

**DIŞ-DOKU DESTEKLİ VE KEMİK DESTEKLİ MOLAR
DİSTALİZASYONU APAREYLERİNİN 3 BOYUTLU
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Mustafa Yasin YETER

**Ortodonti Anabilim Dalı
Tez Yöneticisi:
Prof.Dr. İsmail CEYLAN**

Doktora Tezi - 2012

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

DİŞ DOKU DESTEKLİ VE KEMİK DESTEKLİ MOLAR DİSTALİZASYONU
APAREYLERİNİN 3 BOYUTLU KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. M. Yasin YETER

Tezin Enstitüyü Verildiği Tarih : 16.02.2012

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 12.03.2012

Tez Danışmanı : Prof.Dr. İsmail CEYLAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Neslihan ÜÇÜNCÜ

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Abdulvahit ERDEM

Jüri Üyesi : Prof.Dr.H. Murat AKGÜL

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.İ. Metin DAĞSUYU

Enstitüsü Müdürü : Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM

Mart 2012
ERZURUM

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	IV
RESİM DİZİNİ.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	VII
ÖZGEÇMİŞ	X
ÖZET	XI
ABSTRACT.....	XIII
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sınıf II Anomalilerin Tanımı Ve Sınıflandırılması.....	4
2.2. Sınıf II Anomalilerin Sıklığı	5
2.3. Sınıf II Anomalilerin Tedavisi	6
2.3.1. Ağız Dışı Apareyler	7
2.3.1.1. Ağız Dışı Apareylerde Hasta Uyumunun Önemi.....	10
2.3.2. Ağız İçi Molar Distalizasyon Mekanikleri.....	11
2.3.2.1. ACCO (Acrylic Cervical Occipital Appliance) Apareyi	12
2.3.2.2. Wilson 3D Bimetrik Distalizasyonu Arkı	13
2.3.2.3. Mıknatıslar	14
2.3.2.4. Cetlin Müteharrik Apareyi	16
2.3.2.5. Süper Elastik Ni-Ti Açık Sarmal Yaylar	17
2.3.2.6. Molar Distalizasyon Arkı.....	18
2.3.2.7. Modifiye Nance Apareyi.....	18
2.3.2.8. Pendulum Apareyi.....	19
2.3.2.9. Süper Elastik Ni-Ti Teller.....	25
2.3.2.10. Jones-Jig.....	26

2.3.2.11. Molar Distalizasyon Splinti.....	27
2.3.2.12. K-Loop Molar Distalizasyon Apareyi.....	28
2.3.2.13. Fixed Piston Apareyi.....	28
2.3.2.14. Distal Jet.....	28
2.3.2.15. First-Class Apareyi.....	29
2.3.2.16. Intraoral Bodily Molar Distalizer.....	31
2.3.2.17. Lokar Distalizasyon Apareyi.....	31
2.3.2.18. Keleş-Slider.....	32
2.3.2.19. Pal-Distalizer.....	34
2.3.3. Diş Hareketleri Elde Etmek Ve Ortodontik Ankraj İçin Kullanılan Kemik İçi Vidalarla İlgili Çalışmalar.....	34
2.4. Üç Boyutlu Değerlendirme	39
2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi.....	39
2.4.2. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	40
2.4.3. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografinin Ortodontide Kullanım Alanları	46
2.4.4. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografilerde Kullanılan Referans Düzlemleri.....	47
3. MATERYAL VE METOT	50
3.1. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografik İnceleme	50
3.2. Çalışmamızda Kullanılan İşaret Noktaları Ve Referans Düzlemleri	53
3.2.1. İşaret Noktaları.....	53
3.2.2. Kranial Referans Düzlemleri.....	61
3.2.3. Kranial Referans Doğruları	61
3.2.4. Dişsel Doğrular	63
3.2.5. Çene içi düzlemler.....	64

3.3. Araştırmada Kullanılan Ölçümler	66
3.3.1. İskeletsel Ölçümler.....	66
3.3.1.1. Açısal İskeletsel Ölçümler	66
3.3.1.2. Boyutsal İskeletsel Ölçümler	67
3.3.2. Dişsel Ölçümler.....	67
3.3.2.1. Açısal Dişsel Ölçümler	67
3.3.2.2. Boyutsal Dişsel Ölçümler	68
3.4. Keleş-Slider Apareyinin Yapımı.....	71
3.5. Pal-Distalizer Apareyinin Yapımı.....	75
3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	82
3.7. Metod Hatasının Değerlendirilmesi	82
4. BULGULAR	83
4.1. Pal-Distalizer Grubunda Grup İçi Değişimlerin Değerlendirilmesine İlişkin Eşleştirilmiş <i>t</i> -Testi Sonuçları	89
4.2. Keleş-Slider Grubunda Grup İçi Değerlendirmelere İlişkin Eşleştirilmiş <i>t</i> -Testi Sonuçları	89
4.3. Gruplar Arası Değerlendirmelere İlişkin Student's <i>t</i> -Testi ve Mann Whitney-U Testi Sonuçları	90
5. TARTIŞMA	110
6. SONUÇLAR	132
KAYNAKLAR	134

TEŞEKKÜR

Doktora sürecim boyunca desteğini esirgemeyen, tez danışmanım Prof.Dr. İsmail Ceylan’a,

Doktora eğitimime katkıda bulunan, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Prof.Dr. Abdülvahit Erdem’e, Prof.Dr. Hüsamettin Oktay’a, Doç.Dr. İbrahim Yavuz’a, Doç.Dr. Bülent Baydaş’a, Yard.Doç.Dr. İlhan Metin Dağsuyu’na, Yard.Doç.Dr. Nihat Kılıç’a, Yard.Doç.Dr. Ali Kiki’ye,

Tez İzleme Komitesi üyesi Prof.Dr. H. Murat Akgül’e,

İstatistik yöntemi konusundaki yardımlarından dolayı Prof.Dr. Zekeriya Aktürk’e,

Tüm mesai arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca hep yanımda olduklarını hissettiğim aileme,

Ve hayatımın anlamı, yaşama sevincim, biricik eşim Dt. Kübra Yeşildal Yeter’e,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Dt. Mustafa Yasin YETER

RESİM DİZİNİ

Resim 1. Newtom FP Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi cihazı	52
Resim 2. Sella (S) noktasının işaretlenmesi.....	53
Resim 3. Nasion (N) noktasının işaretlenmesi.....	54
Resim 4. Foramen Spinosum (FsR-L) noktasının işaretlenmesi	54
Resim 5. Pterygoid (PtR-L) noktasının işaretlenmesi	56
Resim 6. Porion (PoR-L) noktasının işaretlenmesi	56
Resim 7. A noktasının işaretlenmesi.....	57
Resim 8. B noktasının işaretlenmesi.....	57
Resim 9. ANS, PNS ve IF noktalarının işaretlenmesi	58
Resim 10. GoR, GoL, Gn ve Me noktaları	59
Resim 11. Çalışmamızda kullanılan diş noktaları	60
Resim 12. Merkez Düzlem (Center Plane-CP) ve CP'yi oluşturan noktalar.....	62
Resim 13. Merkez Düzlem (Center Plane-CP), Frankfort Horizontal (FH) ve Koronal Düzlemin (PtV) önden görünüşü.....	62
Resim 14. Merkez Düzlem (Center Plane-CP), Frankfort Horizontal (FH) ve Koronal Düzlemin (PtV) yandan görünüşü.....	63
Resim 15. Üst çene dişlerinin eksenleri 1-U1RAxis, 3-U3RAxis, 5-U4RAxis, 7-U5RAxis, 9-U6RAxis	64
Resim 16. Mandibular Horizontal Düzlem (MandHorP)	65
Resim 17. Maksiller Oklüzal Düzlem (Max Occ P).....	65
Resim 18. İskeletsel açısal ölçümler: 1-SNA, 2-SNB, 3-ANB	66
Resim 19. İskeletsel açısal ölçümler: 1-MandHorP-FH, 2-MaxOccP-FH	67
Resim 20. Üst diş eksen eğimleri: 1-U1RAxisFL, 2- U3RAxisFL, 3- U4RAxisFL, 4- U5RAxisFL, 5- U6RAxisFL	69
Resim 21. Dişsel boyutsal ölçümler: 1-U1RPtV, 2-U3RPtV, 3-U4RPtV, 4- U5RPtV, 5- U6RPtV, 6-U1RFH, 7- U3RFH, 8- U4RFH, 9- U5RFH, 10- U6RFH.....	71
Resim 22. Keleş-Slider apareyinin laboratuvar yapım aşamaları.....	72

Resim 23. Hasta BU'un Keleş-Slider apareyi uygulaması öncesi ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları.....	73
Resim 24. Hasta BU'un Keleş-Slider apareyi uygulaması sonrası ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları.....	74
Resim 25. Paramedian bölgeye yerleştirilen 2 adet minivida.....	75
Resim 26. Pal Distalizer apareyinin yapımında elde edilen çalışma modeli	76
Resim 27. Hafızalı vidalar (Forestadent, Memory Screw Type-S, Pforzheim, Germany).....	76
Resim 28. Hafızalı vidanın kolları büküldükten sonra çalışma modeli	77
Resim 29. Vidanın yerleşiminin oklüzal düzleme paralelliği.....	77
Resim 30. Vidanın yerleşimi diş kavsinin seyrine paralelliği	78
Resim 31. Pal-Distalizer apareyinin laboratuvarında bitmiş hali	78
Resim 32. Pal-Distalizer apareyinin hastaya uygulanmış hali.....	79
Resim 33. Hasta FBK'ın Pal-Distalizer apareyi uygulaması öncesi ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları.....	80
Resim 34. Hasta FBK'ın Pal-Distalizer apareyi uygulaması sonrası ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları.....	81

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1a. Birey sayıları, tedavi başlangıcındaki kronolojik yaş ve tedavi sürelerine ilişkin dağılım tablosu.....	83
Tablo 1b. Gruplar arasında tedavi başı kronolojik yaş ve tedavi sürelerinin karşılaştırılmasına ilişkin Student's t-testi sonuçları	83
Tablo 2a. İskeletsel açısal ve dişsel açısal ölçümlerde metot hata kontrolüne ilişkin sonuçlar	84
Tablo 2b. Dişsel boyutsal ölçümlerde metot hata kontrolüne ilişkin sonuçlar	85
Tablo 3a. Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için tedavi öncesi cinsler arası farklılıkların değerlendirilmesine ait Mann-Whitney U testi sonuçları	87
Tablo 3b. Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında iskeletsel ve dişsel boyutsal ölçümler için tedavi öncesi cinsler arası farklılıkların değerlendirilmesine ait Mann-Whitney U testi sonuçları	88
Tablo 4a. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi öncesi iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri	92
Tablo 4b. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi öncesi dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri	93
Tablo 4c. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi sonrası iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri	94
Tablo 4d. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi sonrası dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri	95
Tablo 4e. Pal-Distalizer grubunda iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri	96

Tablo 4f. Pal-Distalizer grubunda dişsel boyutsal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	97
Tablo 5a. Keleş-Slider grubuna ait tedavi öncesi iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	98
Tablo 5b. Keleş-Slider grubuna ait tedavi öncesi dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	99
Tablo 5c. Keleş-Slider grubuna ait tedavi sonrası iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	100
Tablo 5d. Keleş-Slider grubuna ait tedavi sonrası dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	101
Tablo 5e. Keleş-Slider grubunda iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	102
Tablo 5f. Keleş-Slider grubunda dişsel boyutsal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	103
Tablo 6a. Pal-Distalizer grubunda iskeletsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	104
Tablo 6b. Pal-Distalizer grubunda açısal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	104
Tablo 6c. Pal-Distalizer grubunda boyutsal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	105
Tablo 7a. Keleş-Slider grubunda iskeletsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	106
Tablo 7b. Keleş-Sider grubunda açısal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	106

Tablo 7c. Keleş-Slider grubunda boyutsal dişsel ölçümler için tedaviye bağılı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş t-testi sonuçları	107
Tablo 8a. İskeletsel ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's t- testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları	108
Tablo 8b. Dişsel açısal ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's t-testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları	108
Tablo 8c. Dişsel boyutsal ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's t-testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları	109

ÖZGEÇMİŞ

30 Eylül 1983 tarihinde Eskişehir’de doğdum. İlkokulu M.Aziz Bolel İlkokulu’nda, ortaöğrenimimi Eskişehir Anadolu Lisesi (1998) ve Eskişehir Fatih Fen Lisesi’nde (2001) tamamladım. 2001 yılında başladığım Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’den 2006 yılında mezun oldum. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda doktora eğitimime başladım. Halen bu bölümde doktora eğitimime devam etmekteyim. İngilizce (çok iyi seviyede) ve Almanca (orta seviyede) bilmekteyim.

ÖZET

Diş-Doku Destekli ve Kemik Destekli Molar Distalizasyonu Apareylerinin 3 Boyutlu Olarak Karşılaştırılması

Bu çalışmanın amacı üst 1. molar dişlerin distalizasyonu için uygulanan Pal-Distalizer ve Keleş-Slider apareylerinin etkinliklerini üç boyutlu karşılaştırılmasıdır.

Bu amaçla dişsel Sınıf II anomaliye sahip, yaş ortalaması 14,3 yıl olan 14 bireye Pal-Distalizer, yaş ortalaması 14,4 yıl olan 14 bireye ise Keleş-Slider apareyi uygulanmıştır. Bireylerin seçiminde iskeletsel Sınıf I, dişsel çift taraflı Sınıf II maloklüzyona sahip olmasına, alt çenede yer darlığı bulunmamasına, vertikal yön gelişimlerinin normal olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmamız, 28 bireyden distalizasyon öncesi ve sonrasında alınan Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) kayıtları üzerinde yürütülmüştür. Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında her bir parametre için uygulanan Mann Whitney-U testi sonucunda önemli cinsler arası farklılık bulunmadığından kız ve erkek grupları birleştirilmiştir. Çalışmamızda grup içi verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi, gruplar arasında varyansların homojenliğini test etmek için de farklar üzerinden Levene's Homojenite testi uygulanmıştır. Grup içi değişimler incelenirken tüm parametreler normal dağılım gösterdiği için Eşleştirilmiş *t*-testi uygulanmıştır. Gruplar arası değişimlerin incelenmesinde ise normal dağılım gösteren parametrelerde Student's *t*-testi, normal dağılım göstermeyen parametrelerde Mann Whitney-U testi uygulanmıştır.

İstatistiksel analizler sonucunda, her iki apareyin de yalnız dentoalveoler düzeyde etkili olduğu bulunmuştur. Pal-Distalizer uygulanan vakalarda üst 1. molar dişlerin intikali hareket şeklinde olmak üzere önemli düzeyde distale hareket ettiği dik

yön konumunun ise değişmediği gözlenmiştir. Keleş-Slider uygulanan vakalarda ise üst 1. molar dişlerin önemli düzeyde distalizasyon yanı sıra distale doğru devrilme ve ekstrüzyon hareketi yaptığı görülmüştür. Keleş-Slider uygulanan bireylerde ankraj alınan üst 1. premolar ve kanin dişler meziale hareket ederken, kesici dişler protrüze olmuşlardır. Pal-Distalizer grubunda üst 1. premolar ve kanin dişler distale hareket ederken, kesici dişler dikleşmişlerdir. Her iki grupta da üst 2. premolar dişler distale hareket etmişlerdir. Dik yön boyutu Keleş-Slider grubunda artarken, Pal-Distalizer grubunda değişmemiştir. Okluzal düzlem Keleş-Slider grubunda molar ekstrüzyonuna bağlı olarak ters saat yönü, Pal-Distalizer grubunda ise kesici dişlerin temas noktasının aşığı hareketine bağlı olarak saat yönü rotasyon yapmıştır.

Anahtar kelimeler: Molar distalizasyonu, Diş-doku destekli, Kemik destekli, Keleş-Slider, Pal-Distalizer, üç boyutlu karşılaştırma

ABSTRACT**The Three-dimensional Comparison of Tooth-Tissue-Borne and Bone-Borne Molar Distalization Appliances**

The aim of this study was to make a three-dimensional comparison of the effectiveness of the Keleş-Slider and Pal-Distalizer molar distalization appliances. The sample comprised pretreatment and posttreatment CBCT (Cone Beam Computerized Tomography) records of 28 patients presenting with skeletal Class I and dental Class II malocclusion, minor mandibular arch crowding, and normal vertical dimensions. The sample was divided into two groups: Group 1 (Pal-Distalizer group) comprising 14 subjects (10 female; 4 male), at the mean pretreatment age of 14.3 years, with a mean treatment time of 8.58 ± 1.91 months. Group 2 (Keleş-Slider group) included 14 subjects (12 female; 2 male), at the mean pretreatment age of 14.4 years, with a mean treatment time of 7.92 ± 2.02 months. The Mann Whitney-U test showed no statistically significant gender differences in our sample, therefore no sex grouping was established. The Kolmogorov-Smirnov test was applied to examine for normality in the distribution of intragroup variations. In addition, the Levene's homogeneity test was used to examine for normality in the distribution of intergroup variations. Normal distributions were obtained in the intragroup variations for all parameters, thus a paired *t*-test was utilized. However, normal distributions were not obtained in the intergroup variations for some parameters and the Mann Whitney-U test was thus applied for these parameters. In addition, the Student's *t*-test was used for parameters showing a normal distribution in intergroup variations.

The statistical analysis demonstrated that both appliances were efficient only at the dentoalveolar level. In patients treated with the Pal-Distalizer, the maxillary first

molars showed bodily distal movement with no vertical movement. However, in patients treated with the Keleş-Slider, the maxillary first molars moved distally with distal tipping and extrusion. In patients treated with the Keleş-Slider, mesialization was observed in the cuspids and bicuspid while protrusion was determined in the maxillary central incisors. In the Pal-Distalizer treated patients, distalization with distal tipping was observed in the bicuspid and cuspids while the maxillary central incisors were observed in an upright position. In both groups the maxillary second premolars moved distally. The vertical dimensions were increased in the Keleş-Slider group whereas no changes were seen in the vertical dimensions in the Pal-Distalizer group. The occlusal plane rotated counter clockwise due to maxillary molar extrusion in the Keleş-Slider group while it rotated clockwise due to downward movement of the incisors in the Pal-Distalizer group.

Keywords: Molar distalization, tooth-tissue-borne, bone-borne, Keleş-Slider, Pal-Distalizer, three-dimensional comparison

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Yatay ve dikey yön gelişimi normal sınırlar içinde olan dişsel Sınıf II malokluzyonların tedavisinde iki seçenek vardır.¹

- Küçük azı dişlerinin çekimiyle yapılan çekimli tedaviler
- Üst birinci molar dişlerinin distale edilmesi ile daimi diş çekimi yapılmadan gerçekleştirilen tedaviler.

Bazı çalışmalarda çekimli ortodontik tedavi sonrası hastaların profillerinin daha düz bir hale geldiği, çene ucunun belirginleştiği ve alt dudakların retrüze olduğu rapor edilmiştir²⁻⁴. Bowman ve Johnson⁴, günümüzde ortodontik tedavilerin yüz estetiğine olan etkisi önem kazandığından, çekimli tedavilerin yumuşak doku görünümünde oluşturduğu olumsuzluklar nedeniyle çekimsiz tedavilerin daha popüler hale geldiğini iddia etmişlerdir.

Witzig ve Spahl⁵, premolar çekimi sonrasında overbite'ın derinleşmesi, premaksillanın aşırı retraksiyonu, üst keserlerin dikleşmesi ve anterior insizal çatışmaların meydana gelmesi gibi istenmeyen etkilerin, çekimli tedavilerin komplikasyonları olarak değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar⁶⁻¹² ise premolar çekimi sonucu olduğu iddia edilen bu komplikasyonların mutlak doğru olmadığını, çekimli ve çekimsiz tedavilerin yüz profiline, sert ve yumuşak dokulara, mandibula pozisyonuna, vertikal boyuta, dental arkların genişliğine ve temporomandibular ekleme etkilerinin benzer olduğunu, iyi bir teşhis ve tedavi planlaması ile bu olumsuz etkilerin önlenebileceğini bildirmişlerdir.

Çekimsiz tedavilerde üst molar distalizasyonunda yararlanılan ağız dışı apareylerin kullanımında görülen en büyük sorun, bu apareylerin çok iyi bir hasta kooperasyonu gerektirmeleri ve kullanımlarının oldukça zor olmasıdır. Bu nedenle ağız

dışı aygıtların kullanımında sıklıkla kooperasyon sorunları yaşanmakta ve tedavi süresi uzamaktadır.^{13, 14} Bazı çalışmalarda, ağız dışı distalizasyon apareylerinin hastalar tarafından oldukça zor kabul edildiği, bu apareylerle yapılan molar distalizasyonları ile tedavi süresinin uzamasına bağlı olarak hastaların tedaviye olan uyumunun da azaldığı bildirilmiştir.^{15, 16} Bunun yanı sıra ağız dışı apareylerin estetik sorunlar oluşturması ve devamlı kuvvet uygulamaması en büyük dezavantajları olarak görülmektedir.^{17, 18} Ağız dışı apareylerin ağız içi ve ağız dışı yumuşak dokularda oluşturduğu travmatik etkiler ve boyun vertebralarına uyguladığı fizyolojik olmayan kuvvetler de bu aygıtların diğer dezavantajları olarak literatürde yer almaktadır.¹⁹⁻²²

Bu tür sorunlar sebebiyle araştırmacılar, Angle Sınıf II maloklüzyonların üst molar dişlerin distalizasyonu ile tedavisinde, hasta kooperasyonu gerektirmeyen birçok farklı ağız içi distalizasyon mekanikliği geliştirmişlerdir.²³⁻⁴¹ Bu distalizasyon mekanikleri kullanılarak molarlar etkili bir şekilde distalize edilebilmekte ancak, üst keser protrüzyonu, overjetle artış, overbite'ta azalma gibi komplikasyonları da beraberinde getiren ankraj kaybı sorunu ortaya çıkabilmektedir. Son yıllarda ortodontik tedavide bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için, ankraj ünitesi oluşturulurken kemikten destek alan çeşitli aygıtlar kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar; osseointegre implantlar⁴²⁻⁵⁰, onplantlar⁵¹⁻⁶⁰, mini plaklar⁶¹⁻⁶⁷ ve kemik içi vidalar^{40, 41, 68-87} dır.

Röntgenografik sefalometrinin Broadbent⁸⁸ tarafından 1931 yılında tanıtılmasından sonra, bu yöntem günümüze kadar ortodontide en yaygın tanı aracı olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, üç boyutlu bir yapının iki boyuta indirgenerek değerlendirilmesi ile bu yapıları doğru ve güvenilir olarak analiz etmede birtakım sınırlamalar ortaya çıkmaktadır. Öte yandan bu analiz yöntemi, hastanın başının

konumlandırılmasındaki ve/veya röntgen cihazıyla ilgili hatalar sebebiyle görüntülerin distorsiyona uğraması gibi teknik sorunları da beraberinde getirmektedir.⁸⁹

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (*Cone beam computed tomography-CBCT*), kraniyofasiyal bölgenin görüntülenmesi için tasarlanmış bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde geleneksel bilgisayarlı tomografilerde olduğu gibi her üç düzlemde de inceleme yapmak ve üç boyutlu görüntü elde etmek mümkündür.^{90, 91} Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülemesi, hastaların sert ve yumuşak dokularının üç boyutlu olarak değerlendirmesine olanak sağlar.⁹² Bu sayede üç boyutlu bir obje yine üç boyutlu olarak değerlendirilebilmekte ve daha doğru ve gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, diş-doku destekli (Keleş-Slider) ve kemik destekli (Pal-Distalizer) molar distalizasyon apareylerinin etkilerinin, konik ışınlı bilgisayarlı görüntüleme (KIBT) ve üç boyutlu sefalometrik değerlendirme yöntemleri ile karşılaştırılmalı olarak incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sınıf II Anomalilerin Tanımı ve Sınıflandırılması

Anomalilerin görülme sıklığı ve şiddet derecelerinin belirlenebilmesi için önceden tanımlanmış ve sınıflandırılmış olması gerekmektedir.⁹³ Anomalilerin sınıflandırılmasıyla ilgili çalışmaların en önemlilerinden birisi E. H. Angle tarafından yapılmıştır. Angle sınıflamasında, üst 1. molar diş sabit kalmak kaydıyla, bu dişin mesio-bukkal tüberkülünün, alt 1. molar dişin medyan sulkusu ile kapanış ilişkisi göstermesi “dişsel Sınıf I okluzyon ” olarak tanımlanmıştır. Bir diğer ifade ile alt 6 yaş dişinin, üst 6 yaş dişinin 2/3 mesial ve üst 5 numaralı dişin ½ distal kısmı ile kapanış ilişkisi göstermesine nötral kapanış denmiştir. Angle sınıflamasında, üst 1. molar dişe göre, alt 6 yaş dişinin daha distalde kapanış vermesi dişsel Sınıf II okluzyon olarak kabul edilir. Angle sınıflaması, yumuşak doku, yüz boyutları, büyüme paterni, iskeletsel ilişki, vertikal ve transversal boyutlar gibi komponentleri dikkate almamasına rağmen, kullanım kolaylığı nedeniyle yıllarca geçerliliğini korumuştur.^{94, 95} Norman Bennett başkanlığındaki İngiliz Ortodonti Topluluğu 1912 yılında, Angle sınıflamasının yalnız ön-arka yön ilişkisini tanımladığını, transversal ve vertikal ilişkiler hakkında bilgi vermediğini belirterek bu sınıflamanın söz konusu komponentleri kapsayacak şekilde genişletilmesini önermiştir.¹⁸

Jarabak ve Fizzell⁹⁶, yaptıkları çalışmada Sınıf II maloklüzyonları 5 gruba ayırarak, alt ve üst çenenin birbirleri ve kafa kaidesi ile normal ilişkide, üst ön alveoler segmentin normal konumda ve üst keserlerin protrüzyonda olduğu durumu dişsel II Sınıf maloklüzyon olarak tanımlamışlardır.

Moyers ve arkadaşları¹, Sınıf II anomalileri horizontal ve vertikal olarak iki ana grupta toplamışlardır. Horizontal grubu; A, B, C, D, E ve F olmak üzere 6 alt gruba

ayırmışlardır. Bu sınıflamada Moyers'in dişsel Sınıf II olarak adlandırdığı A tipi malokluzyon; maksilla ve mandibulanın birbirlerine ve kafa kaidesine göre normal konumda, sagittal ve vertikal iskeletsel yapıların dengeli olduğu, daha çok dişsel semptomlara bağlı olan, üst çene dişlerinin ileri konumda yerleştiği, overjet ve overbite'in normalden fazla olduğu bir yapısal ilişkiyi tanımlamaktadır.

Spalding⁹³ dişsel Sınıf II anomalinin, maksiller dental protrüzyon ve maksiller daimi 1. molarların meziale kaymasına bağlı olarak meydana geldiğini belirtmiştir.

Dale⁹⁷ ise üst çenede daimi dişlerin sürme sırasının birinci molar, kesiciler, birinci premolar, ikinci premolar, kanin ve ikinci molar şeklinde olduğunu, ikinci molarların erken sürmesi durumunda diğer dişlerde mezializasyon oluşturarak kaninlerin gömülü kalmasına ve dişsel Sınıf II malokluzyona neden olduğunu belirtmiştir.

2.2. Sınıf II Anomalilerin Sıklığı

Edward H. Angle¹⁷, kapanış bozukluklarının % 27'sini Sınıf II anomalilerin oluşturduğunu belirtmiştir. Moyers⁹⁸, Sınıf II anomalisinin popülasyonda en sık rastlanan anomali olduğunu söylemiştir.

ABD'de yapılan bir çalışmada, yaşları 12–16 arası değişen siyah ırka mensup çocukların %12,1'inin (kızlarda % 11,4, erkekler de ise % 12,7 olmak üzere) Sınıf II malokluzyona sahip olduğu belirlenmiştir.⁹⁹

Emrich ve arkadaşları¹⁰⁰, beyaz ve siyah ırkta yaşları 6-8 ile 12-14 arasında değişen toplam 3279 kişi üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada beyaz ırkta 6-8 yaş grubunda %11, 12-14 yaş grubunda %15; siyah ırkta ise 6-8 yaş grubunda %5, 12-14 yaş grubunda da %7 oranında Sınıf II anomali belirlenmiştir.

Wood¹⁰¹, yaşları 11–20 arasında değişen 100 Alaska'lı bireyin % 8'inde Sınıf II

anomali tespit etmiştir.

El-Mangoury ve Mostafa¹⁰², yaşları 18-24 arasında değişen 501 Mısırlı birey üzerinde yaptıkları çalışmada % 20,96 oranında Sınıf II anomali rapor etmişlerdir. Silva ve Kang¹⁰³ da Latin asıllı adolesan bireylerin % 21,5'inde Sınıf II anomali belirlemişlerdir.

Vaden¹⁰⁴ ise, ortodontik tedavi gören vakaların % 65'inin Sınıf II anomaliye sahip olduğunu bildirmiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda da farklı oranlarda Sınıf II anomaliye rastlanmıştır. Sayın ve Türkkahraman¹⁰⁵, Türk çocuklarının % 24'ünde Sınıf II anomali belirlerken, Gelgör ve arkadaşları¹⁰⁶ bu oranı % 44,7 olarak rapor etmişlerdir.

Çelikoğlu ve arkadaşları¹⁰⁷ ise 1507 bireyden oluşan bir ortodontik hasta popülasyonunda Sınıf II anomali oranını % 38,3 olarak bulmuşlardır.

2.3. Sınıf II Anomalilerin Tedavisi

Dişsel ve iskeletsel Sınıf II anomalilerin tedavisi birçok faktöre bağlı olarak değişir. İskeletsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisi hastanın büyüme ve gelişim potansiyeli, anomalinin şiddeti, yer darlığının miktarı ve yumuşak doku profili gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bu maloklüzyonlarda yukarıda sıralanan faktörler dikkate alınarak; fonksiyonel ortopedik tedavi, çekimli ortodontik tedavi veya ortodontik cerrahi gibi farklı tedavi yaklaşımları uygulanmaktadır.^{18, 108-110} Dişsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde ise, çekimli veya çekimsiz tedavi alternatifleri bulunmaktadır.^{18, 109, 111}

Son yıllarda ortodontik tedavide hasta uyumu gerektirmeyen apareylerin daha yoğun kullanılmaya başlamasıyla,^{15, 112} çekimsiz tedavi yaklaşımlarının popülaritesi artmıştır.

Sınıf II maloklüzyonların çekimsiz tedavisi, üst birinci molar dişlerinin distalizasyonunu gerektirmektedir.¹¹³⁻¹¹⁶ Molar distalizasyonu amacıyla ağız dışı^{109, 117-134} ve ağız içi^{26-41, 113, 135-144} apareyler kullanılmaktadır.

2.3.1. Ağız Dışı Apareyler

Ortodontik anomalilerin tedavisinde ağız dışı kuvvetlerin kullanılması oldukça eskidir. Ağız dışı kuvvetler bir diş, diş grubu veya tüm diş kavsi üzerine etkili olacak şekilde uygulanabilir. Ağız dışı apareyler, üst molar diş distalizasyonu dışında^{131, 132, 141}, ankrajı arttırmak^{145, 146} veya ortopedik etki^{128, 147-150} elde etmek amacıyla da kullanılmaktadır. Molar distalizasyonda, hareketli apareylerle ağız dışı aygıtların kombine edildiği uygulamalar da vardır.¹⁵¹⁻¹⁵³

Headgear aracılığıyla ağız dışı kuvvet uygulaması maksilla ve maksiller dişleri distalize etmek için kullanılan en eski metodlardan biridir.^{113, 123, 154, 155} Aran ve Hürmeidan¹⁵⁶, headgearlerin ortodontik amaçlı olarak kullanımının ilk kez 1822 yılında Gumel tarafından önerildiğini, 1863 yılında Kneissel, 1866 yılında Guilford, 1884 yılında Schange ve 1892 yılında Kingsley'in uygulamalarında bu aygıtlardan oksipital ankraj ünitesi olarak yararlanıldığını belirtmişlerdir.

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren, çeneler arası elastiklerin kullanımının başlamasıyla, ağız dışı apareylerin kullanımı azalmaya başlamıştır. Sefalometrik değerlendirmeler sonucu, ağız içi elastiklerle elde edilen iskeletsel veya dentoalveoler etkilerin daha iyi anlaşılması sonucu Oppenheim 1936 yılında çenelerarası elastikler yerine ağız dışı kuvvetlerin kullanımının daha uygun olduğunu savunmuştur.¹¹⁰

Silas Kloehn¹¹⁷, ağız dışı apareyler kullanılarak özellikle Sınıf II maloklüzyonların erken tedavisinde etkili sonuçlar alınacağını bildirmiştir. Ağız dışı apareylerin kullanımı 1950'li yıllardan sonra popülerite kazanmış ve bu konu ile ilgili

Çalışmaların sayısında büyük artış kaydedilmiştir.^{15, 110}

Ringenberg ve Butts,¹¹⁸ 1970 yılında yaptıkları çalışmada servikal headgear ile üst 1. molar dişlerde distale eğilme olduğunu bulmuşlardır.

Wieslander¹²¹, servikal headgearlerin erken ve geç karışık dişlenme dönemlerindeki etkilerini değerlendirdiği çalışmasında servikal headgearin iskeletsel etkilerinin yanı sıra erken karışık dişlenme döneminde ortalama 3,13 mm, geç karışık dişlenme döneminde ise 1,43 mm molar distalizasyonu sağladığını bildirmiştir. Araştırıcı ayrıca distalizasyon amacıyla apareyin erken karışık dişlenme döneminde uygulanmasının daha uygun olduğunu belirtmiştir.

Melsen¹²², 1975 yılında servikal headgear'in büyüme üzerindeki etkisini implant kullanarak araştırmıştır. Araştırıcı, headgear'in ağız dışı kollarını oklüzal düzleme göre yukarı veya aşağıya doğru aılandırıdığı iki tedavi grubu oluşturmuş ve her iki tedavi grubunda da üst çenede aşağı ve geriye doğru rotasyon meydana geldiğini, ağız dışı kolların aşağı doğru aılandırıldığı grupta üst 1. molar dişin distale hareketinin daha hızlı olduğunu belirlemiştir.

Baumrind ve arkadaşları¹²³, çeşitli tip headgearler ile tedavi ettikleri 198 hastanın büyük bir çoğunluğunda üst molar dişlerin distale, bazı vakalarda ise meziale hareket ettiğini belirtmişlerdir. Çalışma grubundaki hastaların %40'ında üst molarların, %37'sinde tüm maksiller dentisyonun distale hareket ettiğini tespit etmişlerdir.

Jacobson¹²⁴, molar dişlerde uzama ve gmlme olmadan sadece distalizasyon olması için kuvvet çizgisinin, dişin direnç merkezinden geçmesi gerektiğini belirtmiş, ayrıca kuvvetin destek aldığı bölge, kuvvetin ağız dışı kola iletildiği nokta, molar dişin direnç merkezi ve rotasyon merkezi arasındaki ilişkiler gibi hususlara değinmiştir.

Firouz ve arkadaşları¹²⁵, oksipital headgear'in dişsel etkisini değerlendirmek

amacıyla, Sınıf II bölüm I maloklüzyona sahip 12 bireyden oluşan tedavi grubundaki hastalara, 500 gramlık kuvveti üst 1. molar dişlerinin direnç merkezinden geçecek şekilde uygulamışlardır. Altı aylık tedavi sonunda üst 1. molar dişlerinin eksen eğimlerinde belirgin bir değişiklik olmadan bu dişlerin 2,6 mm distalizasyon ve 0,54 mm intrüzyona uğradığını belirtmişlerdir.

O'Reilly ve arkadaşları¹²⁶, servikal ve oksipital headgearlerin üst çene büyümesi üzerindeki farklı etkilerini incelemek amacıyla, buluğ çağındaki Sınıf II maloklüzyona sahip 40 hastayı iki gruba ayırarak bir gruba servikal, diğerine oksipital headgear uygulamışlardır. Her iki grupta da sabit tedaviyi takiben maksiller dentisyonda sagittal yönde hareket elde edilmiş, fakat servikal headgear grubunda bu hareketin daha fazla olduğu saptanmıştır. Oksipital headgear grubunda üst büyük azı dişlerinde herhangi bir değişimin olmazken, servikal headgear grubunda önemli düzeyde distalizasyon gerçekleştiği belirtilmiştir.

Cook ve arkadaşları¹²⁷, 1994 yılında yaptıkları retrospektif bir çalışmada her biri 30 Sınıf II maloklüzyonlu hastadan oluşan 3 grubu incelemişlerdir. Birinci gruba servikal headgear ve alt utility ark, ikinci gruba sadece servikal headgear uygulanırken, üçüncü grup kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Ortalama 18 ay süren tedavi sonunda üst 1. molar dişlerde uzama olmaksızın, birinci grupta ortalama 1,65 mm, ikinci grupta ise 1,78 mm distale hareket belirlenmiştir.

Kirjavainen ve arkadaşları¹²⁹, Sınıf II bölüm I anomaliye sahip 20 kız ve 20 erkek toplam 40 kişilik tedavi grubunda Kloehn tipi servikal headgear uygulamışlardır. Ortalama 1,8 yıllık bir tedavi sonunda tüm bireylerde dişsel Sınıf I ilişkisi sağlanmıştır.

Üçem ve Yüksel¹³⁰, kombine headgear kullandıkları üç grup hastada her bir gruba farklı kuvvetler uygulanması ile üst molar distalizasyonunun miktarında önemli

farklılık olmadığını, ancak bu dişlerin eğiminde ve dik yön hareketlerinde farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Ashmore ve arkadaşları¹³³, headgear kullanımının üst 1. molar dişler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, 24 ay süre ile straight-pull headgear kullanan 36 hasta ile benzer anomaliye sahip 38 hastadan oluşan kontrol grubunu karşılaştırmışlardır. Ortodontik modeller üzerinde 3 boyutlu olarak yapılan bu karşılaştırmada, tedavi grubundaki hastalarda kontrol grubuna göre üst 1. molar dişlerde 3 mm distalizasyon, 0,56 mm uzama ve molarlar arası mesafede 0,58 mm artış olduğunu belirlemişlerdir.

Headgearlerin iskeletsel ve dişsel olumlu etkilerinin yanında, sebep oldukları doku hasarları ve yaralanmalarla ilgili yayınlar da bulunmaktadır.¹⁹⁻²¹ Literatürde headgearlerin saç dökülmelerine, deri irritasyonlarına, ağız dışı ve ağız içi yaralanmalara, göz ve göz çevresi yumuşak dokularda yaralanmalara sebep olduklarına ve boyun kaslarına ve vertebralara fizyolojik olmayan kuvvet uyguladıklarına ilişkin bulgular yer almaktadır.^{21, 22, 157-159}

Amerikan Ortodonti Derneği (AAO), 1975 yılında ağız dışı apareylerin komplikasyonlarına ilişkin bir makale yayınlarak headgear'in yumuşak doku yaralanmalarına neden olmaması için ortodontistleri uyarmıştır.¹⁶⁰

2.3.1.1. Ağız Dışı Apareylerde Hasta Uyumunun Önemi

Ortodontik diş hareketi, bir dişe yeterli miktarda ve sürede kuvvetin uygulanmasıyla dişin hareketi ve kemik remodeling'i ile sonuçlanan bir işlem olarak tanımlanabilir¹⁸. Uygulanan ortodontik kuvvetin süresi ve şiddeti önemli faktörlerdir.

Günde 4-6 saatten az süre ile takılan bir apareyin ortodontik diş hareketi oluşturmayacağını iddia eden Proffit¹⁸, Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde üst çenenin büyüme yönünü veya miktarını etkilemek için, ağız dışı apareyin 12–18 ay süre ile

günde en az 12 saat takılması gerektiğini belirtmiştir.

Egolf ve arkadaşları¹⁵, uyumlu ortodonti hastasını “ağız bakımına dikkat eden, apareylerini deforme etmeden talimatlara göre düzenli kullanan, uygun besinleri tüketen ve randevularını aksatmayan hasta” olarak tanımlamışlardır. Hasta kooperasyonunun yetersiz olması, tedavi kalitesini düşmesine, tedavi süresini uzamasına, diş ve periodontal dokularda yıkıma, dişlerin kaybedilmesine, hasta ve hekim için strese neden olabilmektedir.¹¹²

Headgear kullanan hastalarda hasta uyumu üzerinde yaş, cinsiyet, maloklüzyonun şiddeti, hissedilen ağrı veya rahatsızlık, hastanın sağlık bilinci, sosyoekonomik durum, kişilik, ebeveynlerin çocuk üzerindeki kontrolü, sosyal baskılar gibi faktörlerin önemini vurgulayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır.^{15, 17, 112, 161, 162}

Cole¹⁶, hastaların headgear kullanım sürelerine ilişkin verdikleri bilgilerin doğruluğunu araştırmak amacıyla, Sınıf II maloklüzyona sahip ve headgear kullanan 20 hastaya elektronik zaman ölçere sahip headgear uygulamış ve bu yolla elde edilen gerçek kullanım süreleri ile hastaların belirttikleri süreleri karşılaştırmıştır. Sonuçlar, headgear kullanım süreleri ile ilgili olarak hastaların % 69’unun gerçek, % 31’inin ise yanıltıcı bilgiler verdiklerini göstermiştir.

Son dönemlerde özellikle iskeletsel düzeydeki anomalilerin tedavisinde, daha çok hekimin kontrolü altında olan ve hasta kooperasyonundan bağımsız tedavi yaklaşımları yaygınlaşmaktadır.¹¹² Ortodontik tedavi yaklaşımları ve materyallerdeki gelişmelerle birlikte, hasta ve hekim için daha rahat ve daha az kooperasyon gerektiren ağız içi molar distalizasyon apareyleri kullanıma sunulmuştur.

