklerin doğrudan piezosizyon kaynaklı olmayabileceği; ortodontik tedavinin olağan biyolojik etkileri kapsamında gerçekleşmiş olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Figueiredo ve ark. tarafından yapılan sistematik derlemede, piezosizyon uygulamasını değerlendiren bazı çalışmalarda piezosizyon sonrasında kök ve kemik dokularda daha az rezorptif değişiklik bildirilirken, bazı çalışmalarda ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir.⁽¹⁹⁹⁾ Bu çelişkili bulgular; uygulanan cerrahi protokollerdeki

farklılıklar, ortodontik kuvvetlerin yönü ve şiddeti, hastaların yaşı ve başlangıç alveolar kemik kalınlığı gibi faktörlere bağlı olabilir.

Piezosizyon uygulamasının kemik rejenerasyonundaki olumlu etkileri, bu yöntemin bölgesel bir biyolojik yanıt oluşturarak kemiğin yeniden şekillenme sürecini hızlandırmasına bağlanmaktadır. Ancak literatürde, HÜÇG sonrasında kemik iyileşmesini desteklemek amacıyla farklı biyolojik yaklaşımları araştıran çalışmalar da mevcuttur.

Bu yaklaşımlardan biri olan platelet rich plasma (PRP) uygulamasını değerlendiren bir split-mouth çalışmada, PRP tarafında oluşan bukkal kemik rezorpsiyonunun sınırlı düzeyde daha düşük olduğu bildirilmiş, ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.⁽²⁰⁰⁾ PRP'nin beklenen biyolojik etkisi, içerdiği trombosit kaynaklı büyüme faktörleri aracılığıyla osteoblast aktivitesini ve anjiyogenezi artırarak kemik iyileşmesini hızlandırması yönündedir. Ancak bu etki, piezosizyonda olduğu gibi mekanik mikrotravma ile tetiklenen BHF etkisine değil, biyokimyasal bir uyarıma dayanmaktadır.

PRP'nin beklenen rejeneratif etkisinin görülmemesi, genişletme esnasında meydana gelen yüksek mekanik kuvvetlerin lokal biyolojik yanıtı baskılaması nedeniyle olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca hastalardan elde edilen trombosit konsantrasyonlarının değişkenlik göstermesi sebebiyle uygulanan PRP'nin içeriğinin tam olarak standardize edilememesi, bulguların istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasında etkili olmuş olabilir.

Bu bulgular, PRP'nin HÜÇG sırasında oluşan alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesinde sınırlı biyolojik etkinliğe sahip olabileceğini; buna karşılık piezosizyon gibi doğrudan kortikal kemiğe uygulanan yöntemlerin alveolar kemik iyileşmesi üzerindeki etkisinin daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir.

Benzer şekilde, kemik iyileşmesini desteklemek amacıyla D vitamini analogu olan ED-71,⁽²⁰¹⁾ stronsiyum ranelat,⁽²⁰²⁾ laktoferrin,⁽²⁰³⁾ PRF (platelet-rich fibrin),⁽²⁰⁴⁾ ozon,⁽²⁰⁵⁾ periosteal stimülasyon terapisi,⁽²⁰⁶⁾ düşük seviyeli lazer,⁽²⁰⁷⁾ düşük yoğunluklu ultrason⁽²⁰⁸⁾ ve mekanik titreşim⁽²⁰⁹⁾ gibi biyostimülasyon teknikleri de çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışmaların tamamı median palatal sütür düzeyinde yürütülmüş olup; ED-71, stronsiyum ranelat, laktoferrin, PRF, ozon ve periosteal

stimülasyon uygulamalarının suture bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı kemik formasyonu artışı sağladığı bildirilmiştir. Buna karşın lazer, ultrason ve titreşim uygulamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark rapor edilmemiştir.

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, HÜÇG sırasında oluşan kemik rezorpsiyonunu iyileştirmeye yönelik yaklaşımların çoğunun median palatal suture odaklandığı, alveolar kemik düzeyindeki kanıtların ise sınırlı kaldığı görülmektedir.

Bu açıdan, çalışmamız piezosizyonun alveolar kemik üzerindeki etkisini değerlendirerek, literatürde çoğunlukla suture odaklanan biyostimülasyon çalışmalarından farklı olarak, alveolar düzeydeki biyolojik yanıtın anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları mevcuttur. Öncelikle çalışmamızın retrospektif olarak tasarlanmış olması ve tek bir merkezde yürütülmesi, elde edilen bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Güç analizine dayanarak belirlenmiş olsa da, örneklem büyüklüğünün sınırlı kalması istatistiksel analizlerin hassasiyetini etkileyebilir.

