

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANDİBULAR RETROGNATİ HASTALARINDA
İKİ FARKLI FONKSİYONEL APAREYİN ALT VE
ÜST ÇENE HACMİNE ETKİLERİNİN KONİK
IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE
İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Dt. Emre NAİBOĞLU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİMDALI

DİYARBAKIR 2015

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MANDİBULAR RETROGNATİ HASTALARINDA
İKİ FARKLI FONKSİYONEL APAREYİN ALT VE
ÜST ÇENE HACMİNE ETKİLERİNİN KONİK
IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Emre NAİBOĞLU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİMDALI

DİYARBAKIR 2015

**Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
tarafından 2014-DH-12 proje numarası ile desteklenmiştir**

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

"Mandibular retrognati hastalarında iki farklı fonksiyonel apareyin alt ve üst çene hacmine etkilerinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile incelenmesi" başlıklı doktora tezi 19. 01.2015 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı/başarısız bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

Tezi Teslim Eden: Dt. Emre NAİBOĞLU

Jüri Üyesinin

Ünvanı

Adı Soyadı

Üniversitesi

Başkan :	Doç. Dr. Defne Keçik	Başkent Üniversitesi
Üye :	Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE	Dicle Üniversitesi
Üye :	Prof. Dr. Remzi NİĞİZ	Dicle Üniversitesi
Üye :	Doç. Dr. Seher GÜNDÜZ ARSLAN	Dicle Üniversitesi
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT	Dicle Üniversitesi

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

...../...../.....

Prof. Dr. Ali Ceylan

Dicle Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŐEKKÖR

Doktora tez çalıőmamın her aőamasında bilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE'ye,

Doktora eğitimim boyunca engin bilgilerini paylaőmaktan çekinmeyen, teorik ve pratik katkılarını esirgemeyen bۆlüm hocalarımızdan Doç. Dr. Seher GÖNDÖZ ARSLAN, Doç. Dr. Gۆven BAŐARAN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOğRU, Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT, her zaman yanımda olan, beraber çalıőmaktan zevk aldığım Dr. İhsan Cemal MELEK, Dr. Gۆlay BERBER, Dt. Orhan AKSOY'a tۆm arkadaşlarıma ve bۆlüm personelimize,

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarından dolayı Dr. Pamir MERİÇ'e,

Hayatım boyunca her konuda desteklerini benden esirgemeyen annem Macide NAİBOğLU, babam Yusuf NAİBOğLU ve abim Dr. Emrah NAİBOğLU'na sonsuz teőekkۆr ederim.

İÇİNDEKİLER

İç kapak.....	1
Onay sayfası.....	2
Teşekkür Sayfası.....	3
İçindekiler Dizin.....	4
Resimler Dizini.....	7
Tablolar Dizini.....	9
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	10
Türkçe Özet.....	11
İngilizce Özet.....	13
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	15
2. GENEL BİLGİLER.....	17
2.1 Sınıf II Maloklüzyonun Tanımı, Epidemiyoloji ve Etyolojisi.....	17
2.1.1 Tanım.....	17
2.1.1.1 Mandibulanın Anatomisi.....	19
2.1.1.2 Maksillanın Anatomisi.....	19
2.1.2 Epidemiyoloji.....	19
2.1.3 Etyoloji.....	20
2.1.4 Tedavi zamanı.....	25
2.1.5 Büyüme ve gelişimin değerlendirilmesi.....	26
2.1.5.1 El-bilek röntgenleri.....	26
2.1.5.2 Sefalometrik filmler.....	30
2.1.6 Tedavi Şekli.....	32
2.2 Fonksiyonel tedavi.....	33
2.2.1 Bionatör.....	36
2.2.2 Forsus FRD (Fatigue Resistant Device) EZ.....	39
2.3 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT).....	41

2.4 MIMICS® Yazılım Programı.....	44
3. MATERYAL METOD.....	45
3.1 Materyal.....	45
3.2 Etik Kurul Değerlendirmesi.....	46
3.3 Yöntem.....	46
3.4 Bionatör Apareyinin Uygulanması.....	46
3.5 Forsus FRD EZ2 Apareyinin Uygulanması.....	48
3.6 Kontrol Grubu.....	49
3.3.1 CBCT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve MIMICS® Yazılım Programına Aktarılması.....	49
3.3.2 CBCT Görüntülerinin İşlenmesi.....	50
3.3.2.1 Mandibula Segmentasyonu.....	53
3.3.2.2 Maksilla segmentasyonunda kullanılan noktalar ve düzlemler.....	55
3.3.2.3 Maksilla Segmentasyonu.....	56
4.BULGULAR.....	65
4.1 Kontrol grubuna ait takip öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi.....	65
4.2 Bionatör grubuna ait uygulama öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi.....	66
4.3 Forsus grubuna ait grubuna ait uygulama öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi.....	66
4.4 Üç Gruba Ait Uygulama Başı ve Sonu Ortalama Değerleri Arasındaki Farkların İncelenmesi.....	67
4.5 Üç Gruba Ait Uygulama Başı ve Sonu Ortalama Farklılıklarının Birbirleriyle Karşılaştırılması.....	69
5.TARTIŞMA	
5.1 Gereç ve yöntemin değerlendirilmesi.....	72
5.2 Bulguların Tartışılması.....	76
5.2.1 Sefalometrik Ölçümlerin Tartışılması.....	76
5.2.2 Hacimsel Ölçümler.....	77
5.2.2.1 Hacimsel Ölçümlerin Tartışılması.....	78

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	80
6.1 Sonuçlar.....	80
6.2 Öneriler.....	80
7. Kaynaklar	81
8. Özgeçmiş	104



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Gelişim göstergelerinin yerleri

Resim 2 . El-bilek gelişim göstergeleri

Resim 3 . Maturasyon indikatörleri

Resim 4 . Maturasyon safhaları

Resim 5 . Sefalometrik röntgen filmi

Resim 6. Proje aparatı

Resim 7. Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinin alındığı i-CAT cihazı

Resim 8 . Koronal, sagittal ve aksiyel düzlemde oryantasyonun belirlenmesi

Resim 9 . Tresholding(pencere aralığı) değerlerinin ayarlanması

Resim 10 . Artefaktların temizlenmesi

Resim 11. Sagittal kesit üzerinde mandibular dişlerin kronlarının silinmesi

Resim 12 . Mandibula'nın maxillofasiyal kompleksten ayrılması

Resim 13. 3D görüntü elde edilmeden önce quality belirlenmesi

Resim 14. Mandibula üç boyutlu görüntüsü ve hacim hesaplaması

Resim 15. Foramen spinosum'un belirlenmesi

Resim 16. Foramen spinosumların orta noktasını belirlemek için yapılan mesafe ölçümü

Resim 17. Along plane seçeneğinin açılması

Resim 18. Maksillanın üst sınırlarının oluşturulması

Resim 19. Maksillanın üst sınırındaki kesitlerin silinmesi

Resim 20. Maksillanın arka sınırının PNS noktasından geçmesi

Resim 21. Segmente edilen maksillanın iki boyutlu kesitler halindeki görüntüsü

Resim 22. Maksillanın üç boyutlu görüntüsü

Resim 23. Maksillanın kesilmesi

Resim 24 . Maksillanın üç boyutlu görüntüsü



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 : Toplam birey sayısı

Tablo 2 : Bireylerin yaş dağılımı

Tablo 3. Araştırmamızda kullanılan parametrelere ait tekraralama katsayıları (r)

Tablo 4. Kontrol grubunun takip başlangıcı ve sonu tanımlayıcı istatistikleri

Tablo 5. Bionatör grubunun tedavi öncesi ve sonrasına ait tanımlayıcı istatistikleri

Tablo 6. Forsus grubunun tedavi öncesi ve sonrasına ait tanımlayıcı istatistikleri

Tablo 7. 3 gruba ait takip dönemleri (önce –Sonrası) arasındaki ortalama farklılıklar ve eşleştirilmiş t testi sonuçları

Tablo 8. 3 grubun ortalama farklılıklarının Varyans analizi karşılaştırması ve bu karşılaştırmanın gruplar arası farklılık Tukey HSD testi sonucu

Tablo 9. 3 Grubun araştırma öncesi ortalama değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 10. 3 Grubun araştırma sonrası ortalama değerlerinin karşılaştırılması

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CT: Bilgisayarlı Tomografi

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine/Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim

HU: Hounsfield Unit

CBCT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

> : Büyüktür

< : Küçüktür

% : Yüzde

(°) : Derece

p: Anlamlılık

SMI : İskeletsel maturasyon indikatörü

E.M.G : Elektromiyografi

SVMI : Servikal Vertebra Maturasyon İndeksi

FRD : Fatigue Resistant Device

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Bionator ve Forsus FRD EZ2 apareylerinin maksilla ve mandibula hacmine olan etkilerini Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) ile incelemektir.

Çalışmamız 3 gruptan oluşmaktadır. Bionator grubu (n=20), Forsus grubu (n=20) ve kontrol grubu (n=20). Çalışmamızda toplamda 60 birey değerlendirilmiştir. Bionator grubunu (15 kız, 5 erkek) oluşturan bireylerin yaş ortalaması 12 yıl 1 ay iken, Forsus grubunu (11 kız, 9 erkek) oluşturan bireylerin yaş ortalaması 12 yıl 9 aydır. Kontrol grubunu (9 kız, 11 erkek) oluşturan bireylerin yaş ortalaması 13 yıl 8 aydır. Çalışmamız, mandibular retrognatiye sahip low angle büyüme paternine sahip Sınıf II Div 1 anomalili hastalar üzerinde yürütülmüştür. Tedaviye alınan bireyler büyüme gelişimin peak dönemindedir.

Bionator grubunda CBCT verileri apareyin uygulanmasından önce ve apareyin uygulanmasından 6 ay sonra alınmıştır. Forsus grubunda ise CBCT verileri 0.017" x 0.025" SS ark tellerine geçildikten ve Forsus apareyi çıkarıldıktan sonra (ortalama $5,05 \pm 1,6$ ay) alınmıştır.

Kontrol grubunda 6 aylık süreçte meydana gelen hacimsel değişikliklerin karşılaştırılmasında ve Forsus ve Bionatör apareylerini kullanan grupların tedavi öncesi ve sonrasında maksilla ve mandibulada meydana gelen hacimsel değişikliklerin ortalama farklılıklarının karşılaştırılmasında eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır. Üç gruba ait takip ve uygulama öncesi-sonrası ortalama farklılıklarını birbirleriyle karşılaştırılmasında ise tek yönlü varyans analizi ve sonrasında yapılan Poshoc Tukey HSD testi kullanılmıştır.