2.3.2. Ağız İçi Molar Distalizasyon Mekanikleri

Dişsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisi için üst molar dişlerinin distalizasyonu

ile ilgili literatürde birçok yöntem ve aparey tanıtılmıştır.^{23-41, 113, 138, 152}. Ağız içi molar distalizasyonu yapan apareylerle molar dişler distale edilirken ankraj ünitesini oluşturan diş ve diş gruplarında bazı istenmeyen etkilerin meydana gelebileceği bildirilmiştir.^{30, 104, 112, 113, 138, 163-167}

Ağız içi molar distalizasyonu amacıyla kullanılan apareylerde genellikle 2 temel istenmeyen etki ile karşılaşmaktadır;

1. Destek alınan diş veya diş grubunda meydana gelen ankraj kaybı.
2. Büyük azı dişlerinde meydana gelen distale devrilme, uzama ve rotasyon.

Ağız içi distalizasyon apareyleri için değişik kuvvet ve ankraj sistemleri geliştirilmiştir. Diş¹⁶⁸, diş grubu^{31, 33, 113, 169-171}, sert damak^{38, 137, 141, 172-175}, intermaksiller elastiklerle alt çene^{136, 176, 177} gibi anatomik bölgelerden ve implant ya da mini vida^{40, 41, 69, 71, 72, 78, 79, 82, 83, 116, 178-181} gibi yapılardan destek alınarak yapılan distalizasyon sırasında ortaya çıkan istenmeyen etkilerin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Son yıllarda ağız içi implantların sağladığı kolaylıklarla molar distalizasyonunda daha başarılı sonuçlar alındığı bildirilmektedir.^{69, 71, 78, 178, 179, 182}

2.3.2.1. ACCO (Acrylic Cervical Occipital Appliance) Apareyi

Herbert Mangolis tarafından geliştirilen ACCO apareyi, ağız dışı apareylerin hareketli ağız içi apareylerle birlikte kullanıldığı bir molar distalizasyon düzeneğidir.²³

Warren^{152, 153}, 1992 yılında olgu sunumu olarak yayınladığı iki bölümlük makalesinde ACCO apareyi ile tedavi ettiği olguları sunmuştur.

Ülgen ve Keleş¹⁸³, Modifiye ACCO apareyi ile tedavi edilen dişsel Sınıf II anomaliye sahip 15 hastada meydana gelen değişiklikleri, aynı özelliklere sahip 10 bireyden oluşan kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Çalışmada, distalizasyon plağı yardımıyla 1. molar dişlerin kuronları distale hareket ettirildikten sonra ağız dışı kolları

25° yukarıya doğru açılendirılan servikal headgear kullanılarak kökler dikleştirilmiştir. Ortalama 10,3 aylık bir tedavi sonunda, üst 1. molar dişlerde distale hareket, meziale devrilme ve uzama, kesicilerde ise protrüzyon meydana gelirken overjet artmış ve overbite azalmıştır.

Maino ve arkadaşları¹⁸⁴, modifiye ACCO apareyinin hasta kooperasyonu gerektirdiğini, asimetrik distalizasyonda kullanılabileceğini belirtmiş ve yaptıkları modifikasyonla molar distalizasyonu ile eş zamanlı olarak premolarların da distale edilebildiğini böylece tedavi süresinin kısaldığını ifade etmişlerdir.

2.3.2.2. Wilson 3D Bimetrik Distalizasyonu Arkı

William L. Wilson¹⁸⁵ 1978 yılında, tedavi tekniğinin temel uygulamalarından biri de hızlı üst molar distalizasyonu olan modüler ortodonti kavramını tanıtmıştır. Wilson ve Wilson²⁶ 1987 yılında ise molar distalizasyonu için alternatif bir aparey olan “3D bimetrik distalizasyon arkları”nı tanıtmışlardır.

3D Bimetrik Distalizasyon Arkı^{136, 177}, üst çenede 0,022 inç kalınlığındaki ark üzerinde, ön bölgede kesici dişlerin braketlerinden pasif olarak geçen, kanin bölgesinde ise Sınıf II elastiklerin takılması amacıyla bir çengel ve üst molar tüplere giren kısmında ayarlanabilir omega loopları ile 5 mm uzunluğunda 0,010x0,045 inçlik açık sarmal yaylar içermektedir. Mandibular büyüme potansiyelini harekete geçirmek ve ankraj amacıyla Sınıf II elastiklerin kullanılması yüksek oranda hasta kooperasyonu gerektirmektedir.

Muse ve arkadaşları¹³⁶, 19 hastaya 3D Bimetrik Distalizasyon Arkı uygulamışlardır. Sefalometrik değerlendirmede, Sınıf II anomalideki düzelmenin % 50,7’lik bölümünün üst 1. molar dişlerinin ortalama 2,16 mm’lik distalizasyonundan, %39,8’lik bölümünün ise alt 1. molar dişlerinin 1,38 mm’lik mezializasyonundan

kaynaklandığını göstermiştir. Ayrıca üst 1. molar dişlerde 7,8 mm distale devrilme, üst kesicilerde 0,3 mm protrüzyon ve 1,6 mm uzama olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmacılar, ortalama aylık distalizasyon miktarının 0,56 mm olduğunu, üst 2. molar dişlerin varlığının üst 1. molar dişin hareket oranı, miktarı veya devrilme miktarı ile bağlantılı olmadığını belirtmişlerdir.

Rana ve Becher¹⁷⁶, yaptıkları retrospektif çalışmada 3D Bimetrik Distalizasyon Arkı uygulanmış 18 hastada görülen değişiklikleri incelemişlerdir. 3D Bimetrik Distalizasyon Arkı uygulamasıyla molarların distale hareket ettiğini ve kesici dişlerin öne doğru açıldıklarını belirlemişlerdir.

Üçem ve arkadaşları¹⁷⁷, 3D Bimetrik Distalizasyon Arkı uyguladıkları 14 hastada, tedavi sonunda üst 1. molar dişlerde 1,8° distale devrilmeyle birlikte 3,5 mm distalizasyon ve 1. premolarlarda 1,7 mm, 2. premolarlarda 2,1 mm, kaninlerde ise 1,6 mm distalizasyon rapor etmişlerdir. Bununla birlikte üst kesicilerde protrüzyon ve overbite'te azalma bildirmişlerdir.

2.3.2.3. Mıknatıslar

Blechman ve Smiley²⁴, 1978 yılında kediler üzerinde yaptıkları çalışmada kanin dişleri mıknatıslarla distalize ederek ortodonti pratiğinde mıknatıs kullanımının yolunu açmışlardır.

Blechman¹³⁵, 1985 yılında 13 yaşındaki iki hastada manyetik kuvvetler kullanarak molar distalizasyonu gerçekleştirmiştir. Bir hastada 4 premolar çekimini takiben mıknatıslar Sınıf II elastik benzeri kuvvet oluşturacak şekilde yerleştirilerek üst kaninlerin distale, alt bukkal segmentin meziale hareketi sağlanmıştır. Diğer hastada ise üst 1. molar dişler mıknatıslar aracılığıyla distale edilerek Sınıf I ilişki sağlanmıştır.

Gianelly ve arkadaşları¹⁸⁶, geç karışık dişlenme döneminde olan bir hastada

mıknatıslarla molar distalizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, itici mıknatısların uyguladığı kuvvetinin başlangıçta 200-225 gram olduğunu, distalizasyonla birlikte iki mıknatıs arasındaki mesafe 1 mm olduğunda, kuvvetin 75 grama düştüğünü, bu nedenle aktivasyonların haftalık olarak yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Yedi haftalık tedavi süresince molar dişlerde 3 mm distalizasyon ve ankraj ünitesinde 1 mm mezializasyon meydana gelmiştir.

Gianelly ve arkadaşları¹⁸⁷, 8 hasta üzerindeki çalışmalarında mıknatısları haftada 1 kez aktive ederek üst 1. molar dişleri distale ettiklerini ve üst 2. molar dişlerinin sürmemiş olduğu vakalarda 2-5 ay içinde dişsel Sınıf I ilişkisinin sağlandığını, 2. molar dişin varlığında ise bu sürenin arttığını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar ayrıca, tedavi ile elde edilen boşluğun % 80'inin molar dişlerin distale hareketiyle, % 20'sinin ise premolar ve üst keser dişlerin mezial hareketiyle oluştuğunu belirtmişlerdir.

Itoh ve arkadaşları¹⁶⁵, erken karışık dişlenme dönemindeki 10 vakada molar distalizasyon sistemi (MDS) adını verdikleri itici mıknatıslardan oluşan bir düzenek uygulamışlardır. Modifiye Nance apareyinden ankraj alan bölümlü bir ark üzerine yerleştirilen itici mıknatıslar 225 gram kuvvet uygulayacak şekilde ve iki haftada bir aktive edilerek, 39 ile 75 gün arasında molar distalizasyonu tamamlanmıştır. Bu aygıtla 1. molar dişlerde ortalama 7,4° distale devrilme, 2,1 mm distalizasyon ve 6,2 mm rotasyon, kesici dişlerde ise 3,8° labiale devrilme ve 1,2 mm labiale hareket meydana geldiği gösterilmiştir.

Bondemark ve Kurol¹⁸⁸, yaş ortalaması 13,4 yıl olan 10 bireyde üst 1. ve 2. molar dişleri itici mıknatıslarla distalize etmek için bir düzenek oluşturmuşlardır. Ankraj sağlamak amacıyla 2. premolar dişlere Nance apareyi yapılmış ve 3 haftada bir mıknatıslar aktive edilerek 220 gram kuvvet uygulanmak suretiyle 16,6 haftada Sınıf I

molar ilişki elde edilmiştir. Üst 1. molar dişlerde 8° distale devrilme, 4,2 mm distalizasyon ve 8,5° distobukkal rotasyon, üst 2. molar dişlerde ise 5,6° distale devrilme ve 7° distobukkal rotasyon gözlenirken, kesici dişlerin ortalama 6° protrüzyonu ve 1,8 mm labiale hareketi sonucu overjet artmıştır.

Erverdi ve arkadaşları¹⁸⁹, 2. premolar dişleri sürmüş olan 15 hastada, molar distalizasyonu amacıyla bir tarafta itici mıknatıslar, diğer tarafta ise Ni-Ti açık yaylar bulunduran bir düzenek uygulamışlardır. Mıknatıs kullanılan taraf haftada bir, diğer taraf ise 4 haftada bir aktive edilerek ortalama 225 gram kuvvet uygulanmış ve 3 aylık tedavi sonunda mıknatıslarla 2,1, yaylarla 3,8 mm molar distalizasyonu sağlanmıştır.

Bondemark¹⁴², 21 adölesan bireyden oluşan iki grup hastada molar distalizasyonu için yeni bir ark içi Lingual Ni-Ti coil düzeneği uygulamış ve bu apareyin etkilerini itici mıknatıslı apareyler ile karşılaştırmıştır. Yeni düzenekle tedavi edilen grupta, 6,5 ayda ortalama 2,2° distale devrilme ile birlikte 2,5 mm distalizasyon, mıknatıslarla tedavi edilen grupta ise 5,8 ayda ortalama 8,8° distale devrilme ile birlikte 2,6 mm distalizasyon meydana gelmiştir. Her iki grupta da ankraj kaybına bağlı olarak, üst kesiciler labiale hareket etmiş ve overjet artmıştır. Sonuçlar, üst 1. molar dişinin paralel hareketi açısından, lingual Ni-Ti yay apareyinin mıknatıslardan daha avantajlı olduğunu göstermiştir.

2.3.2.4. Cetlin Müteharrik Apareyi

Cetlin ve Ten Hove²⁵, 1983 yılında Sınıf I ve II maloklüzyonların tedavisi için, ağız dışı ve ağız içi kuvvetlerin birlikte kullanıldığı Cetlin plağı adını verdikleri, ACCO apareyinin modifiye şekli olan bir aygıt kullanmışlardır.

Cetlin plağı ağız içinden tüm gün kullanılan modifiye Hawley plağı, ağız dışından ise sadece geceleri takılan ve hastanın iskeletsel yapısına göre tercih edilen

servikal veya oksipital headgear'den oluşmaktadır. Ağız içi aygıtla molar dişleri distale ederken kök pozisyonunda oluşan devrilme, her iki tarafta 150 gram kuvvet uygulayan ağız dışı apareyler ile düzeltilmiş ve böylece paralel molar hareketi elde edilmiştir.

2.3.2.5. Süper Elastik Ni-Ti Açık Sarmal Yaylar

Andreasen¹⁹⁰ tarafından ortodontinin kullanımına sunulan Ni-Ti alaşımları, ark tellerinde süper elastik ve şekil hafızası özelliklerinden dolayı klinisyenler tarafından tercih edilirken¹⁹¹, çeşitli boy ve çapta hazırlanmış, hafif ve devamlı kuvvet uygulayan Ni-Ti yaylar da molar distalizasyonunda başarıyla kullanılmaktadır.^{191, 192}

Gianelly ve arkadaşları²⁷, 1991 yılında üst 1. premolar ile 1. molar dişler arasına yerleştirilen, 8-10 mm sıkıştırıldığında 100 gram kuvvet uygulayan Ni-Ti açık yaylarla, ayda ortalama 1-1,5 mm distalizasyon yapılarak 5 ayda Sınıf I molar ilişkisinin sağlandığını bildirmişlerdir.

Bondemark ve arkadaşları¹⁷⁰, yaş ortalaması 14,9 yıl olan Sınıf II bölüm 2 maloklüzyonlu 18 hastanın 1.ve 2. molar dişlerinin eş zamanlı distalizasyonu için 6 ay boyunca bir tarafta süper elastik Ni-Ti açık sarmal yay, diğer tarafta ise mıknatıs kullanmışlardır. Her iki tarafta 225 gramlık kuvvet uygulayacak şekilde 4 haftada bir kez aktivasyon yapılmıştır. Açık sarmal yayların bulunduğu tarafta üst 1. molar dişlerde 2,9° distobukkal rotasyon ve 1° distale eğilme ile birlikte 3,2 mm distalizasyon, 2. molar dişte ise 4,1° distale eğilme ve 5° distobukkal rotasyon meydana gelmiştir. Mıknatısların bulunduğu tarafta 1. molar dişte 2° distobukkal rotasyon ve 1° distale eğilme ile birlikte 2,2 mm distalizasyon, 2. molar dişte ise 5,9° distobukkal rotasyon ve 3,5° distale eğilme bulunmuştur. Araştırmacılar sonuç olarak, molar distalizasyonunda Ni-Ti açık sarmal yayların mıknatıslardan daha etkili olduğunu ve mıknatısların sık aktivasyon ihtiyacı ve hastada rahatsızlık oluşturmaları gibi dezavantajları olduğunu da belirtmişlerdir.

Pieringer ve arkadaşları¹⁷³, yaşları 13 ile 34 yıl arasında değişen 8 hastaya 3 ila 18 ay arasında değişen sürelerde Ni-Ti yaylarla distalizasyon uygulamışlardır. Ankraj ünitesi olarak premolar dişlerinden destek alan Nance apareyinden yararlanılırken, distalizasyon amacıyla 1. premolar ile 1. molar dişler arasında bölümlü ark teli üzerinde sentalloy yaylar kullanılmıştır. En fazla distal hareket birinci molar dişlerde meydana gelirken, premolar dişlerde de daha az oranda distalizasyon elde edilmiştir. Distale hareket eden tüm dişlerde değişik miktarlarda devrilme izlenirken, en büyük devrilme 1. molar dişte meydana gelmiştir. Araştırmacılar, hasta uyumunu ortadan kaldırması nedeniyle Nance apareyinin molar distalizasyonunda etkili bir şekilde kullanılabileceğini savunurken, distalizasyon miktarı ile devrilme, rotasyon ve kesici protrüzyonu arasında bir bağlantı bulunmadığına da dikkat çekmişlerdir.

2.3.2.6. Molar Distalizasyon Arkı

Jeckel ve Rakosi²⁸, 8-14 yaşları arasında 10 hastada, molar distalizasyon arkı (MDA) adını verdikleri bir düzenele üst molar distalizasyonu yapmışlardır. Düzenek, arka bölgede bukkal sulkusa kadar uzanan 0,8 ile 1,5 mm kalınlığında bir termoplastik splint, ön bölgede ise slota yerleşen bir distalizasyonu ünitesini içermektedir. Ortalama 2 N (yaklaşık 200 gr) kuvvet uygulanarak günde 17–18 saat kullandırılan aparey ile 4–6 hafta süren tedavi sonunda, 2,2 – 2,8 mm distalizasyon elde edilmiştir.

2.3.2.7. Modifiye Nance Apareyi

Reiner²⁹, tek taraflı Sınıf II ilişkiye sahip 13-17 yaşlar arasındaki 12 bireye molar distalizasyonu için modifiye Nance apareyi uygulamıştır. Bu aygıtta 1. premolar ve 1. molar arasında palatinalde bulunan rehber tel üzerinde, premolara bağlanmış bir omega loop ve rehber tel üzerinde açık sarmal yay bulunmaktadır. Yayın aktivasyonu iki haftada bir kez yapılmıştır. Randevusunu aksatmayan hastalarda haftada ortalama

0,24 mm, diğer hastalarda ise ortalama 0,19 mm distal hareket elde edilmiştir. Ayrıca üst kesici dişlerde çok az miktarda protrüzyon olduğu, overjetin artmadığı, ancak tedavi başlangıcında Sınıf I molar ilişki gösteren taraftaki 1. molar dişlerde distopalatinal rotasyon olduğu belirtilmiştir.

2.3.2.8. Pendulum Apareyi

Hilgers¹⁹³, 1991 yılındaki çalışmasında üst arkta genişletme yapılmadan Sınıf II anomalilerin düzeltilmesinin mümkün olmadığını söylemiştir. Araştırmacı üst molar dişleri distale etmek, rotasyon yaptırmak ve üst arkı genişletmek amacıyla “Hilgers Palatal Expander” adlı bir aparey tanıtmış, daha sonra bu apareyi modifiye ederek 1992 yılında “Pendulum” apareyini geliştirmiştir.³⁰ Pendulum apareyi, ankraj için geniş bir Nance düğmecığının yanında, hafif ve devamlı kuvvet uygulayan 0,032 inç çapında TMA yuvarlak telden hazırlanmış sağda ve solda iki adet zemberek içermektedir.

Hilgers³⁰, Pendulum apareyinin yapımı, uygulaması ve kullanım şeklini tarif ettiği makalesinde, zembereklerin midpalatal suturaya paralel olmak üzere 90°’lik bir açı ile üç haftada bir aktive edilmesi gerektiğini belirtmiştir ve 3-4 aylık bir süre sonunda ortalama 5 mm distalizasyonun elde edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı, üst arkın genişletilmesi gereken durumlarda Nance plağına bir genişletme vidasının eklenebileceğini belirtmiş ve vidanın 3 günde bir çeyrek tur çevrilmesini önererek, bu şekilde düzenlediği apareye ‘Pend-X’ adını vermiştir.³⁰

Ghosh ve Nanda¹¹³, Pendulum apareyi ile yapılan molar distalizasyonunun iskeletsel yapı, dişler ve yumuşak dokular üzerine olan etkilerini yaş ortalaması 12,5 yıl olan 26’sı kız 15’i erkek toplam 41 olgu üzerinde incelemişlerdir. 23’ünde 2. molar dişlerinin sürmemiş, 18’inde ise sürmüş olduğunu hastalardan oluşan grupta ortalama 6,21 ayda distalizasyon tamamlanarak Sınıf I molar ilişki elde edilmiştir. Üst 1. molar

dişlerde $8,36^\circ$ distale devrilmeye birlikte 3,37 mm distalizasyon ve 0,1 mm intrüzyon meydana gelmiştir. Buna karşılık, 1. premolar dişlerde $1,29^\circ$ meziale devrilme ile 2,55 mm mezializasyon ve 1,7 mm ekstrüzyon bildirilmiştir. Molar dişlerinin 1 mm distalizasyonuna karşın premolar dişlerinin 0,75 mm meziale hareket ettiği ve üst 1. molarların distalizasyon sırasında meziobukkal rotasyona uğradığı bildirilmiştir. Sonuç olarak bu araştırmacılar, oluşabilecek orta dereceli ankraj kaybına karşın pendulum apareyinin molar distalizasyonu için etkili ve güvenilir bir mekanik olduğunu belirtmişlerdir.

Byloff ve Darendeliler¹³⁷, yaş ortalaması yaklaşık 11 yıl olan dişsel Sınıf II maloklüzyonu ve üst arkta orta dereceli yer darlığı bulunan 9 kız 4 erkek toplam 13 hastada Pendulum apareyinin iskeletsel ve dişsel etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, nance plağının ortasına genişletme vidası yerleştirmiş ve zembereklere 60° yerine 45° aktivasyon vererek, başlangıç kuvvetini 200-250 gram olarak ayarlamışlardır. Ortalama 16,6 hafta süren distalizasyon sonunda, üst 1. molar dişlerde $14,5^\circ$ distale devrilme ile birlikte 3,39 mm distal hareket ve 1,17 mm intrüzyon belirlemişlerdir. İkinci premolar dişlerde ise, 1,63 mm mezial hareket ve 0,42 mm uzama tespit edilmiştir. Bu araştırmacılar, apareyin herhangi bir iskeletsel etkisi olmadığını, kesici dişlerde oluşan ankraj kaybının minimal düzeyde kalarak dişsel veya iskeletsel kapanış açılmasına sebep olmadığını, bununla beraber molar dişlerde oluşan distale devrilmenin fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Byloff ve arkadaşlarının¹⁷² Pendulum apareyi ile yapmış oldukları diğer bir çalışmada, üst molar dişlerde görülen distal devrilmeyi azaltmak amacıyla, distalizasyon sonrasında aktive edilmek üzere, zembereklere dikleştirici bükümler eklemişlerdir. Yaş ortalaması 13 yıl 11 ay olan 20 hastaya modifiye pendulum apareyi uygulanarak süper

Sınıf I molar ilişki elde edilinceye kadar, ortalama 14,45 hafta molar distalizasyonuna devam edilmiştir. Distalizasyon tamamlandıktan sonra, üst 1. molarları dikleştirmek için, dikleştirici bükümler aktive edilerek aparey yaklaşık 11 hafta ağızda tutulmuştur. Toplam 27,25 hafta süren tedavi sonunda üst molar dişlerinin kuronları 4,1 mm, kökleri ise 2,1 mm distale hareket etmiştir. Premolar dişlerde 2,22 mm meziale hareket, üst kesici dişlerde ise 1,54° labiale devrilme tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, araştırmacılar dikleştirici bükümlerin distal devrilmeyi önemli miktarda azalttığını ancak tedavi süresini arttırdığını söylemişlerdir.

Bussick ve McNamara¹⁶³, farklı yüz gelişim paternine sahip ve diş gelişiminin çeşitli aşamalarında bulunan Sınıf II anomalili bir grup üzerinde Pendulum apareyinin dişsel ve iskeletsel etkilerini incelemişlerdir. Ankraj amaçlı yapılan Nance apareyi karışık dişlenmede süt azılardan, daimi dişlenmede ise premolar dişlerden destek alınarak yapılmıştır. Yaş ortalamaları yaklaşık 12 yıl olan 56 kız, 45 erkek toplam 101 hasta üzerinde Pendulum springleri 60°-90° aktive edilerek, 200-250 gram kuvvet uygulanmıştır. Ortalama 7,1 aylık tedavi süresi sonunda üst 1. molar dişlerde ortalama 10,6° distale devrilme ve 0,7 mm gömülmeyle birlikte ortalama 5,7 mm distale hareket görülmüştür. Üst 2. molar dişleri sürmüş veya sürmemiş hastalar arasında molar distalizasyonunda farklılık gözlenmemiştir. Üst 1. premolar dişlerde ortalama 1,5 mm meziale devrilme ve 1 mm uzamayla birlikte ortalama 1,8 mm mezializasyon olmuştur.

Toroğlu ve arkadaşları¹⁹⁴, 30 bireyden oluşan hasta grubunu Frankfurt-Mandibular düzlem açısına göre yüksek ve düşük açılı olarak ikiye ayırmışlar ve Pendulum apareyinin molar distalizasyonu üzerindeki etkilerini ve 3 ay süren stabilizasyon döneminden sonra oluşan değişimleri değerlendirmişlerdir. Ortalama 5 aylık bir tedavi sonunda üst 1. molar dişler, yüksek açılı grupta ortalama 14,9° distale

eğilme ile birlikte 5,9 mm, düşük açılı grupta ise ortalama 13,4° distale eğilerek 4,1 mm distale hareket etmiş ve gruplar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Üst 2. premolar dişlerdeki meziale hareketle belirlenen ankraj kaybı yüksek açılı grupta ortalama 4,8 mm, düşük açılı grupta ise ortalama 6,6 mm olmuştur. Stabilizasyon döneminde üst 1. molar dişlerde yüksek açılı grupta 1,5 mm, düşük açılı grupta 1,7 mm mezial hareket görülmüştür. Bu araştırmacılar, sonuç olarak Pendulum apareyinin hasta uyumuna gerek olmaksızın kısa bir zamanda üst molarları distale edebildiğini, üst molarların stabilizasyonunu sağlamak ve ankraj kaybını önlemek için sabit tedaviye geçmeden önce en azından 3 ay beklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Taner ve arkadaşları¹⁶⁷, servikal headgear ve Pend-x'in üst 1. ve 2. Molar dişler ile 1. premolar ve kesiciler üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla 13'er bireyden oluşan iki hasta grubu üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar, çalışma sonunda Pend-X grubunda üst 1. molar dişlerin ortalama 11,77° distale eğilerek 3,81 mm, üst 2. molar dişlerin ise 11,04° distale eğilerek 2,04 mm distale hareket ettiğini bulmuşlardır. Üst 1. premolarların 4,08° meziale eğimle birlikte 0,73 mm meziale, keser dişlerin ise 6,08° labiale eğilerek öne hareket ettiğini bulmuşlardır. Headgear grubunda ise üst 1. molarlarda Pend-X apareyi ile sağlanana yakın miktarlarda distalizasyon sağlandığını, ancak bu grupta dişlerdeki distale devrilmenin daha az olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmacılar, tedavi süresinin headgear grubunda daha uzun olduğu ve hasta uyumuna daha fazla ihtiyaç duyulduğuna, Pend-X apareyinde ise meydana gelen ankraj kaybının daha fazla olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Hilgers ve Tracey¹⁴⁴, Pendulum ve kompakt RPE apareylerinin birleştirilmesiyle oluşturulan hibrit apareyini "Mini Distalizasyon Apareyi" tanıtmışlardır. RPE aygıtı ile istenilen genişletme elde edildikten sonra, TMA zemberekler üst molar dişlere distal

yönde 250 gram kuvvet uygulayacak şekilde aktive edilmiştir. Üst molar dişler 2-4 ay içerisinde süper Sınıf I molar ilişkiye getirildikten sonra, pekiştirme amacıyla MDA çıkarılarak utility ark takılmış ve interseptal lifler aracılığıyla üst küçük azıların da yaklaşık 7 ayda distale hareket ettiği bildirilmiştir.

Kinzing ve arkadaşları¹⁹⁵, pendulum apareyi ile molar distalizasyonu üzerine 2. ve 3. molar dişlerin sürme durumunun etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmacılar sonuç olarak, genç hastalarda pendulum apareyi ile tedaviye başlamanın en iyi zamanının 2. molar dişler sürmeden önce olduğunu, distalizasyonun 2. molar dişlerin varlığında yapılması gereken durumlarda ise 20 yaş dişlerine germektomi yapılmasını önermişlerdir.

Chiu ve arkadaşları¹¹⁴, her biri 32 hasta içeren iki gruptan birine pendulum, diğerine distal jet uygulayarak yaptıkları bu iki apareyin etkilerini karşılaştırmışlardır. Pendulum grubunda tedavi ortalama 12 yıl 6 ay, distal jet grubunda 12 yıl 3 ay sürmüştür. Distalizasyon sonrası değerlendirmede üst 1. molar dişlerin pendulum grubunda 6,1, distal jet grubunda ise 2,8 mm distale olduğunu, bununla birlikte pendulum grubunda distal jet grubuna oranla üst 1. molar dişlerin daha fazla distale eğildiğini bildirmişlerdir. Üst 1. premolar dişlerdeki ankraj kaybı ise distal jet grubunda daha fazla olmuştur.

Fuziy ve arkadaşları¹⁹⁶, pendulum apareyiyle üst molar distalizasyonunu takiben oluşan sagittal, vertikal ve transversal değişimleri ortalama yaşları 14,58 yıl olan 31 hasta üzerinde incelemişlerdir. Ortalama 5,87 ay süren tedavi sonunda 18,5° distale eğilme ile birlikte 4,6 mm molar distalizasyonu elde edilmiştir. Birinci molarlar ve premolarlar arasında oluşan boşluğun %63,5'inin molar dişlerin distale hareketi, %36,5'inin ise premolar dişlerin meziale hareketiyle meydana geldiği bildirilmiştir.

Patel ve arkadaşları¹⁹⁷, Pendulum ve Jones-Jig apareylerinin distalizasyon etkilerini Sınıf II maloklüzyonlu 20'şer hastadan oluşan iki ayrı grup üzerinde incelemişlerdir. Her iki grupta da Sınıf I molar ilişki sağlanıncaya kadar distalizasyon yapılmış, ortalama tedavi süresi Pendulum grubunda 1,18, Jones-Jig grubunda ise 0,91 yıl olarak belirtilmiştir. Üst 1. molar dişlerin Pendulum grubunda ortalama 10° distale eğilerek 3,51 mm distale olduğu, Jones-Jig grubunda ise ortalama 9,54° distale eğilerek 3,12 mm distale olduğu bulunmuştur. Her iki grupta da üst 2. premolarlar eşit düzeyde distalize olmuş, ancak Jones-Jig grubunda bu dişler daha fazla meziale eğilmiştir. Üst santral kesici dişler her iki grupta da benzer şekilde protruze olmuştur.

Acar ve arkadaşları¹⁹⁸, pendulum apareyini bukkalden K-loop ile destekleyerek molar distalizasyonu yapmışlar ve oluşan dentoalveoler etkileri servikal headgear ile karşılaştırmışlardır. Yaş ortalaması 15 yıl olan 1. gruba pendulum K-loop kombinasyonu, 14,2 yıl olan diğer gruba ise servikal headgear uygulamışlardır. Tedavi sonunda 1. grupta ortalama 5,13° distal eğilme ile birlikte 4,53 mm, 2 grupta ise ortalama 0,80° meziale eğilme ile birlikte 2,23 mm distalizasyon elde edilmiştir. Araştırmacılar, sonuç olarak pendulum apareyini bukkalden K-loop ile kombine etmenin ağız içi distalizasyon apareylerinin iki büyük dezavantajı olan distal molar tipping ve ön dişlerdeki ankraj kaybını azalttığını belirtmişlerdir.

Caprioglio ve arkadaşları¹⁹⁹, Pendulum ve Fast-Back apareylerinin oluşturduğu dentoalveolar ve iskeletsel etkileri karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Pendulum grubundaki 41 hasta için ortalama yaş 12,11 yıl ve ortalama distalizasyon süresi 8 ay, Fast-Back grubu için ortalama yaş 13,11 yıl ve ortalama distalizasyon süresi 9 ay olarak belirtilmiştir. Yapılan sefalometrik değerlendirmede, Pendulum grubunda ortalama 3,9° distale eğilme ile beraber 3,2 mm, Fast-Back grubunda ise ortalama 1,1° meziale eğilme

ile beraber 2 mm molar distalizasyonu elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, her iki distalizasyon mekaniğinin benzer dişsel ve iskeletsel etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

2.3.2.9.Süper Elastik Ni-Ti Teller

Locatelli ve arkadaşları³¹, 1992 yılında “Neosantalloy” Süperelastik Ni-Ti tel kullanarak üst 1. molarları distalize etmişlerdir. Biri 1. premolar braketinin distalinde, diğeri 1. molar tüpünün 5-7 mm distalinde iki stop, Neosantalloy tel üzerine yerleştirilmiştir. Tel aktive edildiğinde iki stop’un arasında açıklığı okluzal tarafa bakacak şekilde oluşan loop, eski haline dönmeye çalışırken 100 gram kuvvet oluşturmaktadır.

Sistem 100–150 gram kuvvetinde Sınıf II elastiklerle desteklenerek ankraj korunurken, uyum sorunu olan hastalarda premolar dişlerden destek alan Nance apareyi yapılması önerilmiştir. Araştırmacılara göre, 2. molar dişlerinin sürmediği durumlarda, az miktarda bir ankraj kaybıyla ayda 1–2 mm distalizasyon elde edilmektedir. 2. molar dişlerin sürdüğü durumlarda ise 0,018x0,025 inç çapındaki Neosantalloy tel kullanılarak uygulanan kuvvetin 200 grama çıkarılması önerilmiştir.

Giancotti ve Cozza²⁰⁰, U bükümü verilmiş NeoSentalloy bir ark teli ile 5 ay içerisinde üst 1.ve 2. molar dişlerin intikali distalizasyonunu gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir.

Gianelly²⁰¹, süperelastik Ni-Ti yaylar ile süperelastik Ni-Ti tellerin üst 1. molar distalizasyonundaki etkilerini değerlendirdiği bir çalışmada ayda ortalama 1 mm distal hareket elde edilebileceğini bildirmiştir.

2.3.2.10. Jones-Jig

Jones-Jig apareyi ilk olarak 1992 yılında Jones ve White³² tarafından tanıtılmıştır. Bukkal taraftan uygulanan aparey, 1.ve 2. premolar veya 2. süt azı dişlerine bağlanan Nance düğmeciginden oluşan bir ankraj ünitesi ve molar distalizasyonu sağlamak için bölümlü ark üzerine yerleştirilen Ni-Ti açık sarmal yaylardan oluşmaktadır. Bu araştırmacılar, Ni-Ti açık sarmal yayların 1-5 mm aktivasyonunun 70-75 gr kuvvet oluşturduğunu ve bu aparey ile üst 1. büyük azı dişlerinin meziopalatinal rotasyonundan dolayı oluşmuş Sınıf II maloklüzyonların 90-120 gün, gerçek Sınıf II maloklüzyonların ise 120–180 günde düzeltilebileceğini belirtmişlerdir.

Gulati ve arkadaşları¹³⁸, 1998 yılında yaşları 12 ile 15 yıl arasında değişen, Sınıf II maloklüzyona sahip 10 hasta üzerinde, Jones Jig apareyini modifiye ederek oluşturdukları “Sectional Jig Assembly” isimli apareyle, molar distalizasyonunun diş çene yüz sistemi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Ankrajın modifiye Nance apareyi ile sağlandığı aygıtta, açık Ni-Ti yaylar ayda 1 kez aktive edilerek, ortalama 150 gram kuvvet ile distalizasyon sağlanmıştır. Araştırmacılar, transpalatal bar kullanılmamasına rağmen Jones-Jig’in distal eğilme ve molar rotasyonu üzerinde daha iyi bir kontrol sağladığını belirtmişlerdir.

Runge ve arkadaşları²⁰², yaş ortalaması 14,6 yıl olan toplam 13 hastaya Jones-Jig uygulayarak tedavi etkilerini değerlendirmişlerdir. Aparey, 70 gram kuvvet uygulayacak şekilde ortalama 27 hafta kullanılmıştır. Tedavi sonunda, üst 1. molar dişlerde ortalama 4° distale eğilme ile birlikte 2,23 mm distale hareket ederken, 2. molar dişler de ortalama 1° distale eğilerek 1,31 mm distalize olmuştur. Ayrıca, üst 2. premolar dişlerde ortalama 2,23 mm meziale hareket etmiştir.

Haydar ve Üner,¹³¹ Jones-Jig apareyinin dentoalveoler ve iskeletsel etkilerini

incelemiş ve servikal headgear ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, üst molarların her iki aygıtla da etkili bir şekilde distale edildiğini, Jones-Jig apareyinin dezavantajının ankraj kaybı olduğunu, bununla birlikte servikal headgearle karşılaştırıldığında daha kısa tedavi süresi sağlamanın ve hasta kooperasyonu gerektirmemesinin bir avantaj olduğunu bildirmişlerdir.

Brickman ve arkadaşları¹⁴¹, Jones-Jig apareyinin üst molarların distal, premolar ve kesici dişlerin ise mezial hareketi üzerine etkilerini incelemiş ve bunları servikal headgear kullanımından elde edilen sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Jones-Jig grubunda üst 1. molar dişlerde 7,53° distale eğilme ile 2,51 mm distalizasyon, 1. premolar dişlerde ise 4,76° meziale eğilme ile 2 mm mezial hareket bildirilmiştir. Üst kesiciler ortalama 2,21° protruze olurken, overjet artmış ve overbite azalmıştır. Bu araştırmacılar, Jones-Jig apareyinin üst molar distalizasyonunda etkili olduğunu, yeterli ankraj sağlandığında Sınıf I molar ilişkisinin kolaylıkla sağlanabileceğini ve korunabileceğini söylemişlerdir.

2.3.2.11. Molar Distalizasyon Splinti

Korrodi Ritto³³, 1995 yılında Molar Distalizasyon Splinti adını verdiği apareyi tanıtmış ve bu apareyle ayda ortalama 1,5 - 2 mm molar distalizasyonu sağlandığını bildirmiştir. Apareyin ankraj ünitesi, ön dişleri örten 1,5 mm kalınlığındaki biokril plağı ile molar dişlere uygulanan adams kroşelerden oluşmaktadır. Distalizasyon ünitesi, bukkal tarafta bulunan segmental ark üzerindeki açık Ni-Ti sarmal yaylardan oluşmaktadır. Araştırmacı, apareyde başlangıç kuvvetin 220 gram olacağını bildirmiş ve distalizasyon esnasında molar dişler distale devrildiklerinden, bu aparey için en uygun vakalar molar dişlerin meziale devrilmiş olduğu vakalar olduğunu belirtmiştir.

2.3.2.12. K-Loop Molar Distalizasyon Apareyi

Kalra³⁴, 1995 yılında üst molar distalizasyonunda kullanılmak üzere K-Loop apareyini tanıtmıştır. Aparey, TMA telden hazırlanan ve 1. molar ile 1. premolar dişlerin braketleri arasına yerleştirilen segmental bir arkta oluşmaktadır. Premolarlar Nance apareyi ile desteklenmektedir. Kalra³⁴, bu aparey kullanıldığında, 4 mm molar distalizasyonuna karşılık, premolar dişlerde 1 mm mezial hareket olduğunu bildirmiştir. Gerekli durumlarda ankrajı artırmak için premolar dişlere 150 gram kuvvet uygulayacak şekilde headgear uygulanabileceğini belirtmiştir.

2.3.2.13. Fixed Piston Apareyi

Greenfield³⁵, 1995 yılında Sınıf II maloklüzyonları hızlı bir şekilde tedavi etmek için geliştirdiği “Fixed Piston Apareyi”ni tanıtmıştır. Aparey, üst 1. molar ve 1. premolar dişlerin bantları üzerine, hem bukkal hem palatinal taraftan lehimlenen piston sistemi üzerinde bulunan açık Ni-Ti yaylardan oluşmaktadır. Bukkal ve palatinalde 25'er gram olmak üzere toplam 50 gram kuvvet uygulayan yaylar, 6-8 haftalık aralıklarla aktive edilmektedir. Ankraj için 1. premolar dişler arasına yerleştirilen Nance apareyi kullanılmaktadır. Araştırmacı, bu aygıtla hafif ve kontrollü kuvvetler kullanılarak, ankraj kaybı olmaksızın ayda ortalama 1 mm paralel molar distalizasyonu sağlandığını bildirmiştir.

2.3.2.14. Distal Jet

Carano ve Testa³⁶, 1996 yılında Nance apareyinden destek alarak, palatinal taraftan uygulanan Ni-Ti veya paslanmaz çelik açık sarmal yaylar aracılığı ile molar distalizasyonu gerçekleştirdikleri “Distal Jet” apareyini tanıtmışlardır. Araştırmacılara göre, Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde üst 1. molar dişlerinin distalizasyonu amacıyla geliştirilen yöntemlerde, uygulanan kuvvet molar dişlerin direnç merkezinden

geçmediğinden, distale devrilme ve rotasyon meydana gelmektedir. Carano ve Testa³⁶, bu apareyin estetik olması, hasta uyumuna bağlı olmaması, tek veya çift taraflı olarak kullanılabilmesi, ankraj kaybı ve rotasyon olmadan intikali distalizasyon sağlaması ve distalizasyon sonrası Nance apareyine dönüştürülebilmesi gibi üstünlüklere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Ngantung ve arkadaşları²⁰³, Distal Jet apareyi ile molar distalizasyonunun ankraj dişler üzerindeki etkisini ve tedavi sonrası meydana gelen değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Distal Jet apareyi ile birlikte sabit tedavi uygulanan hastalarda, aparey 240 gram kuvvet uygulayacak şekilde 4-6 haftalık aralıklarla aktive edilmiştir. Ortalama 6,7 ayda Sınıf I molar ilişki sağlanmış ve tedavi 25,7 ayda tamamlanmıştır. Yapılan değerlendirmede üst 1. molar dişlerde 2,1 mm distalizasyon, 3,3° distale devrilme, ankraj olarak kullanılan 2. premolar dişlerde 2,6 mm mezializasyon ve 4,3° distale devrilme ile birlikte overjet 1,7 mm artış meydana gelmiştir.

Bolla ve arkadaşları¹⁴³, Distal Jet apareyi ile Jones-Jig, Pendulum, Herbst gibi apareyleri üst 1. molar diş ve ankraj dişlerin hareket şeklini açısından karşılaştırmışlardır. Distal Jet grubunda 5 ay süren distalizasyon sonunda, üst 1. molar dişler ortalama 3,1° distale eğilerek 3,2 mm distale hareket ederken, 1. premolar dişler 2,8° distale eğilerek 1,3 mm meziale hareket etmişlerdir. Distal Jet apareyi ile molar ve premolar dişler arasında sağlanan boşluğun % 71'inin molar distalizasyonuna, % 29'unun ankraj kaybına bağlı olduğu ve bu apareyin ankraj kaybı ve 1. molar dişteki distal devrilme yönünden daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

2.3.2.15. First-Class Apareyi

Fortini ve arkadaşları³⁷, 1999 yılında üst molar distalizasyonu için First-Class apareyini tanıtmışlardır. Sınıf II maloklüzyonlu, yaşları 8,7-14,5 yıl arasında değişen, 37

kız, 25 erkek toplam 62 hastada ortalama 42 günde 4,8 mm distalizasyon sağlandığı bildirilmiştir. Bukkal ve palatinal olmak üzere iki ayrı bölümden oluşan apareyde, palatinalde ankraj amaçlı olarak bir Nance apareyi ve kuvvet kaynağı olarak 1,1 mm yuvarlak çelik tel üzerinde Ni-Ti süper elastik yaylar, vestibülde ise premolar dişler ile molar dişler arasında bulunan bir vida yer almaktadır.