KIBT, konvansiyonel iki boyutlu görüntüleme tekniklerine göre daha üstün çözünürlük sağlasa da, düşük doz kullanımı nedeniyle görüntü kalitesi bazı bölgelerde sınırlı kalabilmektedir. Voksel boyutu, pozisyonlama hataları ve metal artefaktlar gibi faktörler, ölçümlerin hassasiyetini ve tekrarlanabilirliğini azaltabilir.

Split-mouth tasarım, bireyler arasındaki anatomik ve biyolojik farklılıkları minimize etme açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Ancak piezosizyon gibi lokal cerrahi uygulamaların tetiklediği bölgesel inflamatuvar yanıtlar, sınırlı düzeyde sistemik etkiler oluşturabilir.

BHF, her ne kadar lokalize biyolojik bir olay olarak tanımlansa da, komşu bölgelerdeki kemik metabolizmasını etkileyebilecek biyokimyasal mediatörlerin salınımını tetikleyebileceği rapor edilmiştir.⁽⁷⁾ Dibart da piezosizyon gibi minimal invaziv cerrahi uygulamaların pro-inflamatuvar sitokin salınımı yoluyla genel bir biyolojik yanıt oluşturabileceğini belirtmiştir.⁽¹⁵⁸⁾

Uribe ve ark. ise split-mouth tasarımıyla yürütülen çalışmalarda, lokal cerrahi müdahalenin olası sistemik etkileri nedeniyle kontrol tarafında da biyolojik

değişikliklerin görülebileceğini vurgulamıştır.⁽²¹⁰⁾ Dolayısıyla çalışmamızda elde edilen bulgularda lokal müdahalenin yanı sıra sınırlı düzeyde sistemik biyolojik yansımaların da rol oynamış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda yalnızca bukkal kortikal kemik kalınlığı ve vertikal alveolar kemik yükseklikleri değerlendirilmiş, palatal yüzeylerdeki değişiklikler analize dahil edilmemiştir. Bununla birlikte yapılan ölçümler volümetrik değil, yalnızca lineer olduğundan, kemik kaybının üç boyutlu doğası tam olarak yansıtılamamış olabilir.

Son olarak, çalışmamızın uzun dönem takip verileri bulunmadığından yalnızca kısa dönem (üç aylık) sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu nedenle, piezosizyonun kemik stabilitesi üzerindeki uzun dönem etkileri hakkında kesin bir çıkarımda bulunmak mümkün değildir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda HÜÇG uygulanan bireylerde piezosizyon uygulamasının alveolar kemik rezorpsiyonu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda; hem piezosizyon hem de kontrol grubunda tedavi sonrası 3 aylık retansiyon süreci sonunda maksiller birinci küçük azı, ikinci küçük azı ve birinci büyük azı bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde alveolar kemik rezorpsiyonu gözlenmiştir.

Piezosizyon uygulanan taraflarda, kontrol taraflarına kıyasla bukkal alveolar kemik kalınlığında ve vertikal alveolar kemik yüksekliğinde daha az azalma meydana gelmiştir. Gruplar arasında gözlenen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve piezosizyon uygulamasının HÜÇG ile meydana gelen kemik rezorpsiyonunun iyileşmesine olumlu etkiler sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda çalışma için belirlenen sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Bu bulgular ışığında, piezosizyonun kemiğin yeniden şekillenme sürecini destekleyerek HÜÇG sonrası dönemde alveolar kemik dokusunun iyileşmesini hızlandırabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda özellikle alveolar kemik bütünlüğünün korunmasının kritik olduğu periodontal açıdan riskli görülen bireylerde piezosizyon destekli genişletme yönteminin tercih edilmesi önerilebilir.

Ayrıca alveolar kemik kalınlığının ince olduğu vakalarda, dehisens riskini azaltmak için piezosizyon destekli genişletme uygulaması klinisyenler için daha güvenilir bir seçenek olabilir.

Çalışmamız, piezosizyon uygulamasının HÜÇG sırasında meydana gelen alveolar kemik rezorpsiyonunun iyileşmesi üzerindeki etkilerini KIBT ölçümleriyle değerlendiren ilk çalışmalardan biri olması sebebiyle literatüre özgün bir katkı sağlamaktadır.