Maksilla hacmi değerlendirildiğinde bionatör ve forsus gruplarında kontrol grubuna göre artış olmasına rağmen, bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Forsus ve bionatör grupları karşılaştırıldığında forsus grubunda hacimsel artışın daha fazla olduğu fakat istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Anahtar Kelimeler: Forsus FRD EZ2, Bionatör, Maksilla Hacmi, Mandibula Hacmi, CBCT, Sınıf II Div. 1



ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of Bionator and Forsus FRD EZ2 appliances on the maxillary and mandibular volumes using cone-beam computed tomography (CBCT).

The study comprised 60 patients who were divided into three groups: Bionator (n=20), Forsus (n=20) and control group (n=20). Bionator group included 15 girls and 5 boys with a mean age of 12 years and 1 month, Forsus group included 11 girls and 9 boys with a mean age of 12 years and 9 months, and the control group included 9 girls and 11 boys with a mean age of 13 years and 8 months. Inclusion criteria were as follows: class II division 1 malocclusion, mandibular retrognathia, low-angle growth pattern, and peak growth period.

In Bionator group, the CBCT images were obtained before and six months following the administration of the appliance, whereas the images in Forsus group were obtained when the 0.017"x0.025" SS arcwires were applied and the Forsus appliance was removed (mean period; 5.05±1.6 months).

A paired t-test was used to compare the volume changes in the control group within the six months after the treatment and also to compare the mean differences between the pre- and post-treatment volume changes in the maxilla and mandible following the administration of Forsus and Bionator appliances. One-way ANOVA was used to make comparisons among the mean differences in the pre- and post-treatment periods and the follow-up period for the three groups, followed by Tukey's HSD test.

The results showed an increase in the maxillary volume in Bionator and Forsus groups compared to the control group; however, the increase was not significant ($p>0.05$). Also, the volume increase in the Forsus group was higher than the one in the Bionator group, but no significance was observed ($p>0.05$).

Key Words: Forsus FRD EZ2, Bionator, Maxillary Volume, Mandibular Volume, CBCT, Class II Division 1



1.GİRİŞ ve AMAÇ

Büyüme-gelişim sırasında diş, çene ve yüz yapıları arasında bir denge bulunmaktadır. Bu dengeyi oluşturan yapılardan birinin ya da birkaçının bozulmasıyla ortodontik anomaliler ortaya çıkar (1). Ortodontide, ön-arka (sagittal) yöndeki maloklüzyonların tanı ve tedavisine daha fazla önem verilmiş olup çalışmalar genellikle bu yönde yapılmıştır (2). Ortodontik anomali tiplerinin %49'unu Sınıf II Division 1 maloklüzyonlar oluşturur (3).

İskeletsel Sınıf II anomaliler alt çene geriliği, üst çene ileriliği ya da her iki durumun mevcudiyetiyle meydana gelmiş, daha çok alt çenedeki geriliğe bağlı oluşan ortodontik anomalilerdir. İskeletsel yapıdaki değişikliğe ilaveten profildeki farklılık da karakteristiktir(4).

Sınıf II Division 1 anomalisinin tedavisindeki amaç; mandibulanın büyüme ve gelişimini stimüle etmektir. Uygulanan fonksiyonel apareylerle iskeletsel dengesizlikler ve profildeki uyumsuzluklar ortadan kaldırılabilir. Fonksiyonel apareyler hastalarda iyi sonuçlar vermektedir (5-7).

Sınıf II Division 1 anomalinin tedavisinde hareketli fonksiyonel apareyler, sabit fonksiyonel apareyler, ağız dışı apareyler ve bunların kombinasyonları kullanılmaktadır (8-11). Fonksiyonel apareyler, büyüme gelişimin atılım döneminde Sınıf II Division 1 tedavisinde oldukça sık uygulanmaktadır (12- 18.).

Günümüzde hareketli fonksiyonel apareylere alternatif olarak sabit fonksiyonel aygıtlar geliştirilmiştir ve oldukça sık kullanılmaktadır. Kullanılan sabit fonksiyonel apareylerin, hareketli fonksiyonel apareylere göre en önemli avantajları arasında hasta uyumunun gerekli olmaması, konuşma fonksiyonuna daha az engel olması örnek verilebilir. (4, 19, 20).

Bilindiği üzere, ortodontik tedavilerin başarısında ve tedavi süresinde hasta kooperasyonu çok önemli bir faktördür (21, 22). Hasta kooperasyonuna gerek duyulmayan Forsus apareyi; basit ve küçük olması, aparey bileşenlerinin az sayıda olması, kırılmaya karşı dirençli olması, rijit olmaması, ağza uygulanmasının ve aktivasyonunun rahat, hasta başında harcanan zamanın kısa olması, hastanın ağız

açma ve lateral hareketler gibi fonksiyonları diğer apareylere göre daha rahat yapması ve nispeten estetik olması gibi birçok avantaja sahiptir (23-25).

Sınıf II anomalilerin teşhisinde klinik muayene, 2 boyutlu görüntüleme teknikleri ve son yıllarda 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır .

Daha önce yapılan çalışmalarda üç boyutlu yapılar iki boyutlu röntgenler üzerinden değerlendiriliyordu. 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesiyle distorsiyon, magnifikasyon, süperimpozisyon gibi 2 boyutlu görüntüleme sistemlerinde oluşan dezavantajlar ortadan kaldırılmıştır (26). 3 boyutlu teşhis yöntemleriyle hastanın problemleri ve tedavi alternatifleri daha iyi belirlenmekte, hekim tedavi prognozunu daha doğru öngörebilmektedir (27). Bu nedenle, daha gerçek sonuçlar elde edebilmek için çalışmamızda 3 boyutlu görüntüleme sistemlerini kullandık.

2 boyutlu görüntüleme sistemlerinin dezavantajlarının giderilmesiyle gelişen 3 boyutlu görüntüleme teknikleri, diş hekimliğinde de bilgisayarlı tomografi (CBCT) kullanımını yaygınlaştırmıştır (28). Özellikle cerrahi girişimlerde 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinden faydalanılmaktadır(29, 30).

Bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde maksilla ve mandibula hacminin hesaplandığı çalışmalar mevcuttur (31- 36). Fakat ortodontik tedavi öncesi ve sonrasında meydana gelen hacim değişiklikleri ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda CBCT yardımıyla hareketli fonksiyonel aygıt olan Bionator apareyi ile tedavi edilen, sabit fonksiyonel aygıt olan Forsus FRD EZ2 apareyi ile tedavi edilen ve tedavi edilmemiş kontrol grubu hastalarının birbirleri arasında ve kendi aralarındaki maksilla ve mandibula hacimlerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası hacim değişikliklerini 3 boyutlu olarak karşılaştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Sınıf II Maloklüzyonun Tanımı, Epidemiyoloji ve Etyolojisi

2.1.1 Tanım

Angle, Dewey, Lischer, Bennette, Simon, Ackerman-Profitt gibi birçok araştırmacı, maloklüzyonları dişsel olarak sınıflandırmıştır (37). Yüz yıldan fazla geçmişe sahip olan Angle sınıflaması, dezavantajları iyi bilinmesine ve yapılan farklı çalışmalara rağmen, maloklüzyon sınıflamasında hala en popüler sınıflandırmadır (38).

Angle, (39) maloklüzyonları dişlerin, diş kavislerinin ve çenelerin sagittal yön ilişkisine göre sınıflandırmıştır. Daimi üst birinci molar dişin konumunu değişmez olarak kabul etmiş ve oklüzyonun anahtarı olarak nitelendirmiştir. Angle daimi alt birinci molar dişin daimi üst birinci molar dişe göre daha mezialde (mezial oklüzyon) veya daha distalde (distal oklüzyon) olmasına göre anomalileri sınıflandırmış ve anomalileri üç sınıfa ayırarak incelemiştir.

Sınıf II maloklüzyon, mandibular birinci molar dişin, maksiller nötral oklüzyona göre daha distalde kapanışa geçmesi olarak tanımlanır (37). Sınıf II maloklüzyonun üç alt bölümü vardır (40). Sınıf II Division 1 maloklüzyon, molar bölgede Sınıf II kapanış ve ön tarafta artmış overjetle karakterizedir. Sınıf II Division 2 maloklüzyonda molar bölgede distal kapanış vardır, keser bölgesinde ise overbite artmıştır. Sınıf II subdivizyonda ise bir tarafta nötral oklüzyon mevcutken (Sınıf I), diğer tarafta ise distal kapanış (Sınıf II) bulunmaktadır. Bu tür anomalilerde çoğunlukla orta çizgi sapması da vardır (40).

İskeletsel olarak sagittal yöndeki anomalilerin sınıflandırılmasında sefalometrik değerlere bakılır. Graber ve ark. (41) iskeletsel sınıf II anomalileri aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

1. İskeletsel komponentin normal olduğu, dentoalveoler sınıf 2 maloklüzyonlar: ANB açısı normaldir fakat SNA ve SNB açıları azalmıştır.

2. Fonksiyonel sınıf II maloklüzyonlar: İstirahat pozisyonunda sınıf I ilişkisi mevcutken, fonksiyon esnasında SNB açısının azaldığı gözlenir.
3. Maksillanın önde konumlandığı (SNA açısı artmış) Sınıf II anomalilerdir.
4. Mandibulanın geride konumlandığı (SNB açısı azalmış) Sınıf II anomalilerdir.
5. Bahsedilen bu alt grupların birleşimiyle oluşan Sınıf II anomalilerdir.

Büyüme ve gelişimi normal olan bireylerde simfiz Y eksenine boyunca öne ve aşağı hareket eder. Kondillerin dik yön büyümesi ile glenoid fossanın aşağıya doğru hareketi, üst çenenin ve alt üst çene alveolar yapıların dik yön büyümesine eşittir. Üst çene ve alveolar yapıların gelişimi fazla olduğunda simfiz aşağı ve geriye doğru hareket eder ve iskeletsel ve dişsel Sınıf II ilişkisi meydana gelir (11, 42-44). Aynı şekilde, kondiler gelişim ile diğer bölgelerdeki gelişim arasındaki denge bozulursa Sınıf II ilişkisi meydana gelebilir (45).

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon, alt çene geriliği ya da küçüklüğünden, üst çene ileriliği ya da büyüklüğünden veya mandibular yetersizlik ve maksiller fazlalığın bileşiminden kaynaklanabilir. Bu durumların tümünde distal kapanış görülür (45-52).