Kırçelli²⁰⁴, First-Class ve pendulum apareylerinin iskeletsel ve dentoalveoler etkilerini karşılaştırmıştır. Yaş ortalaması 13,3 yıl olan 15 hastaya First-Class, 13,8 yıl olan 15 hastaya ise pendulum apareyi uygulanmıştır. Distalizasyon sonunda First-Class apareyi ile ortalama 5,5 ayda 4 mm, pendulum apareyi ile ortalama 5,2 ayda 4,3 mm molar distalizasyonu elde edilmiştir.

Fortini ve arkadaşları¹⁶⁴, yaş ortalaması 13,4 yıl olan Sınıf II maloklüzyonu 10 erkek, 7 kız toplam 17 hastada, First-Class apareyinin etkilerini incelemişlerdir. Bu apareyle ortalama 2,4 aylık bir tedavi sonucu Sınıf I molar ilişki elde edilmiştir. Üst 1. molar dişlerde ortalama 4 mm distalizasyon ve 1,2 mm ekstrüzyon, 2. Premolarlarda ise 1,7 mm mezializasyon ve 1 mm ekstrüzyon meydana gelmiştir. Araştırmacılar, 2. premolar ile 1. molar dişler arasında oluşan boşluğun % 70'inin molar distalizasyonuna, % 30'unun ise ankraj kaybına bağlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Papadopoulos ve arkadaşları²⁰⁵, Sınıf II maloklüzyona sahip karışık dişlenme dönemindeki hastalar üzerinde molar distalizasyonu için kullanılan First-Class apareyinin etkilerini değerlendirmiş ve bir kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Tedavi grubunda ortalama 17,2 hafta sonra Sınıf I molar ilişki elde edilmiş, üst 1. molar dişler ortalama 8,56° distale eğilme ile birlikte 4 mm distale hareket etmiştir. Araştırmacılar, First-Class apareyinin kooperasyonu zayıf dişsel Sınıf II hastalarda molar distalizasyonunda etkili bir aparey olduğunu bildirmişlerdir.

2.3.2.16. Intraoral Bodily Molar Distalizer

Keleş ve Sayınsu³⁸, 2000 yılında hasta kooperasyonu gerektirmeyen ve molar dişlerde gövdesel hareket oluşturduğunu vurguladıkları “Intraoral Bodily Molar Distalizer” apareyini tanıtmışlardır. Apareyde ankraj ünitesi olarak ısırma düzlemi içeren Nance ve distalizasyon ünitesi olarak TMA telden bükülen springler bulunmaktadır. Distalizasyon ünitesindeki springlerin üstünde bulunan iki loptan biri distalizasyon kuvvetini üretirken, diğeri dışın distale devrilmesini engelleyerek dikleştirme görevi yapmaktadır. Bu aparey ile ortalama 7,5 ay süren tedavi sonunda, üst 1. molar dişlerde devrilme olmaksızın 5,23 mm distalizasyon, 1. premolar dişlerde 2,73° meziale devrilme ile birlikte 4,33 mm mezializasyon meydana geldiğini gösterilmiştir. Hastalardan alınan modellerin incelenmesinde, distalizasyon sonunda molarlar arası mesafenin değişmediği ve molar dişlerde rotasyon olmadığı gösterilmiştir.

2.3.2.17. Lokar Distalizasyon Apareyi

Ertugay²⁰⁶, 2001 yılındaki çalışmasında, lokar apareyi ile farklı kuvvet uygulanarak yapılan üst 1. molar distalizasyonu sırasında oluşan iskeletsel ve dişsel değişiklikleri incelemiştir. Sınıf II anomalili toplam 25 hasta iki gruba ayrılarak bir gruba 150 gram, 2. gruba ise 225 gram kuvvet uygulanmıştır. Distalizasyon 1. grupta 8,17 ay, 2. grupta ise 5,77 ayda tamamlanmıştır. Üst 1. molar dişlerde 1. grupta ortalama 6,83° distale eğilmeyle birlikte 3,25 mm distalizasyon, 2. grupta ise 6,58° distale eğilmeyle birlikte 3,04 mm distalizasyon meydana gelmiştir.

Kaan²⁰⁷, lokar distalizasyon apareyini mikroimplant ile modifiye ederek kullanmıştır. Ortalama yaşları 15,2 yıl olan 10 kız 10 erkek toplam 20 hastaya aparey uygulanmış ve ortalama 10,8 ay süren tedavi sonunda üst 1. molar dişlerde 5,48° distale eğilmeyle birlikte 3,28 mm distalizasyon ve 0,78 mm intrüzyon meydana geldiği

bildirmiştir.

2.3.2.18. Keleş-Slider

Keleş ve İşgüden¹⁴⁰, 1999 yılında dişsel tek taraflı Sınıf II molar ilişkisine sahip vakalarını, “Molar Slider” adını verdikleri bir aparey ile tedavi etmişlerdir. Aparey, ön tarafta akril ısırma düzlemi ve palatinal tarafta distalizasyon ünitesi olarak 1. molar dişlerinin direnç merkezinden geçecek şekilde yerleştirilen açık Ni-Ti sarmal yaylardan oluşmaktadır. Yaklaşık 200 gram kuvvet uygulayan aparey ile ankraj kaybı olmadan ve molar dişler gövdesel hareket yaptırılarak distalizasyon gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, “Molar Slider” apareyinin minimal hasta kooperasyonu ile Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde rahatlıkla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Keleş³⁹, 2001 yılında “Keleş-Slider” adını verdiği benzer bir apareyi 15 hastaya uygulamıştır. Tüm hastalarda aparey tek taraflı molar distalizasyonu için kullanılmıştır. Ortalama 6,1 ay süren tedavi sonunda üst 1. molar dişlerde distale eğilme ve uzama olmaksızın ortalama 4,9 mm gövdesel distalizasyon hareketi kaydedilmiştir. Bununla birlikte, üst 1. premolar dişlerde gövdesel olarak kısmi bir mezial hareket, kesicilerde ise labiale hareket olurken, overjet artmış, overbite ise azalmıştır. Araştırmacı, bu apareyin distal yöndeki kuvvet vektörünün molarların direnç merkezinden geçmesi nedeni ile molar dişlerde gövdesel hareket sağlaması, kolay aktive edilmesi ve tek ya da çift taraflı kullanılabilme gibi avantajlara sahip olduğunu belirtmiştir.

Keleş²⁰⁸, “Keleş-Slider” apareyini ön çapraz kapanışlı ve dişsel Sınıf II subdivizyonlu bir hastada, tek taraflı molar distalizasyonunu için uygulamıştır. Yaklaşık 7 aylık bir tedavi sonunda üst 1. molar dişi gövdesel olarak 5 mm distale hareket etmiştir.

Keleş ve arkadaşları²⁰⁹, daha sonra Sınıf II bölüm 1 anomalisine sahip 2 vaka

üzerinde Keleş-Slider mekaniği ile çift taraflı distalizasyon yapmışlardır. Üst 2. molar dişler çekilerek tedavi edilen bir vakada 7 ay sonunda sağda 5 mm, solda 6 mm molar distalizasyonu elde ederken, sağda 1 mm, solda 2 mm ankraj kaybı olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer vakada ise üst 3. molar dişleri çekilmiş ve 5 ay süren tedavi sonunda sağda 3 mm, solda 4 mm distalizasyonla beraber her iki tarafta 2 mm ankraj kaybı gerçekleşmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, Keleş-Slider apareyi ile az bir ankraj kaybıyla kısa zamanda Sınıf I molar ilişki elde edilebileceğini ve Keleş-Slider apareyinin molar distalizasyonunda etkili bir mekanik olduğunu belirtmişlerdir.

İkbal²¹⁰, Keleş-Slider ile Jones-Jig apareylerinin diş-çene-yüz sistemi üzerindeki etkinliklerini karşılaştırmalı olarak incelediği çalışmasında 15 hastaya Keleş-Slider, 15 hastaya ise Jones-Jig apareyi uygulamıştır. Keleş-Slider grubunda üst 1. molar dişlerin ortalama $5,03^{\circ}$ distale eğilerek 3,7 mm distale olduğu ve molarlar arası mesafenin arttığı belirtilmiştir. Jones-Jig grubunda ise üst 1. molar dişler ortalama $8,77^{\circ}$ distale eğilerek 2,87 mm distale olmurken molarlar arası mesafede de diğer gruptan daha az bir artış kaydedilmiştir. Ankraj alınan 1. premolar dişlerde Keleş-Slider grubunda $0,97^{\circ}$ meziale eğilmeyle 2,57 mm, Jones-Jig grubunda ise $10,53^{\circ}$ meziale eğilmeyle 3,03 mm meziale hareket gözlenmiştir.

Allaf²¹¹, Keleş-Slider ile üst 1. molar dişlerde ortalama 0,13 mm intrüzyonla birlikte 3,92 mm intikali molar distalizasyonu, üst 1. premolar dişlerde ortalama $3,69^{\circ}$ distale devrilmeyle 1,59 mm mezial hareket ve üst orta kesicilerde 1,75 mm protrüzyon olduğunu bildirmiştir.

Mavropoulos ve arkadaşları²¹², 2006 yılında Keleş-Slider ile yapılan tek taraflı molar distalizasyonun etkilerini alçı modellerden 3-D yüzey lazer taraması ile elde ettikleri görüntüler üzerinde incelemişlerdir. Çalışma sonucunda üst 1. molar dişlerde

ortalama 4° distale eğilmeyle 3,1 mm distalizasyon elde edildiği belirtilmiştir.

2.3.2.19. Pal-Distalizer

Pal-Distalizer, kemik destekli molar distalizasyonu apareyi olup, Dağsuyu ve Erdem tarafından 2004-2007 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yürütülen bir bilimsel araştırma projesi (Yeni geliştirilen palatal implant destekli hızlı molar distalizasyon apareyinin etkilerinin klinik ve sefalometrik olarak değerlendirilmesi-Proje No: BAP 2004/224) kapsamında tasarlanmıştır.^{40, 41} Bu aparey damağın anterior bölgesinde insiziv foramenin 7-8 mm distaline paramedian olarak yerleştirilen 2 adet mini vida ve kuvvet elemanı olarak akrilikle bu mini vidalara bağlanan hafızalı vidalardan oluşmaktadır. Hafızalı vidaların 3 haftada bir 3 çeyrek tur çevrilmesiyle aparey aktive edilmektedir. Araştırmacılar bu düzenekle, ortalama 7,5 ayda 4,7 mm intikali molar hareketi elde edildiğini ifade etmişlerdir.⁴¹

2.3.3. Diş Hareketleri Elde Etmek ve Ortodontik Ankraj İçin Kullanılan

Kemik İçi Vidalarla İlgili Çalışmalar

Ağız içi molar distalizasyonu ile ilgili çalışmaların çoğunda destek olarak kullanılan diş ve/veya diş grubunda az veya çok miktarda ankraj kaybından bahsedilmektedir.^{30, 36, 38, 113-115, 131, 141, 143, 177, 203}. Distalizasyon kuvvetine karşı zıt yönde ve aynı şiddette oluşan resiprokal kuvveti, implant veya mini vidalarla dengelemek düşüncesi yakın geçmişte sık sık gündeme gelmiştir.^{50, 69} Oral implantolojideki gelişmeler, ortodontik uygulamalarda ankraj amaçlı olarak implant veya mini vidaların kullanımını arttırmıştır. Günümüzde, ortodontide çeşitli kemik içi implantlar ve vidalar, değişik amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır.^{71, 79, 116, 178, 179, 213}

Karaman ve arkadaşları⁶⁹, 2002 yılında molar distalizasyonu amacıyla palatal implant ile birlikte modifiye Distal Jet apareyi kullanmışlardır. Molar distalizasyonu

amacıyla, insiziv kanalın 2-3 mm arkasına lokal anestezi altında yerleştirilen palatal implant üzerine modifiye Distal Jet apareyi yerleştirilmiştir. Resiprokal kuvvetlere karşı direnci, immediate yükleme imkânı, tek veya çift taraflı kullanılabilme özelliği, kolay uygulanma işlemi ve fazla hasta kooperasyonu gerektirmemesi bu apareyin avantajları olarak gösterilmiştir.

Keleş ve arkadaşları⁵⁰, palatal implant destekli Keleş-Slider apareyini Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonu bir hastada çift taraflı molar distalizasyonu için kullanmışlardır. Ankraj kaybını önlemek amacıyla palatal bölgeye 4,4 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda bir titanyum implant yerleştirilmiştir. 3 aylık osseointegrasyon süresi sonunda ortodontik kuvvet uygulanmaya başlamıştır. Yaklaşık 5 aylık bir tedavi sonunda ankraj kaybı, overjetle artış, üst kesicilerde devrilme olmadan üst 1. molar dişte 4 mm gövdesel distalizasyon gerçekleştiği ve molar dişler distale olurken transseptal lifler aracılığıyla premolar dişlerin de distale hareket ettiği bildirilmiştir.

Gelgör ve arkadaşları⁷², 2004 yılında toplam 25 hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada, palatinal bölgeye bir kemik içi vida yerleştirerek 2. premolar bantlarına lehimledikleri transpalatal arkı bu vida ile desteklemişlerdir. Bukkal taraftan 2. premolar ve 1. molar dişler arasına yerleştirdikleri açık sarmal yaylar ile üst molarları 4,6 aylık bir sürede ve ankraj kaybı olmaksızın gerekli olduğu kadar distale etmeyi başarmışlardır.

Park ve arkadaşları^{75,76} mikro vida implantlar kullanarak ankraj kaybı olmadan üst molar distalizasyonu sağladıklarını bildirmişlerdir.

Kırçelli ve arkadaşları⁷⁹, üst molar distalizasyonu amacıyla 10 hasta üzerinde kemik destekli Pendulum apareyi uygulamışlardır. Sert damakta insiziv foramenin 7-8 mm arkasına yerleştirilen dental implant üzerine Pendulum apareyi akrilik ile

sabitlenmiştir. Yaklaşık 7 aylık distalizasyon sonunda üst 1. molar dişlerde 10,9° distale eğilmeyle birlikte 6,4 mm distal hareket gözlenirken, premolar dişler de distale hareket etmiş, kesici dişlerde ise öne doğru bir hareket izlenmemiştir. Kemik destekli Pendulum apareyi, ankraj kaybı olmadan molar distalizasyonu yapan, minimal düzeyde invaziv ve hasta uyumunu gerektirmeyen bir aparat olarak sunulmuştur.

Sugawara ve arkadaşları¹¹⁶, yaşları 15 ila 45 arasında değişen 25 yetişkin hastanın zygomatic buttress bölgesine “skeletal anchorage system” (SAS) adını verdikleri mini plaklar yerleştirerek molar distalizasyonu yapmışlardır. Distalizasyondan önce 12 hastada 3. molar dişler çift taraflı olarak çekilmiş, bu dişlerin çekiminin güç olduğu 6 hastada ise 2. molar çekimi yapılırken, hastaların 5’inde 3. molar dişleri konjenital olarak eksik olan 5 hastada diş çekimi yapılmamıştır. Kron seviyesinde 3,78 mm, kök seviyesinde ise 3,2 mm ortalama distalizasyon elde edilmiş, sonuç olarak SAS mekaniğinin büyüme gelişimini tamamlamış her yaş grubu hastada başarılı ile kullanılabileceği belirtilmiştir.

Velo ve arkadaşları⁸², 26 yaşında Sınıf II maloklüzyonlu ve derin kapanışa sahip bir hastada implant destekli Distal Jet apareyi uygulamış ve bu düzeneğin molar distalizasyonunda maksimum ankraj kontrolü sağladığını belirtmişlerdir.

Escobar ve arkadaşları⁸³, 2007 yılında ankraj amacıyla palatal bölgeye yerleştirdikleri 2 adet kemik içi vida ile modifiye ettikleri pendulum apareyini kullanarak 2 hastada üst molar distalizasyonu yapmışlardır. Ortalama 7,8 ay süren tedavi sonunda üst 1. molar dişlerin 11,3° distale eğilme ile birlikte 6 mm, 2. premolar dişlerin de 8,6° distale eğilme ile birlikte 4,85 mm distale olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, kemik destekli pendulumun yüksek ankraj gereksinimi olan vakalarda, etkili bir mekanik olduğunu ve premolarların distale hareketini sağladığı

için sabit tedavi süresini kısalttığını belirtmişlerdir.

Önçağ ve arkadaşları²¹⁴, geleneksel pendulum apareyi ile osseointegre implantlardan ankraj alınarak yapılan modifiye pendulum apareyini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Geleneksel pendulum grubunda 1. molar dişlerde önemli derecede distale, premolar dişlerde ise meziale eğilme olduğu ve keser dişlerin protrüzyon yaptığı belirtilmiştir. İmplant destekli pendulum grubunda ise üst 1. molar ve 1. premolar dişlerde önemli düzeyde distale devrilme olduğu ve bu mekaniğin ankraj kaybının istenmediği vakalarda güvenle kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Gelgör ve arkadaşları⁸⁴, iskeletsel Sınıf I, dişsel Sınıf II maloklüzyonlu sahip 40 hastada premaksiller bölgeye yerleştirilen kemik içi vida destekli 2 farklı distalizasyon mekaniğini karşılaştırmışlardır. Birinci grupta direkt mini vidadan ankraj alınırken, 2. grupta mini vida destekli Nance apareyinden ankraj alınmıştır. Birinci grupta ortalama 4,6 ay süren tedavi sonunda üst 1. molar dişler 9,05° distale eğilme ile birlikte 3,95 mm, 2. grupta ise ortalama 5,4 ay süren tedavi sonunda 0,75° distale eğilme ile birlikte 3,88 mm distale hareket belirlenmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, her iki grupta da hemen kuvvet yüklenebilen kemik içi vida destekli ankraj ünitelerinin, molar distalizasyonu açısından başarılı sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Polat-Özsoy ve arkadaşları²¹⁵, kemik destekli ve klasik pendulum apareylerinin dentoalveolar ve iskeletsel etkilerini 39 hasta üzerinde karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Kemik destekli pendulum grubunda ortalama 6,8 ay sonunda üst 1. molar dişlerde ortalama 9,1° distale eğilme ile birlikte 4,8 mm, klasik pendulum grubunda ise ortalama 5,1 ay sonunda 5,3° distale eğilme ile birlikte 2,7 mm distalizasyon belirlenmiştir. Klasik pendulum grubunda premolar dişlerin meziale hareketi ve üst keser protrüzyonu görülmesine karşın, kemik destekli pendulum

grubunda premolar dişlerin molar dişlerle beraber distale olduğu ve üst keser dişlerin retrüze olduğu belirtilmiştir.

Kinzing ve arkadaşları⁸⁶, mini vida destekli distal jetin intikali molar distalizasyonu yapmaktaki etkinliğini incelemişlerdir. Damağın ön bölgesine yerleştiren 2 mini vidaya sabitlenen distal jetin, açık sarmal yayları her bir tarafta 200cN kuvvet uygulayacak şekilde aktive edilmiştir. Uygulama sonucunda üst 1. molar dişlerin 3,92 mm, üst 2. premolar dişlerin ise 1,87 mm distale hareket ettiği belirtilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, mini vida destekli distal jet apareyinin büyük ölçüde intikali molar distalizasyonu sağladığını belirtmişlerdir.

Oberti ve arkadaşları¹⁸¹, yeni geliştirdikleri kemik destekli Dual-force distalizer adındaki apareyle 16 hastada üst molar distalizasyonu yapmışlardır. Ortalama 5 ayda üst 1. molar dişlerde 5,6° distale eğilmeyle birlikte 5,9 mm distalizasyon elde edildiğini bildirmişlerdir.

Yamada ve arkadaşları²¹⁶, üst molar dişleri distalizasyonu amacıyla kullandıkları interradiküler mini vidanın klinik geçerliliğini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada üst 1. molar dişlerin ortalama 4,8° distale eğilerek 2,8 mm distale hareket ettiğini bildirmişlerdir.

Bayram ve Nur⁸⁷, geliştirdikleri bir sagittal vida ve anterior paramedian bölgeye yerleştirilen bir mini vidadan oluşan diş ve kemik destekli ağız içi molar distalizasyon apareyinin etkilerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, ortalama 5,1 aylık sürede üst 1. molar dişlerin 3,9 mm distale hareket ettiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, bu aparey ile kesici dişler bölgesinde az miktarda ankraj kaybıyla birlikte paralele yakın bir molar distalizasyonu elde ettiklerini, apareyin rijit ve hijyenik olması ve hasta kooperasyonu gerektirmemesi gibi avantajları olduğunu belirtmişlerdir.

Ludwig ve arkadaşları²¹⁷, Frog apareyini modifiye ederek ankraj ünitesi olarak Nance apareyi yerine mini vidalardan yararlanmışlardır. Apareydeki pendulum zemberekleri 200 gram kuvvet uygulayacak şekilde aktive edilerek molar bantlarındaki sheathlere takılmıştır. Damakta bulunan Frog vidası 4-5 haftada bir 3-5 tur çevirilerek ayda ortalama 1-2 mm distalizasyon elde edildiği bildirilmiştir.

2.4. Üç Boyutlu Değerlendirme

2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi, X-ışını kullanarak vücudun incelenen bölgesinin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik teşhis yöntemidir.²¹⁸ Cihaz, bir X-ışını tüpü ve algılayıcılardan oluşmaktadır. İnce yelpaze şeklindeki X-ışını demeti hastaya doğru gönderilir ve karşı taraftaki algılayıcılar tarafından kaydedilir. Tüp ve algılayıcıların hasta etrafında eş zamanlı olarak dönmesi sonucunda, aynı aksiyal kesite ait farklı açılardan elde edilmiş görüntüler bilgisayar yardımıyla bir araya getirilir. Böylece, her aksiyal kesitteki internal yapılar görüntülenmiş olur. Bir sonraki kesit için cihaz ya da hastanın bulunduğu ünite uzun eksen yönünde hareket eder.^{219, 220}

Tomografi cihazı, gantri, kabinetler ile görüntü işleme ve operatör bilgisayarı olarak üç bölümden oluşmaktadır. Gantri, bir ucunda X-ışını kaynağı, diğer ucunda ışıını algılayan dedektör bulunan, hastanın tabla ile içine sokulduğu halkadır. Kabinetler, gantrideki işlem sürekliliğini sağlayan komponentleri taşır ve verileri bilgisayara iletir.

Bilgisayarlı tomografi'nin üstünlükleri şöyle özetlenebilir:

►Bilgisayarlı tomografi taraması sonucunda incelenen anatomik bölgenin iki ve üç boyutlu görüntüleri elde edilmektedir. Üç boyutlu hacimsel görüntülerin her yönde hareketi ve döndürülmesi mümkündür. Görüntülerin büyütülmesi ile anatomik bölgeler daha detaylı incelenebilmekte, işaret noktalarının yerleşimi daha kolay olmakta ve

ölçümler daha dikkatli yapılabilmektedir.²²¹ Bilgisayarlı tomografi tekniği, organların ve dokuların tek tek incelenmesine ve dış yapılar uzaklaştırıldıktan sonra iç yapıların değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.²²²

► Üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu tanı araçları ile tespitinde, özellikle orta hattan uzakta olan işaret noktalarında distorsiyonlar olmaktadır. İki boyutlu görüntüleme tekniklerinde sorun yaratan magnifikasyon, projeksiyon ve konumlandırma hataları bilgisayarlı tomografide olmamaktadır.^{223, 224}

► Tomografi taraması yapıldığında, diğer konvansiyonel radyografilerin istenmesine gerek kalmadığı belirtilmiştir.²²⁵

► Bilgisayarlı tomografi üzerinde yapılan ölçümleri kullanarak bazı spesifik sendrom verileri ile normal populasyon verileri arasında objektif karşılaştırmalar yapmak, tedavi seçeneklerini ve bunların sonuçlarını üç boyutlu olarak incelemek ve değerlendirmek mümkündür.²²⁶

Ancak konvansiyonel bilgisayarlı tomografinin radyasyon dozunun yüksek ve maliyetinin fazla olması gibi dezavantajları nedeniyle Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) kullanımı gündeme gelmiştir.

2.4.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) anlamına gelen CBCT (*Cone Beam Computerized Tomography*) ya da CBVT (*Cone Beam Volumetric Tomography*), maksillofasiyal bölgenin sert dokularının görüntülenmesi için tasarlanmıştır. Bu sistem sayesinde geleneksel bilgisayarlı tomografilerde olduğu gibi her üç düzlemde de inceleme yapmak ve üç boyutlu görüntü elde etmek mümkündür.

Ortodontik problemin teşhisinde en az sayıda filmle, yani en düşük radyasyon ve maliyetle en doğru sonuca varılabilmesi hususunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Dış

hekimliğinin çeşitli branşlarında diş, çene, yüz sistemindeki problemlerin teşhis ve tedavisinde değişik konvansiyonel radyografilere ve tomografilere gerek duyulmaktadır.^{225, 227} Bilgisayarlı tomografinin endikasyon sahası, yüksek radyasyon dozu nedeniyle gün geçtikçe kısıtlanırken, konik ışınli bilgisayarlı tomografi sayesinde daha düşük dozda radyasyon ile üç boyutlu tanı ve tedavi planlamasını mümkün hale getirmiştir.²²⁸

Maksillofasiyal görüntüleme için ilk kullanımı Mozzo ve arkadaşları²²⁹ tarafından 1998 yılında gerçekleştirilen konik ışınli bilgisayarlı tomografi, üç boyutlu bilgi sunmaktadır. Konvansiyonel tomografilerde, X-ışını, tüp ile dedektör arasında yelpaze şeklinde iki boyutlu bir görüntü oluştururken, konik ışınli bilgisayarlı tomografi de konik şekilli üç boyutlu bir görüntü oluşmaktadır.²³⁰ Konik ışınli bilgisayarlı tomografi de tüp ve dedektörün tek turu ile kraniofasiyal bölgenin büyük bir bölümü taranabilmektedir.²³¹ Her üretici firma farklı bir görüntüleme ara yüz programı ve farklı tarama parametreleri kullanmaktadır. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi ünitesinin niteliğine göre hasta yatar, yarı yatar ya da oturur pozisyonda taranabilmektedir. Hastanın otururken taranması, yüz yumuşak dokularının distorsiyona uğramasını engellemektedir.²³²

Tam bir görüntü elde etmek için, aksiyal düzlemde alınan multiple kesitlerin üst üste yığıldığı klasik bilgisayarlı tomografi tarayıcılarına karşın, konik ışınli bilgisayarlı tomografi tarayıcıları, başın tam bir görüntüsünü oluşturmak için gantrinin tek rotasyonuna imkân veren iki boyutlu bir dedektör veya panelin kullanıldığı hacimsel tomografi esasına göre çalışır.²³³

Konik ışın tekniği, bir kafa tutucuya sabitlenen hastanın başı etrafında eş zamanlı olarak dönen X-ışını kaynağı ve alan dedektörü ile sağlanan 360°lik taramayı

içerir.⁹¹ Tüp-dedektör (ya da flat panel) sistemi hasta başı etrafında 360° dönerken, incelenecek bölgenin hacimsel bir görüntüsü elde edilir. Kazanılan dijital veriler, tarama esnasındaki her bir rotasyonel adım için radyografik bir projeksiyona benzetilebilir. İmaj rekonstrüksiyonları, volumetrik tomografideki bir algoritma kullanılarak yapılır.²³⁴ Bu tarama sonucu hastayı konik tarzda geçen ışınlar, bir CCD kamera veya flat panel dedektör tarafından algılanır. Böylece “temel imajlar” olarak bilinen, belirli aralıklarla oluşturulmuş tekil projeksiyon imajları (rehber imaj, scout imaj, topogram, skenogram) elde edilir. Temel projeksiyon imajlarının bu serisi, projeksiyon verileri veya ham veriler olarak adlandırılır ve karışık algoritmalar kullanan bilgisayar programları sayesinde üç boyutlu hacimsel verilere dönüştürülür. Bu veriler üç düzlemde (aksiyal, koronal ve sagittal) primer rekonstrüksiyon yapmak için kullanılabilir.⁹¹

Mevcut konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazları, x-ışını algılama özelliklerine göre CCD dedektörlü sistemler ve flat panel dedektörlü sistemler olmak üzere ikiye ayrılır.^{235, 236} Maksillofasiyal uygulamalarda yararlanılan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazlarının çoğu, bir imaj intensifier tüp (IIT)-CCD kombinasyonu kullanır. Son yıllarda geliştirilen flat panel dedektörlü cihazlar ise, amorf silikondan oluşan ince bir film transistorüne tatbik edilen sezyum iyodid sintilatörden oluşur.²²⁸ Genellikle imaj intensifier tüple (IIT) oluşturulmuş imajlarda, flat panel dedektörle oluşturulan imajlardan daha çok görüntü kirliliği (noise) oluşmakta ve dedektörün konfigürasyonundan kaynaklanan geometrik distorsiyonları azaltmak için ön işleme gereksinim duyulmaktadır.^{233, 235-237}

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi tekniği, bilgisayarlı tomografik verinin volumetrik rekonstrüksiyonunda ve imaj taramasının üslubunda bir yenilik ortaya

koyar. Düşük mA ve düşük radyasyon dozu ile gerçekleşen tarama sonrasında oluşan hızlı volumetrik imaj kazanımına bağlı olarak, konik ışınli bilgisayarlı tomografi tekniğindeki efektif radyasyon dozu diğeri BT görüntüleme metotlarındakinden önemli ölçüde düşüktür. Bu nedenle konik ışınli bilgisayarlı tomografi tekniğı, geleneksel dental görüntüleme yöntemleri içerisinde önemli bir yer edinmiştir.²²⁹

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi tekniğı, geleneksel BT cihazlarından çok daha hızlı veri kazanımlarına imkân verir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi tekniğinin avantajları olarak, X-ışını kullanımındaki yüksek verimliliğı, hacimsel veri kazanımındaki doğal hızlılığı ve bu teknikte kullanılan cihazların tomografi cihazlarından daha düşük maliyetle üretilebilmesi sayılabilir. Flat-panel tabanlı konik ışınli bilgisayarlı tomografi (FP-KIBT) tekniğinde, birbirinden ayrı kesitlerden hacim oluşturmaının yerine direkt olarak hacim verisi kazanılır.²³⁸ X-ışını alan dedektörlerinin sınırlandırılmış aktif alanı ve saçılmış radyasyon ise bu tekniğın potansiyel dezavantajlarıdır.²²⁹

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) sistemi, BT'ye göre birçok avantaja sahiptir. Bunlar;

1. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi'nin spiral bilgisayarlı tomografiye en büyük üstünlüğü çözünürlüğünün daha yüksek olmasıdır. En iyi medikal bilgisayarlı tomografilerde bile çözünürlük yaklaşık 2 linepairs/mm iken, KIBT'nin çözünürlüğü yaklaşık 4 linepairs/mm'dir. Yüksek çözünürlük periodontal ligament, kök kanalları gibi küçük yapıları göstermek için gereklidir.

2. Hacimsel veriler "voksel" adı verilen kübik yapıların toplamından oluşur. Bu hücrelerin boyutu ne kadar küçük ise görüntünün çözünürlüğü o kadar yüksek olur. Klasik bilgisayarlı tomografilerde vokseller dikdörtgenler prizması şeklindedir. Bu

nedenle her 3 düzlemdeki boyutu aynı değildir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide ise vokseller tam bir küp şeklindedir. Klasik bilgisayarlı tomografilerde voksel boyutu yaklaşık olarak $0,3 \text{ mm}^3$ iken, KIBT'lerde bu $0,07-0,4 \text{ mm}^3$ arasında değişir.²³⁴ Konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde görüntü kalitesinin daha iyi olmasını sağlayan önemli faktörler her 3 boyutunun da aynı olması ve küçük voksel boyutudur.

3. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde tarama süresinin spiral bilgisayarlı tomografilerde olduğu gibi ortalama 10-70 saniye olması hareket artefaktlarını azaltır.²²⁴

4. KIBT sistemlerde metal restorasyonlardan kaynaklanan artefaktlar oluşmaktadır, fakat bu klasik bilgisayarlı tomografilerden daha düşük seviyededir.

5. Radyasyon dozu, klasik bilgisayarlı tomografilere göre oldukça düşüktür. Radyasyon dozu, cihazın teknik özellikleri ve ışınlama süresi kadar inceleme sahasının boyutuna bağlı olarak da değişir. Primer X-ışınlarının kolime edilmesiyle radyasyona maruz kalacak sahanın küçültülmesi, hastanın alacağı radyasyon dozunu ve saçılmış radyasyonu minimale indirir. Çoğu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazlarında inceleme alanının boyutuna göre X-ışınlarının şiddetini ayarlayan böyle bir sistem (AEC; otomatik ekspozur kontrol) mevcuttur. Bu sistem sayesinde radyasyona maruz kalacak sahayı sınırlamak ve ışın demetinin boyutunu kontrol etmek mümkündür. Düşük radyasyon dozu, özellikle üç boyutlu inceleme gerektiren damak yarığı ve ortodontik malformasyonlara sahip genç hastaların incelenmesi açısından faydalıdır.²³⁹ Yine otomatik ekspozur kontrolü sayesinde manuel ayarlardan kaynaklanabilecek hatalı aydınlatma parametresi kapatılır. Bu sistemde normal olarak metalik yapılardan ve yabancı maddelerden kaynaklanan distorsiyonlar minimuma indirilmiştir.

6. Efektif radyasyon dozu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi sistemlerinde

oldukça düşüktür. Bu doz cihazların tipine bağlı olarak değişmektedir. Efektif radyasyon dozu klasik bilgisayarlı tomografilerde yaklaşık 289-723 μSv , KIBT'lerde ise 7-50 μSv civarındadır.²³⁴ Konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerdeki bu doz, yaklaşık 4-15 panoramik radyografi çekiminde oluşan radyasyon dozuna eşittir.⁹¹ Sonuç olarak, konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde efektif radyasyon dozunun klasik bilgisayarlı tomografilere göre yaklaşık % 85-98 oranında daha az olduğunu söylenebilir.

7. Hem klasik bilgisayarlı tomografi hem de KIBT sistemlerde, üç boyutlu görüntü oluşturulması ve görüntülerin DICOM formata dönüştürülmesi mümkündür.²⁴⁰ Ancak klasik bilgisayarlı tomografi cihazlarının maliyeti ve karmaşıklığı, hasta tarafından absorbe edilen yüksek radyasyon dozu, cihazın kullanımını sınırlamaktadır. Bilgisayarlı tomografiler ile karşılaştırıldığında, DVT sistemlerin maliyet avantajı, düşük radyasyon dozu ve diş hekimliğine özgü olması bu sistemi bir adım daha öne çıkarmaktadır.²²⁸

Caloss ve arkadaşları²³², etkin radyasyon dozunun panoramik radyografilerde 50 μSv , sefalometrik radyografilerde 100 μSv , konvansiyonel maksillofasiyal BT'de 310-410 μSv iken bu dozun konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde 40-130 μSv olduğu ifade etmişlerdir.

Cha ve arkadaşları²⁴¹, panoramik radyografide absorbe radyasyon dozunun 2,9-9,6 μSv , submentoverteks radyografide 48 μSv , lateral sefalogramda 12 μSv , komple ağız radyografisinde 33-84 μSv , konvansiyonel BT lerde ise 300-2426 μSv olmasına karşın, konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde bu dozun 36,9-50,3 μSv olduğunu belirtmişlerdir.

Yanez-Vico ve arkadaşları²⁴², çalışmalarında konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde maruz kalınan radyasyon dozunun, seri periapikal grafilerden daha az

olmasının yanında konvansiyonel BT' den de 100 kat daha az olduğunu belirtilmişlerdir. Ayrıca konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerden konvansiyonel panoramik, lateral ve posteroanterior filmler de elde edilebildiğine işaret edilmiştir.

2.4.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Ortodontide Kullanım

Alanları

İki boyutlu radyografilerin bir takım dezavantajlarından dolayı günümüzde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi giderek önem kazanan bir teşhis aracı olmaktadır.²²³

Tomografi tekniği, henüz ortodontistlerin teşhis için aldıkları rutin kayıtlar içinde yer almamaktadır. Sert ve yumuşak dokunun aynı anda izlenmesine olanak veren bu tekniğin, gelecek yıllarda diğer teşhis araçlarının yerini alacağı düşünülmektedir.²⁴³ Bununla birlikte Kragsskov ve arkadaşları²⁴⁴, anatomik noktaları doğru yerleştirme açısından, BT'lerin konvansiyonel radyografilere bir üstünlüğü olmadığını, bu nedenle radyasyon dozu dikkate alındığında BT'nin sadece asimetriye sahip ve kraniyofasiyal sendromu olan hastalarda endike olduğunu belirtmişlerdir.

Kraniyofasiyal sendromlarda baş ve yüz bölgesinin sert ve yumuşak dokuları etkilenmektedir. BT görüntülerinde, daha derin anatomik yapıların incelenebildiği, farklı dokuların aynı anda izlenebildiği, kraniyofasiyal kompleksin görüntüsünün döndürülmesi ile farklı açılardan deformasyon hakkında bilgi edinildiği ve gerçeğe yakın ölçümler yapılarak problemin daha doğru teşhis edilebildiği ifade edilmiştir.^{224, 245}

Üst solunum yolu tıkanıklığına bağlı olarak gelişen obstrüktif uyku apnesi hastalarında, üst hava yollarının değerlendirilmesinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi tekniğinin lateral sefalometrik radyografilerden daha üstün olduğu bildirilmiştir.^{246, 247} Üst solunum yollarının konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinin üç boyutlu incelenmesi ile tıkanıklığın konumu ve ilgili bölgenin kesitsel yüzey alanı

hesaplanabilmektedir.²⁴⁸

Üç boyutlu bilgisayarlı tomografinin klinik uygulanabilirliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Cavalcanti ve Vannier²⁴⁹, kafa kemiklerinden direk olarak yapılan ölçümlerle üç boyutlu görüntü üzerinden dolaylı olarak yapılan ölçümler arasında 2 mm'ye kadar fark olduğunu belirtmişlerdir. Muramatsu ve arkadaşları²⁵⁰, üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde belirledikleri maksillofasiyal anatomik işaret noktalarının, yüksek düzeyde doğru olarak tekrarlanabilir olduğunu bulmuşlardır.

Üç boyutlu bilgisayarlı tomografi, gömük dişlerin görüntülenmesi, ankraj vidalarının yerleştirilmesi, TME bozukluklarının teşhisi, yüz asimetrisine sahip ortodontik cerrahi hastalarında asimetrinin belirlenmesi, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi gibi birçok ortodontik uygulamada kullanılmaktadır.²⁵¹⁻²⁵⁵

2.4.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografilerde Kullanılan Referans

Düzlemleri

Üç boyutlu bilgisayarlı tomografi ile sefalometrik değerlendirme yapabilmek için, uygun işaret noktaları kullanılarak referans düzlemleri belirlenmelidir.

Swennen ve arkadaşları²⁵⁶, horizontal düzlemi sefalograma dik olarak sella noktasından geçen düzlem, koronal düzlemi horizontal düzleme dik olarak sella noktasından geçen düzlem, midsagittal düzlemi de diğer düzlemlere dik olarak sella noktasından geçen düzlem olarak tanımlamışlardır.

Hwang ve arkadaşları²⁵⁴, opisthion, crista galli ve anterior nazal spinadan geçen düzlemi midsagittal referans düzlemi olarak, sağ ve sol porion noktaları ile bir taraftaki orbita noktasından geçen düzlemi Frankfort referans düzlemi, sağ sol antegonion noktaları ile mentondan geçen düzlemi ise mandibular referans düzlemi olarak tanımlamışlardır.

Lagravere ve arkadaşları²⁵⁷, foramen spinosumların orta noktası olarak tanımladığı ELSA noktası ile sağ ve sol meatus akustikus eksternuslardan geçen düzlemi horizontal düzlem, ELSA ve foramen magnumun arka sınırının orta noktasından geçen ve horizontal düzleme dik olan düzlemi de sagittal vertikal düzlem olarak tanımlamışlardır.

Maeda ve arkadaşları²⁵⁸, midsagittal düzlem olarak sella, nasion ve odontoid proçesten geçen düzlemi seçmişlerdir. Araştırmacılar, aksiyel ve koronal düzlemleri, midsagittal düzleme dik olacak şekilde düzenlemişlerdir. Aksiyel düzlem sella ve nasion noktalarını, koronal düzlem ise odontoid proçesi içine almaktadır.

Kwon ve arkadaşları²⁵⁹, çift taraflı porion ve sol inferior orbita noktalarından geçen horizontal düzlemi, crista galliden ve clinoid proçesden geçen sagittal düzlemi ve diğer düzlemlere dik ve opisthion noktasını içine alan koronal düzlemi ölçümleri için referans olarak almışlardır.

Kim ve arkadaşları²⁶⁰, orbita ve porion noktalarından geçen düzlemi horizontal düzlem, crista galli ve foramen spinosum noktalarından geçen düzlemi midsagittal düzlem ve posterior nazal spina noktasından geçen ve diğer düzlemlere dik olan düzlemi de koronal düzlem olarak belirlemişlerdir.

Baek ve arkadaşları²⁶¹, sağ, sol porion ve sol orbitale noktalarından geçen düzlemi Frankfort referans düzlemi, crista galli ve clinoid processes noktalarından geçen ve Frankfort düzlemine dik olan düzlemi sagittal referans düzlemi, sağ ve sol foramen ovaleden geçen ve Frankfort düzlemine dik olan düzlemi ise koronal referans düzlemi olarak kullanmışlardır.