Piezosizyonun alveolar kemik iyileşmesi üzerindeki etkilerinin daha net biçimde ortaya konabilmesi için daha büyük örneklem gruplarıyla ve uzun dönem takip verileriyle desteklenmiş prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Ferrario VF, Garattini G, Colombo A, Filippi V, Pozzoli S, Sforza C. Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. *J Orthod*. 2003;25(4):401-10.
2. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. 4. bs. St. Louis: Mosby; 2005. 565 s.
3. OG da Silva Filho, R J Gomes Gloncalves, F A Maia. Sucking habits: clinical management in dentistry. *Clin pediater dent*. 1991;15(3):137-56.
4. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987;91(1):3-14.
5. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *Angle Orthod*. 1961;31(2):73-89.
6. Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, Bhandari R, Agarwal DK, Gupta A, vd. Assessment of Corticotomy Facilitated Tooth Movement and Changes in Alveolar Bone Thickness - A CT Scan Study. *J Clin Diagn Res*. 2014;8(10):ZC26.
7. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*. 1983;31(1):3-9
8. Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(1):23-31.
9. Mainjot AKJ, Charavet C. Orthodontic-assisted one step-no prep technique: A straightforward and minimally-invasive approach for localized tooth wear treatment using polymer-infiltrated ceramic network CAD-CAM prostheses. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(7):645-61.
10. Cormack AM. Representation of a Function by Its Line Integrals, with Some Radiological Applications. *J Appl Phys*. 1963;34(9):2722-7.
11. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. *Br J Radiol*. 1973;46:1016-22.
12. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127(5):627-37.

13. Dean Molen A. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:S130-5.
14. Timms DJ. Rapid maxillary expansion. 2 bs. Chicago: Quintessence publishing company; 1981.
15. Angell D. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos.* 1860;1:540-4.
16. R E Moyers, M L Riolo, K E Guire, R L Wainright, F L Bookstein. Differential diagnosis of class II malocclusions. Part 1. Facial types associated with class II malocclusions. *J Orthod.* 1980;78(5):477-94.
17. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. Eruption of the teeth: local, systemic and congenital factors that influence the process. 1994;186-213.
18. Proffit WR, Fields HW. Contemporary orthodontics. C. Mosby Year Book Inc. St. Louis; 1993.
19. Ülgen M. Ortodonti Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 2006.
20. Haas AJ. The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture. *Angle Orthod.* 1965;35:200-17.
21. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod.* 1969;56(5):491-504.
22. Ghoneima A, Abdel-Fattah E, Hartsfield J, El-Bedwehi A, Kamel A, Kula K. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(4):510-9.
23. McNamara JA, Brudon WL. Orthodontic and Orthopedic Treatment in The Mixed Dentition. 1. bs. 1993.
24. Leonardi R, Caltabiano M, Cavallini C, Sicurezza E, Barbato E, Spampinato C, vd. Condyle fossa relationship associated with functional posterior crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1040-6.
25. Nerder PH, Bakke M, Solow B. The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *Eur J Orthod.* 1999;21(2):155-66.
26. Sandıkçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(3):321-7.

27. Başçiftçi FA, Demir A, Sarı Z, Uysal T. Konya Yöresi Okul Çocuklarında Ortodontik Maloklüzyonların Prevelansının Araştırılması: Epidemiyolojik Çalışma. Turk J Orthod. 2002;92-8.
28. Sven Helm D.D.S. Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: An epidemiologic study. Am J Orthod. 1968;54(5):352-66.
29. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. J Orthod. 1984;6(1):25-34.
30. Kurol J, Berglund L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. Eur J Orthod. 1992;14(3):173-9.
31. Van Keulen C, Martens G, Dermaut L. Unilateral posterior crossbite and chin deviation: Is there a correlation? Eur J Orthod. 2004;26(3):283-8.
32. King L, Harris EF, Tolley EA. Heritability of cephalometric and occlusal variables as assessed from siblings with overt malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;104(2):121-31.
33. Graber TM, Swain BF. Current orthodontic concepts and techniques. 2nd edition. C. 61. Philadelphia: W.B. Saunders; 1975.
34. Harvold EP, Chierici G., Vargervik K. Experiments on the development of dental malocclusions. Am J Orthod. 1972;61:38-44.
35. Ellingson SA, Miltenberger RG, Stricker JM, Garlinghouse MA, Roberts J, Galensky TL, vd. Analysis And Treatment Of Finger Sucking. J Appl Behav Anal. 2000;33(1):41-52.
36. Bengi O, Karaç SE, Akin E, Murat O UK, Huseyin H, Olmez O, vd. Cephalometric evaluation of patients treated by maxillary anterior segmental distraction: A preliminary report. Eur Assoc Cranio-Maxillofac Surg. 2007;35:302-10.
37. Brynjolv A. The etiology of prolonged thumb sucking. Eur J Oral Sci. Mayıs 1971;8(2):127-30.
38. Larsson E. The effect of dummy-sucking on the occlusion: a review. Eur J Orthod. 1986;8(2):127-30.
39. Linder-Aronson S. Respiratory Function in Relation to Facial Morphology and the Dentition. Br J Orthod. 1979;6(2):59-71.