Maksiller fazlalık söz konusuysa, maksillanın dik yönde, sagittal yönde ya da her iki yönde de gelişiminin fazla olmasına bağlı olarak gelişebilir. Dik yönde; maksiller posterior bölgenin uzamasına bağlı olarak gelişen maksiller fazlalık söz konusuysa ön bölgede open bite görülür. Hem anterior hem posterior bölgede aşırı büyüme varsa dişeti gülümsemesi görülebilmektedir. Her iki durumda da mandibulada posterior rotasyon meydana geleceğinden sınıf II anomali oluşmaktadır (53)

Sagittal yönde maksiller fazlalık söz konusuysa orta yüz bölgesinde de aşırı bir gelişim vardır. Yani burun, infra orbital bölge ve üst dudak bölgesi kafa kaidesine göre önde konumlanmıştır. Sefalometrik olarak SNB açısı normal, SNA ve ANB açıları artmıştır. Maksiller uzunluk artmış, mandibular uzunluk normaldir (52).

Mandibular yetersizlik söz konusuysa iki durum söz konusudur; birinci durumda ramus ve korpus boyu kısadır, alt çenede aşağı ve arkaya rotasyon

mevcuttur. Dolayısıyla FMA, ANB, konveksite açısı ve Wits değeri artmış, SNB açısı ve arka yüz yüksekliği azalmıştır (52).

İkinci durumda ise ramus boyu normal ya da artmış, korpus boyu kısadır. Bu durumda FMA açısı düzleşmiş ve arka yüz yüksekliği artmış, ön yüz yüksekliği azalmıştır (52).

2.1.1.1 Mandibulanın Anatomisi

Mandibula 'corpus' ve 'ramus' olmak üzere iki kısımdan oluşur. Corpus mandibulanın şekli kalın ve yassıdır. Corpus mandibulanın alt yarısına 'basis mandibula' denmektedir. Üst yarısını dişlerin yer aldığı kısım olan 'processus alveolaris' oluşturmaktadır. Ramus mandibula, corpus mandibulanın üzerinde yer alır ve yukarı, arkaya doğru uzanır. Corpus ile Ramusun birleştiği yere 'angulus mandibula' denmektedir. Ramus mandibulanın üst kenarında büyük bir çentik ve iki adet çıkıntı bulunmaktadır. Çıkıntılardan önde olanına 'processus coronoideus' arkadaki çıkıntıya ise 'processus condylaris' denmektedir. Bu iki çıkıntı arasındaki büyük çentiğin adı 'incisura mandibula' dır (54).

2.1.1.2 Maksillanın Anatomisi

Yüz iskeletinin ortasında bulunan maksilla; cranium'a bağlı ve onu oluşturan kemiklerden os nasale, os sphenoidale, os frontale, os temporale ve os palatinum ile ilişkidir. Bu komşulukları ile maxilla, ağız boşluğunun tavanını, burun tabanı ve yan duvarlarını, orbita'nın tabanını oluşturur. İki simetrik parçadan oluşan maxilla kemikleri orta hat üzerinde sutura palatina mediana ile birleşirler. Üst çene dişlerinin bulunduğu bölüm maxilla'nın alt kısmındaki processus alveolaris'tir (55).

2.1.2 Epidemiyoloji

Bishara Sınıf II maloklüzyon frekansının Amerika Birleşik Devletleri'nde % 6.6- 29 arasında olduğunu belirtmiştir (56). Genel popülasyonun %15-20'sini, klinik popülasyonun %49'unu oluşturan Sınıf II Division 1 anomali en sık rastlanan tipidir. (57- 59).

1960 ve 1991 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan sağlık taraması verileri Sınıf II anomalinin Amerikan popülasyonun % 20'sinde görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada, miks dentisyondaki çocukların % 25-30'unda, erken daimi dişlenme dönemindeki çocukların % 20-25'inde ve erişkinlerin %15-20'sinde Sınıf II maloklüzyon olduğu saptanmıştır (53) .

Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bu çalışmaya benzer bir çalışma da Finlandiya, İsveç ve Danimarka da yapılmış olup sınıf II anomali görülme prevalansı birbirine yakın bulunmuştur (60- 62)

Ganalı çocuklar üzerinde yapılan çalışmada sınıf II anomali görülme prevalansı %1.2 olarak belirlenmiştir. (63)

Çinli erişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada bu bireyler arasında sınıf II anomali görülme sıklığı %16.4 olarak bulunmuştur. (64)

Farklı toplumlarda yapılan çeşitli araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. (65- 71)

Ülkemizde yapılan çalışmalarda Sarı ve ark. (72), Sınıf II Division 1 anomalinin % 25.08, Sınıf II Division 2 anomalinin % 2.99 oranında, diğer bir çalışmada Başçıftçi ve ark. (73) Sınıf II Division 1 anomalinin % 15.9, Sınıf II Division 2 anomalinin % 4.3 oranında görüldüğünü bildirmiştir. Sayın ve Türkkahraman'ın (74) yaptığı çalışmada ise bireylerin % 19 unda Sınıf II Division 1 anomali görülmüştür.

2.1.3 Etyoloji

Sınıf II Division 1 anomaliler günümüzde en sık rastlanan ortodontik düzensizliklerdir. Bu anomalinin ortaya çıkmasında bir çok faktör rol oynamaktadır. Genetik ve irksal karakteristik özellikler belirleyicidir (75).

Sınıf II Division 1 maloklüzyonun oluşumunda dişsel ve iskeletsel nedenlerin yanında çevre dokuların ve kötü alışkanlıkların (süt dişi erken kaybı, parmak alt dudak emme, ağız solunumu vb. gibi nedenlerin) da rol oynadığı belirtilmektedir. (13, 75- 81).

Mathews'a (82) göre maksiller süt ikinci azı dişinin erken kaybedilmesi ya da persiste mandibular süt ikinci azı dişleri sınıf II anomaliye sebep olabileceğini bildirmiştir.

Dişsel Sınıf II Division 1 anomaliler daha çok çevresel faktörler, fonksiyon bozuklukları ve kötü alışkanlıklar nedeniyle meydana gelmektedir. Dişsel sınıf II Division 1 anomalilerde, çenelerin kafa kaidesi ile ilişkileri normaldir. Sorun maksiller dişlerin önde olmasından, mandibular dişlerin geride olmasından ya da her iki durumun birlikte görülmesinden kaynaklanmaktadır. (45- 47, 49- 51).

Sınıf II Division 1 anomalilerin oluşmasında diğer bir faktör de geniz eti, hipertrofik tonsil veya adenoidler, burun yollarındaki eğrilikler ve anatomik sebeplerden dolayı yapılan ağız solunumu, parmak emme, yalancı emzik kullanımı gibi alışkanlıklara bağlı olarak gelişen maksiller arkın daralmasıdır. Maksiller ark dar ise, kaninler arası bölge de dar olacağından mandibula geride kapanmaya zorlanır. Bu kapanış şekli başta fonksiyonel bir distal kapanıştır; ancak durum devam ederse morfolojik anomaliye dönüşecektir (40).

Balters (13) dilin geride konumlandığı durumlarda laringeal bölgenin daraldığını, bu durumun da ağız solunumuyla birlikte Sınıf II Division 1 anomaliye neden olabileceğini bildirmiştir.

McNamara (5), sınıf II anomaliye sahip bireylerin dik yön gelişiminin de göz önünde bulundurulması gerektiğini, ağızdan solunum yapan bireylerde FMA açısının arttığını belirtmiştir. Graber ve ark. (83), ağız solunumunun Sınıf II maloklüzyona neden olabileceğini bildirmiştir.

Perkün (84), 4-6 yaşlarında maksillada olması gereken fizyolojik diastemaların oluşmadığı bireylerde; maksillanın mandibulanın ileri doğru gelişimini engellediğini ve böylece distal kapanışın meydana gelebileceğini bildirmiştir. Ayrıca parmak emme alışkanlığına bağlı olarak maksillanın normalden önde konumlanacağını ve böylece Sınıf II anomalinin meydana gelebileceğini belirtmiştir.

McNamara'nın 1981 yılında yaptığı çalışmaya göre Sınıf II anomalilere şu faktörler neden olabilir (5);

- a) Maksiller iskeletsel pozisyon: Üst çenenin kafa kaidesine göre ileride olması durumu
- b) Maksiller dental pozisyon: Üst çene kafa kaidesine göre normal konumunda fakat maksiller dişlerin ileride olması durumu.
- c) Mandibular iskeletsel pozisyon: Alt çenenin kafa kaidesine göre geride konumlanması durumu
- d) Mandibular dental pozisyon: Alt çenenin kafa kaidesine göre normal konumda olduğu fakat mandibular molar dişlerin distal kapanışta olduğu durumdur.

Fisk ve arkadaşları Sınıf II Div 1 maloklüzyonun etiyolojisini 6 farklı faktöre bağlamıştır (85).

- a) Maksilla ve maksiller dişlerin kafa kaidesine göre önde konumlanması
- b) Maksiller dişlerin maksillaya göre önde konumlanması
- c) Mandibula boyutunun normal fakat mandibulanın posteriora konumlanması
- d) Mandibular gelişimin yetersiz olması
- e) Mandibular dişlerin kemik kaideye göre geride konumlanması
- f) Bu etkenlerin bir kaçının birlikte görülmesi.

İskeletsel Sınıf II Division 1 anomaliler; alt ve üst çenenin kafa kaidesine göre konumlarının sagittal yöndeki uyumsuzluklarından oluşmaktadır. Üst çenenin kafa kaidesine göre önde konumlanması, alt çenenin kafa kaidesine göre geride konumlanması ya da her iki durumun bir arada görülmesinden kaynaklanmaktadır. (45- 47, 49, 50).

İskeletsel yapıyı etkileyen ve ortodontik anomalilere sebep olan faktörlerden biri de kaslardır. Graber ve Hotz (13, 76), kasların dişler ve çeneler üzerindeki etkisini araştırmış, yutkunma sırasında buksinator ve mental kasın aşırı kasılması

durumunda maksiller dişlerin ileri, mandibular dişlerin geriye doğru hareket ettiğini, dolayısıyla overjetin arttığını belirtmişlerdir.

Frankel (86), yüz çevresi kaslarının anormal çalışmasının Sınıf II maloklüzyon oluşmasında önemli olduğunu bildirmiştir. Panchez (87), Sınıf II anomaliye sahip hastalarda masseter ve temporal kasların ısırma ve çiğneme esnasındaki elektromiyografi (E.M.G) aktivitelerini incelemiş ve bu iki kasın E.M.G değerinin ısırma sırasında düşük olduğunu, çiğneme sırasında ise masseter kas aktivitesinin düşük temporal kas aktivitesinin normal değerlerde olduğunu saptamıştır.

Moss (87), kas aktivitelerinin normal değerlerde olmadığı sınıf II anomaliye sahip hastalar üzerinde yapmış olduğu fonksiyonel tedavi sonrası kas aktivitelerinin normale döndüğünü belirtmiştir.