Muramatsu ve arkadaşları²⁵⁰, 2008 yılındaki çalışmalarında BT’de yerleştirilen işaret noktalarının tekrarlanabilirliğini incelemişlerdir. Bu araştırmaya göre sella,

nasion, basion, orbitale ve porion noktaları arasında tekrarlanabilirliği en yüksek işaret noktasının basion olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmacılar, x-y eksenini çift taraflı porion ve sol orbitadan geçen, x-z eksenini basiondan geçen ve x-y eksenine dik olan, y-z eksenini ise basiondan geçen ve diğ er iki eksene dik olan düzlemi referans olarak almışlardır.

3. MATERYAL ve METOT

Çalışmamızın materyalini Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran bireyler arasından seçilen 28 bireyden, molar distalizasyonu öncesi ve sonrası alınan konik ışınli bilgisayarlı tomografi kayıtları oluşturmaktadır.

Hasta seçiminde dikkate alınan kriterler:

- İskeletsel Sınıf I ve en az 2 mm dişsel Sınıf II molar ilişki bulunması,
- Alt diş kavsinde minimal düzeyde yer ihtiyacı olması,
- Kemik yaşına bakılmaksızın kronolojik yaşın 11-16 yaş arasında olması,
- İyi seviyede ağız hijyeni olması,
- Alt ve üst keser diş eksen eğimlerinin artmamış olmaması,
- Daimi dişlenme dönemine geçilmiş olması,
- 1. ve 2. premolar dişlerin mevcut ve sürmüş olması,
- Üst 2. molar dişlerin tam sürmüş veya sürmekte olması,
- Dik yön yüz boyutlarının normal sınırlar içerisinde olması ve açık kapanış bulunmaması.

Çalışma kapsamına alınan hastaların 14'üne diş-damak destekli Keleş-Slider, 14'üne ise palatal vida ankrajlı Pal-Distalizer apareyi uygulanmıştır.

Her iki yöntemle molar distalizasyonu yapılan hastalardan, distalizasyon öncesi ve sonrasında konik ışınli bilgisayarlı tomografi kayıtları ile ağız içi, ağız dışı fotoğraflar ve ortodontik modeller alınmıştır.

3.1. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografik İnceleme

Çalışma kapsamına alınan hastaların, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kayıtları, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş Çene Radyolojisi

Anabilim Dalı'nda, "Flat Panel Based Cone Beam Volumetric Computed Tomography" cihazı kullanılarak (Newtom FP, Quantitative Radiology, Verona, Italy) alınmıştır (Resim 1).

Kullanılan cihazın gantri açısı sabit ve yere diktir. Cihaz standart olarak 110 kVp ve maksimum 15 mA'da konik ışın huzme tekniği ile çalışmakta olup, tarama başlangıcında alınan rehber imajların elde edilmesi sırasında, hastanın kafasının anatomik yoğunluğuna göre otomatik olarak doz seçimi sağlayan bir sisteme (AEC, automatic exposure control system) sahiptir. Tüp flat panel dedektör sistemi, hasta başı etrafında 360°'lik tek bir rotasyon ile dönerken, 13 cm yüksekliğinde ve 17 cm çapındaki silindirik bir alanda, her bir derecesinden bir görüntü elde etmek suretiyle toplam 360 adet hacimsel görüntü kazanacak şekilde çalışmaktadır.

Tomografi taraması esnasında hasta yatar pozisyonda olup, başın hareketlerini engellemek için alından destek alınarak baş sabitlenmiştir. Hastalardan tarama esnasında yutkunmamaları, dişlerini sentrik oklüzyonda kapatmaları ve gözlerini kapatmaları istenmiştir.



Resim 1. Newtom FP Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi cihazı

Çalışma grubunu oluşturan 28 hastanın distalizasyon öncesi ve distalizasyon sonrası bilgisayarlı tomografi verisi DICOM formatında kaydedilmiştir. Hastaların DICOM verileri Simplant Pro 2011 (v14.01) yazılım programına aktarılmıştır. Bu programda hastaların sagittal, aksiyel ve koronal görüntüleri ile birlikte üç boyutlu sert doku modeli oluşturulmuştur.

Simplant Pro 2011 programında sert doku modeli elde edilirken, görüntüler üzerinde Frankfort horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde başa pozisyon verilmiştir.

Referans düzlemleri ve işaret noktaları sagittal, aksiyel ve koronal düzlemlerin her birinde kontrol edilerek, üç boyutlu model üzerinde ölçümler yapılmıştır. Sefalometrik değerlendirmelerde “Pal 3D Sefalometrik Analizi” kullanılmıştır.²⁶²

3.2. Çalışmamızda Kullanılan İşaret Noktaları ve Referans Düzlemleri

3.2.1. İşaret Noktaları

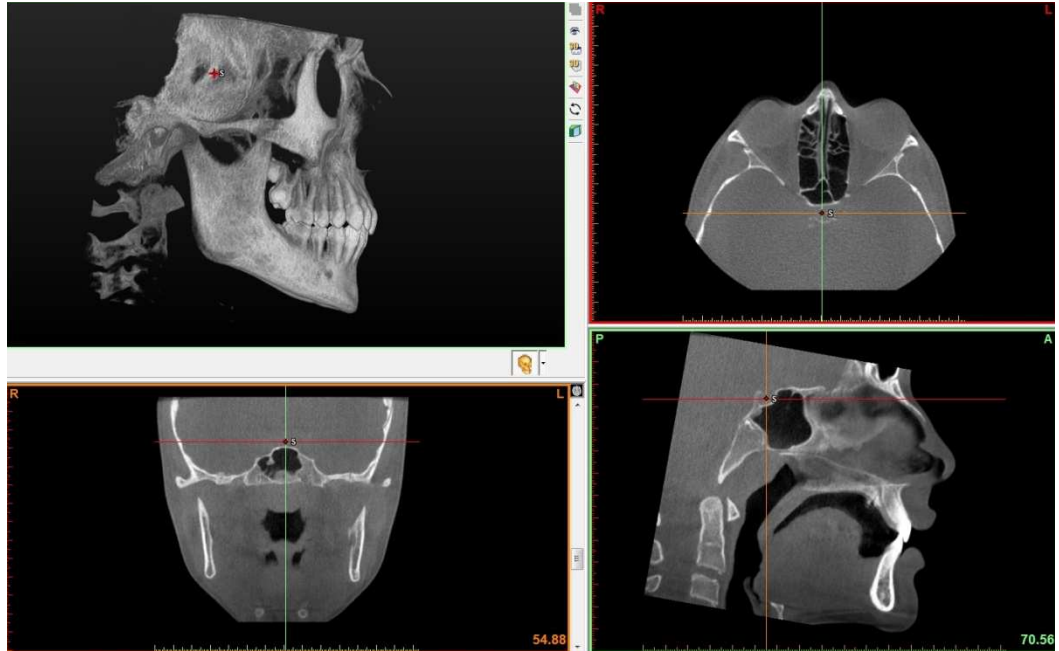
Çalışmamızda kullanılan işaret noktalarının tanımları:

Sella (S): Sfenoid kemikte yer alan sella turcica'nın merkezidir. İki boyutlu sagittal ve aksiyel kesitte en orta nokta belirlendikten sonra, üç boyutlu görüntü üzerinde yerleşimi kontrol edilmiştir (Resim 2).

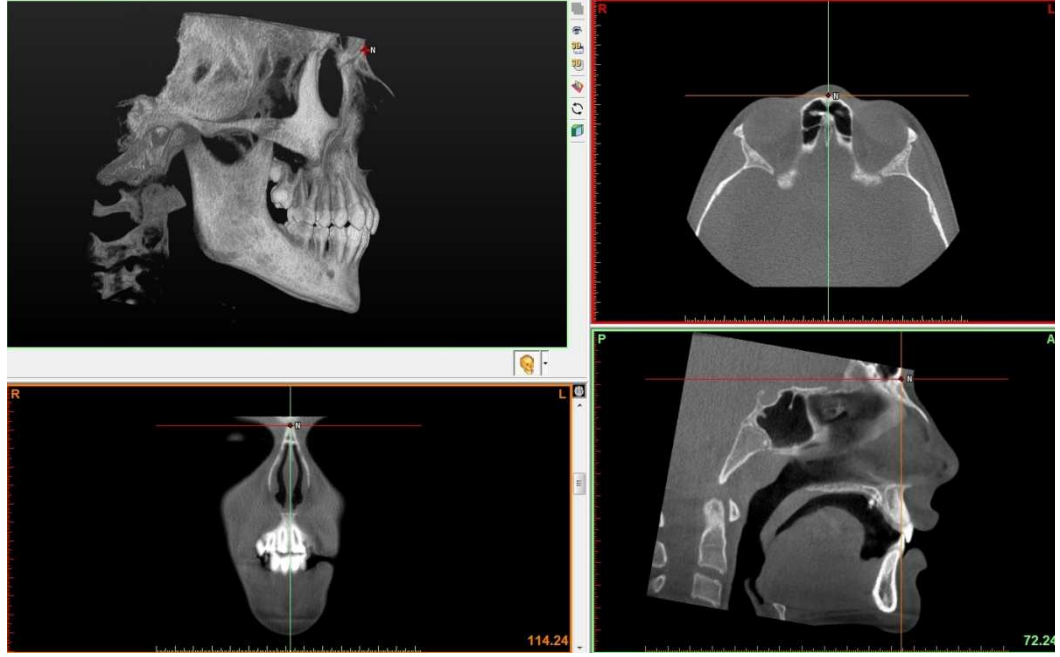
Nasion (N): İnternasal ve frontonasal suturaların midsagittal düzlemde kesiştikleri nokta. İki boyutlu sagittal ve aksiyel kesitte en orta nokta belirlendikten sonra, üç boyutlu görüntü üzerinde yerleşimi kontrol edilmiştir (Resim 3).

Sağ ve sol foramen spinozum (FsR-FsL): Foramen spinozumun geometrik merkezi. Aksiyel kesitte işaretlenen foramen spinozumlar, koronal kesitte ve üç boyutlu modelde kontrol edilmiştir (Resim 4).

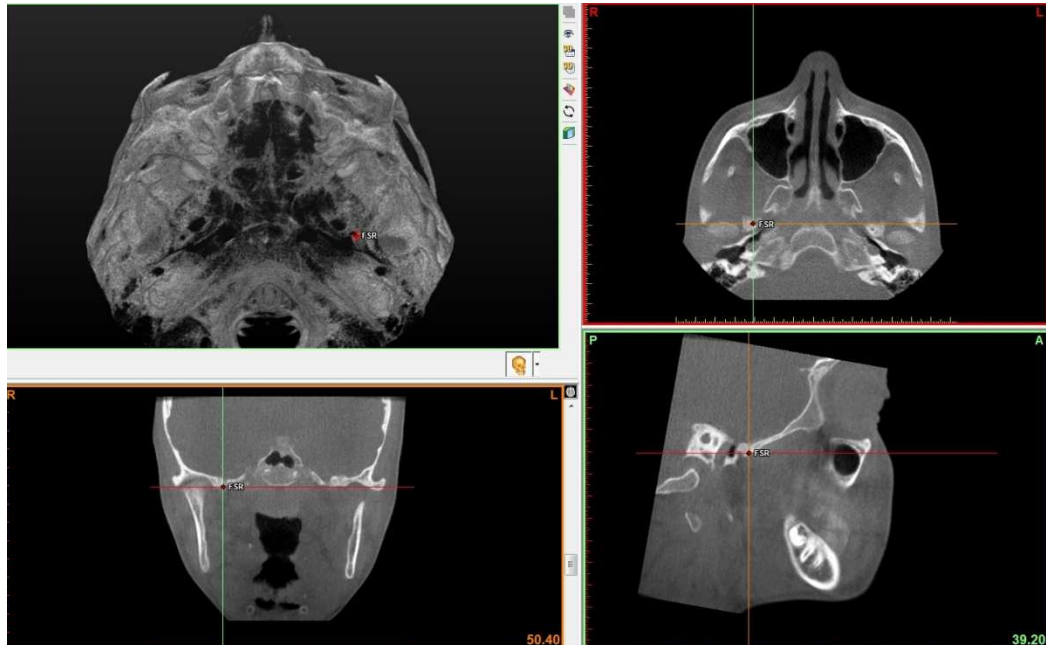
ELSA: Sağ ve sol foramen spinozum noktalarının orta noktası.



Resim 2. Sella (S) noktasının işaretlenmesi



Resim 3. Nasion (N) noktasının işaretlenmesi



Resim 4. Foramen Spinosum (FsR-L) noktasının işaretlenmesi

Sağ ve sol pterigoid noktalar (PtR- PtL): Foramen rotundumun pterigomaksiller fossaya açılan en alt kısmı. Sagittal kesitte işaretlenen nokta, diğer kesitlerde kontrol edilmiştir (Resim 5).

Center point (CP): Sağ ve sol pterigoid noktaların orta noktasıdır.

Sağ ve sol porion (PoR-PoL): Meatus akustikus eksternusun en üst kısmı. Sagittal kesitte işaretlenen nokta, üç boyutlu görüntüde farklı açılardan kontrol edilmiştir (Resim 6).

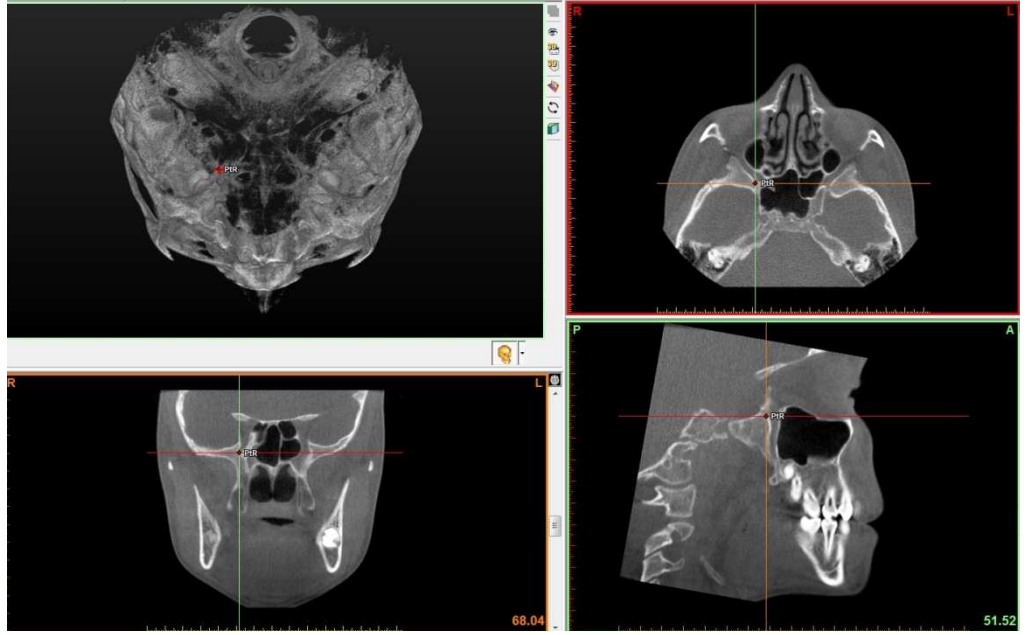
Mid porion (MP): Sağ ve sol porion noktalarını birleştiren doğrunun orta noktası.

Sağ ve sol orbita (OrR-OrL): İnfraorbital marjinin en derin kısmı. Koronal kesitte işaretlenen nokta, diğer kesitlerde ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Mid orbital (MO): Sağ ve sol orbita noktalarını birleştiren doğrunun orta noktasıdır.

A noktası (A): Maksillar alveolar proçesin orta hattaki en içbükey noktasıdır. Sagittal kesitte en içbükey nokta olarak işaretlendikten sonra, aksiyel kesitte tam ortada olacak şekilde belirlenmiştir (Resim 7).

B noktası (B): Mandibular alveolar proçesin orta hattaki en içbükey noktasıdır. Sagittal kesitte en içbükey nokta olarak işaretlendikten sonra, aksiyel kesitte tam ortada olacak şekilde belirlenmiştir (Resim 8).



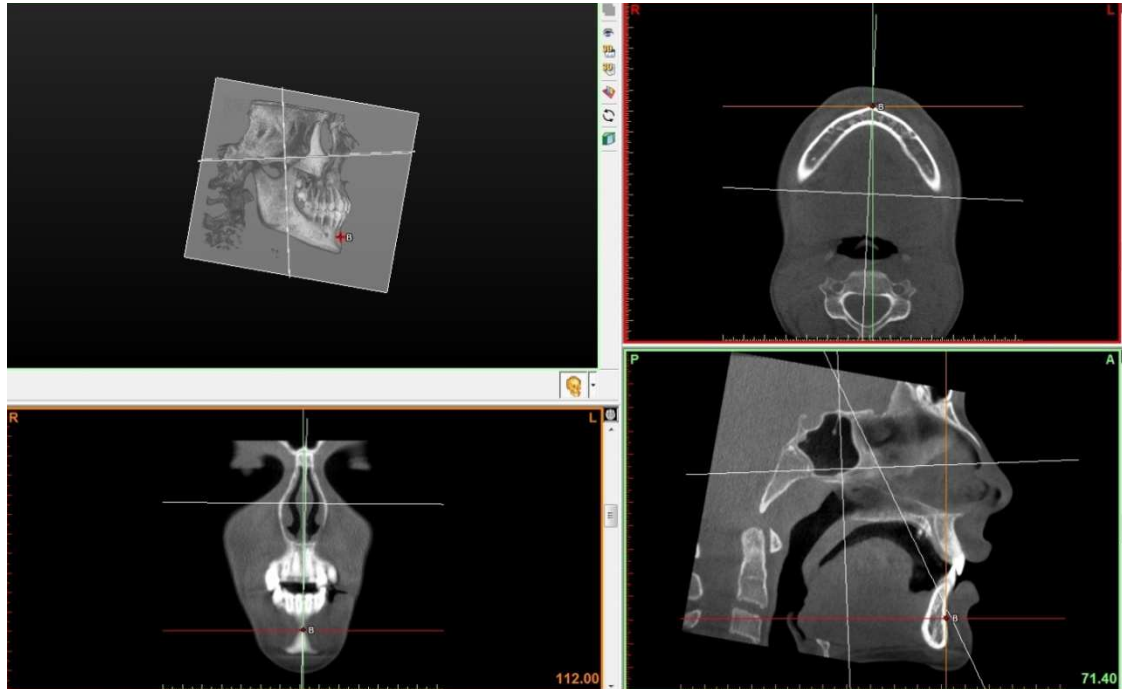
Resim 5. Pterygoid (PtR-L) noktasının işaretlenmesi



Resim 6. Porion (PoR-L) noktasının işaretlenmesi



Resim 7. A noktasının işaretlenmesi



Resim 8. B noktasının işaretlenmesi

Anterior nasal spina (ANS): Sert damağın en ön ve premaksillanın midsagittal düzlemdeki en uç noktası. Sagittal kesitte en ön nokta olarak işaretlendikten sonra, aksiyel kesitte tam ortada olacak şekilde belirlenmiştir.

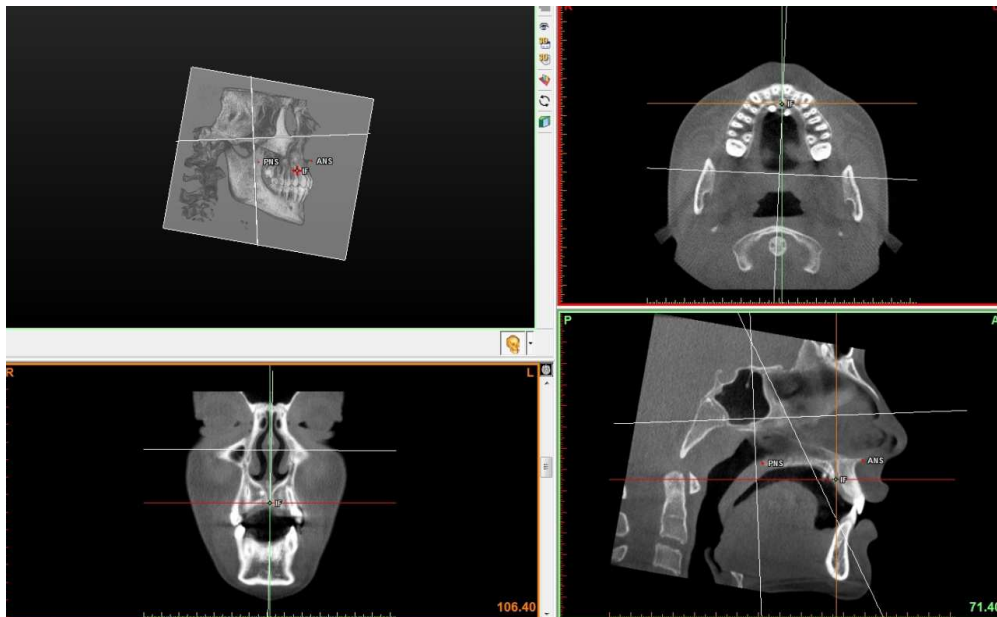
Posterior nasal spina (PNS): Sert damağın en arka ve orta noktası. Sagittal kesitte en arka nokta olarak işaretlendikten sonra, aksiyel kesitte tam ortada olacak şekilde belirlenmiştir.

Incisive foramen (IF): Aksiyel kesitte foramen insisivin orta noktası, sagittal kesitte sert damağa açılan duvarın en alt ve geri kısmı olarak işaretlenmiştir.

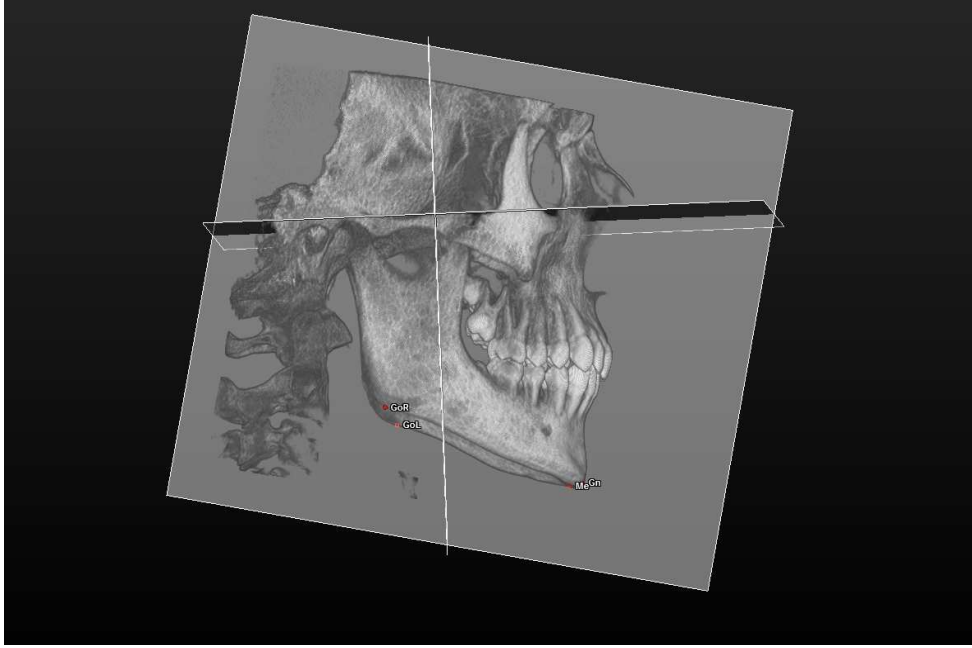
Sağ ve sol gonion (GoR-GoL): Mandibula korpus ve ramus birleşiminin oluşturduğu açının en alt ve en arka noktası. Sagittal kesitte en alt ve en arka olarak işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Gnathion (Gn): Çene ucunun en alt ve en ön noktasıdır. Sagittal düzlemde en alt ve en ön, aksiyel ve koronal kesitte en ortada olacak şekilde işaretlenmiştir.

Menton (Me): Çene ucunun en alt noktasıdır. Sagittal düzlemde en alt, aksiyel ve koronal kesitte en ortada olacak şekilde işaretlenmiştir.



Resim 9. ANS, PNS ve IF noktalarının işaretlenmesi



Resim 10. GoR, GoL, Gn ve Me noktaları

Sağ ve sol üst santral kesici noktası (U1R-L): Üst sağ ve sol santral kesici dişlerin kesici kenarlarının orta noktasıdır. Sagittal kesitte en uç nokta olarak işaretlendikten sonra, aksiyel kesitte tam ortada olacak şekilde belirlenmiştir.

Sağ ve sol üst santral kesici kök ucu noktası (ApU1R-ApU1L): Üst sağ ve sol santral kesici dişlerin köklerinin en uç noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Üst kesici noktası (Is1u): Sağ ve sol üst orta keser dişlerin kontakt noktası. Koronal ve aksiyel kesitte iki keserin birleşme noktası olup sagittal kesitte kesici kenar seviyesinde olmasına dikkat edilerek işaretlenmiştir.

Sağ ve sol kanin dişleri uç noktası (U3R-U3L): Üst sağ ve sol kanin dişlerin tüberkül tepe noktalarıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

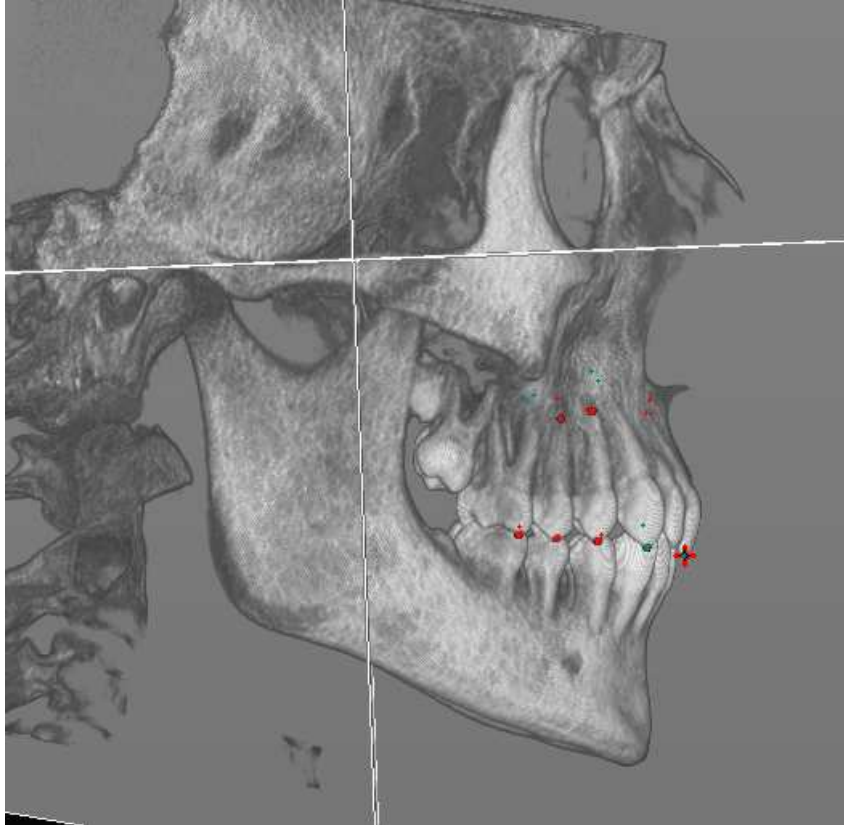
Sağ ve sol kanin dişleri kök ucu noktası (ApU3R-ApU3L): Üst sağ ve sol

kanin dişlerin köklerinin en uç noktalarıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Sağ ve sol üst 1. premolar noktası (U4R- U4L): Üst 1. premolar dişlerin bukkal tüberküllerinin tepe noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Sağ ve sol üst 2. premolar noktası (U5R- U5L): Üst 2. premolar dişlerin bukkal tüberküllerinin tepe noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Sağ ve sol üst 1. premolar dişlerin kök ucu noktası (ApU4R-ApU4L): Üst sağ ve sol 1. premolar dişlerin bukkal köklerinin en uç noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.



Resim 11. Çalışmamızda kullanılan diş noktaları

Sağ ve sol üst 2. premolar dişlerin kök ucu noktası (ApU5R-ApU5L): Üst sağ ve sol 1. premolar dişlerin bukkal köklerinin en uç noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Sağ ve sol üst molar noktası (U6R-U6L): Üst molar dişin mesio-bukkal tüberkülün tepe noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

Sağ ve sol üst molar kök ucu noktası (ApU6R-ApU6L): Üst molar dişin mesio-bukkal kökünün uç noktasıdır. Koronal kesitte işaretlenen nokta, aksiyel kesitte ve üç boyutlu görüntüde kontrol edilmiştir.

3.2.2. Kranial Referans Düzlemleri

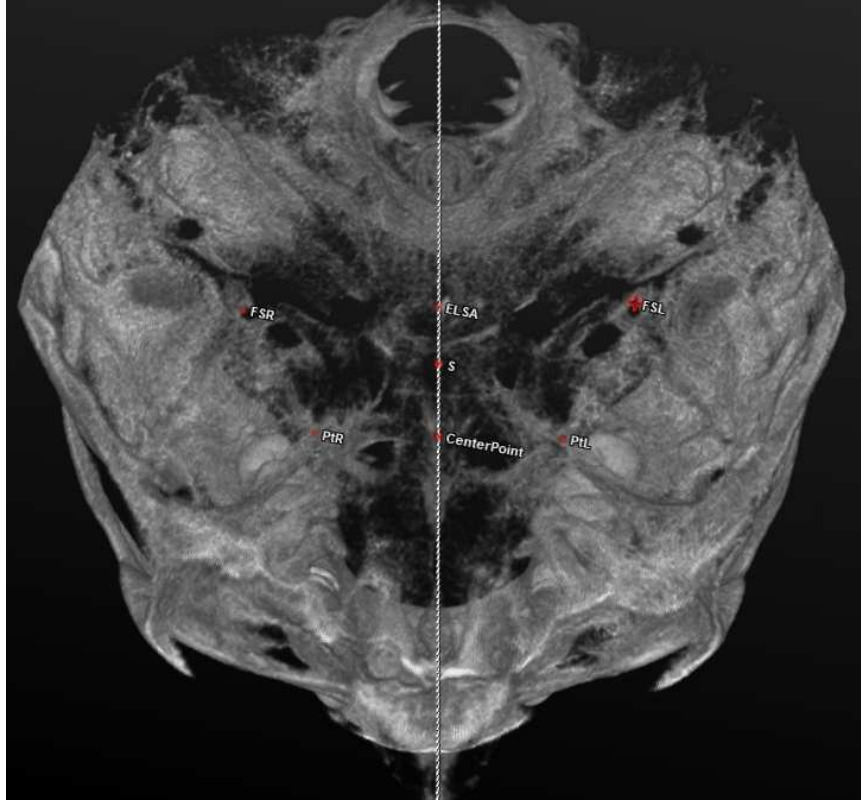
1. Merkez düzlem (Center Plane-CP): Center point, S ve ELSA noktalarından geçen, yüzü sağ ve sol olarak iki parçaya ayıran midsagittal referans düzlemi (Resim 12).

2. Frankfort düzlemi (Frankfort Horizontal Plane-FH): Sağ porion (PoR), sol porion (PoL) ve MidOrbital noktalardan geçen yatay referans düzlemi (Resim 13,14).

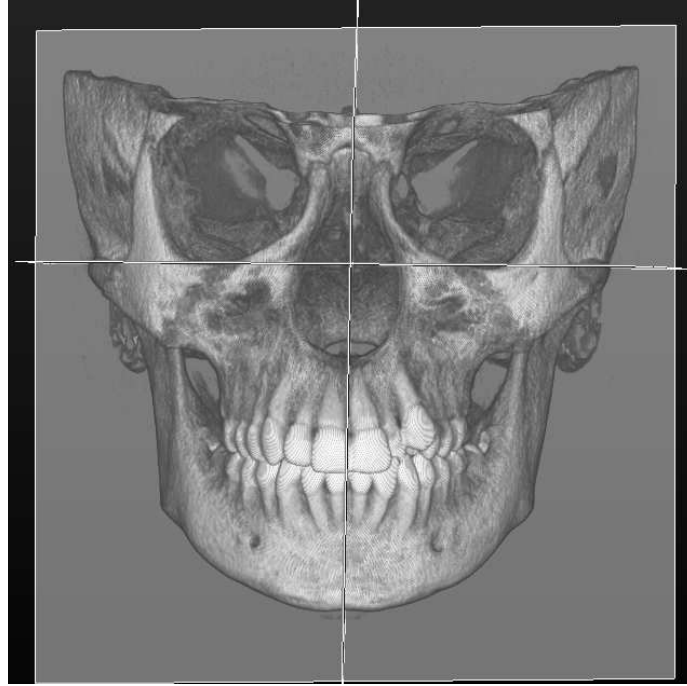
3. Koronal düzlem (Pterigoid Vertical Plane-PtV): Merkez düzleme ve Frankfort düzlemine dik olarak Center Point'ten geçen, yüzü ön-arka yönde iki parçaya ayıran dikey referans düzlemi (Resim 13,14).

3.2.3. Kranial Referans Doğruları

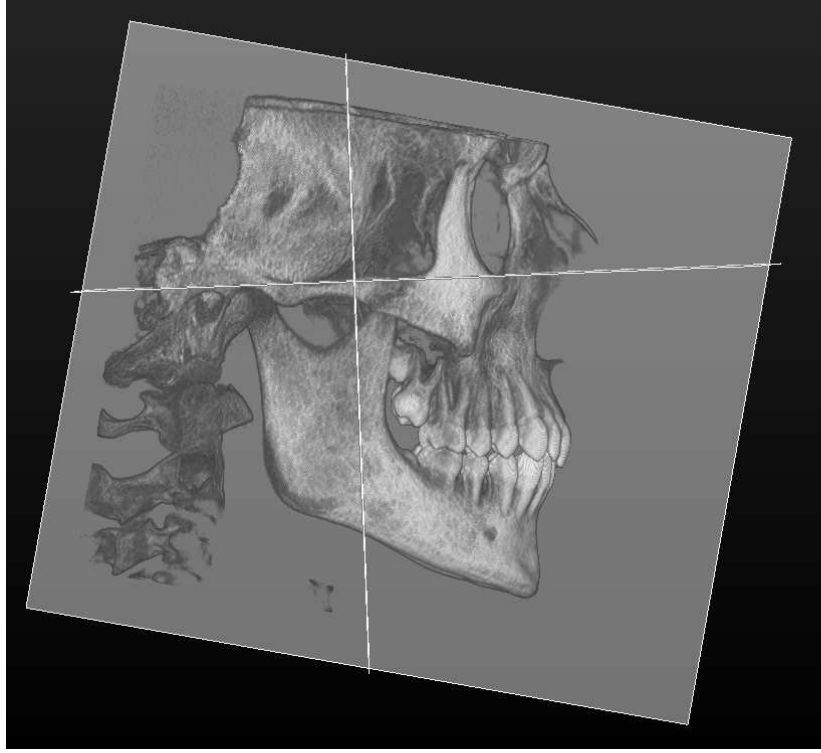
1. Frankfort doğrusu (FL): Midporion ve midorbital noktalarından geçen doğru.



Resim 12. Merkez Düzlem (Center Plane-CP) ve CP'yi oluşturan noktalar



Resim 13. Merkez Düzlem (Center Plane-CP), Frankfort Horizontal (FH) ve Koronal Düzlemin (PtV) önden görünüşü



Resim 14. Merkez Düzlem (Center Plane-CP), Frankfort Horizontal (FH) ve Koronal Düzlemin (PtV) yandan görünüşü

3.2.4. Dişsel Doğrular

- 1-Üst sağ keser eksen (U1RAxis): U1R ile ApU1R noktalarından geçen doğru.
- 2-Üst sol keser eksen (U1LAxis): U1L ile ApU1L noktalarından geçen doğru.
- 3-Üst sağ kanin eksen (U3RAxis): U3R ile ApU3R noktalarından geçen doğru.
- 4-Üst sol kanin eksen (U3LAxis): U3L ile ApU3L noktalarından geçen doğru.
- 5-Üst sağ 1. premolar eksen (U4RAxis): U4R ile ApU4R noktalarından geçen doğru.
- 6-Üst sol 1. premolar eksen (U4LAxis): U4L ile ApU4L noktalarından geçen doğru.
- 7-Üst sağ 2. premolar eksen (U5RAxis): U5R ile ApU5R noktalarından geçen doğru.

8-Üst sol 2. premolar eksen (U5LAxis): U5L ile ApU5L noktalarından geçen doğru.

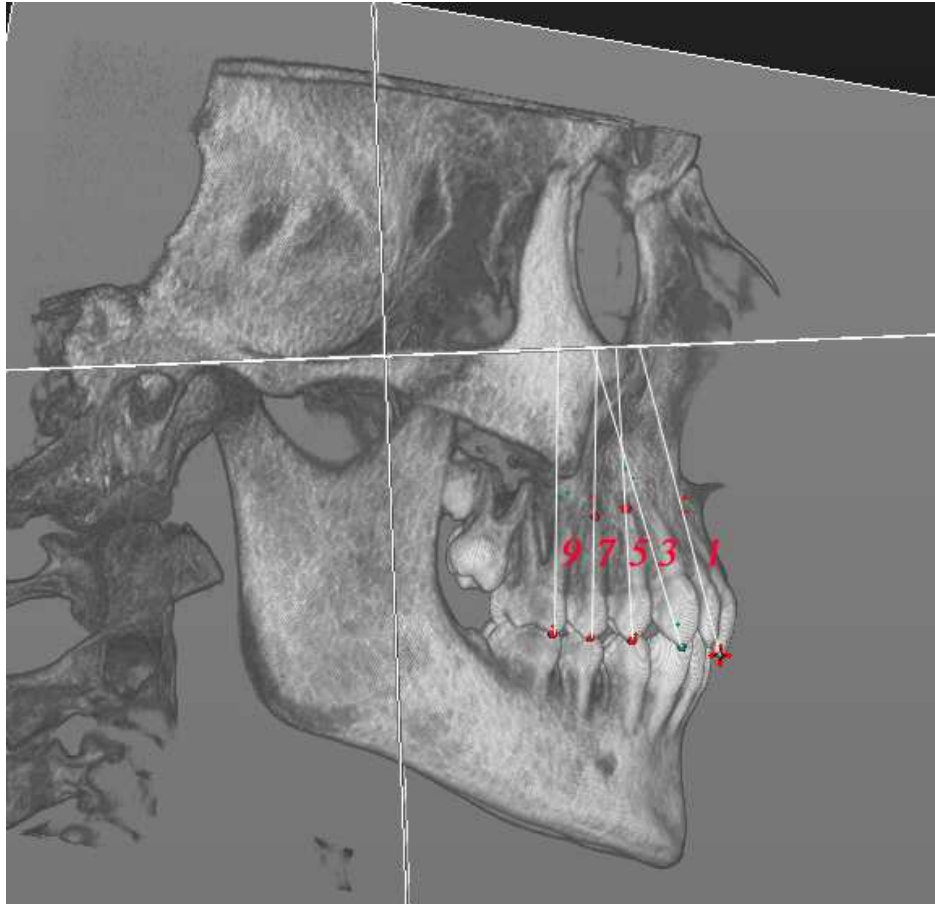
9-Üst sağ 1. molar eksen (U6RAxis): U6R ile ApU6R noktalarından geçen doğru.

10-Üst sol 1. molar eksen (U6LAxis): U6L ile ApU6L noktalarından geçen doğru.

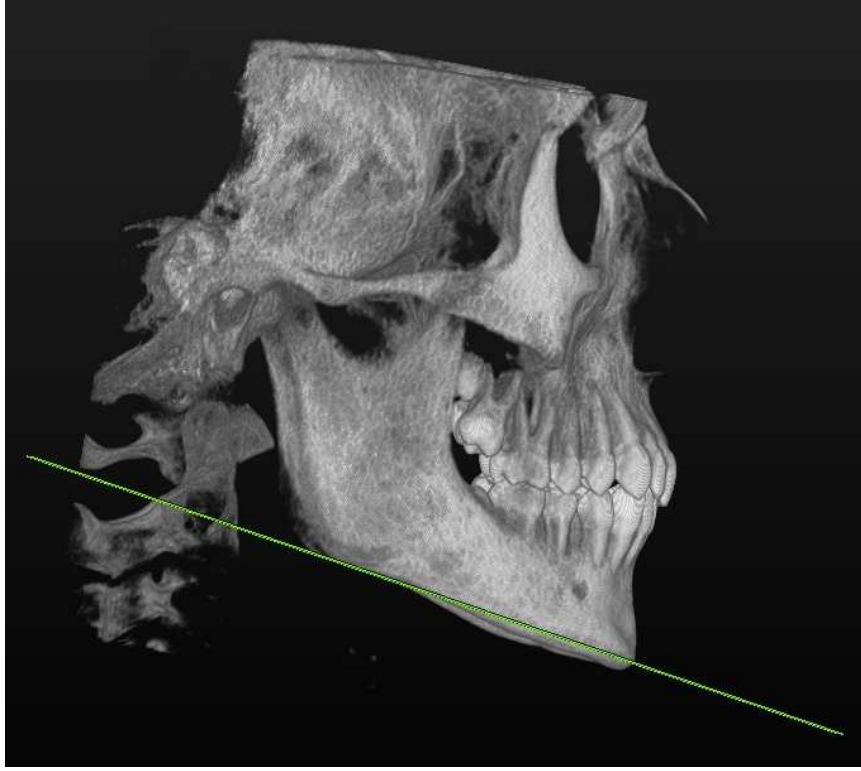
3.2.5. Çene içi düzlemler

Mandibular Horizontal Düzlem (Mand Hor P): GoR, GoL ve Gn noktalarından geçen düzlem (Resim 16).