40. O'Ryan FS, Gallagher DM, LaBanc JP, Epker BN. The relation between nasorespiratory function and dentofacial morphology: A review. *Am J Orthod.* 1982;82:402-10.
41. Wong F, Hagg U. An update on the aetiology of orofacial clefts. *Hong Kong Med J.* 2004;10(5):331-36.
42. Gaggli A, Unter Schultes G, Feichtinger M, Santler G, Ock RM, Archer HK. Differences in cephalometric and occlusal outcome of cleft palate patients regarding different surgical techniques. 2003;31(1):20-6.
43. Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early Transverse Treatment. *Semin Orthod.* 2005;11(3):130-9.
44. Bishara SE, Burkey PS, Kharouf JG. Dental and facial asymmetries: a review. *Angle Orthod.* 1994;64(2):89-98.
45. da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(2):171-9.
46. Dutra AL, Cardoso AC, Locks A, Bezerra AC. Assessment of treatment for functional posterior cross-bites in patients at the deciduous dentition phase. *Braz Dent J.* 2004;15(1):54-8.
47. Kantomaa T. Correction of unilateral crossbite in the deciduous dentition. *Eur J Orthod.* 1986;8(2):80-3.
48. Larsson E. Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod.* 2001;71(2):116-9.
49. Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: A systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2005;136(2):194-9.
50. 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.
51. Koray H, Yavuz İ. Literatür derlemesi: Üst çene genişletmesinde apareyler ve felsefeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2011;(4):32-9.
52. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod.* 1982;81(1):32-7.
53. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod.* 1973;64(3):229-47.

54. Mew J. In favor of semirapid expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(4):20A-21A.
55. Lamparski DG, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):321-8.
56. Turbyfill WJ. The long term effect of rapid maxillary expansion. University of North Carolina; 1976.
57. Coleman A. On same forms of irregularity of the teeth and their treatment. *Trans Odontolog Soc Gr Brit.* 1865. s. 227-50.
58. McQuillen J. Editorial comments on treatment of irregularities of permanent or adult teeth. *Dent Cosmos.* 1860;540-1.
59. Landsberger R. Indications for the expansion of the maxilla. *Dent Cosmos.* 1910;52.
60. Tweed CH. A philosophy of orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1945;
61. Begg PR. Light arch wire technique. Employing the principle of differential force. *Am J Orthod.* 1961;47(1):30-48.
62. Graber TM. *Dentofacial orthopedics.* 2. bs. C. 2. 1969. 918-988 s.
63. Debbane EF. A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat. *Am J Orthod.* 1958;44(3):187-219.
64. Krebs A. Expansion of the Midpalatal Suture, Studied by Means of Metallic Implants. *Acta Odontol Scand.* 1959;17(4):491-501.
65. Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. *JPO J Pract Orthod.* 1968;2(2):67-70.
66. Biederman W. Rapid correction of Class 3 malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod.* 1973;63(1):47-55.
67. Starnbach HK, Cleall JF. The Effects Of Splitting The Midpalatal Suture On The Surrounding Structures. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1964;50:923-4.
68. Isaacson J, Murphy TD. Some Effects Of Rapid Maxillary Expansion In Cleft Lip And Palate Patients. *Angle Orthod.* 1964;34:143-53.
69. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion Of The Midpalatal Suture In The Monkey . *Angle Orthod.* 1965;35:23-35.

70. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal And Dental Changes Resulting From Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod.* 1966;36:152-64.
71. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66.
72. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975;67(1):44-56.
73. Başçiftçi FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoç S, Küçükkolbaşı H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002;72(2):118-23.
74. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(3):333-43.
75. Kapust AJ, Sinclair PM, Turley PK. Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in Class III children: a comparison of three age groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(2):204-12.
76. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):567-70.
77. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):749-58.
78. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion II: Forces present during treatment. *Angle Orthod.* 1964;34:261-9.
79. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. 3. Forces present during retention. *Angle Orthod.* 1965;35:178-86.
80. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970;57(3):219-55.
81. Persson M. The role of sutures in normal and abnormal craniofacial growth. *Acta Odontol Scand.* 1995;53(3):152-61.
82. Wagemans PAHM, van de Velde JP, Kuljpers-Jagtman AM. Sutures and forces: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(2):129-41.
83. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(4):469.

84. Işeri H, Tekkaya AE, Öztan Ö, 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.
85. Doruk C, Bıçakçı AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod*. 2004;74(2):184-94.
86. da Silva Filho OG, do Prado Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107(3):268-75.
87. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;95(6):462-6.
88. Chang JY, McNamara JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997;112(3):330-7.
89. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(3):322-8.
90. Basciftci F.A., Karaman A.İ. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod*. 2002;72(1):61-71.
91. Ribeiro ANC, De Paiva JB, Rino-Neto J, Illipronti-Filho E, Trivino T, Fantini SM. Upper airway expansion after rapid maxillary expansion evaluated with cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012;82(3):458-63.
92. Moss J.P. Rapid expansion of the maxillary arch. II. Indications for rapid expansion. *J Prac Orthod*. 1968;2(5):215-23.
93. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(1):44-53.
94. Berlocher WC, Brett DDS, Mueller H, Tinanoff DDSN. The effect of maxillary palatal expansion on the primary dental arch circumference. *Pediatr Dent*. 1980;2(1):27-30.

95. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;97(3):194-9.
96. Geran RG, McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(5):631-40.
97. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980;50(3):189-217.
98. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Thomas BW, Kaczynski R. Photographic analysis of facial changes associated with maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(5):563-71.
99. Handelman CS, Wang L, Begole EA, Haas AJ. Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion in Adults: Report on 47 Cases Using the Haas Expander. *Angle Orthod.* 2000;70(2):129.
100. McNamara JA, Brudon WL. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor: Needham Pres.; 2001. 97-110 s.
101. Ciambotti C, Ngan P, Durkee M, Kohli K, Kim H, Musich DR. A comparison of dental and dentoalveolar changes between rapid palatal expansion and nickel-titanium palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(1):11-20.
102. Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: A comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(3):354-62.
103. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* 1987;57:245-63.
104. Schellino E., Modica R., Benech A., Modaro E. REM: la vite ragno secondo Schellino e Modica. *Boll Intern Orthod.* 1996;55:36-9.
105. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(3):304.e1-304.e12.
106. Gerlach KL, Zahl C. Transversal palatal expansion using a palatal distractor. *J Orofac Orthop.* 2003;64(6):443-9.
107. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999;37(4):268-72.

108. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *Eur J Orthod.*1983;5(2):105-14.
109. Ceylan I, Oktay H., Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod.* 1996;66:301-7.
110. Taşpınar F, Üçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *Angle Orthod.* 2003;73:669-73.
111. Tecco S, Festa F, Tete S, Longhi V, D'attilio M. Changes in Head Posture after Rapid Maxillary Expansion in Mouth-Breathing Girls: A Controlled Study. *Angle Orthod.* 2005;75(2).
112. Sander C, Hüffmeier S, Sander FM, Sander FG. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *J Orofac Orthop.* 2006;67(1):19-26.
113. Wichelhaus A, Geserick M, Ball J. A new nickel titanium rapid maxillary expansion screw. *J Clin Orthod.* 2004;38:677-80.
114. İşeri H, Özsoy S. Semirapid Maxillary Expansion-A Study of Long-Term Transverse Effects in Older Adolescents and Adults. *Angle Orthod.* 2004;74(1).
115. Howes AE. Case analysis and treatment planning based upon the relationship of the tooth material to its supporting bone. *Am J Orthod.* 1947;33(8):499-533.
116. Staley RN, Stuntz WR, Peterson LC. A comparison of arch widths in adults with normal occlusion and adults with class II, Division 1 malocclusion. *Am J Orthod.* 1985;88(2):163-9.
117. Mew J. Relapse following maxillary expansion: A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod.* 01 Ocak 1983;83(1):56-61.
118. Wertz RA. Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1968;38(1):1-11.
119. Proffit WR., Fields HW, Jr. Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4. bs. St. Louis: Mosby; 2007. 139-264 s.
120. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001;71(5):343-50.
121. 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.