Dentoalveoler yapılardaki fonksiyonel ve yapısal denge bozuluklarının ortodontik anomalileri meydana getirebileceğini belirten Watry (88), kas fonksiyonlarının düzeltilmesiyle bu anomalilerin tedavi edilebileceğini savunmuştur. Bu bozuklukların tedavisi için de fonksiyonel tedaviyi önermiştir.

Yapılan araştırmaların çoğunda sınıf II anomaliye sahip bireylerde mandibula gelişiminin yetersiz olduğu görülmüştür (5, 89, 90). Ancak Bishara ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (91) sınıf II division 1 anomaliye sahip bireylerde gelişimin erken dönemlerinde mandibular uzunluğun normal bireylere göre daha kısa olduğu, büyüme gelişim tamamlandığında bu farkın ortadan kalkabileceği belirlenmiştir.

Singh sınıf II anomaliye sebep olan faktörleri aşağıdaki gibi 3 ana başlık altında sıralamıştır (37).

Prenatal faktörler;

1. Genetik ve konjenital: Aynı tip maloklüzyona sahip ebeveynler ve çocuklar üzerinde yapılan çalışmalarda, yüz boyutlarının kalıtımla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, sınıf II maloklüzyona neden olan bazal kemik boyutları da kalıtsal olabilir.

2. Hamilelik esnasında kullanılan bazı ilaçlar gelişim bozukluğuna sebep olabileceğinden sınıf II maloklüzyona neden olabilir. Bu ilaçlar teratojen olarak adlandırılır.
3. Fötal yaşam sırasında radyasyona maruz kalınması da sınıf II maloklüzyon oluşmasına sebep olabilir.
4. İntrauterin dönemde ellerin yüz üzerinde konumlanması gibi pozisyonlar da kraniofasial büyümeyi özellikle de mandibulayı olumsuz yönde etkilemektedir.

Natal faktörler;

Doğum esnasında forsepsin yanlış kullanımı sonucu kondilde hasar ya da kırık oluşmasına neden olarak eklem bölgesinde kanamaya yol açabilir. Bu da daha sonra eklem bölgesinde ankiloz oluşarak mandibulanın gelişimini engelleyebilir.

Postnatal faktörler;

1. Yüzüstü uyumak gibi uyku alışkanlıkları çenelerin normal büyümesini olumsuz yönde etkileyebilir.
2. Oyun esnasında özellikle kondil bölgesindeki travmatik yaralanmalar mandibulanın büyümesini olumsuz yönde etkiler.
3. Uzun süreli radyasyon tedavisi çene gelişimini etkileyebilir.
4. Romatoid artrit gibi sistemik hastalıklar mandibulanın normal büyümesini engelleyebilir.
5. Akut tonsillit, alerjik rinit, nasal polip gibi enfeksiyon durumları da büyüme paternini değiştirebilir.
6. Ağız solunumu, parmak emme, alt dudak ısırma gibi kötü alışkanlıklar mandibula gelişimini olumsuz yönde etkiler.

7. Konjenital eksik dişler, kama lateral gibi malforme dişler, üst bukkal dişlerin erken çekimi, alt süt dişlerinin retansiyonu, ektojik sürmeler, süpernumere dişler gibi dentisyon anomalileri de sınıf II maloklüzyona neden olabilir.

8. Üst kesicilerin retrüviz olması, mandibulanın öne doğru büyümesine engel olur.

2.1.4 Tedavi zamanı

Sınıf II maloklüzyonda büyüme dönemi, tedaviyi etkileyen en önemli faktör olmasına rağmen (45), yüz yapısı, dişsel gelişim, alt ve üst çene gelişimi gibi çeşitli faktörler maloklüzyonun oluşmasında rol oynadığından, sınıf II maloklüzyonların tedavisinde bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (9). Mathews (92), süt ve karışık dişlenme döneminde yapılan erken fonksiyonel tedavinin iskeletsel değişiklikler yaratabileceğini savunmuştur.

King ve ark. (93), oklüzyonu yönlendirmek ve maloklüzyonu önlemek daha kolay olacağından fonksiyonel tedavinin erken karışık dişlenme döneminde yapılmasını önermiştir.

Bondevik daimi dişlenme döneminde uygulanan tedavinin karma dentisyonunda uygulanan tedaviden daha etkili olduğunu bildirmiştir (94).

Tedaviye erken dönemde başlama ya da büyüme gelişimin atılım döneminde başlama gibi farklı görüşler mevcuttur (95).

Tofany (96), Hotz (97) ve Harvold (15) prepubertal dönemde yapılan fonksiyonel tedavide iskeletsel ve dişsel gelişimden maksimum yararlanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar ise (45, 47) tedaviye pubertal atılım döneminde başlanması gerektiğini, bunun sebebinin de aktif tedavi süresini uzatmamak olduğunu bildirmiştir.

Mc Iver (98) en uygun dönemi kızlarda 10-11 yaş, erkeklerde 11-12 yaş olarak, Parker (99) daimi dişlerin çoğunun sürdüğü dönem olarak belirlemiştir. Graber(100) ise Sınıf II Division 1 anomaliye sahip bireylerde fonksiyonel tedaviye

erken başlanması gerektiğini, kızlarda 10.5 yaş, erkeklerde 12.5-18 yaşın doku cevabı açısından en uygun dönem olduğunu bildirmiştir.

Yaygın kanı, büyüme ve gelişimin peak döneminin, sınıf II maloklüzyonların ortopedik tedavisi için en uygun dönem olduğu yönündedir (101-105). Bu nedenle tedaviye başlamak için doğru zamanı yakalamak önemlidir. Kronolojik yaş iskeletsel maturasyonun belirlenmesinde güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmemekte, bu nedenle başka yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Bu yöntemlerden biri kemik maturasyonunun radyolojik olarak değerlendirilmesidir (106-109).

2.1.5 Büyüme ve gelişimin değerlendirilmesi

Fonksiyonel ortodontik tedavilerde büyüme ve gelişim dönemlerinden faydalandığı için pubertal atılımın peak evresinde fonksiyonel tedaviler uygulanırsa başarı şansı daha yüksektir. Büyüme gelişim döneminin belirlenmesinde kronolojik yaşın rehber alınması güvenilir bir yöntem değildir. Bu nedenle bireyin büyüme gelişim döneminin hangi safhasında olduğunu belirleyebilmek için bazı büyüme indikatörleri kullanılır. Bu indikatörler boy, kilo, dental gelişim, ikincil cinsiyet karakterleri (sesin kalınlaşması, sakalların çıkması, menstrasyon döneminin başlaması) ve iskeletsel maturasyondur. Ortodontide iskeletsel maturasyonun belirlenmesinde kullanılan en yaygın iki yöntem el bilek grafileri ve sefalometrik filmlerdir.

2.1.5.1 El-bilek röntgenleri

Büyüme gelişim evresinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın tanı aracı el-bilek grafileridir. Kemik yaşı el-bilek röntgeni üzerinde görülen 29 adet kemiğin kalsifikasyon durumları incelenerek belirlenmektedir (40). Bunun için Geulich ve Pyle'nin el-bilek röntgeni atlası kullanılmaktadır (110). Bu atlasla doğumdan erişkin yaşa kadar her yaş için, kız ve erkekler için ayrı ayrı örnek el-bilek röntgen resimleri bulunmaktadır. Atlasın sonunda verilen tablolarda her kemik yaşında çocuğun büyümesinin yüzde kaçının tamamlandığı gösterilmiştir. Fonksiyonel ortodontik tedaviye başlamak için bireyin büyüme atılımının hangi safhasında olduğunu belirlemek önemlidir. Bunun tanısı için el-bilek röntgeninde bazı indikatörlere

bakmak gerekmektedir(40). Fishman (111) adolesan dönemde, el-bilek radyografilerinde 11 adet iskeletsel maturasyon indikatörü (SMI) tanımlamıştır:

A- Epifiz ve diyafiz eşitlendiği

1. Üçüncü parmağın proksimal phalanxı
2. Üçüncü parmağın orta phalanxı ve
3. Beşinci parmağın orta phalanxında

B- Kalsifikasyon evresi

4. Sesamoid kemiğin kalsifikasyonu

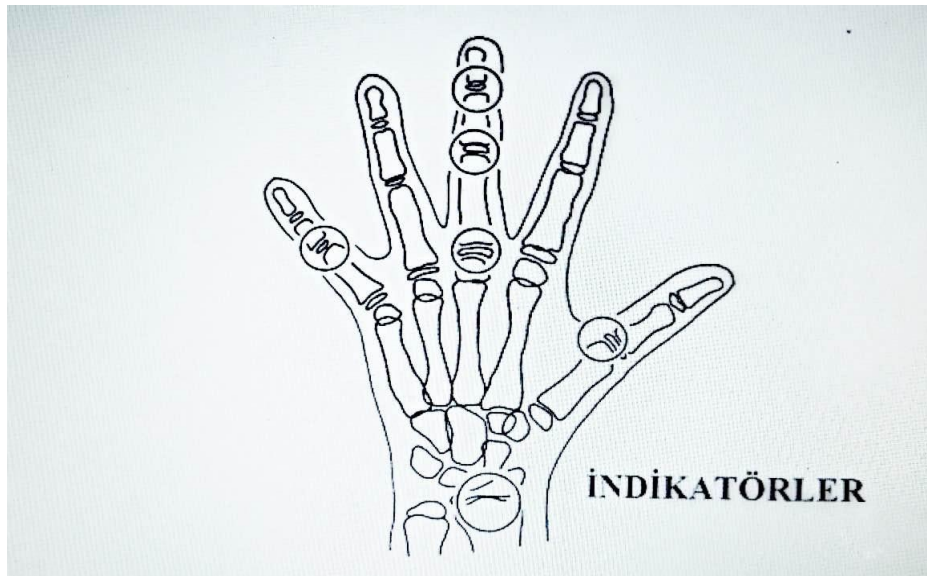
C- Kepping evresi;

5. Üçüncü parmağın distal phalanxında
6. Üçüncü parmağın orta phalanxında
7. Beşinci parmağın orta phalanxında

D- Epifiz ve diafiz kaynaşması;

8. Üçüncü parmağın distal phalanxında
9. Üçüncü parmağın proksimal phalanxı
10. Üçüncü parmağın orta phalanxında
11. Radius'ta meydana gelen kaynaşmalardır (**Resim 1-2**).