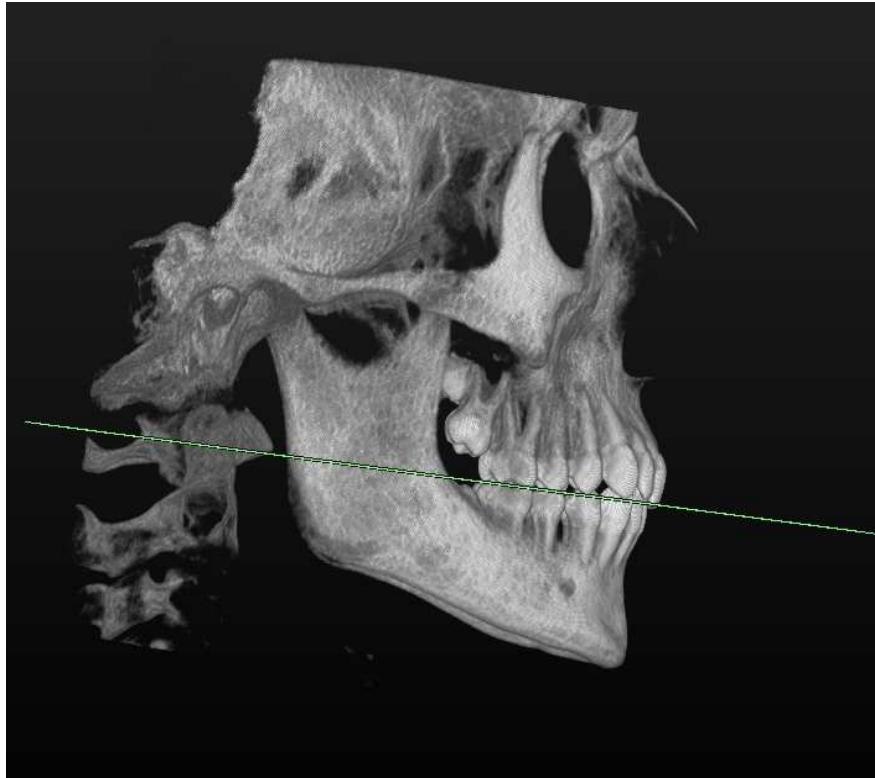
Maksiller okluzal düzlem (Max Occ P): U6R, U6L ve Is1u noktalarından geçen düzlem (Resim 17).



Resim 15. Üst çene dişlerinin eksenleri 1-U1RAxis, 3-U3RAxis, 5-U4RAxis, 7-U5RAxis, 9-U6RAxis



Resim 16. Mandibular Horizontal Düzlem (MandHorP)



Resim 17. Maksiller Oklüzal Düzlem (Max Occ P)

3.3. Araştırmada Kullanılan Ölçümler

3.3.1. İskeletsel Ölçümler

3.3.1.1. Açısal İskeletsel Ölçümler

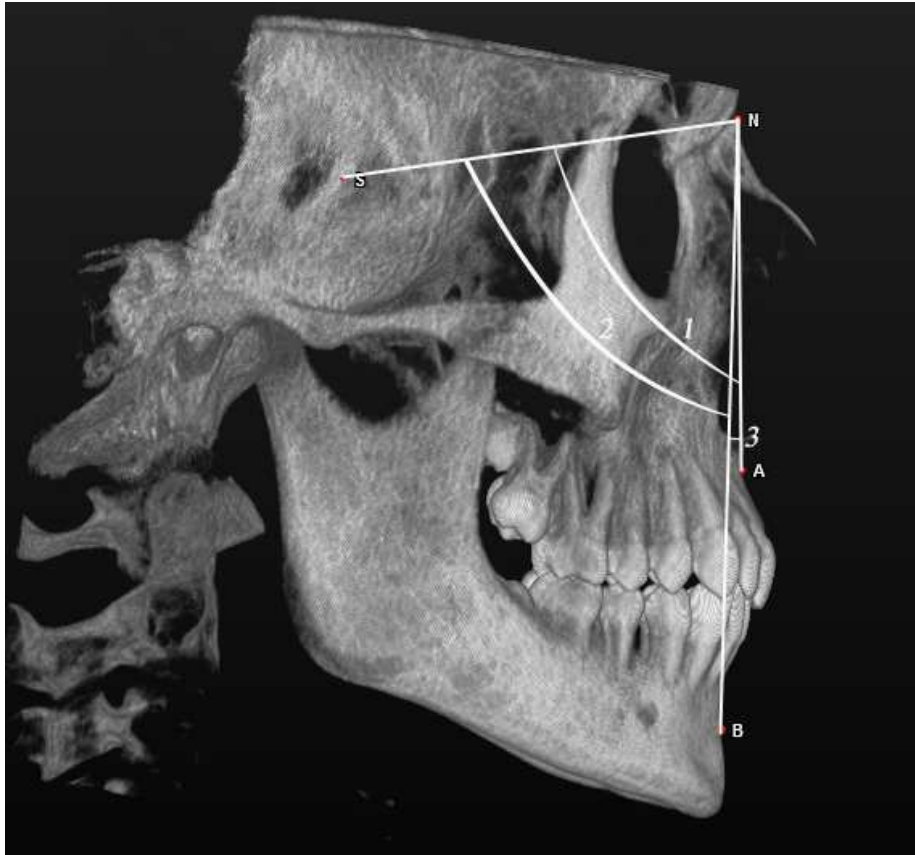
1- **SNA:** S, N ve A noktaları arasında oluşan dar açı.

2- **SNB:** S, N ve B noktaları arasında oluşan dar açı.

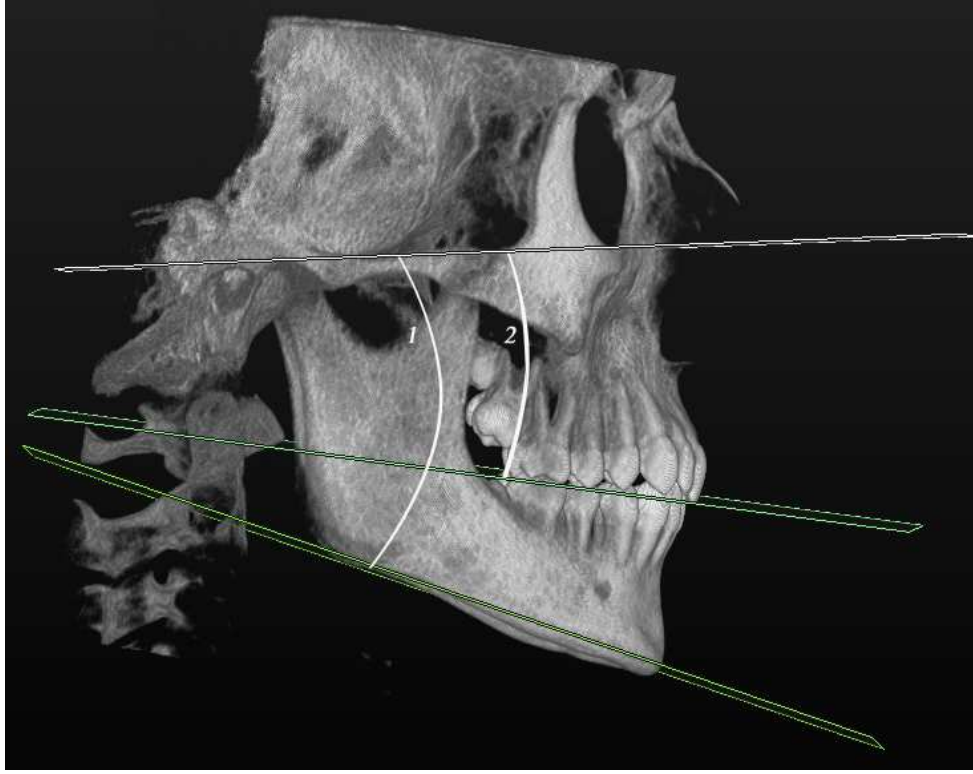
3- **ANB:** A, N ve B noktaları arasında oluşan dar açı.

4- **Maksiller okluzal düzlem-FH (Max Occ P-FH):** Maksiller okluzal düzlem ile frankfort horizontal düzlem arasındaki açı.

5- **Mandibular Horizontal Düzlem-FH (Mand Hor P-FH):** Mandibular horizontal düzlem ile frankfort horizontal düzlem arasındaki açı.



Resim 18. İskeletsel açısal ölçümler: 1-SNA, 2-SNB, 3-ANB



Resim 19. İskeletsel açısal ölçümler: 1-MandHorP-FH, 2-MaxOccP-FH

3.3.1.2. Boyutsal İskeletsel Ölçümler

1- A noktası- PtV (A- PtV): A noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

2- B noktası- PtV (B- PtV): B noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

3.3.2. Dişsel Ölçümler

3.3.2.1. Açısal Dişsel Ölçümler

1- Üst sağ keser eksen - FL (U1RAxis - FL): U1RAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

2- Üst sol keser eksen - FL (U1LAxis - FL): U1LAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

3- Üst sağ kanin eksen - FL (U3RAxis - FL): U3RAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

4- Üst sol kanin eksen - FL (U3LAxis - FL): U3LAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

arasında oluşan açı.

5- Üst sağ 1. premolar eksen - FL (U4RAxis - FL): U4RAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

6- Üst sol 1. premolar eksen - FL (U4LAxis - FL): U4LAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

7- Üst sağ 2. premolar eksen - FL (U5RAxis - FL): U5RAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

8- Üst sol 2. premolar eksen - FL (U5LAxis - FL): U5LAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

9- Üst sağ 1. molar eksen - FL (U6RAxis - FL): U6RAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

10- Üst sol 1. molar eksen - FL (U6LAxis - FL): U6LAxis ile Frankfort doğrusu arasında oluşan açı.

3.3.2.2. Boyutsal Dişsel Ölçümler

1- Üst sağ keser diş kesici kenarı -FH (U1R-FH): U1R noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

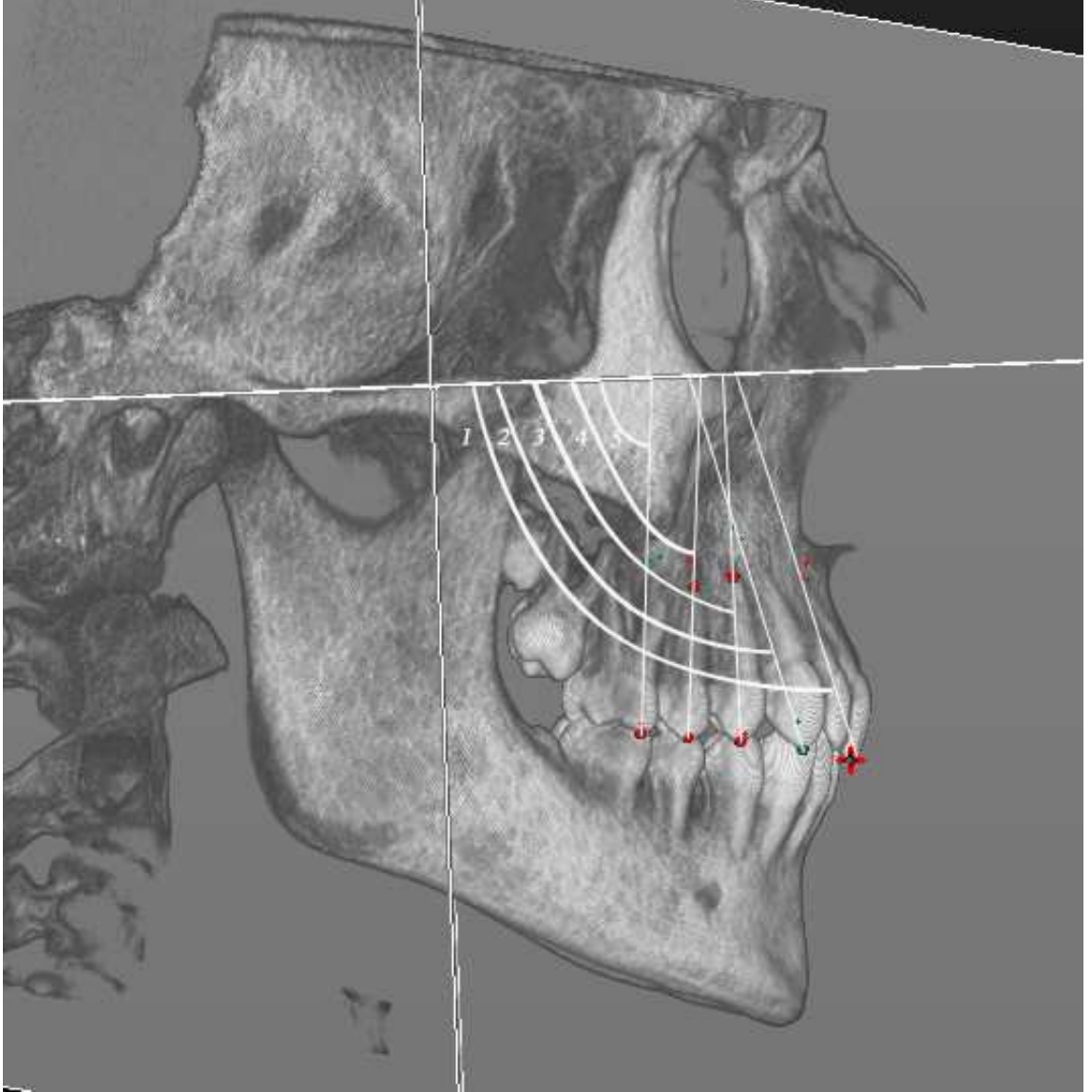
2- Üst sol keser diş kesici kenarı -FH (U1L-FH): U1L noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

3- Üst sağ kanin diş uç kenarı -FH (U3R-FH): U3R noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

4- Üst sol kanin diş uç kenarı -FH (U3L-FH): U3L noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

5- Üst sağ 1.premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U4R-FH): U4R noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

6- Üst sol 1. premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U4L-FH): U4L noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.



Resim 20. Üst diş eksen eğimleri: 1-U1RaxisFL, 2- U3RaxisFL, 3- U4RaxisFL, 4- U5RaxisFL, 5- U6RaxisFL

7- Üst sağ 2. premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U5R-FH): U5R noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

8- Üst sol 2. premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U5L-FH): U5L noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

9- Üst sağ 1. molar dişin mesiobukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U6R-FH):

U6R noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

10- Üst sol 1.molar dişin mesiobukkal tüberkül tepesi ucu-FH (U6L-FH):

U6L noktası ile Frankfort horizontal düzlem arasındaki mesafe.

11- Üst sağ keser diş kesici kenarı-PtV (U1R-PtV): U1R noktası ile PtV

düzlemi arasındaki mesafe.

12- Üst sol keser diş kesici kenarı- PtV (U1L- PtV): U1L noktası ile PtV

düzlemi arasındaki mesafe.

13- Üst sağ kanin diş uç kenarı- PtV (U3R- PtV): U3R noktası ile PtV

düzlemi arasındaki mesafe.

14- Üst sol kanin diş uç kenarı- PtV (U3L- PtV): U3L noktası ile PtV düzlemi

arasındaki mesafe.

15- Üst sağ 1.premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U4R- PtV):

U4R noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

16- Üst sol 1.premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U4L- PtV):

U4L noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

17- Üst sağ 2.premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U5R- PtV):

U5R noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

18- Üst sol 1.premolar dişin bukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U4L- PtV):

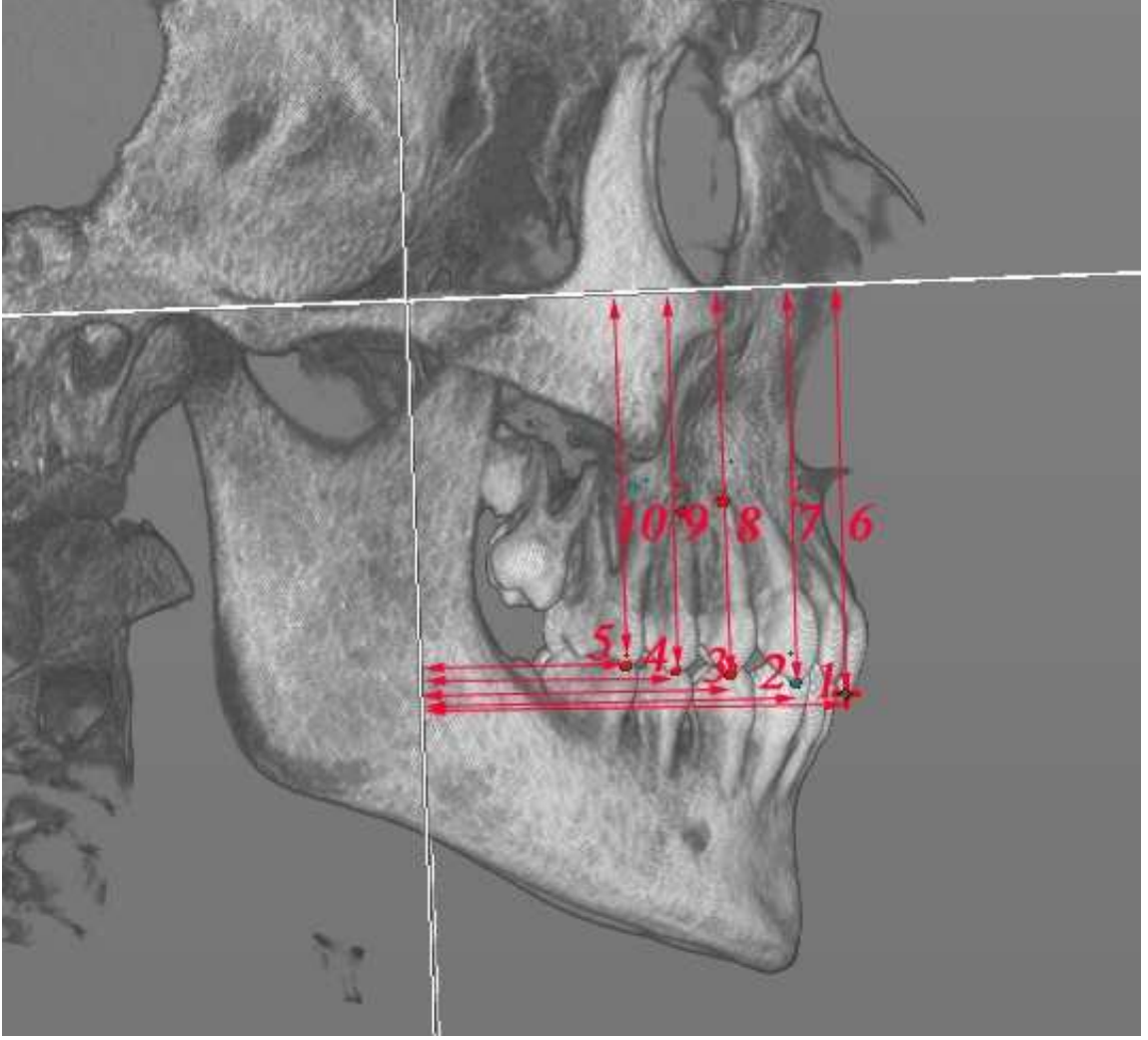
U4L noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

19- Üst sağ 1.molar dişin mesiobukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U6R- PtV):

U6R noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.

20- Üst sol 1.molar dişin mesiobukkal tüberkül tepesi ucu- PtV (U6L- PtV):

U6L noktası ile PtV düzlemi arasındaki mesafe.



Resim 21. Dişsel boyutsal ölçümler: 1-U1RPtV, 2-U3RPtV, 3-U4RPtV, 4- U5RPtV, 5- U6RPtV, 6-U1RFH, 7- U3RFH, 8- U4RFH, 9- U5RFH, 10- U6RFH

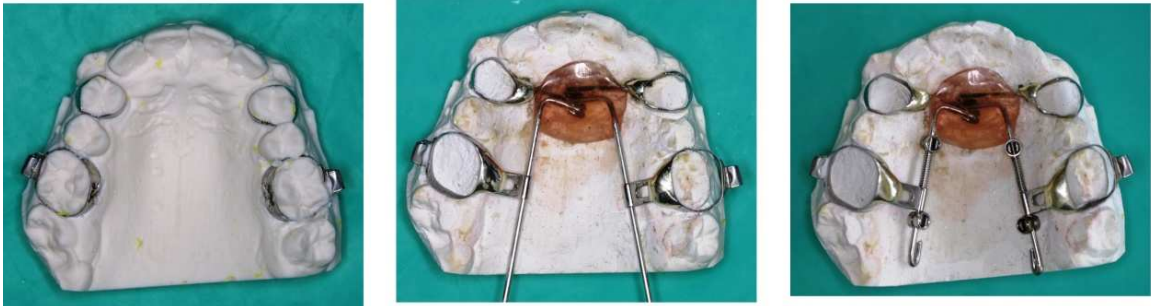
3.4. Keleş-Slider Apareyinin Yapımı

Tüm hastalarda üst 1. molar ve 1. premolar dişlere uygun prefabrike bantlar adapte edildi. Aljinat ölçü maddesi ile hastanın üst çenesinden ölçü alındı. Bantlar diş üzerinden çıkarılarak ölçüye yerleştirildi. Daha sonra ölçüye sert alçı dökülerek çalışma modeli elde edildi (Resim 22).

İç çapı 0,045 inç olan aktivatör tüpü, üst 1. molar dişin direnç merkezi üzerinde ve uzun eksenini oklüzal düzleme ve diş kavsine paralel olacak şekilde üst 1. molar diş

bantlarının palatinal yüzeylerine lehimlendi. Ankraj amacıyla 1. premolar dişlere lehimlenen 1,1 mm çapındaki ve 1. molar dişlere lehimlenen tüpten geçen ve kuvvet elemanı olan açık sarmal yayın takılacağı 0,045 inç çapındaki paslanmaz çelik teller, rugular bölgesinde akrilik düğmecik içinde sonlandırılarak modifiye Nance apareyi yapıldı. Tüpün içinden geçen telin ucu sert damak-yumuşak damak sınırına kadar uzatıldı. Molar distalizasyonu için 15 mm uzunluğunda, 0,045 inç çapında ve 0,010 inç kalınlığındaki heavy Ni-Ti açık sarmal yaylar (G&H Wire Company, IN, USA) tel üzerindeki Gurin Lock (3M Unitek, Monrovia, California, USA 560-400) vidası ile sıkıştırıldı. Yaklaşık 15 mm uzunluğundaki yayın tam sıkıştırılmasıyla 200 gramlık bir kuvvet oluşturulması hedeflendi (Resim 22).

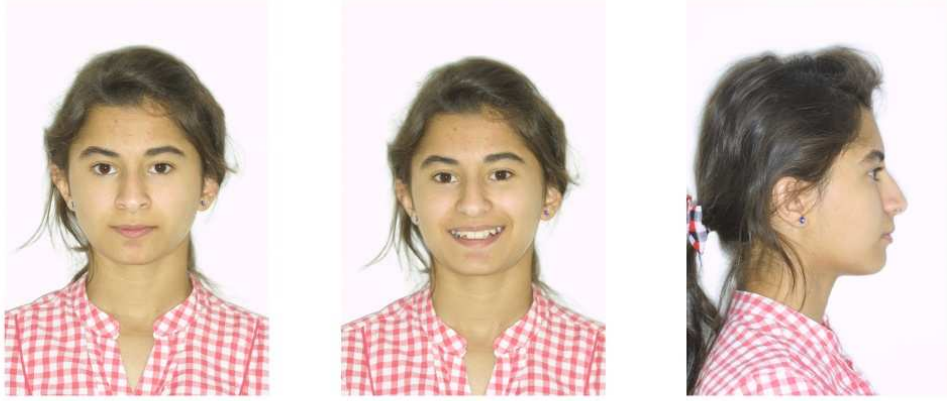
Apareyi hastaya uygulamadan önce, uygulama sırasında açık sarmal yayın kuvvet uygulamaması için tüpün distal kısmına başka bir Gurin Lock vidası yerleştirildi. Aparey dişlere simante edildikten sonra distaldeki bu vida çıkarıldı (Resim 23). Hastalar 4 hafta ara ile çağrıldı ve gerekli durumlarda aparey özel bir vida anahtarı (3M Unitek, Monrovia, California, USA 810-002) ile aktive edilerek distalizasyon tamamlandı (Resim 24). Distalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra, Keleş-Slider apareyi çıkarıldı. Distale edilen molar dişlerin stabilizasyonu sürecinde ve sabit tedavi ile kanin distalizasyonu tamamlanıncaya kadar Nance apareyiyle ağızda tutuldu.



Resim 22. Keleş-Slider apareyinin laboratuvar yapım aşamaları



Resim 23. Hasta BU'un Keleş-Slider apareyi uygulaması öncesi ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları



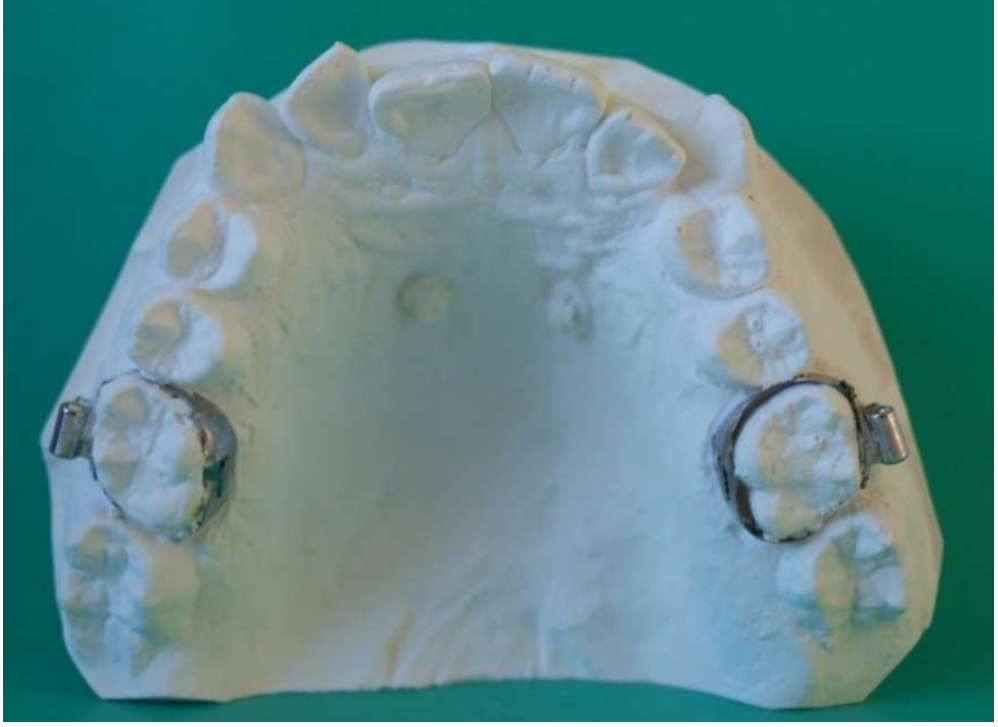
Resim 24. Hasta BU'un Keleş-Slider apareyi uygulaması sonrası ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları

3.5. Pal-Distalizer Apareyinin Yapımı

Lokal anestezi altında damağın ön bölgesine, insiziv foramenin 7-8 mm posterioruna invaziv olmayan bir teknikle paramedian olarak 2 mm çapında ve 7 mm uzunluğunda 2 adet mini vida (Lomas: Mondeal, Tuttlingen, Germany) yerleştirildi (Resim 25). Üst 1. molar dişlere uygun boyutta prefabrike bantlar adapte edildi ve aljinat ölçü maddesiyle üst çene ölçüsü alındı. Bantlar ölçüye taşındı ve ölçüye sert alçı dökülerek çalışma modeli elde edildi (Resim 26). Çalışma modelinde, kuvvet elemanı olan hafızalı vidalar (Forestadent, Memory Screw Type-S, Pforzheim, Almanya), vida gövdesi okluzal düzleme paralel ve 1. molar dişin direnç merkezinden geçecek şekilde yerleştirildi ve vida kolları büküldü (Resim 27-30). Vidanın kollarından biri molar bandına lehimlenirken, diğer kol iki mini vida arasından geçecek şekilde büküldü. Damağın ön bölgesine mini vida başlarını kapsayacak ve vida kollarını içine alacak şekilde akril düğmecik yapıldı (Resim 31).



Resim 25. Paramedian bölgeye yerleştirilen 2 adet minivida



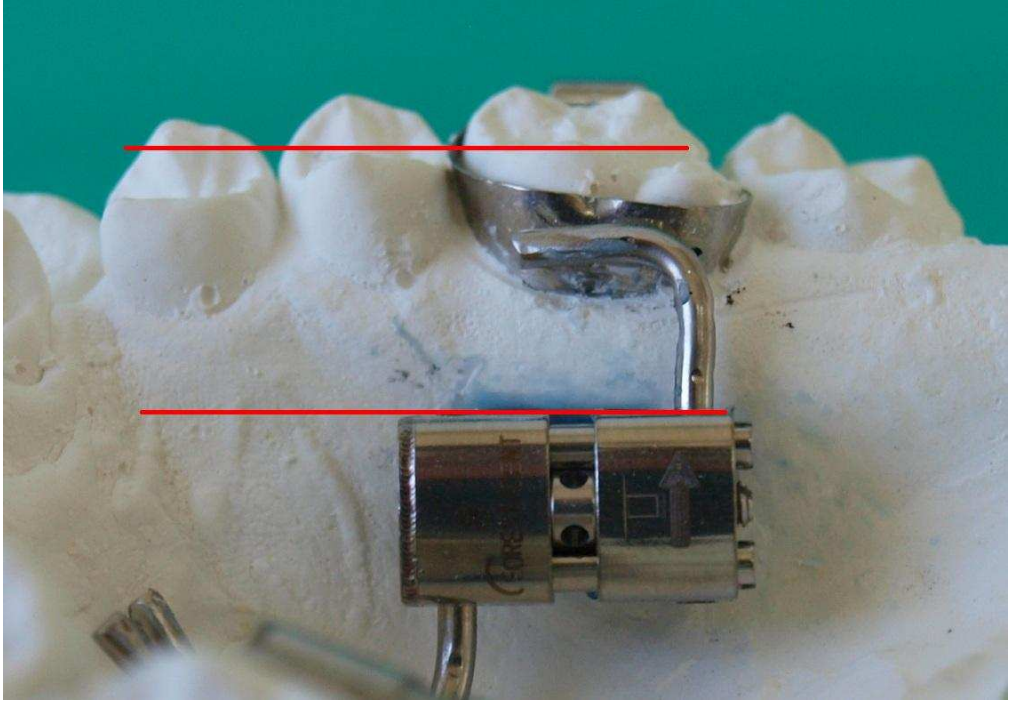
Resim 26. Pal Distalizer apareyinin yapımında elde edilen çalışma modeli



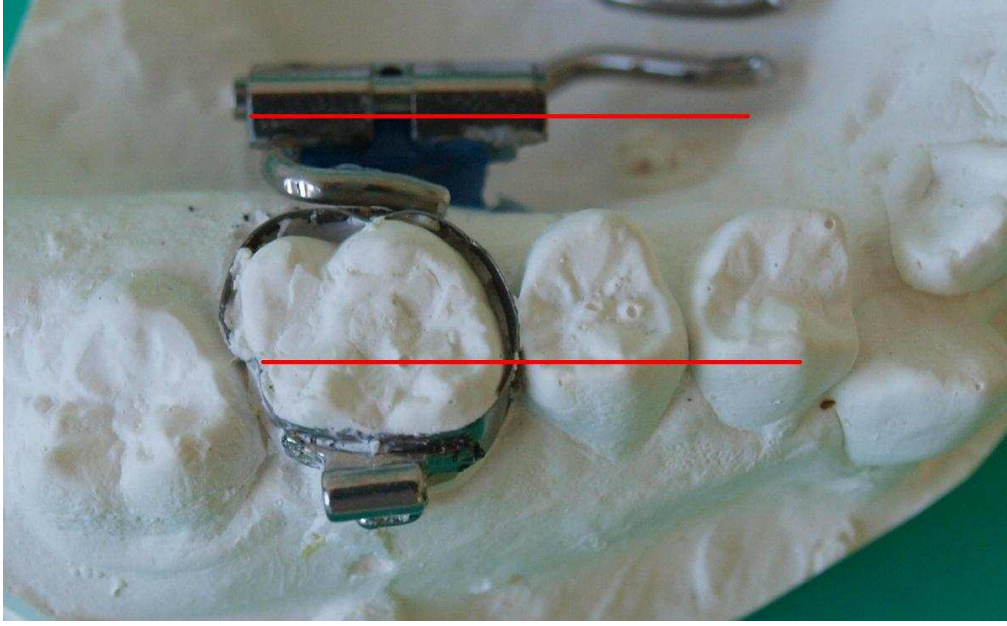
Resim 27. Hafızalı vidalar (Forestadent, Memory Screw Type-S, Pforzheim, Germany)



Resim 28. Hafızalı vidanın kolları büküldükten sonra çalışma modeli



Resim 29. Vidanın yerleşiminin oklüzal düzleme paralelliği



Resim 30. Vidanın yerleşimi diş kavsinin seyrine paralelliği



Resim 31. Pal-Distalizer apareyinin laboratuvarı bitmiş hali

Aparey inaktif şekilde dişlere ve mini vidalara simante edildi (Resim 32). Üretici firma tarafından hafızalı vidanın 1 mm aktivasyonu (6 çeyrek tur çevrilmesiyle) yaklaşık 500 gram kuvvet uyguladığı belirtilmiştir. Aparey uygulandıktan hemen sonra vida 3 çeyrek tur çevrilerek aktivasyonu başlatılmıştır. Hasta 3 haftada 1 kez görülmüş ve her bir hafızalı vida 3 çeyrek tur çevrilerek apareyin aktivasyonu yapılmıştır. Hafızalı vidanın 3 çeyrek tur çevrilmesi ile Ni-Ti açık sarmal yay aracılığıyla üst 1. molar dişlere yaklaşık 250 gram kuvvet uygulanmaktadır.



Resim 32. Pal-Distalizer apareyinin hastaya uygulanmış hali.

Pal-Distalizer apareyi uygulanmış bir hastanın ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları Resim 33 ve 34'te gösterilmiştir.



Resim 33. Hasta FBK'ın Pal-Distalizer apareyi uygulaması öncesi ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları



Resim 34. Hasta FBK'nın Pal-Distalizer apareyi uygulaması sonrası ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda gruplardan elde edilen grup içi verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi, gruplar arasında varyansların homojenliğini test etmek için de farklar üzerinden Levene's Homojenite testi uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren ve göstermeyen değişkenler belirlenmiş ve grup içi değişimler incelenirken, normal dağılım göstermeyen değişken bulunmadığı için tüm değişkenlere Eşleştirilmiş *t*-testi uygulanmıştır. Gruplar arası değişimler incelenirken, normal dağılım gösteren değişkenlere Student's *t*-testi, normal dağılım göstermeyen değişkenlere ise Mann Whitney-U testi uygulanmıştır.

Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında cinsler arası farklılıkların önem düzeylerini belirlemek amacıyla Mann-Whitney U Testi yapılmış, her iki grupta da incelenen ölçümler için önemli cinsiyet farklılığı bulunamadığından, kız ve erkek gruplar birleştirilerek tüm istatistiksel değerlendirmeler birleşik grup üzerinde yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler Statistical Package for Social Sciences (SPSS for Windows 16.0, Chicago, IL) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.7. Metod Hatasının Değerlendirilmesi

Üç boyutlu sefalometrik ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metot hatasını belirlemek amacıyla, ilk çizim ve ölçümlerden yaklaşık 1 ay sonra rastgele sayılar tablosu aracılığıyla seçilen distalizasyon öncesi veya sonrası 15 kayıt üzerinde tüm çizim ve ölçümler tekrarlanmıştır. Birinci ve ikinci ölçümler arasındaki metot hatasını değerlendirmek için Houston²⁶³ tarafından önerilen güvenilirlik katsayısından yararlanılmıştır. Tekrarlanan her bir ölçüm için güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında $1 - (Se^2/St^2)$ formülü kullanılmıştır. Burada Se^2 tesadüfi hatadan kaynaklanan varyansı, St^2 ise her bir ölçümün total varyansını temsil etmektedir.

4. BULGULAR

Araştırmada yer alan Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarındaki toplam birey sayıları, her bir gruptaki tedavi başı kronolojik yaş dağılımları ve tedavi sürelerine ilişkin tanımlayıcı istatistik (min, max, ort ve st sapma) değerleri Tablo 1a’da gösterilmiştir. Gruplar arasında tedavi başı kronolojik yaş ve tedavi süreleri arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirlemek için uygulanan Student’s *t*-testi sonuçları ise Tablo 1b’de gösterilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, gruplar arasında tedavi başı kronolojik yaş ve tedavi süreleri açısından önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Tablo 1a. Birey sayıları, tedavi başlangıcındaki kronolojik yaş ve tedavi sürelerine ilişkin dağılım tablosu.

Grup	n	Yaş (yıl)				Tedavi Süresi (ay)			
		Min.	Maks	Ort.	S.S.	Min.	Maks	Ort.	S.S.
Pal-Distalizer	14	10,42	16,75	14,30	1,74	4,67	11,20	8,58	1,91
Keleş-Slider	14	11,42	17,67	14,40	1,83	3,73	11,20	7,92	2,02
Toplam	28	10,42	17,67	14,35	1,75	3,73	11,20	8,25	1,96

Tablo 1b. Gruplar arasında tedavi başı kronolojik yaş ve tedavi sürelerinin karşılaştırılmasına ilişkin Student’s *t*-testi sonuçları

Grup	Pal-Distalizer		Keleş-Slider		<i>t</i>	<i>p</i>
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
Yaş (yıl)	14,30	1,74	14,40	1,83	-0,150	,882
Tedavi süresi (ay)	8,58	1,91	7,92	2,02	0,898	,378

Üç boyutlu sefalometrik ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metot hata kontrolü sonuçları Tablo 2a-b’de gösterilmiştir. Bu analiz sonucunda incelenen tüm ölçümlerin, yüksek bir tekrarlanabilirlik katsayısına sahip olduğu (0.90-0.99), diğer bir ifade ile bu ölçümlerin önemli düzeyde bir hata olmaksızın tekrarlanabildiği belirlenmiştir.

Tablo 2a. İskeletsel açısal ve dişsel açısal ölçümlerde metot hata kontrolüne ilişkin sonuçlar

Ölçümler	Farklar		Güvenilirlik Katsayısı Değeri (τ^2)
	Ortalama	S. Sapma	
I-İskeletsel ölçümler			
<i>a- Açısal ölçümler</i>			
1 SNA	0,37	0,49	0,983
2 SNB	0,25	0,48	0,962
3 ANB	0,11	0,12	0,995
4 Mand Hor P-FH	-0,30	0,64	0,953
5 Max Occ P-FH	0,24	1,07	0,910
<i>b- Boyutsal ölçümler</i>			
1 A-PtV	0,13	0,64	0,956
2 B-PtV	0,17	0,72	0,946
II- Dişsel ölçümler			
<i>a-Açısal ölçümler</i>			
1 U1RAxis-FL	0,05	0,89	0,983
2 U1LAxis-FL	0,04	1,02	0,988
3 U3RAxis-FL	-0,40	0,94	0,980
4 U3LAxis-FL	-0,31	0,58	0,989
5 U4RAxis-FL	0,07	0,80	0,974
6 U4LAxis-FL	-0,05	0,93	0,965
7 U5RAxis-FL	-0,15	0,92	0,975
8 U5LAxis-FL	-0,23	1,02	0,962
9 U6RAxis-FL	-0,24	0,92	0,980
10 U6LAxis-FL	0,37	1,26	0,957

Tablo 2b. Dişsel boyutsal ölçümlerde metot hata kontrolüne ilişkin sonuçlar

		Farklar		Güvenilirlik Katsayısı Değeri (τ^2)
Ölçümler		Ortalama	S. Sapma	
1	U1R-FH	-0,04	0,29	0,966
2	U1L-FH	-0,02	0,34	0,969
3	U3R-FH	0,22	0,28	0,988
4	U3L-FH	0,09	0,40	0,963
5	U4R-FH	0,28	0,30	0,971
6	U4L-FH	0,08	0,35	0,961
7	U5R-FH	0,29	0,20	0,989
8	U5L-FH	0,20	0,28	0,972
9	U6R-FH	0,22	0,20	0,991
10	U6L-FH	0,16	0,38	0,962
11	U1R- PtV	0,01	0,67	0,906
12	U1L- PtV	-0,06	0,62	0,940
13	U3R- PtV	0,14	0,64	0,936
14	U3L- PtV	0,00	0,53	0,959
15	U4R- PtV	0,10	0,64	0,940
16	U4L- PtV	-0,12	0,57	0,927
17	U5R- PtV	0,08	0,69	0,948
18	U5L- PtV	-0,05	0,53	0,958
19	U6R- PtV	0,04	0,74	0,962
20	U6L- PtV	-0,10	0,65	0,963

Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında cinsler arası farklılıkların önem düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan Mann-Whitney U Testi sonuçları Tablo 3a ve b’de verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi, bu analiz sonucunda her iki grupta da incelenen ölçümler için önemli bir cinsiyet farklılığı bulunamadığından, kız ve erkek gruplar birleştirilerek tüm istatistiksel değerlendirmeler birleşik grup üzerinde yapılmıştır.

Pal-Distalizer grubunda incelenen tüm ölçümlere ait distalizasyon öncesi tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 4a,b’de, distalizasyon sonrası tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 4c,d’de, farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri ise Tablo 4e ve f’de verilmiştir.

Keleş-Slider grubunda incelenen ölçümlere ait distalizasyon öncesi tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 5a,b’de, distalizasyon sonrası tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 5c,d’de, farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri ise Tablo 5e ve 5f’de verilmiştir.

Her bir grupta incelenen tüm ölçümlere ait distalizasyon öncesi ve sonrası farklılıkların (grup içi değişimlerin) karşılaştırılmasına ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları; Pal-Distalizer grubu için Tablo 6a-c’de, Keleş-Slider grubu için de Tablo 7a-c’de verilmiştir.

Pal-Distalizer ve Keleş-Slider grupları arasındaki farklılıkların (gruplar arası değişimlerin) karşılaştırılmasına ilişkin Student’s *t*-testi (normal dağılım gösteren parametreler için) sonuçları ve Mann-Whitney U Testi (normal dağılım göstermeyen parametreler için) sonuçları ise Tablo 8a-c’de verilmiştir.