122. Epker BN, Wolford LM. Transverse maxillary deficiency dentofacial deformities: integrated orthodontic and surgical correction. St. Louis: Mosby; 1980.
123. Mossaz CF, Byloff FK, Richter M. Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *Eur J Orthod.* 1992;14(2):110-6.
124. Sarnäs K Victor, Björk A, Rune B. Long-term effect of rapid maxillary expansion studied in one patient with the aid of metallic implants and roentgen stereometry. *Eur J Orthod.* 1992;14(6):427-32.
125. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(2):129-35.
126. Halazonetis DJ, Katsavrias E, Spyropoulos MN. Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 1994;16(4):295-300.
127. Günbay T, Akay MC, Günbay S, Aras A, Koyuncu BÖ, Sezer B. Transpalatal distraction using bone-borne distractor: clinical observations and dental and skeletal changes. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(12):2503-14.
128. Neyt NMF, Mommaerts MY, Abeloos JVS, De Clercq CAS, Neyt LF. Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities. *J Craniomaxillofac Surg.* 2002;30(3):139-43.
129. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42-54.
130. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;72(1):42-52.
131. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):290-302.
132. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1981;19(3):180-96.
133. Ekström C, Henrikson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod.* 1977;71(4):449-55.
134. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod.* 1981;79(6):630-52.

135. Krebs A. Midpalatal Suture Expansion Studies By The Implant Method Over A Seven-Year Period. Rep Congr Eur Orthod Soc. 1964.
136. Arat ZM, Gökalp H, Atasever T, Türkkahraman H. 99mTechnetium-labeled methylene diphosphonate uptake in maxillary bone during and after rapid maxillary expansion. Angle Orthod. 2003;73(5):545-9.
137. Küçükkeleş N, Kayış N. Changes in lip, cheek, and tongue pressures after rapid maxillary expansion using a diaphragm pressure transducer. Angle Orthod. 2003;73(6):662-8.
138. Vardimon AD, Graber TM, Pitaru S. Repair process of external root resorption subsequent to palatal expansion treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;103(2):120-30.
139. Schuster G, Borel-Scherf I, Schop PM. Frequency of and complications in the use of RPE appliances--results of a survey in the Federal State of Hesse, Germany. J Orofac Orthop. 2005;66(2):148-61.
140. Sannomiya EK, Macedo MMC, Siqueira DF, Goldenberg FC, Bommarito S. Evaluation of optical density of the midpalatal suture 3 months after surgically assisted rapid maxillary expansion. Dentomaxillofac Radiol. 2007;36(2):97-101.
141. Vardimon AD, Brosh T, Spiegler A, Lieberman M, Pitaru S. Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;113(4):371-8.
142. DiPaolo RJ. Thoughts on palatal expansion. J Clin Orthod. Eylül 1970;4(9):493-7.
143. Capelozza Filho L, Cardoso Neto J, da Silva Filho OG, Ursi WJ. Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1996;11(1):57-66;67.
144. Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. Angle Orthod. 1997;67(4):306-8.
145. Timms D, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. Trans Eur Orthod Soc. 1971.
146. Erverdi N, Okar I, Küçükkeleş N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994;106(1):47-51.

147. Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, Carranza FA, eds. Carranza's Clinical Periodontology. 10th ed. Philadelphia: Saunders; 2006.
148. Bartold PM, Walsh LJ, Narayanan AS. Molecular and cell biology of the gingiva. *Periodontol* 2000. 2000;24(1):28-55.
149. Glimcher MJ. The nature of the mineral component of bone and the mechanism of calcification. 1987;49-69.
150. Weinmann JP, Sicher H. Bone and Bones: Fundamentals of Bone Biology. 2nd ed. St. Louis: CV Mosby; 1955.
151. Lindhe J, Svanberg G. Influence of trauma from occlusion on progression of experimental periodontitis in the beagle dog. *J Clin Periodontol*. 1974;1(1):3-14.
152. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JYK, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(4):428.e1-428.e8.
153. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SCG. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2007;77(3):442-8.
154. Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Šedý J. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(5):451-7.
155. Chopra P. Piezosurgery And Its Applications In Periodontology And Implantology. *Int J Contemp Dent*; 2011.
156. Pereira CCS, Gealh WC, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior IR, Okamoto R. Piezosurgery applied to implant dentistry: Clinical and biological aspects. *J Oral Implantol*. 2014;40:401-8.
157. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery®: An ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2004;42(5):451-3.
158. Dibart S. Piezocision: Minimally Invasive Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. *Practical Osseous Surgery in Periodontics and Implant Dentistry*. 2013;193-201.
159. Ileri Z, Akin M, Erdur EA, Dagi HT, Findik D. Bacteremia after piezocision. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;146(4):430-6.