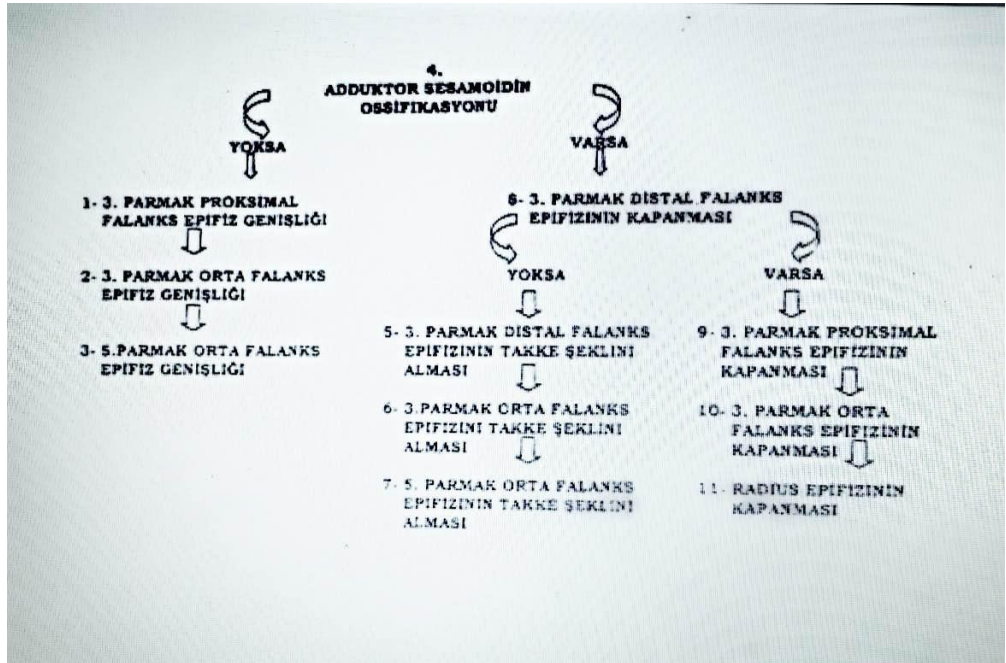
Resim 1: Gelişim göstergelerinin yerleri



Resim 2 : El-bilek gelişim göstergeleri



Resim 3 : Maturasyon indikatörleri



Resim 4 : Maturasyon safhaları



Büyüme gelişim dönemindeki iskeletsel maturasyon indikatörleri, büyüme atılımına göre üç dönemde sınıflandırılır (**Resim 3-4**).

1. SMI 1-3 arası: Büyüme ve gelişimin hızlandığı dönemdir. Kronolojik yaş olarak bu dönem kızlarda 9.5-11, erkeklerde 10-12 yaşları arasındadır
2. SMI 4-7 arası: büyüme ve gelişimin peak yaptığı dönemdir. Kronolojik yaş olarak bu dönem kızlarda 11-13, erkeklerde 12, 14.5 yaşları arasındadır.
3. SMI 8-11 arası büyüme ve gelişim hızının yavaşladığı dönemdir. Kronolojik yaş olarak bu dönem kızlarda 13-16, erkeklerde 14.5-17,5 yaşları arasındadır.

Buluğ çağı büyüme atılımı başlamasına yakın sesamoid kemiğin kalsifikasyonu başlar ve röntgende görülebilir duruma gelir. Buluğ çağı başlangıcı için diğer bir maturasyon indikatörü de orta parmak orta phalanx epifizi ile diafiz genişliklerinin birbirine eşit olmasıdır. Buluğ çağı büyümesinin en hızlı olduğu tepe noktasında orta parmak orta phalanx epifizi diafizini kep gibi örter buluğ çağı

büyüme hızının tepe noktaya erişmesinden en az 1 yıl sonra ort parmağın distal phalanx epifizi ile diafizi kaynaşmaya başlar. Bu durum büyüme atılımının kaçırıldığını, buluğ sonrası gelişiminin başladığını gösterir. Radius epifizi ile diafizinin kaynaşmaya başlaması büyümenin sona erdiğini erişkinlik dönemine geçildiğini gösterir (40).

2.1.5.2 Sefalometrik filmler

Servikal Vertebra Maturasyonunun Değerlendirilmesi

Ortodontik tedavilerde uzun yıllar iskeletsel maturasyon el-bilek röntgenleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Büyüme ve gelişim sırasında boyun omurlarında meydana gelen değişiklikler Lamparski tarafından fark edilmiş ve güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. Daha sonra Hassel ve Farman servikal maturasyonu 6 safhada tanımlamış ve bu safhaları Fishman'ın geliştirdiği SMI sistemiyle eşleştirerek en az el bilek röntgen değerlendirmeleri kadar güvenilir olduğunu belirlemişlerdir (112, 113).

Franchi ve arkadaşları 2000 yılında yaptıkları çalışmayla servikal maturasyonun iskeletsel maturasyonu ve pubertal atağı saptamada geçerli bir yöntem olduğunu desteklemiş, Lamparski tarafından 6 farklı maturasyon evresinde değerlendirilen indeksi modifiye ederek 5 maturasyon evresi tanımlamışlardır. Araştırmacılar yöntemin %98.6 güvenilir olduğunu bildirmiş, mandibular gelişimin SVMİ 2 ile SVMİ 3 basamakları arasında peak yaptığını, bu nedenle fonksiyonel tedavilerin en başarılı sonuçlarının SVMİ 2 ve SVMİ 3 safhalar arasında alınacağını belirtmişlerdir (107-109).

Franchi ve ark'nın modifiye ettiği SVMİ indeksinin safhaları şunlardır (109)

SVMİ I: 3 vertebranın alt kenarı düz olup, istisna olarak vakaların %50'sinde 2. vertebranın alt kenarında konkavite gözlenebilir. Trapezoid şeklindeki 3. ve 4. vertebraların üst kenarları arkadan öne doğru eğimlidir. Mandibular gelişim atılımı 1 yıldan önce meydana gelmez. %80-100 arasında gelişim potansiyeli gösterir.

SVMİ II: 2. ve 3. vertebraların alt kenarları konkavdır. 3. ve 4. vertebralar trapezoid ya da yatay yönde dikdörtgen şeklinde olabilir. Mandibular gelişim atılımı

bu dönemden sonraki 1 yıl içerisinde gerçekleşecektir. %65-85 arasında gelişim potansiyeli gösterir

SVMI III: 2. 3. ve 4. vertebraların alt kenarları konkavdır. 3. ya da 4. vertebralar yatay yönde dikdörtgen şeklindedir. Mandibular gelişim atılımı bu dönemden 1 ya da 2 yıl önce meydana gelmiştir. %25-65 arasında gelişim potansiyeli gösterir

SVMI IV: 2., 3. ve 4. vertebraların alt kenarları hala konkavdır. 3. ya da 4. vertebralardan en azından biri kare şeklindedir. Kare şeklinde değilse, diğer servikal vertebra hala yatay yönde dikdörtgen şeklindedir. Mandibular gelişim atağı bu dönemden en az 1 sene önce gerçekleşmiştir. %10-25 arasında gelişim potansiyeli gösterir

SVMI V: 2., 3. ve 4. vertebraların alt kenarlarındaki konkavite hala belirgindir. 3. ya da 4. vertebralardan en azından biri dikey yönde dikdörtgen şeklindedir. Dikdörtgen şeklinde değilse diğer servikal vertebra kare şeklindedir. Mandibular gelişim atağı bu dönemden en az iki sene önce gerçekleşmiştir. %5-10 arasında gelişim potansiyeli gösterir (**Resim 5**).

Resim 5 : Sefalometrik röntgen filmi



Sınıf II maloklüzyonların tedavisi iki temel stratejiye dayanır; iki fazlı tedavi stratejisinde tedaviye preadolesan dönemde başlanır ve adolesan dönemde ikinci faz tedavi uygulanır. Tek fazlı tedavi ise adolesan dönemde uygulanır (114, 115). Yapılan çalışmalarda tek fazlı tedavinin hem daha etkili olduğu hemde tedavi süresini kısalttığı bildirilmiştir (116, 117).

2.1.6 Tedavi Şekli

Sınıf II anomaliye sahip bireylerde artmış overjet ya da artmış overjetle ve artmış overbite ile karakterize bir durumdur. Bu nedenle sınıf II anomalilerin tedavisinde amaç artmış overjet ve overbite miktarını normal değerlere getirmektir. (50, 118, 119).

Tüm ortodontik tedavilerde olduğu gibi, Sınıf II anomalilerin tedavisinde de hastanın ihtiyacına göre tedavi planlanmalıdır (8, 118). Sınıf II Division 1 anomaliye sahip bireylerin tedavisinde amaç, maksiller alveol yapının öne ve aşağı hareketini engellemek, mandibulada ise öne doğru büyüme gelişimi sağlayarak ideal oklüzyon ve yüz estetiği elde etmektir (44, 120- 125).

Sınıf II Division 1 anomalilerin tedavisinde çene kemiklerinin birbirleriyle olan ilişkisini ve orofasiyal kasların aktivitelerini değiştirebilen ortopedik uygulamalardan ya da dişlerin birbirleriyle ve çene kemikleriyle olan ilişkilerini düzelteren ortodontik uygulamalardan faydalanılır (18, 57, 126).

Sınıf II Division 1 anomaliler ağız dışı kuvvet uygulamak, hareketli ve sabit fonksiyonel aparey uygulamak, ya da bu iki apareyin kombinasyonunun kullanılması ile tedavi edilirler (17, 123,127). Sebep üst çenenin kafa kaidesine göre ileride olması ise headgear (44, 128) kullanılarak maksiller yapının gelişimini inhibe etmek; sebep alt çenenin küçük olması ise fonksiyonel aparey (44, 129) kullanılarak alt çenenin gelişimini stimüle etmek amaçlanır. Bireyde hem üst çene ileriliği hem de alt çene geriliğinden kaynaklanan bir anomali mevcutsa fonksiyonel apareyle birlikte headgear kullanılmalıdır. (44, 126)

Sınıf II Division 1 anomali oluşmasının sebebi maksillanın aşırı gelişimine bağlı ise bu durumun düzeltilmesi için ağız dışı uygulamalardan faydalanılabilir.

Maksillanın aşırı geliştiği high angle vakalarda oksipital headgear, low angle vakalarda servikal headgear ve normal paterne sahip hastalarda ise kombine headgear kullanılır (130).

Sınıf II Division 1 anomali oluşmasının sebebi mandibulanın gelişim yetersizliğine bağlı ise bu durumun düzeltilebilmesi için fonksiyonel apareyler kullanılır. Bu apareyler; monobloklar, Frankel 2, bionatör, twin block, Schwarz çift plağı, Teuscher apareyi gibi hareketli fonksiyonel apareyler ve Herbst apareyi, Jasper Jumper, forsus gibi çeşitli sabit fonksiyonel apareylerdir (95).