Tablo 3a. Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için tedavi öncesi cinsler arası farklılıkların değerlendirilmesine ait Mann-Whitney U testi sonuçları

Ölçümler	Pal-Distalizer		Keleş-Slider	
	Z	P	Z	P
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	-0,850	0,395	-1,278	0,201
2 SNB	-0,709	0,479	-1,006	0,314
3 ANB	-1,504	0,133	-1,567	0,117
4 Mand Hor P-FH	0,000	1,000	-1,219	0,223
5 Max Occ P-FH	-1,074	0,283	-1,567	0,117
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	-0,849	0,396	-0,548	0,583
2 B-PtV	-0,566	0,572	-1,095	0,273
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	-0,707	0,480	-1,095	0,273
2 U1LAxis-FL	-0,990	0,322	-1,095	0,273
3 U3RAxis-FL	-0,141	0,888	-0,183	0,855
4 U3LAxis-FL	-0,707	0,480	-1,095	0,273
5 U4RAxis-FL	-0,283	0,777	-0,183	0,855
6 U4LAxis-FL	-1,273	0,203	-0,548	0,584
7 U5RAxis-FL	-0,990	0,322	-0,183	0,855
8 U5LAxis-FL	-0,849	0,396	-0,183	0,855
9 U6RAxis-FL	-0,849	0,396	-0,183	0,855
10 U6LAxis-FL	-0,283	0,777	-1,461	0,144

Tablo 3b. Pal-Distalizer ve Keleş-Slider gruplarında iskeletsel ve dişsel boyutsal ölçümler için tedavi öncesi cinsler arası farklılıkların değerlendirilmesine ait Mann-Whitney U testi sonuçları

Ölçümler	Pal-Distalizer		Keleş-Slider	
	Z	P	Z	P
1 U1R-FH	-1,133	0,257	-0,731	0,465
2 U1L-FH	-1,131	0,258	-0,365	0,715
3 U3R-FH	-1,838	0,066	-0,730	0,465
4 U3L-FH	-0,707	0,480	-0,183	0,855
5 U4R-FH	-1,273	0,203	-0,548	0,584
6 U4L-FH	-1,838	0,066	-0,730	0,465
7 U5R-FH	-0,990	0,322	-0,548	0,584
8 U5L-FH	-1,838	0,066	-0,548	0,584
9 U6R-FH	-0,990	0,322	-0,548	0,584
10 U6L-FH	-1,697	0,090	-0,365	0,715
11 U1R- PtV	-1,131	0,258	-1,095	0,273
12 U1L- PtV	-0,707	0,480	-1,095	0,273
13 U3R- PtV	-0,283	0,777	-0,365	0,715
14 U3L- PtV	-0,849	0,396	-0,730	0,465
15 U4R- PtV	-0,283	0,777	-0,365	0,715
16 U4L- PtV	-1,131	0,258	-0,730	0,465
17 U5R- PtV	-0,566	0,572	-0,183	0,855
18 U5L- PtV	-1,131	0,258	-0,548	0,584
19 U6R- PtV	-0,566	0,572	-0,183	0,855
20 U6L- PtV	-1,131	0,258	-0,365	0,715

4.1. Pal-Distalizer Grubunda Grup İçi Değişimlerin Değerlendirilmesine

İlişkin Eşleştirilmiş *t*-Testi Sonuçları

İskeletsel ölçümlerden ANB ve Max Occ P-FH açılarındaki $p < 0,05$ düzeyinde, A-PtV uzaklığında ise $p < 0,01$ düzeyinde olmak üzere istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlar bulunmuştur (Tablo 6a).

Dişsel açısal ölçümlerden U6RAxis-FL ve U6LAxis-FL ölçümlerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken, diğer ölçümlerden U1LAxis-FL açısında $p < 0,01$, kalan tüm ölçümlerde ise $p < 0,001$ düzeyinde olmak üzere önemli azalma gözlenmiştir (Tablo 6b).

Dişsel boyutsal ölçümlerden U5L-FH, U6R-FH, U1R-PtV ve U1L-PtV ölçümlerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken, U6L-FH ölçümünde $p < 0,05$ düzeyinde azalma, U5R-FH ölçümünde ise $p < 0,01$ düzeyinde artış gözlenmiştir. Diğer dişsel boyutsal ölçümlerde ise $p < 0,001$ düzeyinde önemli değişiklikler belirlenmiştir. Bu değişiklikler U1R-FH, U1L-FH, U3R-FH, U3L-FH, U4R-FH ve U4L-FH ölçümlerinde artış şeklinde iken, diğer ölçümlerde azalma şeklindedir (Tablo 6c).

Pal-Distalizer grubunda genel olarak, kaninler de dâhil olmak üzere üst keser dişlerin maksiller bazal kaide üzerinde dikleştiği (retrüze olduğu) ve ekstrüze olduğu, üst küçük azıların distale eğimlendiği, üst molar dişlerin eksen eğimlerinde önemli bir değişiklik olmadığı, premolar ve molar dişlerin önemli düzeyde bir distalizasyon hareketi yaptığı belirlenmiştir.

4.2. Keleş-Slider Grubunda Grup İçi Değerlendirmelere İlişkin Eşleştirilmiş

t-Testi Sonuçları

İskeletsel ölçümlerden Mand Hor P-FH açısında $p < 0,001$, A-PtV boyutunda $p < 0,05$ düzeyinde önemli artışlar gözlenirken, Max Occ P-FH açısında $p < 0,01$, B-PtV boyutunda ise $p < 0,05$ düzeyinde azalma bulunmuştur (Tablo 7a). Diğer ölçümlerde ise

önemli düzeyde bir değişiklik gözlenmemiştir.

Dişsel açısal ölçümlerden U1RAxis-FL, U1LAxis-FL, U3RAxis-FL ve U3LAxis-FL açılarında $p<0,001$ düzeyinde artış gözlenirken, U4LAxis-FL ve U5LAxis-FL açılarında $p<0,01$, diğer ölçümlerde ise $p<0,001$ düzeyinde olmak üzere önemli azalma gözlenmiştir.

Dişsel boyutsal ölçümlerden U5L-PtV ölçümünde önemli bir değişiklik gözlenmezken, U1R-FH, U1L-FH, U6R-FH ve U1R-FH ölçümlerinde $p<0,05$ düzeyinde, U3R-FH ölçümünde $p<0,01$ düzeyinde önemli artış gözlenmiştir. Diğer dişsel boyutsal ölçümlerde ise $p<0,001$ düzeyinde olmak üzere önemli değişiklikler belirlenmiştir. Bu değişiklikler U5R-PtV, U6R-PtV ve U6L-PtV ölçümlerinde azalma şeklinde iken, diğer ölçümlerde artış şeklindedir (Tablo 7c).

Keleş-Slider grubundaki değişiklikler genel olarak değerlendirildiğinde, önemli düzeyde olmak üzere molar dişlerin distalizasyon, üst keser dişlerin protrüzyon ve ekstrüzyon, kaninler ve 1. premolarların ise mezializasyon ve ekstrüzyon hareketi yaptığı, özellikle premolar ve molar dişlerin ekstrüzyonuna bağlı olarak dik yön yüz boyutlarının arttığı bulunmuştur.

4.3. Gruplar Arası Değerlendirmelere İlişkin Student's *t*-Testi ve Mann

Whitney-U Testi Sonuçları

Gruplar arası farklılıkların karşılaştırılması sonucunda iskeletsel ölçümlerden Max Occ P-FH açısında $p<0,001$ düzeyinde, B-PtV ölçümünde $p<0,05$ düzeyinde olmak üzere önemli gruplar arası farklılık bulunmuştur. Diğer ölçümlerde ise önemli bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 8a).

Dişsel açısal ölçümlerden U6LAxis-FL ölçümünde gruplar arasında önemli farklılık bulunamazken, U6RAxis-FL ölçümünde $p<0,05$ düzeyinde, diğer ölçümlerde

ise $p<0,001$ düzeyinde önemli gruplar arası farklılık bulunmuştur (Tablo 8b).

Dişsel boyutsal ölçümlerden U1R-FH, U1L-FH, U6R-FH, U6R-PtV ve U6L-PtV ölçümlerinde önemli gruplar arası farklılık bulunmazken, U3R-FH, U3L-FH ve U5R-FH ölçümlerinde $p<0,05$, U6L-FH ölçümünde $p<0,01$, diğer ölçümlerde ise $p<0,001$ düzeyinde önemli gruplar arası farklılık bulunmuştur (Tablo 8c).

Gruplar arası farklılıklara ilişkin sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde; Pal-Distalizer grubunda kesici dişlerin retrüzyon ve ekstrüzyon yaptığı, Keleş-Slider grubunda kesici dişlerin protrüzyon yaptığı, premolar ve molar dişlerin daha fazla ekstrüzyon yaptığı, bu nedenle dik yön boyutunun daha fazla arttığı gözlenmiştir. Molar distalizasyonu açısından gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı, ancak Keleş-Slider grubunda ankraj kaybının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4a. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi öncesi iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	73,31	82,15	80,30	2,44
2 SNB	73,62	80,66	77,37	1,86
3 ANB	-0,31	5,30	2,93	1,59
4 Mand Hor P-FH	10,30	27,08	19,74	4,33
5 Max Occ P-FH	1,54	13,59	7,78	2,94
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	44,53	55,85	49,80	3,44
2 B-PtV	40,81	49,65	44,71	3,28
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	97,33	117,25	106,95	5,06
2 U1LAxis-FL	95,17	116,73	105,98	5,68
3 U3RAxis-FL	101,25	121,27	109,75	6,50
4 U3LAxis-FL	104,10	123,67	112,25	5,72
5 U4RAxis-FL	87,97	105,17	97,65	5,11
6 U4LAxis-FL	91,44	103,69	98,66	3,67
7 U5RAxis-FL	84,15	102,49	91,83	5,89
8 U5LAxis-FL	83,66	100,34	91,95	4,69
9 U6RAxis-FL	76,01	102,11	88,23	6,26
10 U6LAxis-FL	79,61	102,90	88,34	5,49

Tablo 4b. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi öncesi dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	43,31	54,51	49,06	3,60
2	U1L-FH	43,36	55,16	49,05	3,44
3	U3R-FH	38,00	52,13	46,09	4,14
4	U3L-FH	40,08	52,95	45,51	3,52
5	U4R-FH	42,31	51,06	46,75	3,19
6	U4L-FH	41,81	52,10	46,55	3,25
7	U5R-FH	41,48	50,85	46,17	3,26
8	U5L-FH	41,65	52,14	46,11	3,52
9	U6R-FH	39,28	50,48	45,04	3,55
10	U6L-FH	39,87	51,60	45,01	3,74
11	U1R- PtV	47,51	60,03	52,38	3,73
12	U1L- PtV	45,45	59,97	52,22	4,03
13	U3R- PtV	41,38	54,92	47,30	3,88
14	U3L- PtV	41,98	57,44	47,74	4,39
15	U4R- PtV	32,62	46,16	39,11	3,86
16	U4L- PtV	33,76	48,15	39,58	4,07
17	U5R- PtV	26,56	39,76	32,86	3,91
18	U5L- PtV	27,71	41,53	33,20	4,02
19	U6R- PtV	21,13	34,41	27,17	4,12
20	U6L- PtV	21,98	35,77	27,67	3,87

Tablo 4c. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi sonrası iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	72,02	83,19	80,61	2,95
2 SNB	71,42	80,12	77,03	2,53
3 ANB	0,60	6,14	3,58	1,59
4 Mand Hor P-FH	11,52	26,09	19,50	4,00
5 Max Occ P-FH	1,86	13,29	8,76	3,31
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	45,21	56,14	50,69	3,18
2 B-PtV	40,99	51,45	45,00	2,98
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	96,90	113,86	103,47	5,21
2 U1LAxis-FL	99,14	123,52	115,32	6,97
3 U3RAxis-FL	96,65	119,79	103,35	6,56
4 U3LAxis-FL	96,32	116,00	105,15	5,48
5 U4RAxis-FL	80,12	101,25	90,56	5,40
6 U4LAxis-FL	91,44	103,69	98,66	3,67
7 U5RAxis-FL	73,95	92,87	82,98	5,40
8 U5LAxis-FL	73,19	91,39	81,62	5,01
9 U6RAxis-FL	78,91	96,62	85,78	4,90
10 U6LAxis-FL	76,52	93,21	85,34	4,74

Tablo 4d. Pal-Distalizer grubuna ait tedavi sonrası dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	44,83	55,15	50,03	3,34
2	U1L-FH	44,40	55,13	49,87	3,46
3	U3R-FH	41,56	53,85	48,01	3,73
4	U3L-FH	43,07	52,55	47,58	2,77
5	U4R-FH	42,76	52,50	47,83	3,07
6	U4L-FH	43,79	51,81	47,52	2,93
7	U5R-FH	41,42	51,27	46,67	3,25
8	U5L-FH	41,87	51,29	46,04	3,32
9	U6R-FH	39,48	49,12	45,17	3,26
10	U6L-FH	39,66	49,49	44,47	3,47
11	U1R- PtV	46,62	59,60	52,39	3,63
12	U1L- PtV	44,80	59,31	52,42	3,87
13	U3R- PtV	39,41	53,94	45,89	3,77
14	U3L- PtV	40,61	54,68	45,96	4,13
15	U4R- PtV	30,35	45,13	37,38	3,74
16	U4L- PtV	31,32	43,43	37,35	3,50
17	U5R- PtV	23,46	37,24	30,07	3,52
18	U5L- PtV	24,48	36,89	30,17	3,30
19	U6R- PtV	17,40	31,85	23,92	3,68
20	U6L- PtV	18,83	29,94	24,08	3,17

Tablo 4e. Pal-Distalizer grubunda iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	-1,29	2,20	0,30	0,92
2 SNB	-2,20	1,59	-0,35	1,09
3 ANB	-1,20	2,71	0,65	0,95
4 Mand Hor P-FH	-2,94	2,44	-0,23	1,87
5 Max Occ P-FH	-0,96	4,08	0,98	1,37
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	-0,09	2,86	0,89	0,96
2 B-PtV	-3,24	2,87	0,29	1,53
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	-6,29	-0,43	-3,48	1,67
2 U1LAxis-FL	-5,85	2,44	-2,36	2,42
3 U3RAxis-FL	-11,27	-1,33	-6,40	2,81
4 U3LAxis-FL	-17,38	1,04	-7,09	4,23
5 U4RAxis-FL	-10,41	-0,64	-7,09	2,59
6 U4LAxis-FL	-12,75	-2,69	-8,10	3,00
7 U5RAxis-FL	-12,55	-3,83	-8,85	2,47
8 U5LAxis-FL	-16,81	-5,01	-10,33	3,41
9 U6RAxis-FL	-13,49	5,32	-2,45	5,65
10 U6LAxis-FL	-13,12	6,06	-3,00	5,57

Tablo 4f. Pal-Distalizer grubunda dişsel boyutsal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	-0,04	1,83	0,97	0,63
2	U1L-FH	-0,41	1,59	0,82	0,55
3	U3R-FH	0,63	3,56	1,93	0,83
4	U3L-FH	-0,40	3,76	2,07	1,23
5	U4R-FH	0,00	2,66	1,08	0,76
6	U4L-FH	-0,29	2,44	0,97	0,81
7	U5R-FH	-0,36	1,76	0,49	0,55
8	U5L-FH	-1,24	1,34	-0,07	0,77
9	U6R-FH	-1,36	1,01	0,13	0,67
10	U6L-FH	-2,36	0,53	-0,53	0,81
11	U1R- PtV	-1,01	1,73	0,02	0,93
12	U1L- PtV	-0,85	2,47	0,20	1,00
13	U3R- PtV	-3,26	0,35	-1,41	1,16
14	U3L- PtV	-4,70	1,17	-1,78	1,38
15	U4R- PtV	-4,52	0,09	-1,73	1,24
16	U4L- PtV	-4,72	0,60	-2,23	1,42
17	U5R- PtV	-4,74	-0,99	-2,79	1,01
18	U5L- PtV	-5,35	-0,36	-3,02	1,53
19	U6R- PtV	-5,25	-0,17	-3,26	1,48
20	U6L- PtV	-6,60	-0,54	-3,59	2,03

Tablo 5a. Keleş-Slider grubuna ait tedavi öncesi iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	71,49	82,12	78,42	3,65
2 SNB	73,01	77,99	75,62	1,92
3 ANB	-1,52	5,06	2,80	2,07
4 Mand Hor P-FH	13,89	27,46	19,29	4,06
5 Max Occ P-FH	0,99	12,39	4,52	2,99
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	43,84	54,23	48,12	3,18
2 B-PtV	35,99	49,95	43,33	4,10
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	98,86	119,23	110,52	6,04
2 U1LAxis-FL	95,55	122,44	110,15	6,76
3 U3RAxis-FL	96,71	117,28	107,53	4,76
4 U3LAxis-FL	95,42	116,45	105,38	5,57
5 U4RAxis-FL	89,28	103,81	96,65	4,14
6 U4LAxis-FL	88,44	103,20	95,61	4,35
7 U5RAxis-FL	83,88	96,76	92,17	3,90
8 U5LAxis-FL	83,43	99,79	90,94	5,01
9 U6RAxis-FL	80,21	92,72	88,05	3,75
10 U6LAxis-FL	80,37	94,43	88,18	4,47

Tablo 5b. Keleş-Slider grubuna ait tedavi öncesi dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	45,07	53,88	48,15	2,43
2	U1L-FH	44,35	53,32	48,01	2,82
3	U3R-FH	34,49	51,06	45,73	4,37
4	U3L-FH	35,17	51,10	45,81	3,85
5	U4R-FH	43,18	53,54	47,13	2,83
6	U4L-FH	42,96	53,58	47,11	2,88
7	U5R-FH	43,59	53,27	46,66	2,80
8	U5L-FH	42,02	52,43	46,36	2,95
9	U6R-FH	42,03	52,91	45,55	2,92
10	U6L-FH	40,77	52,73	45,26	3,16
11	U1R- PtV	46,57	60,63	52,09	4,33
12	U1L- PtV	44,21	59,42	52,23	4,21
13	U3R- PtV	39,96	56,17	45,20	4,62
14	U3L- PtV	40,99	53,03	44,81	3,97
15	U4R- PtV	32,46	46,74	37,82	4,16
16	U4L- PtV	34,22	44,18	37,59	3,43
17	U5R- PtV	25,39	40,35	31,24	4,00
18	U5L- PtV	27,86	37,48	31,18	3,21
19	U6R- PtV	20,64	33,87	25,70	3,64
20	U6L- PtV	22,25	30,98	25,88	2,81

Tablo 5c. Keleş-Slider grubuna ait tedavi sonrası iskeletsel ve dişsel açısal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	72,86	82,70	78,96	3,36
2 SNB	72,76	79,05	75,86	1,83
3 ANB	0,10	5,50	3,10	1,89
4 Mand Hor P-FH	15,19	31,08	20,47	4,44
5 Max Occ P-FH	0,39	11,20	3,51	2,74
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	44,24	54,25	48,41	3,14
2 B-PtV	34,25	48,56	42,52	4,60
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	99,14	123,52	115,32	6,97
2 U1LAxis-FL	103,50	126,52	114,88	7,36
3 U3RAxis-FL	101,07	121,74	113,28	5,00
4 U3LAxis-FL	98,04	128,36	111,09	7,89
5 U4RAxis-FL	87,81	101,19	94,25	3,64
6 U4LAxis-FL	84,21	106,23	93,67	6,01
7 U5RAxis-FL	77,97	96,15	87,79	4,90
8 U5LAxis-FL	76,79	95,50	87,43	5,58
9 U6RAxis-FL	75,56	87,19	81,50	4,39
10 U6LAxis-FL	72,41	92,65	82,85	6,36

Tablo 5d. Keleş-Slider grubuna ait tedavi sonrası dişsel boyutsal ölçümlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	45,30	56,33	48,72	2,83
2	U1L-FH	43,83	56,57	48,58	3,50
3	U3R-FH	35,72	55,10	46,77	4,63
4	U3L-FH	35,87	53,47	46,90	4,13
5	U4R-FH	46,31	57,68	49,51	3,14
6	U4L-FH	44,81	56,89	49,25	3,17
7	U5R-FH	44,75	55,68	47,69	3,06
8	U5L-FH	44,66	55,81	47,63	3,07
9	U6R-FH	42,67	54,38	46,10	3,14
10	U6L-FH	42,46	54,85	45,85	3,43
11	U1R- PtV	47,59	62,54	54,24	4,15
12	U1L- PtV	47,73	61,27	54,36	4,00
13	U3R- PtV	42,80	57,70	47,62	4,41
14	U3L- PtV	43,30	55,58	47,50	3,76
15	U4R- PtV	34,80	48,64	39,99	4,19
16	U4L- PtV	35,77	47,17	39,84	3,69
17	U5R- PtV	23,73	39,32	30,29	4,18
18	U5L- PtV	26,09	36,24	30,74	3,29
19	U6R- PtV	15,44	28,66	22,12	3,64
20	U6L- PtV	18,93	28,04	22,94	2,91

Tablo 5e. Keleş-Slider grubunda iskeletsel ve dişsel açısal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
I-İskeletsel ölçümler				
a- Açısal ölçümler				
1 SNA	-0,80	1,52	0,55	0,85
2 SNB	-0,89	2,63	0,25	1,10
3 ANB	-1,11	1,62	0,30	0,72
4 Mand Hor P-FH	-0,26	3,62	1,18	1,06
5 Max Occ P-FH	-3,32	1,16	-1,01	1,08
b- Boyutsal ölçümler				
1 A-PtV	-0,57	1,09	0,29	0,45
2 B-PtV	-4,02	0,75	-0,81	1,21
II- Dişsel ölçümler				
a-Açısal ölçümler				
1 U1RAxis-FL	0,28	9,83	4,80	2,81
2 U1LAxis-FL	0,26	10,87	4,73	3,03
3 U3RAxis-FL	-2,74	11,80	5,75	3,45
4 U3LAxis-FL	1,41	17,08	5,71	4,02
5 U4RAxis-FL	-5,13	1,66	-2,40	2,21
6 U4LAxis-FL	-5,25	3,03	-1,93	2,38
7 U5RAxis-FL	-8,84	1,17	-4,37	2,93
8 U5LAxis-FL	-8,29	7,59	-3,51	4,06
9 U6RAxis-FL	-12,22	-1,50	-6,55	2,65
10 U6LAxis-FL	-13,52	1,25	-5,33	4,08

Tablo 5f. Keleş-Slider grubunda dişsel boyutsal ölçümler için farklara ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri

	Ölçümler	Minimum	Maksimum	Ortalama	S. Sapma
1	U1R-FH	-0,68	2,45	0,57	0,93
2	U1L-FH	-0,52	3,25	0,57	0,96
3	U3R-FH	-0,22	4,04	1,03	1,10
4	U3L-FH	0,14	2,85	1,09	0,87
5	U4R-FH	1,14	4,14	2,38	0,80
6	U4L-FH	0,68	3,36	2,15	0,77
7	U5R-FH	-0,30	2,41	1,03	0,76
8	U5L-FH	0,00	3,38	1,26	1,01
9	U6R-FH	-0,44	2,30	0,56	0,84
10	U6L-FH	-0,84	2,33	0,59	0,97
11	U1R- PtV	0,85	3,62	2,15	0,88
12	U1L- PtV	1,14	3,73	2,13	0,74
13	U3R- PtV	0,97	3,85	2,42	0,86
14	U3L- PtV	1,42	5,38	2,69	0,89
15	U4R- PtV	1,33	3,39	2,17	0,60
16	U4L- PtV	1,14	4,42	2,25	0,92
17	U5R- PtV	-2,03	0,62	-0,96	0,75
18	U5L- PtV	-1,80	2,18	-0,44	1,05
19	U6R- PtV	-5,21	-1,15	-3,59	1,07
20	U6L- PtV	-5,35	-1,87	-2,94	1,08

Tablo 6a. Pal-Distalizer grubunda iskeletsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon		Distalizasyon		t	P
	öncesi		sonrası			
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
I-İskeletsel ölçümler						
a- Açısal ölçümler						
1 SNA	80,30	2,44	80,61	2,95	-1,148	,276
2 SNB	77,37	1,86	77,03	2,53	1,101	,294
3 ANB	2,93	1,59	3,58	1,59	-2,371	,037
4 Mand Hor P-FH	19,74	4,33	19,50	4,00	0,464	,650
5 Max Occ P-FH	7,78	2,94	8,76	3,31	-2,656	,020
b- Boyutsal ölçümler						
1 A-PtV	49,80	3,44	50,69	3,18	-3,471	,004
2 B-PtV	44,71	3,28	45,00	2,98	-0,717	,486

Tablo 6b. Pal-Distalizer grubunda açısal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon öncesi		Distalizasyon sonrası		<i>t</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1RAxis-FL	106,95	5,06	103,47	5,21	7,796	,000
2 U1LAxis-FL	105,98	5,68	103,62	6,76	3,646	,003
3 U3RAxis-FL	109,75	6,50	103,35	6,56	8,523	,000
4 U3LAxis-FL	112,25	5,72	105,15	5,48	6,274	,000
5 U4RAxis-FL	97,65	5,11	90,56	5,40	10,260	,000
6 U4LAxis-FL	98,66	3,67	90,56	4,32	10,109	,000
7 U5RAxis-FL	91,83	5,89	82,98	5,40	13,392	,000
8 U5LAxis-FL	91,95	4,69	81,62	5,01	11,343	,000
9 U6RAxis-FL	88,23	6,26	85,78	4,90	1,621	,129
10 U6LAxis-FL	88,34	5,49	85,34	4,74	2,015	,065

Tablo 6c. Pal-Distalizer grubunda boyutsal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon öncesi		Distalizasyon sonrası		<i>t</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1R-FH	49,06	3,60	50,03	3,34	-5,773	,000
2 U1L-FH	49,05	3,44	49,87	3,46	-5,561	,000
3 U3R-FH	46,09	4,14	48,01	3,73	-8,695	,000
4 U3L-FH	45,51	3,52	47,58	2,77	-6,257	,000
5 U4R-FH	46,75	3,19	47,83	3,07	-5,354	,000
6 U4L-FH	46,55	3,25	47,52	2,93	-4,455	,001
7 U5R-FH	46,17	3,26	46,67	3,25	-3,356	,005
8 U5L-FH	46,11	3,52	46,04	3,32	0,319	,755
9 U6R-FH	45,04	3,55	45,17	3,26	-0,711	,490
10 U6L-FH	45,01	3,74	44,47	3,47	2,453	,029
11 U1R- PtV	52,38	3,73	52,39	3,63	-0,077	,939
12 U1L- PtV	52,22	4,03	52,42	3,87	-0,735	,475
13 U3R- PtV	47,30	3,88	45,89	3,77	4,570	,001
14 U3L- PtV	47,74	4,39	45,96	4,13	4,817	,000
15 U4R- PtV	39,11	3,86	37,38	3,74	5,227	,000
16 U4L- PtV	39,58	4,07	37,35	3,50	5,866	,000
17 U5R- PtV	32,86	3,91	30,07	3,52	10,274	,000
18 U5L- PtV	33,20	4,02	30,17	3,30	7,397	,000
19 U6R- PtV	27,17	4,12	23,92	3,68	8,209	,000
20 U6L- PtV	27,67	3,87	24,08	3,17	6,614	,000

Tablo 7a. Keleş-Slider grubunda iskeletsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon		Distalizasyon		<i>t</i>	P
	öncesi		sonrası			
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
I-İskeletsel ölçümler						
<i>a- Açısal ölçümler</i>						
1 SNA	78,42	3,65	78,96	3,36	-1,934	,089
2 SNB	75,62	1,92	75,86	1,83	-0,673	,520
3 ANB	2,80	2,07	3,10	1,89	-1,244	,249
4 Mand Hor P-FH	19,29	4,06	20,47	4,44	-4,189	,001
5 Max Occ P-FH	4,52	2,99	3,51	2,74	3,500	,004
<i>b- Boyutsal ölçümler</i>						
1 A-PtV	48,12	3,18	48,41	3,14	-2,430	,030
2 B-PtV	43,33	4,10	42,52	4,60	2,489	,027

Tablo 7b. Keleş-Sider grubunda açısal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon öncesi		Distalizasyon sonrası		<i>t</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1RAxis-FL	110,52	6,04	115,32	6,97	-6,387	,000
2 U1LAxis-FL	110,15	6,76	114,88	7,36	-5,832	,000
3 U3RAxis-FL	107,53	4,76	113,28	5,00	-6,233	,000
4 U3LAxis-FL	105,38	5,57	111,09	7,89	-5,317	,000
5 U4RAxis-FL	96,65	4,14	94,25	3,64	4,062	,001
6 U4LAxis-FL	95,61	4,35	93,67	6,01	3,039	,009
7 U5RAxis-FL	92,17	3,90	87,79	4,90	5,577	,000
8 U5LAxis-FL	90,94	5,01	87,43	5,58	3,235	,007
9 U6RAxis-FL	88,05	3,75	81,50	4,39	9,228	,000
10 U6LAxis-FL	88,18	4,47	82,85	6,36	4,885	,000

Tablo 7c. Keleş-Slider grubunda boyutsal dişsel ölçümler için tedaviye bağlı değişikliklere ilişkin Eşleştirilmiş *t*-testi sonuçları

Ölçümler	Distalizasyon öncesi		Distalizasyon sonrası		<i>t</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1R-FH	48,15	2,43	48,72	2,83	-2,291	,039
2 U1L-FH	48,01	2,82	48,58	3,50	-2,203	,046
3 U3R-FH	45,73	4,37	46,77	4,63	-3,512	,004
4 U3L-FH	45,81	3,85	46,90	4,13	-4,660	,000
5 U4R-FH	47,13	2,83	49,51	3,14	-11,181	,000
6 U4L-FH	47,11	2,88	49,25	3,17	-10,410	,000
7 U5R-FH	46,66	2,80	47,69	3,06	-5,089	,000
8 U5L-FH	46,36	2,95	47,63	3,07	-4,682	,000
9 U6R-FH	45,55	2,92	46,10	3,14	-2,496	,027
10 U6L-FH	45,26	3,16	45,85	3,43	-2,293	,039
11 U1R- PtV	52,09	4,33	54,24	4,15	-9,210	,000
12 U1L- PtV	52,23	4,21	54,36	4,00	-10,722	,000
13 U3R- PtV	45,20	4,62	47,62	4,41	-10,485	,000
14 U3L- PtV	44,81	3,97	47,50	3,76	-11,318	,000
15 U4R- PtV	37,82	4,16	39,99	4,19	-13,576	,000
16 U4L- PtV	37,59	3,43	39,84	3,69	-9,162	,000
17 U5R- PtV	31,24	4,00	30,29	4,18	4,734	,000
18 U5L- PtV	31,18	3,21	30,74	3,29	1,561	,142
19 U6R- PtV	25,70	3,64	22,12	3,64	12,550	,000
20 U6L- PtV	25,88	2,81	22,94	2,91	10,194	,000

Tablo 8a. İskeletsel ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's *t*-testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları

Ölçümler	Pal-Distalizer		Keleş-Slider		<i>t</i> / <i>Z</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
I-İskeletsel ölçümler						
<i>a- Açısal ölçümler</i>						
1 SNA	0,30	0,92	0,55	0,85	-0,618	,544
2 SNB	-0,35	1,09	0,25	1,10	-1,230	,234
3 ANB	0,65	0,95	0,30	0,72	0,928	,365
4 Mand Hor P-FH*	-0,23	1,87	1,18	1,06	-1,838*	,069
5 Max Occ P-FH	0,98	1,37	-1,01	1,08	4,252	,000
<i>b- Boyutsal ölçümler</i>						
1 A-PtV*	0,89	0,96	0,29	0,45	-1,563*	,118
2 B-PtV	0,29	1,53	-0,81	1,21	2,107	,045

*Normal dağılım göstermeyen parametreler için Mann Whitney-U testine ilişkin Z değerleri verilmiştir.

Tablo 8b. Dişsel açısal ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's *t*-testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları

Ölçümler	Pal-Distalizer		Keleş-Slider		<i>t</i> / <i>Z</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1RAxis-FL*	-3,48	1,67	4,80	2,81	-4,503*	,000
2 U1LAxis-FL	-2,36	2,42	4,73	3,03	-6,832	,000
3 U3RAxis-FL	-6,40	2,81	5,75	3,45	-10,214	,000
4 U3LAxis-FL	-7,09	4,23	5,71	4,02	-8,211	,000
5 U4RAxis-FL	-7,09	2,59	-2,40	2,21	-5,164	,000
6 U4LAxis-FL	-8,10	2,98	-1,93	2,38	-6,032	,000
7 U5RAxis-FL	-8,85	2,47	-4,37	2,93	-4,366	,000
8 U5LAxis-FL	-10,33	3,41	-3,51	4,06	-4,817	,000
9 U6RAxis-FL*	-2,45	5,65	-6,55	2,65	-2,435*	,015
10 U6LAxis-FL	-3,00	5,57	-5,33	4,08	1,261	,218

*Normal dağılım göstermeyen parametreler için Mann Whitney-U testine ilişkin Z değerleri verilmiştir.

Tablo 8c. Dişsel boyutsal ölçümler için gruplar arası karşılaştırmalara ilişkin Student's *t*-testi ve Mann Whitney U Testi sonuçları

Ölçümler	Pal-Distalizer		Keleş-Slider		<i>t</i> / <i>Z</i>	P
	Ort.	S. S.	Ort.	S.S.		
1 U1R-FH	0,97	0,63	0,57	0,93	1,344	,190
2 U1L-FH	0,82	0,55	0,57	0,96	0,851	,402
3 U3R-FH	1,93	0,83	1,03	1,10	2,418	,023
4 U3L-FH	2,07	1,23	1,09	0,87	2,417	,023
5 U4R-FH	1,08	0,76	2,38	0,80	-4,418	,000
6 U4L-FH	0,97	0,81	2,15	0,77	-3,928	,001
7 U5R-FH	0,49	0,55	1,03	0,76	-2,156	,041
8 U5L-FH	-0,07	0,77	1,26	1,01	-3,912	,001
9 U6R-FH	0,13	0,67	0,56	0,84	-1,506	,144
10 U6L-FH	-0,53	0,81	0,59	0,97	-3,334	,003
11 U1R- PtV	0,02	0,93	2,15	0,88	-6,250	,000
12 U1L- PtV	0,20	0,99	2,13	0,74	-5,800	,000
13 U3R- PtV	-1,41	1,16	2,42	0,86	-9,932	,000
14 U3L- PtV	-1,78	1,38	2,69	0,89	-10,167	,000
15 U4R- PtV	-1,73	1,24	2,17	0,60	-10,623	,000
16 U4L- PtV	-2,23	1,42	2,25	0,92	-9,900	,000
17 U5R- PtV	-2,79	1,01	-0,96	0,75	-5,417	,000
18 U5L- PtV	-3,02	1,53	-0,44	1,05	-5,221	,000
19 U6R- PtV	-3,26	1,48	-3,59	1,07	0,675	,506
20 U6L- PtV*	-3,59	2,03	-2,94	1,08	-1,011*	,312

* Normal dağılım göstermeyen parametreler için Mann Whitney-U testine ilişkin Z değeri verilmiştir.

5. TARTIŞMA

Dişsel Sınıf II maloklüzyonların düzeltilmesinde seçenekler arasında çekimli ortodontik tedavi yanı sıra üst molarların distalizasyonu da yer almaktadır. Öte yandan hastanın yumuşak doku profili ortodontik tedavi planlamalarında dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Çekimli tedavinin, hastanın yüz estetiğini olumsuz yönde etkilediğini belirten çalışmalar^{2-5, 109, 167} yanında, aksi yönde görüş belirten çalışmalar^{3, 7-12} da bulunmaktadır. Son yıllarda ortodontide sınır vakalarda çekimsiz tedavi yaklaşımları daha fazla benimsenmeye başlamıştır. Çalışmamıza dâhil edilen bireyler dişsel Sınıf II maloklüzyona ve kabul edilebilir bir yumuşak doku profiline sahip oldukları için, üst molar distalizasyonu ile çekimsiz tedavi seçeneği uygulanmıştır.

Sınıf II maloklüzyonların çekimsiz tedavisinde üst 1. molar dişlerin distalizasyonu, ağız dışı kuvvet uygulayan headgearlerin^{109, 118-121, 123-132, 134} yanısıra ağız içi kuvvet uygulayan birçok farklı mekanikle de^{29, 30, 32, 33, 35-42, 144-155} sağlanabilmektedir.

Çekimsiz tedavilerde, headgearlar üst molar distalizasyonunda kullanılan ilk apareylerdendir.^{113, 123, 131, 138, 154, 155} Headgearlarla etkili bir şekilde üst molar distalizasyonu sağlandığı birçok çalışmada gösterilmiştir.^{6, 113, 117, 121, 123-127, 129, 130, 133} Bunun yanısıra, hareketli veya sabit ağız içi apareylerin headgearlarla kombine edilerek üst molar distalizasyonunda kullanıldığı da görülmektedir.^{35, 151-153} Söz konusu mekaniklerle etkili şekilde üst molar distalizasyonu sağlanmasına rağmen, bu apareylerin hastalar tarafından zor kabullenilmesi¹³⁻¹⁵ ve tedavi başarısının hasta kooperasyonuna bağlı olması, bu tür mekaniklerin dezavantajları arasında yer almaktadır.^{24, 30, 35, 37, 69, 113, 136, 137, 141, 143, 163, 167, 189, 202, 209} Ayrıca literatürde headgearlerin, ağız ve çevresi yumuşak dokularda yaralanmalara sebep olduğuna, boyun

kaslarına ve vertebralara fizyolojik olmayan kuvvet uyguladığına, saç dökülmelerine ve deri irritasyonlarına yol açtıklarına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır.^{21, 22, 157, 158}

Araştırmacılar, headgearlerin bu olumsuz yanları nedeniyle, hasta kooperasyonuna ihtiyacı azaltan alternatif ağız içi distalizasyon mekanikleri geliştirmeye yönelmişlerdir.

^{24, 26-28, 30-37, 113, 135-137, 140, 187, 188} Bu mekaniklerde bukkal veya palatinal bölgeden uygulanan mıknatıslar, Ni-Ti açık sarmal yaylar, Ni-Ti teller, vidalar veya TMA zemberekler gibi yardımcı kuvvet elemanları ile molar distalizasyonu yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmamızda klasik molar distalizasyon apareyi olarak kuvvetin palatinal bölgeden uygulandığı ve molar dişleri intikali hareketle distale ettiği belirtilen Keleş-Slider apareyi, yeni nesil distalizasyon aygıtı olarak da damak bölgesine yerleştirilen iki adet mini vidadan destek alınarak herhangi bir ankraj kaybı olmaksızın molar distalizasyonunun gerçekleştirilebildiği belirtilen Pal-Distalizer apareyi kullanılmıştır.

Molar distalizasyonu için uygulanan kuvvet şiddetinin diş hareketine olan etkisini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır.^{147, 264} Uygulanan kuvvetin büyüklüğü, diş hareketi sırasında oluşan kemik rezorpsiyon tipi ile ankraj alınan bölgede meydana gelecek hareket açısından önemlidir. Optimal kuvvet kullanımı ile hareketi istenen dişler hareket ederken, ankraj dişlerde hareket beklenmez. Aşırı kuvvetler uygulandığında, hareket etmesi istenen dişe, gerekli kuvvet miktarının üzerinde bir kuvvet yüklendiğinden hem ankraj kaybı oluşabilir hem de istenmeyen patolojik sonuçlar ortaya çıkabilir.²⁶⁵ Üst molar dişlerde distalizasyon hareketi elde edebilmek için gerekli optimal kuvvetin miktarını, Jarabak ve Fizzel⁹⁶ yaklaşık 300-320 gram, Bench ve arkadaşları²⁶⁶ ise yaklaşık 180 gram olarak belirtmişlerdir. Bondemark ve arkadaşları¹⁷⁰, uygulanan kuvvetin optimal düzeyden fazla olduğu durumlarda, ankrajın artırılması gerektiğini aksi halde overjet 2 mm'yi aşan bir artış oluşabileceğini

bildirmişlerdir.

Keleş³⁹, Keleş-Slider apareyiyle molar distalizasyonunda yaklaşık 200 gram kuvvet uygulamıştır. Çalışmamızda da buna uygun olarak 200 gram kuvvet uygulayacak şekilde 1,5 cm uzunluğunda Ni-Ti açık sarmal yaylar kuvvet elemanı olarak kullanılmıştır. Pal-Distalizer apareyinde ise kuvvet elemanı olan hafızalı vidalar için, üretici firma tarafından (Forestadent, Pforzheim, Deutschland), vidanın 6 çeyrek tur döndürülmesiyle 1 mm ilerleme ilerleme olduğu (vida adımı yaklaşık olarak 0,175 mm) belirtilmiştir. Bu 1 mm'lik tam aktivasyonla hafızalı vida içerisindeki Ni-Ti açık sarmal yay aracılığıyla yaklaşık 500 gram kuvvet oluştuğu belirtmiştir. Çalışmamızda aparey hasta ağzına önce pasif olarak uygulanmış, daha sonra hastalar 3 haftada bir randevuya çağırılmış ve hafızalı vidalar 3 çeyrek tur çevrilerek aktivasyon sağlanmıştır.

Optimum kuvvet, dişlere ve çevre dokulara zarar oluşturmadan ve hastaya rahatsızlık vermeden en hızlı diş hareketi oluşturan kuvvet olarak tanımlanabilir. Dişleri çevreleyen dokularda uygulanan kuvvete karşı optimum düzeyde biyolojik cevap alabilmek için, kuvvetin hafif düzeyde olmasının yanı sıra sürekliliğinin yani iki aktivasyon arasında oluşan kuvvet kaybının az olmasının da büyük önemi vardır.²⁶⁵ Sürekli kuvvetlerde, iki aktivasyon arasında kuvvetin şiddeti yavaş yavaş azalır fakat sıfırlanmaz, bu nedenle dişin çevreleyen dokular üzerindeki uyarı ortadan kalkmadığından hızlı, düzenli ve kontrollü diş hareketlerinin elde edilmesine yardımcı olur. Ni-Ti açık sarmal yayların uyguladıkları kuvvetler bu tip kuvvetlerdir.²⁶⁵ Çalışmamızda kullandığımız Pal-Distalizer ve Keleş-Slider apareylerinin kuvvet elemanları, bu tip Ni-Ti açık sarmal yaylardan oluştuğu için her iki aparey de aynı tip kuvvet uygulamaktadır.