160. Keser EI, Dibart Boston S. Sequential piezocision: A novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:879-89.
161. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1:45-66.
162. Mulie RM, Hoeve AT. The limitations of tooth movement within the symphysis, studied with laminagraphy and standardized occlusal films. *J Clin Orthod.* 1976;10(12):882-93
163. Ten Hoeve A, Mulie RM. The effect of antero-postero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy. *J Clin Orthod.* 1976;10(804).
164. Nakasima A, Terajima M, Mori N, Hoshino Y, Tokumori K, Aoki Y, vd. Three-dimensional computer-generated head model reconstructed from cephalograms, facial photographs, and dental cast models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(3):282-92.
165. Swennen GRJ, Schutyser F, Hausamen JE, Van Cleynenbreugel J. Three-dimensional cephalometry: A color atlas and manual. *Three-Dimensional Cephalometry: A Color Atlas and Manual.* 2006;1-365.
166. Flannery BP, Deckman HW, Roberge WG, D'Amico KL. Three-Dimensional X-ray Microtomography. *Science.* 1987;237(4821):1439-44.
167. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):639-47.
168. Cheng LL, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):320.
169. Bartley N, Türk T, Colak C, Elekdağ-Türk S, Jones A, Petocz P, vd. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4).

170. Wang Y, He S, Yu L, Li J, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of teeth in vivo based on cone beam computer tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(4):206-12.
171. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.
172. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009;30(6):1088-95.
173. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30.
174. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005;66(6):434-44.
175. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72(1):75-80
176. Yáñez-Vico RM, Iglesias-Linares A, Torres-Lagares D, Gutiérrez-Pérez JL, Solano-Reina E. Diagnostic of craniofacial asymmetry. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(3).
177. Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakaino R, vd. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(1):51-9.
178. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(1):106-14.
179. Suomalainen A, Vehmas T, Kortetniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(1):10-7.
180. Mah JK, Yi L, Huang RC, Choo HR. Advanced Applications of Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Semin Orthod.* 2011;17(1):57-71.
181. Harrell WE. 3D Diagnosis and Treatment Planning in Orthodontics. *Semin Orthod.* 2009;15(1):35-41.

182. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(5):768-76.
183. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Current Products and Practice Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005;32(4):282-93.
184. Dhayanidhi A, Nagella SP, Rai NP, Chandrashekhar KK, Manivannan PC, Arsheed NAA. Effect of NSAIDs in the Tooth Movement in Orthodontic Treatment. *Int J Pharm Qual Assur.* 2024;15(1):303-5.
185. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(1):16-26.
186. Adachi JD, Bensen WG, Hodsman AB. Corticosteroid-induced osteoporosis. *Semin Arthritis Rheum.* 1993;22(6):375-84.
187. Cannarella R, Barbagallo F, Condorelli RA, Aversa A, La Vignera S, Calogero AE. Osteoporosis from an Endocrine Perspective: The Role of Hormonal Changes in the Elderly. *J Clin Med.* 2019;8(10):1564.
188. Baysal A, Uysal T, Veli I, Ozer T, Karadede I, Hekimoglu S. Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):83.
189. 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.
190. Brunetto M, Da Silva Pereira Andriani J, Ribeiro GLU, Locks A, Correa M, Correa LR. Three-dimensional assessment of buccal alveolar bone after rapid and slow maxillary expansion: A clinical trial study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(5):633-44.
191. Akyalcin S, Schaefer JS, English JD, Stephens CR, Winkelmann S. A cone-beam computed tomography evaluation of buccal bone thickness following maxillary expansion. *Imaging Sci Dent.* 2013;43(2):85-90.
192. Sultana S, Rahman NA, Lailatul S, Zainuddin A, Ahmad B. Innovations in Flapless Corticotomy to Accelerate Orthodontic Tooth Movement: A Review Focusing on the Different Techniques, Limitations and Future Possibilities. *Malays J Med Health Sci.* 2020;16(2):2636-9346.