Büyüme gelişimi sona ermiş, sınıf II Division 1 anomaliye sahip hastalarda ise yüz estetiği de göz önünde bulundurularak kompanzasyon tedavisi ya da ortognatik cerrahi tedaviler uygulanabilir (131).

2.2 Fonksiyonel tedavi

Ülgen (44) fonksiyonel çene ortopedisi ve felsefesini şöyle tanımlamıştır; “Diş-çene yüz bölgesindeki fonksiyonel uyarılar; çiğneme, mimik ve dil kaslarının dinlenme durumundaki tonusları nedeniyle veya çiğneme görevi esnasındaki kasılmaları sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu fonksiyonel kuvvetler ya çene kemiklerine yapışan kaslar ile doğrudan doğruya veya dişlerin periodontal membranları aracılığı ile dolaylı olarak çene ve alveol kemiklerine iletilmektedirler. Bu uyarıların kemikte yaptığı dokusal değişim rezorpsiyon ve apozisyonudur. Kemğin erişkin şeklini alması genetik olarak belirlenen örneğe göre fonksiyonel uyarılar altında olmaktadır. Wolff prensibine göre kemiğin mikro yapısındaki değişiklik morfolojik değişikliklere neden olmaktadır. Fonksiyonel uyarılar, kemiğin dokusal yapısında değişikliğe, bu sayede de morfolojik yapının değişimine neden olmaktadır.”

Fonksiyonel ortopedik tedavinin etki mekanizmasını anlayabilmek için Muzy'nin lienplastik teorisini ve enerji vital teorisini, ayrıca Moss'un fonksiyonel matriks teorisini de bilmek gerekmektedir. Muzy'nin lienplastik teorisine göre birbiriyle ilişkili olan iki kemikten birinde olan değişiklik diğerini de etkiler. Muzy'nin enrejivital teorisine göre bütün canlıların erişkin olmaya, daha iyi bir şekil almaya eğilimi vardır (44).

Kemik büyümesini sağlayan stimulusun, kıkırdak hücreleri ve bağ dokusu hücrelerinin çoğalması olduğunu savunan Sicher'in aksine, Moss stimulus olarak fonksiyonel matriksin esas rol oynadığını belirterek 'Fonksiyonel Matriks Teorisi'ni ileri sürmüştür. Baş ve yüz bölgesinde solunum, çiğneme, yutkunma, görme, duyma, konuşma gibi birçok fonksiyon yapılmaktadır. Moss, bu fonksiyonların yapıldığı anatomik yapılara 'Fonksiyonel Kranial Komponent' adını vermiştir. Fonksiyonel kranial komponent, fonksiyonel matriks ve iskelet ünitesi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Fonksiyonel matriks, fonksiyon gören boşluklar, bu boşlukları çevreleyen kaslar, membranlar gibi yumuşak dokular yada beyin gibi organlardan oluşmaktadır. İskelet ünite ise fonksiyonel matriksi koruyan ve ona destek olan kemikler ya da kemiğin bir kısmından oluşmaktadır. Kemik yapının büyüme ve gelişimini sağlayan bu fonksiyonel matrikslerin büyüme ve gelişimidir. Yani fonksiyonel matriksde meydana gelen değişiklikler nedeniyle iskeletsel yapılardaki değişimler meydana gelmektedir (40).

Fonksiyonel çene ortopedisinde, büyüme ve gelişim döneminde dentofasiyal bölgedeki çiğneme mimik ve dil kaslarının istirahat durumundaki tonuslarının aparey yardımıyla aktif hale getirilmesiyle elde edilen kuvvetin çene kemiklerine iletilmesiyle, kemik yapıda rezorpsiyon ve apozisyonel faaliyetler başlatarak dokusal değişime sebep olmak ve böylece çenelerin büyüme gelişimini yönlendirmek amaçlanır (127, 132).

Çenelerin büyüme ve gelişiminde genetik faktörler rol oynamakla beraber çevresel faktörlerin de büyüme ve gelişimin yönünü değiştirebileceği belirtilmiştir (133). Kemiğin morfolojisi ile buna uyum sağlamış fonksiyon arasında bir denge bulunmaktadır. Bu denge bozulmadıkça fonksiyonel uyarılar kemikte herhangi bir değişiklik meydana getirmemektedir. Fonksiyonel apareyler bu fonksiyonel uyarıları istenilen bir yönde şartlandırarak kemikte değişiklikler meydana getirirler. Fonksiyonel tedavide apareylerin oynadığı rolün ana felsefi budur (84).

Mandibular yetersizliğe sahip bireylerde fonksiyonel apareyler kullanılarak diş hareketinin yanısıra nöromusküler ve fonksiyonel değişiklikler elde edilebileceği ve böylece çenelerin büyüme yönünün değiştirilebileceği iddia edilmiştir..(47, 134-138).

Sınıf II Division 1 anomalide sahip bireylerde oklüzyon ve fasiyal estetiğin sağlanabilmesi için, fonksiyonel tedavi uygulanarak maksillanın ve maksiller dişlerin öne ve aşağı büyümesini engellemek, mandibular büyümeyi ise stimüle etmek amaçlanır. (17, 44, 45, 123)

Fonksiyonel tedavi terimi ilk kez Andresen'in geliştirdiği monoblok ile 1930'larda ortaya çıkmıştır. Daha sonra geliştirilen apareyler de hareketli aparey olarak tasarlanmış, Herbst, MARS gibi apareylerin yapılmasıyla sabit fonksiyonel tedavi gelişmiştir (139).

En yaygın kullanılan fonksiyonel aparey Andresen apareyi olarak da bilinen monobloktur. Ancak Bimler, Frankel ve Bionatör gibi apareyler de oldukça sık kullanılmaktadır (17, 76, 77, 140-147). Son yıllarda ise sabit fonksiyonel bir aparey olan Forsus FRD EZ2 apareyi, Herbst ve Jasper Jumper gibi diğer sabit fonksiyonel apareylere iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.

Genelde Sınıf II maloklüzyonlar, önce Sınıf II ilişkiyi düzeltmek için uygulanan ortopedik tedavi aşaması ve sonra maksillomandibular diş ilişkilerini sağlamak için uygulanan sabit tedavi aşaması olmak üzere 2 aşamada tedavi edilir (148). Pfeiffer ve ark. (136), aşırı diş hareketlerinden kaçınmak için bu tedavi yöntemini önermektedir. Bazı araştırmacılara göre (8, 149) dizilerdeki çapraşıklık ortopedik tedaviye başlanmadan düzeltilmiş olmalıdır. Van Beck (150) ise, bu sıralamanın herhangi bir anlamı olmadığını belirtmiştir.

Weislander (151), fonksiyonel tedaviyle iskeletselden ziyade dişsel cevabın elde edildiğini savunurken, Aktivatör, Bionatör, Frankel apareyi ile tedavi yapan birçok araştırmacı (152-155) fonksiyonel tedavi ile mandibulanın öne gelişiminin sağlandığını ve kondilde remodelasyon olduğunu savunmuşlardır.

Teuscher (79, 123) Sınıf II Division 1 anomalinin tedavisiyle büyüme yönünün kontrol edilebildiğini, fakat alt çene morfolojisinin değişmediğini, elde edilen geçici kondiler büyümeyle alt çenenin pozisyonunda değişim sağlandığını belirtmiştir.

Bishara ve ark. (86), fonksiyonel tedavi uygulamasında vaka seçiminin önemli olduğunu, FMA açısı değerleri ortalamaya yakın, iskeletsel alt çene geriliğine sahip, maksiller kesicileri protruziv, mandibular kesicileri retrüziv olan Sınıf II Division 1 vakalarda tedavinin başarılı olduğunu belirtmiştir.

Araştırmacılar (14, 15, 97, 152, 153, 156), alt çenenin yatay yönde öne doğru gelişim örneği gösterdiği yani dik yön yüz boyutlarının aşırı miktarda artmamış olduğu vakalarda uygulanan fonksiyonel tedavinin başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Ülgen (44) fonksiyonel tedavide başarılı olabilmek için en azından vakaların, alt çenenin hem dik hem yatay yönde eşit miktarda gelişim gösterenler arasından seçilmesini belirtmiştir.

Vardimon ve ark. (157), fonksiyonel tedavide başarısızlık nedenlerini 3 faktörle açıklamışlardır;

- a) Hasta büyüme modelinin uygun olmaması,
- b) Kooperasyon eksikliği nedeniyle hastanın apareyi yetersiz sürede taşıması
- c) Uygulanan apareyin alt çeneyi yeterince önde konumlandırılmaması sonucunda tedavide etkisiz kalması

2.2.1 Bionatör

Bionatör, temelde mandibular retrüzyonla karakterize maloklüzyonları tedavi etmek için kullanılan diş destekli apareyleri tanımlayan bir terimdir (158).

Balters (41,159) tarafından geliştirilen Bionatör hacimsel olarak monobloktan küçük olması, hasta kooperasyonunun daha kolay sağlanması ve bu nedenle kullanım süresinin uzun olması, klinik uygulamasının göreceli olarak daha kolay olması, modifiye edilebilmesi, sağlam olması, TME bozukluklarında başarılı bir şekilde kullanılabilmesi gibi avantajları nedeniyle tercih edilen hareketli fonksiyonel bir apareydir (158, 160). Bionatörün popülaritesine ilave bir sebep sıklıkla sabit aparey tedavisiyle kombine kullanılabilmesidir (158).

Bionatörün akrilik kısımları dişlere ve destekleyen yapılara temas eder, böylece iskeletsel, dentoalveoler ve kraniofasial bölgenin kas yapısı çevresinde

kuvvet ileterek biostimülasyon yapar ve bunun sonucunda çevre dokularda değişiklikler yaratır (158).

Alt parçası dardır ve üst parçası sadece labial tel ve bukkalde görünen bir tel uzantısına sahiptir, ayrıca ihtiyaç duyulduğunda bilateral genişletme için ayarlanabilen çapraz palatal bar eklenebilir. Apareyin üst arkı, sadece premolar ve molar bölgeleri kaplayan posterior akrilik lingual uzantılara sahiptir. Anterior kısım dil pozisyonu ve fonksiyonunu bozmamak için serbest bırakılır (160).