Kalra³⁴ ile Keleş ve Sayınsu³⁸ üst 1. molar dişler intikali olarak distale hareket

ettirilemediğinde, ortodontik tedavinin ileri aşamalarında ankraj kaybı meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Bir dişte intikali hareket elde edebilmek için, kuvvet çizgisinin dişin direnç merkezinden geçmesi gerekmektedir.²⁶⁵ Birçok çalışmada Distal-Jet^{36, 143, 203} ve Keleş-Slider^{39, 50, 140, 208, 209} apareylerinde kuvvetin üst 1. molar dişin direnç merkezinden uygulandığı, bu nedenle intikali diş hareketi elde edildiği belirtilmiştir. Kuvvetin uygulama noktasının belirtilmediği bazı çalışmalarda da molar dişlerde intikali hareket elde edildiği belirtilmiştir.^{34, 37, 38, 165, 217} Çalışmamızda Keleş-Slider ve Pal-Distalizer apareyleri ile üst 1. molar dişin direnç merkezinden geçecek şekilde kuvvet uygulanarak intikali diş hareketinin elde edilmesi hedeflenmiştir.

Ağız içi molar distalizasyon mekaniklerinin çoğunda, ankraj olarak palatinal bölgeyle birlikte 1., 2. premolar dişler veya her iki premolar diştan destek alan modifiye Nance apareyi kullanılmaktadır. Ancak ankraj ünitesi olarak modifiye Nance apareyinin kullanıldığı vakalarda meydana gelen ankraj kaybı, araştırmacıları farklı ankraj üniteleri arayışına yöneltmiştir. Ankraj kaybını önlemek amacıyla ilk olarak osseointegre implantların kullanımı gündeme gelmiş ve 1970 yılında Linkow⁴² bu implantların başarılı olarak uygulandığı iki vakasını sunmuştur. Daha sonra birçok araştırmacı^{43-50, 214} tarafından, bu implantların başarılı olarak uygulandığı klinik ve laboratuvar çalışmaları sunulmuştur.

Block ve Hoffman⁵¹, bir yüzünde vida yuvası bulunan, diğer yüzünde ise kemik yüzeyine biointegre olan hidroksi-apatit kaplı titanyum diskleri ortodontik ankraj amacıyla kullanmışlardır. Onplant olarak adlandırılan ve geçici ankraj ünitesi olarak kullanılan bu titanyum diskler, daha sonra birçok klinisyen tarafından uygulanmış ve ankraj amaçlı kullanımlarının uygun olduğu bildirilmiştir.⁵²⁻⁶⁰

Ortodontik ankraj amacıyla kullanılan implant ve onplantların

osseointegrasyonları için, hasta ağızına yerleştirildikten sonra 2-7 aylık bir zamana ihtiyaç vardır.^{46, 47, 73} Bu durum ortodontik tedavi süresini osseointegrasyon süresi kadar uzatmaktadır. Ortodontik tedavi sonrası sökülmelerinin ilave bir cerrahi işlem gerektirmesi, hastalarda tedirginliğe sebep olmaları^{46, 49}, pahalı olmaları ve boyutları sebebiyle her bölgeye yerleştirilememeleri implant ve onplantların diğer dezavantajları olarak göze çarpmaktadır.

Ortodontik ankraj sağlamak amacıyla yararlanılan aygıtlardan biri de titanyum mini plaklardır. Bu plakların yerleştirilmesini takiben, osseointegrasyonları beklenmeden kuvvet uygulanabilmektedir. Titanyum mini plakların maliyetleri implant ve onplantlara göre daha düşüktür.^{61-63, 65-67, 267} Yerleştirilmesi ve tedavi sonrası çıkarılmaları esnasında cerrahi olarak flep kaldırılması, cerrahi işlem sonrası orta dereceli şişlik görülmesi ve antibiyotik kullanımının gerekmesi, bazen de bu plaklar çevresinde mukozal açıklıkların oluşması^{63, 268} mini plakların dezavantajları olarak sayılabilir.

Ortodontik ankraj sağlamak amacıyla son yıllarda popüler hale gelen mini vidalar, günümüzde birçok ortodonti kliniğinde kullanılmaya başlanmıştır. Mini vidaların, implant, onplant ve mini plaklara kıyasla, yerleştirirken cerrahi olarak flep kaldırmaya gerek duyulmaması, osseointegrasyon beklenmeden kuvvet uygulanabilmesi, boyutlarının küçük olması sebebiyle ağızda birçok alana direk olarak uygulanabilmesi, fiyatlarının daha uygun olması ve tedavi sonrası çıkarılma işleminin basit olması gibi avantajları vardır. Bu sebeple implant, onplant ve mini plaklardan daha fazla tercih edilmektedirler.^{40, 41, 72-75, 78, 79, 83, 84, 86, 267}

Ağız içi molar distalizasyonu mekaniklerinin uygulama süreleri 42 gün ile 10 ay arasında değişmektedir.^{27, 30-32, 36-39, 50, 69, 72, 79, 83, 84, 87, 113, 114, 131, 137, 138, 140-143, 163, 165, 167,}

170, 186, 188, 189, 200, 202, 203, 206-210, 215 Ağız içi distalizasyon mekaniklerinin etkilerinin incelendiği birçok çalışmada kontrol grubunun oluşturulmadığı gözlenmiştir^{38, 39, 113, 115, 136, 137, 143, 163, 164}. Bondemark ve arkadaşları¹⁷⁰, miknatıslar ile süper-elastik Ni-Ti açık sarmal yayları karşılaştırdıkları çalışmalarında, 6 aylık tedavi süresince meydana gelen büyüme değişikliklerinin ihmal edilebileceğini belirtmiş ve kontrol grubu oluşturmamışlardır. Ghosh ve Nanda¹¹³ ile Bussick ve McNamara¹⁶³ Pendulum apareyini kullanarak yaptıkları çalışmalarında cinsiyet faktörünü de dikkate almamışlardır. Runge ve arkadaşları²⁰², Jones-Jig apareyinin etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, tedavi süresinin kısa olması sebebiyle büyüme faktörünün sonuçlarda önemli bir rol oynamadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda literatürde belirtilen sürelerle benzer olarak Pal-Distalizer apareyi ile ortalama 36,79±8,17 haftada, Keleş-Slider apareyi ile ortalama 33,92±8,66 haftada üst 1. molar distalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda her iki grupta da tedavi süresinin kısa olması nedeniyle büyüme faktörünün ölçümlerde büyük etkisi olmayacağı düşünüldüğünden kontrol grubu oluşturulmamıştır.

Ağız içi molar distalizasyon mekanikleriyle dişsel Sınıf II molar ilişkisi düzeltilirken, süper Sınıf I molar ilişki elde edilinceye kadar molar distalizasyonuna devam edilmesi çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmektedir.^{35, 127, 139, 163, 200, 209} Gianelly¹³⁹ üst 1. molarların 2 mm daha fazla distale edilmesini tavsiye etmiştir. Araştırmacı bunu, premolar, kanin ve kesicilerin retraksiyonu sırasında oluşan ankraj kaybının karşılanması ve molarlar distale edilirken bu dişlerin kuronlarında meydana gelen distale eğiliminin düzeltilmesi sırasında kuronun kökden daha fazla meziale hareket etmesi nedeni ile önermiştir. Bondemark¹⁴² çalışmasında kullandığı ark içi lingual Ni-Ti coil apareyinde, distal devrilme miktarının az olmasının nüks riskini

azalttığını, bu nedenle aşırı düzeltmeye ihtiyaç olmadığını belirtmiştir. Çalışmamızda her iki grupta da distalizasyon işlemine süper Sınıf I ilişki sağlanıncaya kadar devam edilmiştir.

Yapılan literatür incelemesinde molar distalizasyonu için hasta seçiminde, iskeletsel Sınıf I, dişsel Sınıf II ilişkinin kriter alındığı görülmüştür.^{27, 32, 36, 38, 50, 131, 136, 138, 142, 155, 186-189, 200, 209} Bu nedenle çalışma grubumuza dâhil edilen tüm bireylerin iskeletsel Sınıf I, dişsel Sınıf II molar ilişki göstermesine dikkat edilmiştir.

Bazı çalışmalarda, 2. molar dişlerin sürmüş olmasının 1. molar dişlerin distale hareketini yavaşlattığı ve ankraj kaybını arttırdığı^{31, 139, 186, 187, 209}, bu nedenle kesici pozisyonunu kontrol etmek için Sınıf II elastik kullanımının gerekli olduğu^{27, 139} bildirilmiştir. Gianelly¹³⁹, 2. molar dişlerin sürdüğü durumlarda önce bu dişlerin, sonrasında 1. molar dişlerin distale edilmesiyle daha az ankraj kaybı olacağını bildirmiştir. Bu görüşün aksine, bazı çalışmalarda^{30, 34, 113, 136, 137, 141, 188} molar distalizasyonunun şekli ve miktarı, ayrıca premolar ve kesici dişlerin ankraj kaybı ile 2. molar dişlerin sürmüş olması arasında ilişki olmadığı ileri sürülmüştür. Bazı çalışmalarda^{83, 131} daha uygun olduğu düşünülerek çalışma grubu 2. molar dişleri sürmemiş bireylerden oluşturulurken, çoğu çalışmada^{36-38, 72, 84, 113, 138, 141, 142, 170, 188, 200, 214, 269} 2. molar dişleri sürmüş olan bireyler de çalışma grubuna dâhil edilmiştir.

Bolla ve arkadaşları¹⁴³, Distal Jet apareyiyle molar distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında, 2. molar dişleri 1. molar diş köklerinin apikal 1/3 seviyesine kadar sürmüş olan bireylerde 1. molarların distale eğilme miktarının, 2. molarları tamamen sürmüş olan bireylere oranla iki kat fazla olduğunu ve 2. molarların tamamen sürdüğü vakalarda daha az ankraj kaybı olduğunu bildirmişlerdir.

Kinzinger ve arkadaşları¹⁹⁵, molar distalizasyonuna başlamak için en uygun

zamanın 2. molar dişlerin sürmesinden önceki dönemler olduğunu ifade etmişlerdir. 2. molar dişler sürdükten sonra molar distalizasyonu yapıldığında ise 3. molar dişlerinin veya germelerinin alınmasını tavsiye etmişlerdir. Çalışmamızda 1. molar dişlerin kuronlarında distale eğilme miktarını azaltmak amacıyla, 2. molar dişleri tam olarak sürmüş veya sürmesini tamamlamaya yakın bireyler tercih edilmiştir.

Bazı çalışmalarda^{30, 138, 143}, üst molar dişlerin distalizasyonu sonucu kapanışın açılacağı ve mandibulanın aşağı ve geriye doğru rotasyonuna bağlı olarak özellikle dik yön boyutu fazla olan bireylerde ciddi problemler görülebileceği belirtilmiştir. Ghosh ve Nanda¹¹³, yüksek mandibular düzlem açısına sahip bireylerde molar distalizasyonu sonrası bu açının önemli olmayan düzeyde arttığını, bununla birlikte alt yüz yüksekliğindeki artışın önemli düzeyde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Üst molar distalizasyonunun bir sonucu olarak kapanışın açılması beklendiği için, çalışma grubumuz dik yön boyutlarının normal ya da düşük olduğu bireylerden oluşturulmuştur.

Çalışmamızda kullandığımız 2 mm çapında, 7 mm uzunluğundaki LOMAS (Lin/Liou Orthodontic Miniscrew Anchorage System) mini vida, başta ortodontik ankraj sağlamak olmak üzere, klinik olarak birçok amaçla kullanılmaktadır. Apareyle olan mekanik tutunmasının fazla ve fizyodispenser kullanılarak damağa yerleştirilmesinin kolay olması nedeniyle geniş boyunlu vida seçilmiştir. Fizyodispenser aracılığıyla damağın ön bölgesine uygun konumda yerleştirilebilmesi, cerrahi flep açılmasına gerek duyulmaması, uygulama esnasında ağrı olmaması, kemik ile mekanik retansiyon nedeniyle osseointegrasyon oluşması beklenmeden hemen kuvvet uygulanabilmesi kullanılan mini vidanın avantajları olarak sayılabilir.

Çalışmamızda mini vidalar, sert damakta sutura palatina media'nın anterior paramedian bölgesinde, insiziv foramenin 7-8 mm gerisine ve dişlere temas etmeyecek

şekilde yerleştirildi. Bernhart ve arkadaşları²⁷⁰, KIBT çalışmasında bu bölgenin uygun olduğunu belirtirken, Costa ve arkadaşları²⁷¹ da bu bölgede ortalama kemik kalınlığının 10,57 mm olduğunu ifade etmişlerdir. Daha önce yapılan bazı molar distalizasyonu çalışmalarında, ankraj mid-palatal bölgeye yerleştirilen tek bir vida ile sağlanmış, ancak apareyin stabilizasyonu için premolar dişlerden de destek alınmıştır.^{69, 72, 84, 87} Polat-Özsoy ve arkadaşları²¹⁵, mini vidadan ankraj alan kemik destekli pendulum apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bazı bireylere tek bazılarına ise iki adet mini vida yerleştirmişlerdir. Bu araştırmacılar, iki adet mini vida yerleştirmenin rotasyonel hareketleri engellediğini ve bu şekilde daha başarılı distalizasyon gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Pal-Distalizer aygıtı kullandığımız grupta, premolar dişlerden destek alınmadığından, apareyin stabilizasyonunun etkilenmemesi ve rotasyonel hareketlere bağlı olarak mukoza irritasyonu oluşmaması amacıyla iki adet mini vida kullanılmıştır. Böylece premolar dişlerden destek alınmadığından, molar dişler distale hareket ederken transseptal lifler aracılığıyla premolar dişlerin de kendiliğinden distalizasyonu gerçekleşmiştir.

Molar distalizasyonunu takiben stabilitenin sağlanması çok önemlidir. Chiu ve arkadaşları¹¹⁴, Gianelly¹³⁹, Ülgen ve Keleş¹⁸³ ile Hilgers¹⁹³ de distalizasyon sonrası stabilizasyonun önemine dikkat çekmişlerdir. Andreasen ve Naessig¹⁶⁹, headgear ile sağlanan molar distalizasyonlarında, distale hareketin % 90'ının aparey kullanımına son verildikten sonraki ilk 1 hafta içinde geri döndüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda Keleş-Slider ile molar distalizasyonu sonrasında, bu aparey pekiştirme amaçlı olarak 2 ay süreyle pasif şekilde ağızda tutulmuş, daha sonra aparey çıkarılarak Nance apareyi uygulanmıştır. Pal-Distalizer ile molar distalizasyonu sonrası ise aparey ağızda bırakılmış, premolar ve kanin dişler distale alındıktan sonra aparey çıkarılarak üst 1.

molar dişler transpalatinal ark ile birbirine bağlanmıştır.

Literatür incelendiğinde molar distalizasyonunun diş, çene ve yüz sistemi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla lateral sefalogramlar^{37, 39, 50, 69, 131, 136, 140-142, 155, 163, 202, 203}, panoramik radyogramlar^{167, 209}, model fotokopileri^{38, 138, 189} ve model fotoğrafları^{170, 188} ile sadece modellerden^{29, 113, 143, 187} yararlanıldığı görülmüştür.

Geleneksel sefalometrik analizlerde, 3 boyutlu yapılardan elde edilen 2 boyutlu görüntüler üzerinde tanı ve tedavi planlamasına yönelik işlemler yapılmaktadır. Klasik röntgenlerde, dişsel ve iskeletsel yapıların distorsiyonu ve magnifikasyonu söz konusudur. Bu röntgenlerde X-ışını demetleri görüntülenen objedeki tüm noktalara paralel olmadığı için magnifikasyonlar ortaya çıkarken, çeşitli düzlemler arasındaki farklı magnifikasyonlar sebebiyle de distorsiyonlar oluşur. Geleneksel sefalometrik radyografilerin aksine KIBT cihazıyla elde edilen 3 boyutlu görüntülerin gerçek anatomik boyutlarla bire bir aynı olduğu belirtilmiştir.²⁷² KIBT kullanarak yapılan birçok çalışmada, yüz yapılarının boyutsal ölçümlerinde yüksek düzeyde doğru sonuçlar elde edildiği rapor edilmiştir.²⁷³⁻²⁷⁵

Chien ve arkadaşları²⁷⁶, 2 boyutlu dijital sefalometrik filmler üzerinde yapılanlarla karşılaştırıldığında, 3 boyutlu görüntüler üzerinde işaretlenen anatomik noktaların tekrarlanabilirliğinin hem aynı araştırmacının farklı zamanlarda yaptığı hem de farklı araştırmacıların yaptıkları değerlendirmelerde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda da 3 boyutlu görüntülerde anatomik işaret noktalarının tekrarlanabilirliğinin daha yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur.^{245, 277-279}

Molar distalizasyon miktarının sağ ve sol segmentlerde farklılık gösterebilmesi yanısıra sefalometrik filmlerden kaynaklanan magnifikasyon ve distorsiyon gibi faktörler nedeni ile de 2 boyutlu lateral sefalometrik filmlerden ölçülen distalizasyon

miktarı elde edilen gerçek distalizasyon miktarını tam olarak gösteremeyebilir.

Tüm bu nedenlerle diş çene yüz sistemi gibi 3 boyutlu bir yapı üzerinde tanı ve tedavi planlaması amacıyla yapılan değerlendirmelerde, daha doğru ve gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için 3 boyutlu değerlendirme yapmanın tartışmasız bir gereklilik olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bulguların Değerlendirilmesi

İskeletsel Yapılara Ait Değişikliklerin Değerlendirilmesi

a. Sagittal yönde meydana gelen değişimler

Çalışmamızda üst ve alt çenenin sagittal yön konumlarını gösteren SNA ve SNB açıları her iki grupta da önemli bir değişiklik göstermemiştir. Bununla birlikte, üst çenenin sagittal yön konumunu gösteren A-PtV mesafesinde her iki grupta da önemli artış gözlenmiştir. Yine alt çenenin sagittal yön konumunu gösteren B-PtV mesafesi Pal-Distalizer grubunda değişmemiş, Keleş-Slider grubunda ise önemli düzeyde azalmıştır.

Her iki grupta da SNA açısında önemli bir değişiklik gözlenmezken, A-PtV mesafesinin önemli düzeyde artış göstermesi çelişkili bir bulgu olarak gözükmemektedir. Bununla birlikte, N noktasının belirlenmesinde tıpkı lateral sefalometrik grafilerde olduğu gibi 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerinde de bir takım güçlüklerin olması bu hususta etkili olmaktadır. Bu nedenle A noktasının hareketini değerlendirirken, boyutsal ölçümlere daha fazla itibar edilmesi gerektiği söylenebilir. A-PtV mesafesinin Pal-Distalizer grubundaki artışından, üst keser retrüzyonuna bağlı olarak kesici diş köklerinin vestibüle hareketi ile A noktasının ileri doğru taşınması sorumlu tutulabilir. Bununla birlikte, önemli düzeyde üst keser protrüzyonu belirlenen Keleş-Slider grubunda A-PtV mesafesinin azalması beklenirken, bu grupta da söz konusu mesafe

artmıştır. Bu durumdan da Keleş-Slider grubunda üst keser dişlerin protrüzyonu yanı sıra, bu dişlerin köklerinin de vestibüle hareket etmiş olması sorumlu tutulabilir.

Her iki grupta da SNA ve SNB açıları önemli bir değişiklik göstermezken, çenelerarası ilişkiyi gösteren ANB açısının, Pal-Distalizer grubunda önemli düzeyde artış göstermesi dikkat çekicidir. Bu çelişki Pal-Distalizer grubunda SNA ve SNB açılarındaki değişimin farklı yönlerde olması ile izah edilebilir. Şöyle ki, bu grupta SNA açısı önemli düzeyde olmayan bir artış, SNB açısı ise önemli düzeyde olmayan bir azalma göstermiştir. İskeletsel sagittal yön ölçümlerinden yalnızca B-PtV ölçümü önemli gruplar arası farklılık göstermiştir. Bu farklılık, B-PtV boyutunun Pal-Distalizer grubunda önemli düzeyde olmamakla birlikte artmasına karşın, Keleş-Slider grubunda bu boyutun önemli düzeyde azalmasına bağlanabilir.

Ağız içi molar distalizasyonu ile yapılan çalışmaların bir kısmında A noktasının sabit kaldığı^{30, 47, 51, 52, 66, 111, 129, 155, 158}, bir kısmında çalışmamızın bulgularına da paralel olarak bu noktanın daha ileride konumlandığı^{38, 50, 79, 164, 170}, bir kısmında ise daha geride konumlandığı¹⁸⁸ belirtilmiştir. A noktasında önemli bir değişiklik olmadığını belirten araştırmacılar, bu bulgularını kısa tedavi süresi nedeniyle anterior bölgeye etki eden kuvvetlerin A noktasında herhangi bir değişiklik oluşturmayaacağı görüşüne dayandırmışlardır. A noktasının konumunda önemli değişiklik belirleyen araştırmacılar, bu noktanın geriye doğru hareket ettiğini belirleyenler, buna keser protrüzyonunun sebep olduğunu belirtmişlerdir. Bu noktanın öne doğru hareketini rapor edenler ise buna keserlerin palatine eğimlenmesinin bir sonucu olarak bu bölgede meydana gelen remodelling'in sebep olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmamızın bulgularına ters olarak Keleş ve Sayınsu'nun³⁸ IBMD ile, Bussick ve McNamara'nın¹⁶³ pendulum ile, Bondemark ve arkadaşları'nın¹⁷⁰ ise miknatıslar ve

süper elastik Ni-Ti açık sarmal yaylarla yaptıkları distalizasyon sonrası SNA açısında istatistiksel olarak önemli artışlar kaydetmişlerdir. Ghosh ve Nanda'nın¹¹³ pendulum ile, Brickman ve arkadaşları'nın¹⁴¹ ise Jones-Jig ile yaptıkları çalışmalarda A-PtV mesafesinde kaydettikleri istatistiksel olarak önemli artışlar bulgularımızla paralellik göstermektedir. Runge ve arkadaşları²⁰²,nın Jones-Jig ile yaptıkları çalışmalarında, istatistiksel olarak önemli düzeyde olmamakla birlikte A-PtV mesafesinde bir artış, B-PtV mesafesinde ise bir azalma olduğunu belirlemeleri bulgularımızla kısmen benzerlik göstermektedir. Yine Papadopoulos ve arkadaşları²⁶⁹,nın bukkal-jig kullanarak yaptıkları çalışmada, SNA ve ANB'de istatistiksel olarak önemsiz, A-PtV ölçümünde ise istatistiksel olarak önemli bir artış olduğunu belirlemiş olmaları bulgularımızla kısmen bir benzerlik göstermektedir. Kırçelli ve arkadaşları⁷⁹,nın kemik destekli pendulum apareyi ile yaptıkları çalışmada, A-PtV ölçümünde belirledikleri istatistiksel olarak önemli artış bulgularımızla paralellik gösterirken, SNA açısında belirledikleri önemli artış bulgularımıza tersdir. Polat-Özsoy ve arkadaşları'nın²¹⁵, kemik destekli pendulum ile yaptıkları çalışmada, önemli düzeyde olmayan SNA'da artış ve SNB'de azalma ile ANB'deki önemli düzeyde artış bulgularımızla kısmen benzerlik göstermektedir.

b. Dik yönde meydana gelen değişiklikler

Dik yöndeki iskeletsel etkiler incelendiğinde, Pal-Distalizer grubunda MandHorP-FH açısında önemli bir değişiklik olmadığı, Keleş-Slider grubunda ise istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu durum, Keleş-Slider grubunda 1. molar dişlerde görülen distalizasyon, eğilme ve ekstrüzyon ve ankraj alınan 1. premolar dişlerde görülen ekstrüzyon hareketlerine bağlı olarak alt çenenin aşağı ve geriye doğru rotasyon yapmasıyla açıklanabilir. Pal-Distalizer grubunda 1. molar

dişlerin paralel olarak distale hareket etmeleri ve bu dişlerde ekstrüzyon görülmemesi sebebiyle MandHorP-FH açısında istatistiksel olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Bununla birlikte, MandHorP-FH açısındaki değişimin önemli gruplar arası farklılık göstermemiş olması beklenmeyen bir bulgudur.

Çalışmamızda Keleş-Slider grubunda elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak Ghosh ve Nanda¹¹³, Brickman ve arkadaşları¹⁴¹, Gulati ve arkadaşları¹³⁸, Ngangtung ve arkadaşları²⁰³, Bussick ve McNamara¹⁶³, Bondemark ve Kurol¹⁸⁸ ağız içi molar distalizasyonu takiben dik yön boyutlarında istatistiksel olarak önemli bir artış görüldüğünü bildirmişlerdir. Diş destekli molar distalizasyon mekanikleri uygulayan, Haydar ve Üner¹³¹, Bolla ve arkadaşları¹⁴³, Byloff ve Darendeliler¹³⁷, Greenfield³⁵, Keleş ve İşgüden¹⁴⁰, Runge ve arkadaşları²⁰², Keleş ve arkadaşları'nın⁵⁰ molar distalizasyonunu takiben dik yön boyutlarında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir değişiklik olmadığını bildirmiş olmaları, Keleş-Slider grubunda elde ettiğimiz bulguları desteklememektedir. Oberti ve arkadaşları'nın¹⁸¹ Dual-Force apareyiyle, Kinzinger ve arkadaşları'nın⁸⁶ kemik destekli Distal-Jet apareyiyle distalizasyon sonrası dik yön boyutlarında önemli bir değişiklik belirlememiş olmaları Pal-Distalizer grubundaki bulgularımızla uyumludur. Bununla birlikte, Kırçelli ve arkadaşları'nın⁷⁹, Escobar ve arkadaşları'nın⁸³ ile Polat-Özsoy ve arkadaşları'nın²¹⁵ kemik destekli pendulum apareyiyle distalizasyon sonrası dik yön boyutlarında önemli bir artış belirmeleri Pal-Distalizer grubundaki bulgularımızla terstir.

Okluzal düzlem eğimindeki değişikliklere bakıldığında, MaxOccP-FH açısında istatistiksel olarak önemli düzeyde olmak üzere Pal-Distalizer grubunda artış, Keleş-Slider grubunda ise azalma gözlenmiştir. MaxOccP-FH açısı için, gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık bulunmuştur. Molar

dişlerde bir ekstrüzyon olmamasına rağmen Pal-Distalizer grubunda bu açının artması, keser dişlerdeki ekstrüzyon ve retrüzyona bağlı olarak IsU1 noktasının daha aşağıda konumlanması sonucu maksiller okluzal düzlemin aşağı doğru rotasyonu ile açıklanabilir. Keleş-Slider grubunda bu açının azalması ise, molar distalizasyonu nedeniyle üst molarların ekstrüze olmasına bağlı olarak U6R ve U6L noktalarının daha aşağıda ve keserlerin protrüze olmasına bağlı olarak IsU1 noktasının daha yukarıda konumlanması sonucu okluzal düzlemin ters saat yönü rotasyon yapmasıyla açıklanabilir.

Diş destekli ağız içi molar distalizasyon mekaniklerinin uygulandığı çalışmalarda Chiu ve arkadaşları¹¹⁴, Brickman ve arkadaşları¹⁴¹ ile Bussick ve McNamara¹⁶³,nın önemli düzeyde, Keleş ve Sayınsu³⁸ ile Fuziy ve arkadaşları'nın¹⁹⁶ ise önemli olmayan düzeyde olmak üzere, oklüzal düzlem eğiminde artış belirlemeleri, Keleş-Slider grubundaki bulgularımıza terstir. Bununla birlikte, Ghosh ve Nanda¹¹³, Bolla ve arkadaşları¹⁴³, Papadopoulos ve arkadaşları²⁶⁹,nın ise yine diş destekli molar distalizasyon mekanikleri ile bu açıda önemli düzeyde olmayan bir azalma olduğunu belirlemeleri bulgularımızla kısmen uyumlu kabul edilebilir. Önçağ ve arkadaşları²¹⁴,nın kemik destekli pendulum apareyiyle yaptıkları çalışmada, oklüzal düzlem eğiminde artış belirlemeleri de Pal-Distalizer grubundaki bulgularımıza uyumludur.

Dişsel Yapılara Ait Değişikliklerin Değerlendirilmesi

U6R-PtV ve U6L-PtV ölçümleri ile değerlendirildiği üzere her iki aparey grubunda da üst 1. molar dişlerin sağ ve sol her iki segmentte olmak üzere önemli düzeyde distale hareket ettiği bulunmuştur. Hem sağ hem de sol segmentteki 1. molar dişlerin distalizasyon miktarları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir gruplar

arası farklılık bulunamamıştır. Keleş-Slider ile yapılan çalışmalarda^{39, 50, 140, 208-210, 212} üst 1. molar dişlerde 3-6 mm arasında bir distalizasyon elde edilebildiği bildirilmiştir. Dağsuyu ve arkadaşları⁴¹, Pal-Distalizer apareyi ile üst 1. molar dişlerde yaklaşık 7 ayda 4 mm distalizasyon sağlandığını rapor etmişlerdir. Gerek diş gerekse de kemik destekli ağız içi distalizasyon mekanikleri ile 2-8 mm arasında distalizasyon elde edildiği ve distalizasyon süresinin yaklaşık 42 gün ila 13 ay arasında değiştiği rapor edilmiştir^{30-32, 35-38, 69, 72, 79, 84, 87, 113, 114, 131, 136-138, 141-143, 163, 165, 167, 170, 186, 188, 189, 200, 203, 206, 207, 215, 271}.

Çalışmamızda kullandığımız her iki aparey grubunda da daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen distalizasyon miktarları ve süreleri ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen bireylerde distalizasyon süresi Pal-Distalizer grubunda ortalama $8,58 \pm 1,91$ ay, Keleş-Slider grubunda ise ortalama $7,92 \pm 2,02$ ay olarak bulunmuştur. Her iki grup arasında distalizasyon süresi açısından fark bulunamamıştır. Literatür incelendiğinde Byloff ve Darendeliler¹³⁷, Pendulum apareyi ile ayda 0,87 mm molar distalizasyonu elde etmişlerdir. Gianelly²⁷, üst 1. molar dişlerde süper elastik Ni-Ti açık sarımlı yaylar kullanılmak suretiyle distale devrilme ile birlikte ayda ortalama 1 mm kadar distalizasyon elde edilebileceğini, fakat intikali hareket elde edilmek istendiğinde distalizasyon süresinin uzayacağını belirtmiştir. Keleş ve Sayınsu³⁸ ise IBMD apareyi kullanarak üst 1. molar dişlerde ayda ortalama 0,71 mm intikali hareket elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ngangtung ve arkadaşları²⁰³, Distal Jet apareyi ile üst 1. molar dişlerde ayda ortalama 0,31 mm distalizasyon elde ederken, Runge ve arkadaşları²⁰² ile Papadopoulos ve arkadaşları²⁶⁹ da Jones-Jig apareyiyle sırası ile ayda ortalama 0,35 mm ve 0,37 mm distal molar hareketi sağlamışlardır. Bondemark ve arkadaşları¹⁷⁰, süper elastik Ni-Ti açık yaylar ile üst 1. molar dişlerde ortalama 0,53 mm, mıknatıslar ile ayda ortalama 0,36 mm distalizasyon elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda bu

bulgularla uyumlu olarak Pal-Distalizer grubunda sağ ve sol segmentler için sırasıyla 0,39 ve 0,41 mm aylık ortalama molar distalizasyonu sağlanırken, bu miktarlar Keleş-Slider grubu için aylık ortalama 0,40 ve 0,50 mm olarak belirlenmiştir.

Üst sağ ve sol segmentlerdeki molar dişlerde sağlanan distal hareketin tipini belirlemek için U6RAxisFL ve U6LAxisFL ölçümlerinden yararlanılmıştır. Sağ ve sol 1. molar dişlerin distale devrilme miktarları Pal-Distalizer grubunda sırasıyla ortalama $2,45^{\circ}$ ve 3° , Keleş-Slider grubunda ise ortalama $6,55^{\circ}$ ve $5,33^{\circ}$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Pal-Distalizer grubunda üst 1. molar dişlerde intikali harekete yakın bir distale hareket olduğu, Keleş-Slider grubunda ise daha fazla distale devrilme ile birlikte bir distalizasyon gerçekleştiği söylenebilir. Keleş-Slider apareyinde kuvvet elemanı olan açık sarımlı yayın kuvveti tek noktadan uygulaması, palatinaldeki rehber tel ile aktivatör tüpü arasında küçük de olsa boyut farkının olması ve palatinaldeki rehber telin esnekliği gibi sebeplerle molar dişlerde distale eğilme olduğu tahmin edilmektedir. Buna karşın, Pal-Distalizer apareyinde vida aktive edildiğinde aktif ünitenin de dişle birlikte hareket etmesi nedeniyle intikali harekete daha yakın bir distalizasyon elde edildiği söylenebilir.

Her iki tedavi grubu karşılaştırıldığında sağ üst 1. molar dişlerdeki hareket tipi istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterirken, sol üst 1. molar dişlerdeki harekette bu anlamda önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Keleş-Slider ile yapılan bazı çalışmalarda^{39, 50, 140, 208, 209, 212} üst 1. molar dişlerde intikali hareket elde edildiği belirtmeleri bulgularımızla uyumlu değildir. Bununla birlikte tüm bu çalışmalarda 3 boyutlu bir objenin 2 boyutlu olarak değerlendirilmesi ve daha önce belirttiğimiz diğer nedenlere bağlı olarak çok sağlıklı sonuçların elde edilmiş olması şüphelidir. İkbal'in²¹⁰ ise Keleş-Slider ile üst 1. molar dişlerde istatistiksel

olarak önemli düzeyde distale devrilme gözlemlendiğini belirlemesi bulgularımızla uyumludur. Ağız içi molar distalizasyon mekaniklerinin kullanıldığı çalışmaların çoğunda üst 1. molar dişlerde distale devrilme hareketi görüldüğü belirtilmiştir.^{30, 79, 83, 113, 131, 136, 138, 141, 164, 176, 181, 188, 214, 215, 269} Bu çalışmalarda kullanılan mekanikler, molar dişlerin distale devrilmesini önleyecek şekilde oluşturulmadığından, bu dişlerin eksen eğimlerinde oluşan bozulmalar sabit tedavi sırasında düzeltilmeye çalışılmakta, bu durum da hem ankraj kaybını arttırmakta hem de sabit tedavi süresini uzatmaktadır. Dağsuyu ve arkadaşları⁴¹, Pal-Distalizer ile üst 1. molar dişlerde intikali hareket elde edildiğini bildirmişlerdir. Distalizasyon kuvvetinin dişin direnç merkezinden geçmesinin hedeflendiği Distal-Jet apareyi^{36, 203} ve IBMD apareyi³⁸ ile intikali molar distalizasyonu elde edildiği şeklindeki bulgular Pal-Distalizer grubunda elde ettiğimiz bulgularla paralellik göstermektedir. Yine Fixed Piston apareyi³⁵, Modifiye Nance apareyi²⁹, K-Loop apareyi³⁴ ve First-Class apareyi³⁷ gibi diğer bir takım farklı düzeneklerle de intikali molar distalizasyonu elde edildiğinin belirtilmiş olması bulgularımızla uyumlu kabul edilebilir.

Çalışmamızda sağ ve sol üst 1. molar dişlerin vertikal yön hareketlerini gösteren U6RFH ve U6LFH ölçümleri, Keleş-Slider grubunda hem sağ hem de sol segmentte önemli düzeyde artarken, Pal-Distalizer grubunda sağ segmentte değişmemiş, sol segmentte ise önemli düzeyde azalmıştır. Vertikal hareket yönünden gruplar arasında sağ segmentteki fark önemsiz iken, sol segmentteki fark önemli düzeyde bulunmuştur.

Keleş-Slider grubunda her ne kadar aparey yapılırken aktivatör tüpü oklüzal düzleme ve diş kavsine paralel yerleştirilmiş olsa da palatinaldeki rehber telin uzunluğundan kaynaklanan esneklik sebebiyle distalizasyonla birlikte molar ekstrüzyonu da görülmüş olabilir. Pal-Distalizer grubunda ise apareyin rijit olması

sebebiyle başlangıçta oluşturulan paralellik distalizasyon süresince korunmuş olduğundan, herhangi bir molar ekstrüzyonu oluşmamıştır.

Keleş-Slider ile yapılan çalışmalarda^{38, 39, 113, 140, 163, 167, 208-210, 212}, üst 1. molar dişlerde vertikal yön hareketinin çalışmamızdaki bulguların aksine istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirtilmiştir. Keleş-Slider grubundaki bulgularımıza uygun olarak, Jones-Jig ile yapılan bazı distalizasyon çalışmalarında^{32, 131} ve Keleş-Slider ile yapılan bir çalışmada²¹¹ önemli düzeyde molar ekstrüzyonu belirlenmiştir. Distal-Jet¹⁴³, First-Class³⁷ ve Jones-Jig ile yapılan bazı çalışmalarda^{141, 202} ise yine Keleş-Slider grubundaki bulgularımıza paralel olarak molar ekstrüzyonu kaydedilmiştir. Kırçelli ve arkadaşlarının⁷⁹ kemik destekli Pendulum, Dağsuyu ve arkadaşlarının⁴¹ Pal-Distalizer ve Kinzinger ve arkadaşlarının⁸⁶ yine kemik destekli Distal-Jet ile molar dişlerde önemli düzeyde bir vertikal hareket belirlememiş olmaları bulgularımızla kısmen uyumludur.

U4RAxisFL, U4LAxisFL, U4R-PtV ve U4L-PtV ölçümleri ile belirlendiği üzere üst 1. premolar dişler Keleş-Slider grubunda önemli düzeyde distale devrilme ile birlikte meziale hareket ederken, Pal-Distalizer grubunda yine önemli düzeyde distale devrilme ile birlikte distale hareket etmişlerdir. Keleş-Slider grubunda sağ ve sol üst 1. premolar dişlerin mezializasyondan bu dişlerin ankraj olarak kullanılmaları, distale eğilmelerinden ise direnç merkezinin üzerinden geçen resiprokal kuvvetler sorumlu tutulabilir. Pal-Distalizer grubunda ise 1. premolar dişlerden destek alınmaması sebebiyle herhangi bir mezializasyon gözlenmezken, molar distalizasyonunu takiben transseptal liflerin etkisiyle sağ ve sol 1. premolar dişlerde distale devrilme ile birlikte distalizasyon meydana gelmiştir. U5RAxisFL, U5LAxisFL, U5R-PtV ve U5L-PtV ölçümleri ile belirlendiği üzere, sağ ve sol üst 2. premolar dişler her iki grupta da önemli düzeyde distale devrilmeye birlikte distale hareket etmişlerdir. Ancak bu hareket Pal-

Distalizer grubunda, Keleş-Slider grubuna göre önemli düzeyde daha fazladır.

Bulgularımızla uyumlu olarak, Keleş-Slider^{51, 144, 149, 151} ve diğer diş-doku destekli distalizasyon mekanikleri^{32, 38, 113, 131, 137, 138, 141, 142, 163, 164, 167, 202} ile yapılan çalışmalarda üst 1. premolar dişlerde ankraj kaybı nedeniyle meziale hareket görüldüğü bildirilmiştir. Keleş ve Sayınsu³⁸ IBMD apareyi, Allaf²¹¹ ise Keleş-Slider apareyi ile bulgularımıza benzer şekilde üst 1. premolar dişlerde distale devrilmeye beraber meziale hareket belirlemişlerdir. Pal-Distalizer grubundaki bulgularımızla uyumlu olarak, kemik destekli molar distalizasyon aygıtları ile yapılan çalışmalarda^{50, 76, 79, 83, 86, 214, 215} üst 1. ve 2. premolar dişlerde distale devrilme ile birlikte distalizasyon olduğu bildirilmiştir.

Üst premolar dişlerin vertikal hareketleri incelendiğinde, her iki grupta da üst sağ ve sol 1. premolar dişlerde önemli düzeyde ekstrüzyon olduğu bulunmuştur. Ancak bu ekstrüzyon Keleş-Slider grubunda Pal-Distalizer grubundakinden önemli düzeyde daha fazladır. Üst 1. premolar dişlerdeki bu ekstrüzyondan, Pal-Distalizer grubunda molar distalizasyonunun bu dişlerden destek alınmadan yapılması sorumlu tutulurken, Keleş-Slider grubunda bu dişlerin ankraj ünitesine dâhil edilmeleri nedeniyle oluşan resiprokal kuvvetler sorumlu tutulabilir.

Pendulum^{113, 137, 163, 167}, Jones-Jig^{141, 202}, Keleş-Slider^{39, 210, 211}, IBMD³⁸ ve Distal-Jet^{86, 203} apareyleri ile yapılan çalışmalarda ankraj olarak kullanılan 1. premolar dişlerde ekstrüzyon belirlenmesi Keleş-Slider grubunda elde ettiğimiz bulgularla uyumludur. Kırçelli ve arkadaşlarının⁷⁹ kemik destekli pendulumla çalışmalarında üst 1. premolar dişlerde herhangi bir dik yön hareketi belirlememiş olmaları Pal-Distalizer grubunda elde ettiğimiz bulgularla uyumlu değilken, Dağsuyu ve arkadaşlarının⁴¹ Pal-Distalizer ile bu dişlerde önemli düzeyde ekstrüzyon rapor etmeleri bulgularımızla uyumludur.

Çalışmamızda Keleş-Slider grubunda üst sağ ve sol 2. premolar dişlerde önemli düzeyde ekstrüzyon görüldüğü bulunmuştur. Pal-Distalizer grubunda ise sol üst 2. premolar dişlerde önemli bir dik yön hareketi gözlenmezken, üst sağ 2. premolar dişlerde önemli düzeyde ekstrüzyon olduğu bulunmuştur. Keleş-Slider grubunda üst 2. premolar dişlerdeki ekstrüzyon, Pal-Distalizer grubundakinden önemli düzeyde daha fazladır. Her iki distalizasyon mekaniğinde de 2. premolar dişler ankraj ünitesine dâhil edilmediklerinden ekstrüze olmuşlardır. Üst 2. premolar dişlerden destek alınmadan yapılan distalizasyon çalışmalarında^{41, 79, 83} da bu dişlerde ekstrüzyon görüldüğünün belirtilmesi bulgularımızı desteklemektedir.