193. Battista M Di, Kernitsky J, Exarchos E, Ohira T, Dibart S. Quantification and comparison of the regional acceleratory phenomenon in bone following piezosurgery or bur osteotomy: A pilot study in rats. *Clin Exp Dent Res*. 2023;9(1):66-74.
194. Abu Alhaija ES, Al-Areqi MM, AlShami R, Al Maaitah EF, Wahadni A Al. Effect of piezocision-assisted lower second molar protraction on periodontal tissues, alveolar bone height, and lower second molar root resorption. *Angle Orthod*. 2023;93(3):306.
195. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod*. 2016;86(1):59-65.
196. Charavet C, Lecloux G, Vandenberghe B, Lambert F. Buccal bone regeneration combined with piezocision in adult orthodontic patients: Clinical, 3D radiographic, and patient-reported outcomes. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(6):549-56.
197. Strippoli J, Schmittbuhl M, Durand R, Rompré P, Turkewicz J, Voyer R, vd. Impact of piezocision-assisted orthodontics on root resorption and alveolar bone: a prospective observational study. *Clin Oral Investig*. 2021;25(7):4341-8.
198. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;149(2):192-201.
199. Figueiredo DSF, Houara RG, Pinto LS da MC, Diniz AR, de Araújo VE, Thabane L, vd. Effects of piezocision in orthodontic tooth movement: A systematic review of comparative studies. *J Clin Exp Dent*. 2019 ;11(11):1078-92
200. Alomari EB, Sultan K. Efficacy of injectable platelet-rich plasma in reducing alveolar bone resorption following rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography assessment in a randomized split-mouth controlled trial. *Angle Orthod*. 2019;89(5):705-12.
201. Uysal T, Amasyalı M, Enhos S, Sonmez MF, Sağdıç DÖ. Effect of ED-71, a New Active Vitamin D Analog, on Bone Formation in an Orthopedically

- Expanded Suture in Rats. A Histomorphometric Study. *Eur J Dent.* 2009;3:165-72
202. Zhao S, WanG X, Li N, Chen Y, Su , Zhang J. Effects of strontium ranelate on bone formation in the mid-palatal suture after rapid maxillary expansion. *Drug Des Devel Ther.* 2015;9:2725 - 2734.
 203. Cheng Y, Sun J, Zhou Z, Pan J, Zou S, Chen J. Effects of lactoferrin on bone resorption of midpalatal suture during rapid expansion in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;154(1):115-27.
 204. Tunes AS. Does Injectable Platelet-Rich Fibrin (i-PRF) Have a Positive Effect on New Bone Formation in the Rapid Palatal Expander? *Mathews J Dent* 2022.
 205. Buyuk SK, Ramoglu SI, Sonmez MF. The effect of different concentrations of topical ozone administration on bone formation in orthopedically expanded suture in rats. *Eur J Orthod.* 2016;38(3):281-85.
 206. Uysal T, Amasyali M, Enhos S, Karslioglu Y, Yilmaz F, Gunhan O. Effect of periosteal stimulation therapy on bone formation in orthopedically expanded suture in rats. *Orthod Craniofac Res.* 2010;13(2):89-95.
 207. Chaves IC, de Paula DS, Mota MRL, Sousa FB, de Barros Silva PG, Nunes Alves APN. Is photobiomodulation effective during maxillary expansion? A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2023;26(1):13-26.
 208. Toy E, Öztürk F, Altındış S, Kozacıoğlu S, Toy H. Effects of low-intensity pulsed ultrasound on bone formation after the expansion of the inter-premaxillary suture in rats: a histologic and immunohistochemical study. *Aust Orthod J.* 2014;30(2):176-83.
 209. Aldosari MAM. Effects of vibration forces on maxillary expansion and orthodontic tooth movement. Indiana University–Purdue University Indianapolis, Doktora Tezi, 2015, Indianapolis.
 210. Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YSN, Almas K, Sobue T, vd. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2017;39(6):595-600.

EK-1. Etik Kurul Onayı



T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK VE GÖZLEMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI
	AÇIK ADRESİ:
	TELEFON
	FAKS
	E-POSTA

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Mehmet AKIN
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Hızlı Üst Çene Genişletmesi Sırasında Oluşan Alveolar Kemik Rezorpsiyonunun İyileşmesine Piezosizyon Uygulaması Etkisinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi
DESTEKLEYİCİ	

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 1-2	Tarih: 18/09/2024
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Nihan Rana	Uyruğu	
Soyadı	IŞIK	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise		
Lisans/Yüksek Lisans		
Uzmanlık		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	Ankara Üniversitesi TÖMER Tıpdil Sınavı	92,5

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)
-	-	-