Yanak ve dudakların pozisyonu ve fonksiyonu palatal bar ve bukkal uzantılı labial bow ile yönlendirilir. 1,2 mm çelik telden yapılan palatal bar maksiller birinci molarların distal yüzeyleri arasında bir hat çizer. Palatal bar, Coffin springe sahiptir. Bar dili öne doğru yönlendirir ve stabilize eder. Böylece geri pozisyondaki dilin konumu ile oluşan yanlış yutkunma ve ağız solunumu düzeltilmeye çalışılır. Labial-bukkal ark, 0,9 mm çelik telden yapılır. Arkın pozisyonu, telin dudağa yakın tutulmasıyla negatif bir basınç üretir. Eğer gerekirse, ark genişletildikten sonra maksiller kesicileri geri almak ve boşlukları kapatmak için bu tel, tedavi süresince ayarlanabilir (160).

Bionatör, aşağıdaki özelliklere sahip Sınıf II mandibular retrognatizmin düzeltilmesi için endikedir (158):

- 1- İyi sıralanmış dental ark,
- 2- Labiale devrilmiş maksiller keserler,
- 3- Dik ya da iyi pozisyonlu mandibular keserler,
- 4- Derin spee kurvatürüne sahip derin kapanış,
- 5- Maksiller anterior alveoler deformasyona sahip açık kapanış.

Bionatörle Sınıf II iskeletsel malokluzyonun tedavisi şöyle yapılır (158):

- 1) Mandibulanın öne doğru ilerlemesiyle kas yapı tarafından oluşturulan distal kuvvetlerin maksiller komplekste headgear etkisi oluşturması.

2) Yapılan m llemelerle mandibular dentisyonda mezializasyon, maksiller dentisyonda distalizasyon meydana gelmesi.

3) Kondiller büyüme ve glenoid fossa remodellingi ile mandibulanın önde repozisyonlandırılması.

4) Mandibulanın önde repozisyonlanması sonucu oluşan nöromusküler adaptasyon. Bionatör ile tedavide prensip kas aktivasyonu değildir, dentofasiyal ve iskeletsel yapının büyümesinde zararlı rol oynayacak anormal ve deforme edici kas kuvvetlerinin engellenmesidir.

Ülgen (44) aktivatör için mumlu kapanış kaydı alırken alt çenenin sagittal yönde bir premolar genişliği kadar  ne getirilmesini, vertikal yönde ise istirahat aralığının 2-3 mm arttırılmasının uygun olacağını belirtmiştir.

Andresen aktivatör için mumlu kapanış alırken vertikal boyutun posterior bölgede 3-4 mm arttırılması gerektiğini, Harvold ise bu mesafenin 9-11 mm arttırılması gerektiğini belirtmiştir (86).

Graber (161) ve McNamara (162) frankel-2 apareyi için mumlu kapanış kaydı alırken bireylerin overjet miktarlarının dikkate alınması gerektiğini, alt çenenin maksimum 4-6 mm  ne alınması gerektiğini belirtmiştir.

Bionatör yapımında alt çenenin ne kadar  ne alınması gerektiğiyle ilgili farklı görüşler olmasına rağmen, yaygın olan uyuglama hastanın iskeletsel uyumsuzluğu ve kas yapısı da göz önünde bulundurularak alt çenenin 4-5 mm  ne alınmasıdır (163).

Mumlu kapanış kaydı alırken alt çene olması gerekenden önde konumlandırılırsa kaslardan kaynaklanan aşırı kuvvet nedeniyle aparey ağızdan çıkacak ve aşırı kas kuvvetleri mandibular kesici dişlerde devrilmelere sebep olacaktır (163).

McNamara bionatör için mumlu kapanış alırken mandibulanın vertikal yönde 2- 2,5 mm arttırılması gerektiğini belirtmiştir. Vertikal boyutu azalmış hastalarda bu miktar mandibulanın  ne alınma miktarına ve alt arkın spee eğrisine bağlı olarak 3-5

mm olacaktır. Dişsel ön açıklığın kapanması istendiğinde ise, posterior akriliğin kalınlığı 2-3 mm olmalıdır (158).

2.2.2 Forsus FRD (Fatigue Resistant Device) EZ2

2001 yılında, sabit fonksiyonel bir aparey olarak Bill Vogt tarafından tasarlanmıştır, % 45 nikel, % 55 titanyumdan oluşmuş, 0.5 mm x 3.0 mm'lik levha şeklinde tasarlanan Forsus FRD EZ apareyi, günümüzde dış kısmında açık bir coil spring, teleskobik bir silindir parça ile itici koldan meydana gelir. Üst çenede 1. molar diş, alt çenede kanin diş ile 1. premolar diş arasına ya direkt ark teline veya yardımcı bir ark teline uygulanır (164).

2011 yılında yeniden tasarlanarak Forsus FRD EZ2 adı verilen aparey, Forsus FRD EZ apareyine göre daha dirençli duruma getirilmiş ve anti rotasyon kolu kalınlaştırılmıştır (165).

Apareyin 25, 29, 32, 35, 38 mm olmak üzere beş farklı boyutu bulunmaktadır. Dişler sentrik oklüzyonda iken, üst 1. molar bandının distalinden alt kanin braketinin distali arasındaki mesafe özel bir cetvelle ölçülüp hasta için uygun boyut seçimi yapılır. Seçtiğimiz itici kol (Pushrod) boyutu olması gerekenden uzun olursa aparey kırılarak yumuşak doku yaralanmalarına sebep olabilir (23, 166).

Cleary ve ark.'nın Forsus apareyinin (24) yorgunluk direncini ölçtükleri çalışmada, apareyin 5 milyon ağız açma kapatma hareketi sonrasında dahi kırılma gözlenmediğini tespit etmişlerdir.

Bilindiği üzere, ortodontik tedavilerin başarısında ve tedavi süresinde hasta kooperasyonu çok önemli bir faktördür (21, 22). Hasta kooperasyonuna gerek duyulmayan Forsus apareyi; basit ve küçük olması, aparey bileşenlerinin az sayıda olması, kırılmaya karşı dirençli olması, rijit olmaması, ağza uygulanmasının ve aktivasyonunun rahat, hasta başında harcanan zamanın kısa olması, hastanın ağız açma ve lateral hareketler gibi fonksiyonları diğer apareylere göre daha rahat yapması ve nispeten estetik olması gibi birçok avantaja sahiptir (23- 25).

Sınıf II Division 1 anomaliye sahip hastalarda kullanılan Forsus apareyi ile var olan distal oklüzyon ve artmış overjet, dental ve iskeletsel etkilerle

düzeltilmektedir (166). Aparey ayrıca açık ve derin kapanış tedavisinde, diş çekimi yapılan tedavilerde ankraj amaçlı, posterior dişlerin mezializasyonunda mandibular kesicilerin ankrajını arttırmak için kullanılmaktadır (25).

Heinig ve ark. (166) Forsus apareyi ile tedavi ettikleri hastalarda mandibulanın ileri doğru yer değiştirdiğini, overjetin azaldığını (% 66 dişsel, % 33 iskeletsel düzelme), Sınıf II molar ilişkisinin düzeldiğini saptamıştır (% 61 dişsel, % 39 iskeletsel)

Forsus ve Sınıf II elastiklerin karşılaştırıldığı bir çalışmada (164), her iki aparey grubunda molar dişlerde uzama ve mandibular kesicilerde protrüzyon meydana geldiği bildirilmiştir fakat sonuçlar istatistiksel olarak anlamsızdır.

Şengün (167), büyüme gelişimi devam eden iskeletsel sınıf II vakalarda Forsus apareyinin etkilerini sefalometrik olarak incelemiş, maksiller kesicilerde retrüzyonla birlikte ekstrüzyon, mandibular kesicilerde protrüzyonla birlikte intrüzyon, maksiller molarlarda distalizasyonla birlikte intrüzyon, mandibular molarlarda mezializasyonla birlikte ekstrüzyon, overjet ve overbite da azalma, alt ön yüz yüksekliğinde artış ve yumuşak doku profilinde düzelme olduğunu bildirmiştir.

Karaçay ve ark.'nın (168) Forsus ve Jasper Jumper apareyi ile tedavi ettikleri grupları karşılaştırdıkları çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmamıştır. Çalışmada, her iki aparey grubunda üst çene gelişiminde azalma, alt çene gelişiminde stimülasyon, arka ve ön yüz yüksekliğinde artış, overjet ve overbite da azalma, maksiller kesicilerde retrüzyonla birlikte ekstrüzyon, mandibular kesicilerde protrüzyonla birlikte intrüzyon, maksiller molarlarda distalizasyonla birlikte intrüzyon, mandibular molarlarda mezializasyonla birlikte ekstrüzyon ve profilde iyileşme (alt dudak ve Pogonion öne geldiğinden) olduğu tespit edilmiştir.

Bilgiç (20), Forsus FRD apareyi ile aktivatörün etkilerini karşılaştırdığı çalışmasında, Forsus apareyiyle elde edilen dişsel hareketlerin daha fazla olduğunu bildirmiş, iskeletsel etki istenen vakalarda aktivatör kullanımını önermiştir.

Meriç (52) yaptığı çalışmada Forsus FRD ile Bionatör apareyinin havayolu üzerine etkilerini karşılaştırmış, her iki grupta da nazofarengal ve orofarengal

hacimde artış olduğunu, Bionatör ile tedavi ettiği grupta minimum aksiyal alanda belirgin bir artış gözlemlerken, Forsus ile tedavi ettiği grupta minimum aksiyal alanda herhangi bir değişim olmadığını belirtmiştir.

2.3 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT)

Ortodontik anomalilerin teşhisinde klinik muayene direkt antropometrik ölçümler, iki boyutlu görüntüleme teknikleri ve son yıllarda da üç boyutlu teşhis yöntemleri kullanılmaktadır. Üç boyutlu teşhis yöntemlerinin kullanımı ile anomalilerin teşhisi, tedavi seçenekleri ve tedavi sonuçları daha iyi ve gerçekçi bir şekilde tespit edilebilmektedir (27).

Hastanın klinik muayenesi yapıldıktan sonra, ilk teşhisi desteklemek ve sağlıklı bir tedavi planı oluşturabilmek için yardımcı teşhis yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında ortodonti kliniklerinde en yaygın kullanılanları ortodontik alçı modeller, ortodontik fotoğraflar ve iki boyutlu sefalometrik ve panoramik radyografilerdir.

Sefalometrik radyografiler 1931 yılında Broadbent tarafından geliştirilmiştir. (169) Büyüme gelişim tahmini, tedavi planlaması ve tedavi sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla günümüzde de rutin olarak kullanılmaktadır (170). Lateral sefalometrik filmlerde eksternal oryantasyon hataları ve magnifikasyon farkları oluşabilmektedir (171). Anatomik işaret noktalarının işaretlenmesi esnasında hastanın konumu, düzgün sınırlı yapıların bulunmaması ve süper impozisyonlar nedeniyle hatalar yapılabilmektedir (172).