Üst sağ ve sol kanin dişlerde meydana gelen hareket incelendiğinde Pal-Distalizer grubunda bu dişlerin önemli düzeyde ekstrüze olduğu ve distale devrilme ile birlikte distale hareket ettiği bulunmuştur. Pal-Distalizer grubunda molar distalizasyonunu takiben transseptal lifler aracılığıyla premolar dişler de distale hareket etmektedir. Bu distale hareket kanin dişleri de etkilemektedir. Yer darlığına bağlı nispeten supra pozisyonadaki kanin dişler bu nedenle hem distale devrilme ile birlikte distale hareket etmekte hem de ekstrüze olmaktadır.

Keleş-Slider grubunda ise üst sağ ve sol kanin dişlerin önemli düzeyde ekstrüze olduğu, ancak diğer gruptan farklı olarak meziale eğilme ile birlikte meziale hareket ettiği bulunmuştur. Keleş-Slider grubunda ankraj alınan üst 1. premolar dişlerde görülen meziale hareket kanin dişleri de etkileyerek bu dişlerin de meziale eğilmeyle birlikte meziale hareketine neden olmuştur. Üçem ve arkadaşlarının¹⁷⁷, 3D bimetrik distalizasyon arki ile yaptıkları çalışmada, üst kanin dişlerde önemli derecede distale eğilme ile birlikte distale hareket belirlemeleri Pal-Distalizer grubundaki bulgularımızla uyumludur.

Pal-Distalizer ve Keleş-Slider mekaniklerinin kesici dişlere olan etkisini değerlendirmek, oluşan hareket tipi ve miktarını belirlemek için U1RAxisFL, U1LAxisFL, U1RPtV, U1LPtV, U1RFH ve U1LFH ölçümlerinden yararlanılmıştır. Keleş-Slider grubunda üst kesici dişlerin önemli düzeyde labiale eğilerek protrüze ve ekstrüze olduğu bulunmuştur. Pal-Distalizer grubunda ise üst kesici dişler önemli düzeyde olmak üzere palatine eğilmiş ve ekstrüze olmuşlardır.

Keleş-Slider grubundan elde edilen bulgulara uygun olarak diş-doku destekli aygıtlarla molar distalizasyonu yapılan çalışmalarda^{32, 38, 39, 87, 113, 131, 136-138, 140, 163-165, 167, 188, 202, 208-211}, distalizasyon sonrası üst kesici dişlerde 1-8 mm arasında protrüzyon saptanmıştır. Keleş-Slider grubunda görülen kesici eksen eğimlerindeki artışın ve protrüzyonun nedeni, kuvvet elemanı olarak kullanılan açık sarmal yayın anterior kuvvet bileşeninin nance düğmecisi aracılığıyla premaksillaya yansması sonucu bu dişleri öne doğru zorlaması olabilir.

Pal-Distalizer grubunda ise, ankrajın mini vidalar aracılığıyla palatinal kemikten sağlanması, keser dişlerde ankraj kaybı olmasını engellemiş hatta transseptal lifler aracılığıyla bu dişlerde palatine eğilme görülmesine sebep olmuştur. Oberti ve arkadaşları¹⁸¹,nın Dual-force Distalizer ile yaptıkları çalışmada ve kemik destekli pendulum apareyi ile yapılan bazı çalışmalarda^{83, 214, 215} üst keser dişlerde önemli düzeyde palatine eğilme belirlenmiş olması Pal-Distalizer grubunda elde ettiğimiz bulgularla uyumludur.

Gerek diş-doku destekli gerekse de kemik destekli molar distalizasyonu çalışmalarında^{41, 83, 113, 131, 136, 137, 163, 211} üst keser dişlerde distalizasyonu takiben ekstrüzyon rapor edilmiş olması, çalışmamızda her iki grupta da elde edilen bulgularla uyumludur.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda üst molar distalizasyonu gerçekleştirmek amacıyla uygulanan Pal-Distalizer ve Keleş-Slider apareylerinin etkinlikleri üç boyutlu olarak KIBT kayıtlarından değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- 1- Keleş-Slider grubunda dik yön boyutu artarken, Pal-Distalizer grubunda değişmemiştir.
- 2- A noktası her iki grupta da önemli düzeyde öne hareket etmiştir. Bu hareket Keleş-Slider grubunda ankraj ünitesinin premaksiller bölgeye uyguladığı resiprokal kuvvetlerle açıklanabilirken, Pal-Distalizer grubunda kesici dişlerin dikleşmesine bağlanabilir.
- 3- A noktası her iki grupta da önemli düzeyde öne hareket etmesine rağmen, ANB açısı Keleş-Slider grubunda değişmezken, Pal-Distalizer grubunda önemli artış göstermiştir. Bu durumun Nasion noktasının belirlenmesindeki güçlüklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- 4- Okluzal düzlem Keleş-Slider grubunda ters saat yönü, Pal-Distalizer grubunda ise saat yönü rotasyon yapmıştır.
- 5- Üst molar dişler Pal-Distalizer grubunda gövdesel hareket yaparken, Keleş-Slider grubunda distale devrilmeyle birlikte distalizasyon hareketi yapmıştır.
- 6- Keleş-Slider grubunda ankraj alınan 1. premolar dişler distale devrilme ile birlikte meziale hareket ederken, Pal-Distalizer grubunda ankraj ünitesine dâhil edilmediği için bu dişler distale devrilme ile birlikte distalizasyon hareketi yapmışlardır.
- 7- Her iki grupta da 2. premolar dişler distale devrilme ile birlikte distale hareket etmişlerdir. Bununla birlikte Pal-Distalizer grubunda distale eğilme

önemli düzeyde daha fazladır.

- 8- Keleş-Slider grubunda üst kanin dişler üst 1. premolarlardaki mezial hareket nedeniyle meziale devrilme ile birlikte meziale hareket ederken, Pal-Distalizer grubunda bu dişler distale devrilme ile birlikte distale hareket etmişlerdir.
- 9- Keleş-Slider grubunda üst kesici dişler protrüze olurken, Pal-Distalizer grubunda ise bu dişlerde retrüzyon hareketi gözlenmiştir.
- 10- Dişsel Sınıf II olgularda molar distalizasyonu gerçekleştirilirken gövdesel hareket elde edilmesi ve ankraj kaybı oluşturmaması gibi nedenlerle Pal-Distalizer aparatının Keleş-Slider aparatından daha tercih edilebilir bir aparat olduğu söylenebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Moyers RE, Riolo ML, Guire KE, Wainright RL, Bookstein FL. Differential diagnosis of Class II malocclusions. Part 1. Facial types associated with Class II malocclusions. *Am J Orthod* 1980;78(5):477-94.
2. Bishara SE, Cummins DM, Zaher AR. Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, Division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(1):18-27.
3. James RD. A comparative study of facial profiles in extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114(3):265-76.
4. Bowman SJ, Johnston LE, Jr. The esthetic impact of extraction and nonextraction treatments on Caucasian patients. *Angle Orthod* 2000;70(1):3-10.
5. Witzig JW, Spahl TJ. *The Clinical Management of Basic Maxillofacial Orthopedic Appliances*. Littleton, Mass.: PSG Publishing, 1987:156.
6. Philip C. Tandem concept in the nonextraction treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod* 1975;68(2):119-56.
7. Luppapornlarp S, Johnston LE, Jr. The effects of premolar-extraction: a long-term comparison of outcomes in "clear-cut" extraction and nonextraction Class II patients. *Angle Orthod* 1993;63(4):257-72.
8. Johnson DK, Smith RJ. Smile esthetics after orthodontic treatment with and without extraction of four first premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108(2):162-7.
9. Vaden JL, Kiser HE. Straight talk about extraction and nonextraction: a differential diagnostic decision. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109(4):445-52.

10. Kocadereli I. The effect of first premolar extraction on vertical dimension. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(1):41-5.
11. Gianelly AA. Arch width after extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123(1):25-8.
12. Basciftci FA, Usumez S. Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod* 2003;73(1):36-42.
13. Clemmer EJ, Hayes EW. Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *Am J Orthod* 1979;75(5):517-24.
14. El-Mangoury NH. Orthodontic cooperation. *Am J Orthod* 1981;80(6):604-22.
15. Egolf RJ, BeGole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97(4):336-48.
16. Cole WA. Accuracy of patient reporting as an indication of headgear compliance. *AAO issues. Special bulletin on extra oral appliance care. Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121(4):419-23.
17. Bishara SE. *Textbook of Orthodontics*. New York: W.B. Saunders Co., 2001:335.
18. Proffit W. *Contemporary Orthodontics*. Philadelphia: Mosby, 2000:319-321.
19. Williams JK. Orthodontic facebow injuries. *Br J Orthod* 1995;22(4):381.
20. Wilde RD. Orthodontic facebow injuries. *Br J Orthod* 1996(23):276.
21. Samuels RH, Brezniak N. Orthodontic facebows: safety issues and current management. *J Orthod* 2002;29(2):101-7.
22. Samuels RH. A review of orthodontic face-bow injuries and safety equipment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110(3):269-72.

23. Bernstein L. The Acco appliance. *J Pract Orthod* 1969;3(9):461-8.
24. Blechman AM, Smiley H. Magnetic force in orthodontics. *Am J Orthod* 1978;74(4):435-43.
25. Cetlin NM, Ten Hoeve A. Nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 1983;17(6):396-413.
26. Wilson WL, Wilson RC. Multi-directional 3D functional Class II treatment. *J Clin Orthod* 1987;21(3):186-9.
27. Gianelly AA, Bednar J, Dietz VS. Japanese NiTi coils used to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(6):564-6.
28. Jeckel N, Rakosi T. Molar distalization by intra-oral force application. *Eur J Orthod* 1991;13(1):43-6.
29. Reiner TJ. Modified Nance appliance for unilateral molar distalization. *J Clin Orthod* 1992;26(7):402-4.
30. Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26(11):706-14.
31. Locatelli R, Bednar J, Dietz VS, Gianelly AA. Molar distalization with superelastic NiTi wire. *J Clin Orthod* 1992;26(5):277-9.
32. Jones RD, White JM. Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J Clin Orthod* 1992;26(10):661-4.
33. Korrodi Ritto A. Removable molar distalization splint. *J Clin Orthod* 1995;29(6):396-7.
34. Kalra V. The K-loop molar distalizing appliance. *J Clin Orthod* 1995;29(5):298-301.

35. Greenfield RL. Fixed piston appliance for rapid Class II correction. *J Clin Orthod* 1995;29(3):174-83.
36. Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 1996;30(7):374-80.
37. Fortini A, Lupoli M, Parri M. The First Class Appliance for rapid molar distalization. *J Clin Orthod* 1999;33(6):322-8.
38. Keles A, Sayinsu K. A new approach in maxillary molar distalization: intraoral bodily molar distalizer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(1):39-48.
39. Keles A. Maxillary unilateral molar distalization with sliding mechanics: a preliminary investigation. *Eur J Orthod* 2001;23(5):507-15.
40. Dağsuyu İM, Erdem A. Pal Distalizer: A new bone-supported molar distalization device. *Avrupa Ortodonti Derneği 84. Uluslararası Bilimsel Kongresi. Lizbon, Portekiz, 2008.*
41. Dağsuyu İM, Yeter MY, Erdem A, Ceylan İ. Pal Distalizer: Yeni geliştirilen kemik destekli molar distalizasyon sisteminin etkinliğinin değerlendirilmesi. *12.TOD Uluslararası Kongresi. Ankara, 2010.*
42. Linkow LI. Implanto-orthodontics. *J Clin Orthod* 1970;4(12):685-90.
43. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 1983;17(4):266-9.
44. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod* 1990;60(2):135-52.

45. Haanaes HR, Stenvik A, Beyer-Olsen ES, Tryti T, Faehn O. The efficacy of two-stage titanium implants as orthodontic anchorage in the preprosthodontic correction of third molars in adults--a report of three cases. *Eur J Orthod* 1991;13(4):287-92.
46. Wehrbein H, Diedrich P. Endosseous titanium implants during and after orthodontic load--an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1993;4(2):76-82.
47. Sorenson NA, Jr. Use of maxillary intraosseous implants for Class II elastic anchorage. *Angle Orthod* 1995;65(3):169-73.
48. Harnick DJ. Case report CT: a multidisciplinary approach to treatment, including orthognathic surgery, endodontics, periodontics, and implants for anchorage and restoration. *Angle Orthod* 1996;66(5):327-30.
49. Roberts WE, Arbuckle GR, Analoui M. Rate of mesial translation of mandibular molars using implant-anchored mechanics. *Angle Orthod* 1996;66(5):331-8.
50. Keles A, Erverdi N, Sezen S. Bodily distalization of molars with absolute anchorage. *Angle Orthod* 2003;73(4):471-82.
51. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(3):251-8.
52. Armbruster PC, Block MS. Onplant-supported orthodontic anchorage. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2001;9(1):53-74.
53. Janssens F, Swennen G, Dujardin T, Glineur R, Malevez C. Use of an onplant as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122(5):566-70.

54. Hassan AH, Evans CA, Zaki AM, George A. Use of bone morphogenetic protein-2 and dentin matrix protein-1 to enhance the osteointegration of the Onplant system. *Connect Tissue Res* 2003;44(1):30-41.
55. Travess HC, Williams PH, Sandy JR. The use of osseointegrated implants in orthodontic patients: 2. Absolute anchorage. *Dent Update* 2004;355-6, 9-60, 62.
56. Hong H, Ngan P, Han G, Qi LG, Wei SH. Use of onplants as stable anchorage for facemask treatment: a case report. *Angle Orthod* 2005;75(3):453-60.
57. Hoffmann O, Suh YI, Caruso J. Early healing events following placement of a palatal subperiosteal orthodontic anchor: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(4):623-8.
58. Chen X, Chen G, He H, Peng C, Zhang T, Ngan P. Osseointegration and biomechanical properties of the onplant system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(3):278 e1-6.
59. Feldmann I, List T, Feldmann H, Bondemark L. Pain intensity and discomfort following surgical placement of orthodontic anchoring units and premolar extraction: a randomized controlled trial. *Angle Orthod* 2007;77(4):578-85.
60. Li F, Hu HK, Chen JW, et al. Comparison of anchorage capacity between implant and headgear during anterior segment retraction. *Angle Orthod* 2011 Sep;81(5):915-22.
61. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod* 2004;74(3):381-90.
62. Erverdi N, Acar A. Zygomatic anchorage for en masse retraction in the treatment of severe Class II division 1. *Angle Orthod* 2005;75(3):483-90.

63. Sugawara J, Nishimura M. Minibone Plates: The Skeletal Anchorage System. *Semin Orthod* 2005;11:47-56.
64. Cornelis MA, De Clerck HJ. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 1. Class II extraction treatment. *J Clin Orthod* 2006;40(4):261-9.
65. De Clerck HJ, Cornelis MA. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 2: Class II nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 2006;40(5):290-8.
66. Erverdi N, Usumez S, Solak A. New generation open-bite treatment with zygomatic anchorage. *Angle Orthod* 2006;76(3):519-26.
67. Cornelis MA, De Clerck HJ. Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(3):373-7.
68. Bae SM, Park HS, Kyung HM, Kwon OW, Sung JH. Clinical application of micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2002;36(5):298-302.
69. Karaman AI, Basciftci FA, Polat O. Unilateral distal molar movement with an implant-supported distal jet appliance. *Angle Orthod* 2002;72(2):167-74.
70. Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37(12):676-81.
71. Maino BG, Bednar J, Pagin P, Mura P. The spider screw for skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37(2):90-7.
72. Gelgor IE, Buyukyilmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalayci A. Intraosseous screw-supported upper molar distalization. *Angle Orthod* 2004;74(6):838-50.
73. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(1):42-7.

74. Park HS, Kwon TG, Kwon OW. Treatment of open bite with microcrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(5):627-36.
75. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microcrew implants. *Angle Orthod* 2004;74(4):539-49.
76. Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group distal movement of teeth using microcrew implant anchorage. *Angle Orthod* 2005;75(4):602-9.
77. Herman R, Cope JB. Miniscrew implants: IMTEC Mini OrthoImplants. *Semin Orthod* 2005;11:32-9.
78. Chang HN, Hsiao HY, Tsai CM, Roberts WE. Bone-screw anchorage for Pendulum appliances and other fixed mechanics applications. *Semin Orthod* 2006;12:284-93.
79. Kircelli BH, Pektas ZO, Kircelli C. Maxillary molar distalization with a bone-anchored pendulum appliance. *Angle Orthod* 2006;76(4):650-9.
80. Kyung HM. The use of microimplants in lingual orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2006;12:186-90.
81. Youn SH. Midline correction with mini-screw anchorage and lingual appliances. *J Clin Orthod* 2006;40(5):314-22.
82. Velo S, Rotunno E, Cozzani M. The Implant Distal Jet. *J Clin Orthod* 2007;41(2):88-93.
83. Escobar SA, Tellez PA, Moncada CA, Villegas CA, Latorre CM, Oberti G. Distalization of maxillary molars with the bone-supported pendulum: a clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4):545-9.

84. Gelgor IE, Karaman AI, Buyukyilmaz T. Comparison of 2 distalization systems supported by intraosseous screws. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(2):161 e1-8.
85. Papadopoulos MA. Orthodontic treatment of Class II malocclusion with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(5):604 e1-16.
86. Kinzinger GS, Gulden N, Yildizhan F, Diedrich PR. Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136(4):578-86.
87. Bayram M, Nur M. Diş ve mini vida destekli yeni bir aparey ile üst molar distalizasyonu: Klinik çalışma. *Türk Ortodonti Derg* 2010;23(3):241-55.
88. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1931(1):45-66.
89. Zamora N, Llamas JM, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod* 2011;81(5):856-64.
90. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(4):508-13.
91. 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.
92. Grauer D, Cevdanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136(3):460-70.

93. Spalding P. Treatment of Class II Malocclusion. In: Bishara SE, ed. Textbook of Orthodontics. Philadelphia: WB Saunders Co, 2001: 324-74.
94. Angle EH. Classification of malocclusion. Dental Cosmos 1899;248-64.
95. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. Philadelphia: SS White Dental Manufacturing Co., 1907.
96. Jarabak JR, Fizzell J. Technique and Treatment with Light-wire Edge-wise Appliances. St. Louis: CV Mosby, 1972.
97. Dale JG, Dale HC. Interceptive Guidance of Occlusion with Emphasis on Diagnosis. In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. Orthodontics: Current Principles and Techniques. St.Louis: Elsevier Mosby, 2011: 427.
98. Moyers R. Classification of Class II Malocclusions. In: Moyers R, ed. Handbook of Orthodontics. 4th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc.,1988: 186-96.
99. Altemus LA. Frequency of the incidence of malocclusion in American Negro children aged twelve to sixteen. Angle Orthod 1959;29:189-200.
100. Emrich RE, Brodie AG, Blayney JR. Prevalence of Class 1, Class 2, and Class 3 malocclusions (Angle) in an urban population. An epidemiological study. J Dent Res 1965;44(5):947-53.
101. Wood BF. Malocclusion in the modern Alaskan Eskimo. Am J Orthod 1971;60(4):344-54.
102. El-Mangoury NH, Mostafa YA. Epidemiologic panorama of dental occlusion. Angle Orthod 1990;60(3):207-14.
103. Silva R, Kang DS. Prevalence of malocclusion among Latino adolescent. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119(3):313-5.

104. Vaden JL. Sequential directional forces treatment: two Class II case reports. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(6):491-504.
105. Sayin MO, Turkkahraman H. Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. *Angle Orthod* 2004;74(5):635-9.
106. Gelgor IE, Karaman AI, Ercan E. Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia. *Eur J Dent* 2007;1(3):125-31.
107. Celikoglu M, Akpinar S, Yavuz I. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15(5):e791-6.
108. Bowman SJ. Class II combination therapy (distal jet and Jasper Jumpers): a case report. *J Orthod* 2000;27(3):213-8.
109. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics Current Principle and Techniques*. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2011: 492-502.
110. Nanda R. *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2005:178.
111. Singh G. *Textbook of Orthodontics*. New Delhi: Jaypee Brothers, 2004: 619-630.
112. Papadopoulos MA. *Orthodontic Treatment of the Class II Noncompliant Patient*. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2006: 219-230.
113. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110(6):639-46.
114. Chiu PP, McNamara JA, Jr., Franchi L. A comparison of two intraoral molar distalization appliances: distal jet versus pendulum. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(3):353-65.

115. Kinzinger GS, Gross U, Fritz UB, Diedrich PR. Anchorage quality of deciduous molars versus premolars for molar distalization with a pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(3):314-23.
116. Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, Nagasaka H, Nanda R. Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(6):723-33.
117. Kloehn S. Evaluation of cervical anchorage force in treatment. *Angle Orthod* 1961;31:91-104.
118. Ringenberg QM, Butts WC. A controlled cephalometric evaluation of single-arch cervical traction therapy. *Am J Orthod* 1970;57(2):179-85.
119. Merrifield LL, Cross JJ. Directional forces. *Am J Orthod* 1970;57(5):435-64.
120. Armstrong MM. Controlling the magnitude, direction, and duration of extraoral force. *Am J Orthod* 1971;59(3):217-43.
121. Wieslander L. Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Am J Orthod* 1975;67(4):432-9.
122. Melsen B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. *Am J Orthod* 1978;73(5):526-40.
123. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Distal displacement of the maxilla and the upper first molar. *Am J Orthod* 1979;75(6):630-40.
124. Jacobson A. A key to the understanding of extraoral forces. *Am J Orthod* 1979;75(4):361-86.
125. Firouz M, Zernik J, Nanda R. Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102(3):197-205.

126. O'Reilly MT, Nanda SK, Close J. Cervical and oblique headgear: a comparison of treatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(6):504-9.
127. Cook AH, Sellke TA, BeGole EA. Control of the vertical dimension in Class II correction using a cervical headgear and lower utility arch in growing patients. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106(4):376-88.
128. Tulloch JF, Phillips C, Koch G, Proffit WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(4):391-400.
129. Kirjavainen M, Kirjavainen T, Haavikko K. Changes in dental arch dimensions by use of an orthopedic cervical headgear in Class II correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(1):59-66.
130. Ucem TT, Yuksel S. Effects of different vectors of forces applied by combined headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(3):316-23.
131. Haydar S, Uner O. Comparison of Jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(1):49-53.
132. Lima RM, Lima AL. Case report: Long-term outcome of Class II division 1 malocclusion treated with rapid palatal expansion and cervical traction. *Angle Orthod* 2000;70(1):89-94.
133. Ashmore JL, Kurland BF, King GJ, Wheeler TT, Ghafari J, Ramsay DS. A 3-dimensional analysis of molar movement during headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121(1):18-29.
134. Sayinsu K, Isik F, Ulgen AN. A comparative study of profile changes with 3 different distalization mechanics. *World J Orthod* 2007;8(1):37-44.

135. Blechman AM. Magnetic force systems in orthodontics. Clinical results of a pilot study. *Am J Orthod* 1985;87(3):201-10.
136. Muse DS, Fillman MJ, Emmerson WJ, Mitchell RD. Molar and incisor changes with Wilson rapid molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(6):556-65.
137. Byloff FK, Darendeliler MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: Clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 1997;67(4):249-60.
138. Gulati S, Kharbanda OP, Parkash H. Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114(3):319-27.
139. Gianelly AA. Distal movement of the maxillary molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114(1):66-72.
140. Keleş A, İşbilen B. Unilateral molar distalization with molar slider (Two Case Report). *Türk Ortodonti Derg* 1999;12:193-202.
141. Brickman CD, Sinha PK, Nanda RS. Evaluation of the Jones jig appliance for distal molar movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(5):526-34.
142. Bondemark L. A comparative analysis of distal maxillary molar movement produced by a new lingual intra-arch Ni-Ti coil appliance and a magnetic appliance. *Eur J Orthod* 2000;22(6):683-95.
143. Bolla E, Muratore F, Carano A, Bowman SJ. Evaluation of maxillary molar distalization with the distal jet: a comparison with other contemporary methods. *Angle Orthod* 2002;72(5):481-94.

144. Hilgers JJ, Tracey SG. The Mini-Distalizing Appliance: the third dimension in maxillary expansion. *J Clin Orthod* 2003;37(9):467-75.
145. Guray E, Orhan M. "En masse" retraction of maxillary anterior teeth with anterior headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112(5):473-9.
146. Pavlick CT, Jr. Cervical headgear usage and the bioprogressive orthodontic philosophy. *Semin Orthod* 1998;4(4):219-30.
147. Baumrind S, Korn EL, Isaacson RJ, West EE, Molthen R. Quantitative analysis of the orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am J Orthod* 1983;84(5):384-98.
148. Boecler PR, Riolo ML, Keeling SD, TenHave TR. Skeletal changes associated with extraoral appliance therapy: an evaluation of 200 consecutively treated cases. *Angle Orthod* 1989;59(4):263-70.
149. Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality--a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110(5):513-9.
150. Schiavon Gandini MR, Gandini LG, Jr., Da Rosa Martins JC, Del Santo M, Jr. Effects of cervical headgear and edgewise appliances on growing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119(5):531-8.
151. Blafer JL. Troubleshooting the ACCO. *J Clin Orthod* 1970;4(8):440-6.
152. Warren DW. Clinical application of the ACCO appliance. Part 1. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101(2):101-11.
153. Warren DW. Clinical application of the ACCO appliance. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101(3):199-209.

154. Ertürk N, Calşık S. Ortodontik tedavide ağız dışı kuvvetler ve bunların uygulanmasıyla ilgili kuramsal düşünceler. Ege Üniv Diş Hek Derg 1978;3(4):521-39.
155. Yüksel S, Gülşen A, Üçem T. Modifiye 3D bimetrik maxillary distalizasyon arkı ile molar distalizasyonu. Türk Ortodonti Derg 1996;9:229-35.
156. Aran İ, Uras E, Hürmeýdan H. Ortodontik tedavide ağız dışı kuvvetlerin uygulanmasında "servikal head-gear"lerden yararlanılması Hacettepe Diş Hekimliği Derg 1978;2(2):198-210.
157. Chaushu G, Chaushu S, Weinberger T. Infraorbital abscess from orthodontic headgear. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;112(4):364-6.
158. Holland GN, Wallace DA, Mondino BJ, Cole SH, Ryan SJ. Severe ocular injuries from orthodontic headgear. Arch Ophthalmol 1985;103(5):649-51.
159. Samuels RH, DiBiase AT. Changes in circumferential neck measurements during movements of the head in children and their relevance to extraoral traction. Angle Orthod 2001;71(1):44-9.
160. AAO issues. Special bulletin on extra oral appliance care. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1975;68(4):457.
161. Sergl HG, Klages U, Zentner A. Pain and discomfort during orthodontic treatment: causative factors and effects on compliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114(6):684-91.
162. Brandao M, Pinho HS, Urias D. Clinical and quantitative assessment of headgear compliance: a pilot study. issues A. Special bulletin on extra oral appliance care. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(2):239-44.

163. Bussick TJ, McNamara JA, Jr. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(3):333-43.
164. Fortini A, Lupoli M, Giuntoli F, Franchi L. Dentoskeletal effects induced by rapid molar distalization with the first class appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(6):697-704.
165. Itoh T, Tokuda T, Kiyosue S, Hirose T, Matsumoto M, Chaconas SJ. Molar distalization with repelling magnets. *J Clin Orthod* 1991;25(10):611-7.
166. Steger ER, Blechman AM. Case reports: molar distalization with static repelling magnets. Part II. AAO issues. Special bulletin on extra oral appliance care. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108(5):547-55.
167. Taner TU, Yukay F, Pehlivanoglu M, Cakirer B. A comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-x appliance. *Angle Orthod* 2003;73(6):686-91.
168. Mandurino M, Balducci L. Asymmetric distalization with a TMA transpalatal arch. *J Clin Orthod* 2001;35(3):174-8.
169. Andreasen G, Naessig C. Experimental findings on mesial relapse of maxillary first molars. *Angle Orthod* 1968;38(1):51-5.
170. Bondemark L, Kurol J, Bernhold M. Repelling magnets versus superelastic nickel-titanium coils in simultaneous distal movement of maxillary first and second molars. *Angle Orthod* 1994;64(3):189-98.
171. Toroglu MS, Kircelli BH, Kadioglu O. Essix plates for anterior anchorage reinforcement. *J Clin Orthod* 2003;37(5):252-4.

172. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: The effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997;67(4):261-70.
173. Pieringer M, Droschl H, Permann R. Distalization with a Nance appliance and coil springs. *J Clin Orthod* 1997;31(5):321-6.
174. Bowman SJ. Modifications of the distal jet. *J Clin Orthod*. 1998;32(9):549-56.
175. Quick AN, Harris AM. Molar distalization with a modified distal jet appliance. *J Clin Orthod* 2000;34(7):419-23.
176. Rana R, Becher MK. Class II correction using the bimetric distalizing arch. *Semin Orthod* 2000;6:106-18.
177. Ucem TT, Yuksel S, Okay C, Gulsen A. Effects of a three-dimensional bimetric maxillary distalizing arch. *Eur J Orthod* 2000;22(3):293-8.
178. Byloff FK, Karcher H, Clar E, Stoff F. An implant to eliminate anchorage loss during molar distalization: a case report involving the Graz implant-supported pendulum. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2000;15(2):129-37.
179. Karcher H, Byloff FK, Clar E. The Graz implant supported pendulum, a technical note. *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30(2):87-90.
180. Sung JH, Kyung H, Bae SM, Park HS, Kwon OW, McNamara JA. Microimplants in Orthodontics. Daegu, Korea: Dentos Inc., 2006:335.
181. Oberti G, Villegas C, Ealo M, Palacio JC, Baccetti T. Maxillary molar distalization with the dual-force distalizer supported by mini-implants: a clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):282 e1-5.

182. Chhatwani B, Schneider B. Maximum anchorage in orthodontics with the palatal implant: maximum anchorage in orthodontics with the palatal implant. *J Orofac Orthop* 2006;67(6):459-70.
183. Ülgen A, Keleş A. Üst büyük azı distalizasyonu yapan bir plak ile servikal headgear kombinasyonunun (modifiye ACCO apareyi) diş, çene ve yüz iskeletine etkilerinin incelenmesi. *Türk Ortodonti Derg* 1999;12:149-61.
184. Maino BG, Alessandrini P, Mura P. A modified ACCO for Class II nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 2006;40(10):605-12.
185. Wilson WL. Modular orthodontic systems. Part 1. *J Clin Orthod* 1978;12(4):259-67, 70-8.
186. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM, Berger DG. Distalization of molars with repelling magnets. *J Clin Orthod* 1988;22(1):40-4.
187. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM. The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96(2):161-7.
188. Bondemark L, Kurol J. Distalization of maxillary first and second molars simultaneously with repelling magnets. *Eur J Orthod* 1992;14(4):264-72.
189. Erverdi N, Koyuturk O, Kucukkeles N. Nickel-titanium coil springs and repelling magnets: a comparison of two different intra-oral molar distalization techniques. *Br J Orthod* 1997;24(1):47-53.
190. Andreasen GF, Hilleman TB. An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 1971;82(6):1373-5.
191. Manhartsberger C, Seidenbusch W. Force delivery of Ni-Ti coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109(1):8-21.

192. Miura F, Mogi M, Ohura Y, Karibe M. The super-elastic Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Part III. Studies on the Japanese NiTi alloy coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94(2):89-96.
193. Hilgers JJ. A palatal expansion appliance for non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1991;25(8):491-7.
194. Toroğlu M, Uzel I, Çam OY, Hancioğlu ZB. Cephalometric evaluation of the effects of pendulum appliance on various vertical growth patterns and of the changes during short-term stabilization. *Clin Orthod Res* 2001;4(1):15-27.
195. Kinzinger GS, Fritz UB, Sander FG, Diedrich PR. Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(1):8-23.
196. Fuziy A, Rodrigues de Almeida R, Janson G, Angelieri F, Pinzan A. Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(4):502-10.
197. Patel MP, Janson G, Henriques JF, et al. Comparative distalization effects of Jones jig and pendulum appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):336-42.
198. Acar AG, Gursoy S, Dincer M. Molar distalization with a pendulum appliance K-loop combination. *Eur J Orthod* 2010;32(4):459-65.
199. Caprioglio A, Beretta M, Lanteri C. Maxillary molar distalization: Pendulum and Fast-Back, comparison between two approaches for Class II malocclusion. *Prog Orthod* 2011;12(1):8-16.

200. Giancotti A, Cozza P. Nickel titanium double-loop system for simultaneous distalization of first and second molars. *J Clin Orthod* 1998;32(4):255-60.
201. Gianelly AA. Distal movement of the maxillary molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114(1):66-72.
202. Runge ME, Martin JT, Bukai F. Analysis of rapid maxillary molar distal movement without patient cooperation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115(2):153-7.
203. Ngantung V, Nanda RS, Bowman SJ. Posttreatment evaluation of the distal jet appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(2):178-85.
204. Kırçelli B. First Class apareyinin etkilerinin Pendulum apareyi ile karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Adana, 2003.
205. Papadopoulos MA, Melkos AB, Athanasiou AE. Noncompliance maxillary molar distalization with the first class appliance: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(5):586 e1- e13.
206. Ertugay E. Lokar distalizasyon apareyi ile iki farklı kuvvet uygulamasının üst molar dişlerin distalizasyonu sırasında oluşturduğu iskeletsel ve dental değişimlerin karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Ankara, 2001.
207. Kaan E. Mikro-implant destekli modifiye lokar apareyinin ortodontik bölgeye etkisi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Ankara, 2007.
208. Keles A. Unilateral distalization of a maxillary molar with sliding mechanics: a case report. *J Orthod* 2002;29(2):97-100.

209. Keles A, Pamukcu B, Tokmak EC. Bilateral maxillary molar distalization with sliding mechanics: Keles Slider. *World J Orthod* 2002;3:57-66.
210. İkbāl A. Ağız içi molar distalizasyonunda kullanılan Keleş Slider ve Jones Jig aapareylerinin karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Erzurum, 2004.
211. Allaf F. Keleş slider aygıtı ile yapılan üst birinci büyük azı distalizasyonunun biyometrik değerlendirilmesi. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık tezi, İstanbul, 2004.
212. Mavropoulos A, Sayinsu K, Allaf F, Kiliaridis S, Papadopoulos MA, Keles AO. Noncompliance unilateral maxillary molar distalization. *Angle Orthod* 2006;76(3):382-7.
213. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the Miniscrew Anchorage System. *J Clin Orthod* 2005;39(1):9-24.
214. Oncag G, Seckin O, Dincer B, Arikan F. Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(1):16-26.
215. Polat-Ozsoy O, Kircelli BH, Arman-Ozcirpici A, Pektas ZO, Uckan S. Pendulum appliances with 2 anchorage designs: conventional anchorage vs bone anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(3):339 e9- e17.
216. Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. *Angle Orthod* 2009;79(1):78-84.

217. Ludwig B, Glasl B, Kinzinger GS, Walde KC, Lisson JA. The skeletal frog appliance for maxillary molar distalization. *J Clin Orthod* 2011;45(2):77-84.
218. White SC, Pharoah MJ. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin North Am* 2008;52(4):689-705.
219. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(4):512-5.
220. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(5):627-37.
221. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod* 2009;15:2-13.
222. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(5):600 e23-34.
223. Kishi K, Hasegawa I, Shigehara H, Wakasa T, Honda Y, Arita ES. Clinical applications of 3-D CT and 3-D plastic model in maxillo-facial region. *Oral Radiol* 1997;13:93-102.
224. Scarfe WC, Farman AG, Levin MD, Gane D. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan* 2010;103(2):62-7.
225. White SC, Pae E. Patient image selection criteria for cone beam computed tomography imaging. *Semin Orthod* 2009;15:19-28.

226. Carr M, Posnick JC, Pron G, Armstrong D. Cranio-orbito-zygomatic measurements from standard CT scans in unoperated Crouzon and Apert infants: comparison with normal controls. *Cleft Palate Craniofac J* 1992;29(2):129-36.
227. Atchison KA, Luke LS, White SC. An algorithm for ordering pretreatment orthodontic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102(1):29-44.
228. Akgül HM, Sümbüllü MA, Horarlı A. Diş hekimliğinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi. *Dişhek Derg* 2008;4(82):42-5.
229. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, 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.
230. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30(6):1088-95.
231. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(3):410-6.
232. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three-dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2007;19(3):287-309.
233. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1:31-6.
234. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc* 2003;31(11):817-23.

235. Baba R, Konno Y, Ueda K, Ikeda S. Comparison of flat-panel detector and image-intensifier detector for cone-beam CT. *Comput Med Imaging Graph* 2002;26(3):153-8.
236. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofacial Rad* 2004;33(5):285-90.
237. Sukovic P, Brooks S, Perez L, Clinthorne NH. DentoCat-A Novel Design of A Cone Beam CT Scanner for Dentomaxillofacial Imaging: Introduction and Preliminary Results. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG, Doi K, eds. *Computer Asisted Radiology and Surgery*. Amsterdam: Elsevier Science, 2001:659-64.
238. Aygun N, Zinreich SJ. Imaging for functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(3):403-16.
239. Jones NS. CT of the paranasal sinuses: a review of the correlation with clinical, surgical and histopathological findings. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2002;27(1):11-7.
240. Hirsch E. Cone-beam CT: the future of dental x-ray diagnostics. *Dental Products Report*.
www.thefreelibrary.com/Dental+Products+Report/2007/March/1-p5476 1
 Mart 2007
241. Cha JY, Mah J, Sinclair P. Incidental findings in the maxillofacial area with 3-dimensional cone-beam imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(1):7-14.

242. Yanez-Vico RM, Iglesias-Linares A, Torres-Lagares D, Gutierrez-Perez JL, Solano-Reina E. Diagnostic of craniofacial asymmetry. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15(3):e494-8.
243. Howerton WB, Jr., Mora MA. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc* 2008;139 Suppl:20S-24S.
244. Kragstov J, Bosch C, Gyldensted C, Sindet-Pedersen S. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofac J* 1997;34(2):111-6.
245. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(4 Suppl):S100-8.
246. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(4):468-79.
247. Jakobsone G, Neimane L, Krumina G. Two- and three-dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of Class III malocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110(2):234-42.
248. 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.

249. Cavalcanti MG, Vannier MW. Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofacial Radiol* 1998;27(6):344-50.
250. Muramatsu A, Nawa H, Kimura M, et al. Reproducibility of maxillofacial anatomic landmarks on 3-dimensional computed tomographic images determined with the 95% confidence ellipse method. *Angle Orthod* 2008;78(3):396-402.
251. Schmuth GP, Freisfeld M, Koster O, Schuller H. The application of computerized tomography (CT) in cases of impacted maxillary canines. *Eur J Orthod* 1992;14(4):296-301.
252. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003;31(11):825-33.
253. Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. Radiographic examination of the temporo-mandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiol* 2004;33(3):196-201.
254. Hwang HS, Hwang CH, Lee KH, Kang BC. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(6):779-85.
255. Tai K, Hotokezaka H, Park JH, et al. Preliminary cone-beam computed tomography study evaluating dental and skeletal changes after treatment with a mandibular Schwarz appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(3):262 e1- e11.
256. Swennen GRJ, Schutyser F, Hausamen JE. *Three Dimensional Cephalometry*. Berlin: Springer Verlag, 2005:107.

257. Lagravere MO, Hansen L, Harzer W, Major PW. Plane orientation for standardization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(5):601-4.
258. Maeda M, Katsumata A, Ariji Y, et al. 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(3):382-90.
259. Kwon TG, Park HS, Ryoo HM, Lee SH. A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry--a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35(1):43-8.
260. Kim NK, Lee C, Kang SH, Park JW, Kim MJ, Chang YI. A three-dimensional analysis of soft and hard tissue changes after a mandibular setback surgery. *Comput Methods Programs Biomed* 2006;83(3):178-87.
261. Baek SH, Cho IS, Chang YI, Kim MJ. Skeletodental factors affecting chin point deviation in female patients with class III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(5):628-39.
262. Dağsuyu İM. Ortodontide 3.Boyut: Görüntüleme, Modelleme ve Sefalometrik Analizler. *Türk Ortodonti Derneği Semineri; Kırıkkale, 2011.*
263. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 1983;83(5):382-90.
264. Furstman L, Bernick S, Aldrich D. Differential response incident to tooth movement. *Am J Orthod* 1971;59(6):600-8.

265. Tosun Y. Sabit ortodontik apareylerin biyomekanik prensipleri. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1999:3.
266. Bench RW, Gugino CF, Hilgers JJ. Bioprogressive therapy. Part 6. J Clin Orthod 1978;12(2):123-39.
267. Uysal T. İmplantlar ve ortodonti. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg 2005;8:146-55.
268. Chen YJ, Chang HH, Lin HY, Lai EH, Hung HC, Yao CC. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices. Clin Oral Implants Res 2008;19(11):1188-96.
269. Papadopoulos MA, Mavropoulos A, Karamouzos A. Cephalometric changes following simultaneous first and second maxillary molar distalization using a non-compliance intraoral appliance. J Orofac Orthop 2004;65(2):123-36.
270. Bernhart T, Vollgruber A, Gahleitner A, Dortbudak O, Haas R. Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. Clin Oral Implants Res 2000;11(6):595-601.
271. Costa A, Pasta G, Bergamaschi G. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. Semin Orthod 2005;11:10-5.
272. Lagravere MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(1):112-6.
273. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19(2):228-31.

274. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(5):291-4.
275. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(6):803-11.
276. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo. *DentomaxillofaC Radiol* 2009;38(5):262-73.
277. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136(1):19-25.
278. Tomasi C, Bressan E, Corazza B, Mazzoleni S, Stellini E, Lith A. Reliability and reproducibility of linear mandible measurements with the use of a cone-beam computed tomography and two object inclinations. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40(4):244-50.
279. El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(2):157-65.