İki boyutlu sefalometrik radyografilerin bu dezavantajlarına karşın üç boyutlu bilgisayarlı tomografilerle anatomik bölgeler detaylı bir şekilde incelenebilmekte, işaret noktaları daha kolay yerleştirilebilmekte, ölçümler daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmektedir (173). Tıp alanına 1970'lerde girmiş olmasına rağmen, yüksek radyasyon dozu ve maliyeti nedeniyle diş hekimliğinde kullanımı gecikmeye uğramıştır.

Bilgisayarlı tomografi (Computed Tomography, CT); “X ışını kullanarak, bir cismin kesitler halinde iki boyutlu veya üç boyutlu görüntülerinin oluşturulmasına yarayan radyolojik teşhis yöntemi” olarak tanımlanmıştır (174).

CBCT ilk kez 1998 yılında Mozza ve ark. tarafından yüz ve çenelerde görüntüleme için kullanılmıştır. X ışını CBCT’de konik şeklinde 3 boyutlu bir geometriye sahiptir. Halbuki geleneksel tomografide yelpaze şeklinde 2 boyutlu bir geometri vardır (175). CBCT’de tüp ve dedektörün bir turu ile kafa yüz bölgesinin büyük bir bölümü taranabilmektedir (176). Görüntü, geleneksel tomografide hasta kaydırılarak, aksiyel kesitten oluşan bir dizilim olarak elde edilir. CBCT’de ise hastanın etrafında bir tur dönülerek elde edilir ve süre panoramik radyografi süresiyle aynıdır (177). Görüntünün yakalanması, oluşturulması, rekonstrüksiyonu ve ekrana yansıtılmasını içeren dört aşama sonucunda görüntü oluşmaktadır (177).

Tomografi görüntüleri, , görüntülerin saklanması, yazdırılması ve aktarımında bir standart olan DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) veri formatındadır. DICOM, hekimin her düzlemde düzgün ölçümler yapmasını sağlar. Bilgiler DICOM veri formatından farklı ara yüz programlarına aktarılarak üç boyutlu sefalometrik analizler ve ortognatik cerrahi planlaması yapılabilir (174). Ayrıca işaret noktalarının kesitler üzerinde yerleştirilmesi hekimin hata yapma riskini azaltır (178, 179).

CBCT görüntüsü üzerinde üç boyutlu işaret noktalarının güvenilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada (180), belirlenen işaret noktalarının güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada (181) ise, CBCT ile elde edilen görüntülerde işaret noktalarının yerleştirilmesinin geleneksel sefalometrik filmlerden daha güvenilir olduğu saptanmıştır. Bu nedenle anatomik yapıya daha uygun düzlemler oluşturulup daha doğru analizler yapılabileceği kabul edilmiştir.

CBCT ile verilen radyasyon dozunun konvansiyonel CT’ye göre onbeş kat daha az olduğu ve 15-70 saniyede çekimlerin gerçekleştiği bildirilmiştir (182-185). Dış hekimliğinde, özellikle ortodontik açıdan TME patolojilerinin incelenmesinde, gömülü dişlerin özellikle de kaninlerin yerlerinin tespitinde, tedavi sonucu oluşan kök rezorbsiyonlarının belirlenmesinde, üst havayolu yollarının

değerlendirilmesinde, diş boyutlarının ölçümü ve oklüzyonun incelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (28, 186-198). Bunlara ek olarak; çakıştırma yapılarak tedavi sonucu ya da büyüme gelişimle oluşan iskeletsel ve yumuşak doku değişimlerinin saptanmasında (179, 199-201), ortognatik cerrahi sonucunun öngörülmesinde (202, 203.), fasiyal iskeletsel ve yumuşak doku asimetrisinin incelenmesinde (170, 174, 204, 205), uygulanan ortodontik kuvvetlerin vektörlerinin incelenmesinde (206, 207) ve mini vida uygulamalarında vidanın uygulanacağı alanın kemik hacminin, diş köküne yakınlığının belirlenmesinde (208, 209) kullanılmaya başlanmıştır.

CBCT ile alınan görüntülerde sert ve yumuşak dokular aynı anda incelenebilmektedir. Bu nedenle ilerleyen zamanlarda ortodontide fotoğraflama ve modelleme işlemlerinin de bu programa dahil edilebileceği öngörülmektedir (210).

Bjerklin ve ark.'larının (189) yaptığı çalışmaya göre ortodontik tedavi planlamalarının yarısından fazlasının CBCT ile görüntü alınmasından sonra değiştirildiği belirtilmiştir.

Görüntünün döndürülebilmesi sayesinde iç bölgelerde yer alan anatomik yapılar farklı açılardan incelenebildiğinden, CBCT ile kafa-yüz bölgesini içeren sendromların ayırıcı teşhisini yapmak daha kolaydır (211, 212).

Yapılan araştırmalarda, CBCT ile elde edilen görüntülerde yapılan hacimsel ölçümlerin doğruluğunun hastanın baş pozisyonundan etkilenmediği belirlenmiştir (213-216). Geleneksel radyografilere başın 15-18° rotasyonunda 10 mm'den fazla ölçüm farkları oluştuğu bildirilmiştir (217).

CBCT ile alınan radyografilere kafa-yüz bölgesinin hem sağdan hem soldan incelenmesi mümkündür. Geleneksel radyografilere, Porion noktası, kondiler ve gonial noktaların belirlenmesi superimpozisyonlardan dolayı daha zorken CBCT'den elde edilen radyografilere daha güvenilirdir (215, 218). Ayrıca, CBCT deki panoramik radyografi ölçümlerinin de geleneksel panoramik görüntüleri göre daha güvenilir olduğu bildirilmiştir (219).

2.4 MIMICS® Yazılım Programı

Mimics üç boyutlu yazılım programı, 1992 yılında Avrupa, Amerika ve Japonya'da kullanılmaya başlanmış, 2004 yılından itibaren Türk hekimlerinin kullanımına sunulmuştur.

Tomografi, MR, 3 Boyutlu Ultrasonografi gibi farklı görüntüleme tekniklerinin birleştirilmesi ile kişiye özel sert ve yumuşak doku uygulamaları ile sanal ameliyatlara, hastanın birebir ölçekli verileri ile 3 boyutlu katı modelleme ve bu modellerle tüm osteotomi ve distraksiyonun ameliyat öncesi model üzerinde tatbikatı, kişiye özel protez uygulamaları ile pek çok anabilim dalındaki hekimin üç boyutlu görüntüleme yazılımı Mimics'i kullanarak ameliyat süresini, riskini ve maliyetlerini kayda değer şekilde azaltması artık mümkün olmaktadır.

Özellikle plastik ve rekonstrüktif cerrahi, diş hekimliği, ortopedi, nöroşirürji ve kalp ve damar cerrahisi alanında doktorlar Mimics yazılım programında hastanın tüm verilerini girerek ilk önce sanal ameliyatlarını yapabilmekte, travma, tümör ya da anevrizma lokalizasyonlarını tespit edebilmektedir. Vida, plak, distraktör açılarının doğrulanması ameliyat öncesi hasta modeli üzerinde yapılabilmektedir. Böylece, hekimler hastaları için en doğru tedavi yöntemini ameliyat öncesi belirleyebilmektedir. Doktorlar ameliyatı sanal ortamda ya da hastanın modeli üzerinde çalışabileceklerinden, gerçek ameliyat süresi kısalmakta ve ameliyat riskleri azalabilmektedir. (220)

Ortodontide MIMICS programının kullanımıyla 2 boyutlu kesitsel görüntüler birleştirilerek 3 boyutlu görüntüler elde edilebilmekte ve üzerlerinde ölçümler yapılabilmektedir. Alınan aksiyel görüntüler program dahilinde işlenip, verilerden aksiyel, koronal, sagittal kesitler çıkartılmakta ve tüm datalar bu üç kesit üzerinde incelenebilmekte ve işlenebilmektedir.

Farklı dokuların birbirlerinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerlerinden yararlanılmaktadır. Hounsfield değerlerinde "0" su yoğunluğunu temsil etmektedir. Negatif değerlere gidildikçe hava görüntüsüne ulaşılmakta ve pozitif değerlere gidildikçe spongios kemik, kortikal kemik, diş dokuları ve benzer dokular diğerlerinden ayırt edilebilmektedir.

3. MATERYAL-METOD

3.1 Materyal:

Bu çalışmanın materyali Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilimdalı arşivinde bulunan hastalardan oluşmaktadır. Çalışmaya dahil edilen hastalar Sınıf II div 1 maloklüzyona sahip normal ya da low angle paterne sahip 60 bireyden oluşmaktadır. Forsus FRD EZ2 ile tedavi edilen 20 hasta (11 kız 9 erkek). Bionatör ile tedavi edilen 20 hasta (15 kız 5 erkek) ve kontrol grubu olarak alınan 20 hastanın (9 kız 11 erkek) verileri çalışmamızda kullanılmıştır.

Çalışmamıza katılan hastalar aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir.

- 1) Büyüme ve gelişimin peak evresinde olması
- 2) Üst çene gelişiminin ön kafa kaidesine göre normal; alt çenenin ise geride konumlandığı Sınıf II vakalardan oluşması
- 3) Vertikal büyümenin normal ya da azalmış olması
- 4) Daimi diş erüpsiyonlarının tamamlanmak üzere olduğu ya da tamamlanmış olması
- 5) Overjeti 9 mm'den fazla olmaması
- 6) Konjenital diş eksikliğinin olmaması
- 7) Çapraşıklığı minimum olan hastalardan seçilmiştir.

Hastalarımız Forsus, Bionatör ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruptan oluşmaktadır (tablo1).

Tablo 1 : Toplam birey sayısı

Hastalar	Kız	Erkek	Toplam
Bionatör Grubu	15	5	20
Forsus Grubu	9	11	20
Kontrol Grubu	9	11	20

Çalışmamızdaki bu üç grubun yaş ortalamaları gruplara göre sırasıyla: Bionatör grubu hastalarının yaş ortalamaları 12 yıl 1 ay, forsus grubunun yaş ortalamaları 12 yıl 9 ay ve kontrol grubu hastalarının yaş ortalamaları ise 13 yıl 8 aydır (**Tablo 2**).

Tablo 2 : Bireylerin yaş dağılımı

Hastalar	Kız	Erkek	Toplam
Bionatör Grubu	10yıl	15 yıl 1 ay	12 yıl 1 ay
Forsus Grubu	11 yıl	14 yıl 3 ay	12 yıl 9 ay
Kontrol Grubu	12 yıl 4 ay	15 yıl 2 ay	13 yıl 8 ay

3.2 Etik Kurul Değerlendirmesi:

Araştırmaya dahil edilen tüm bireylere ve ailelerine tedavi hakkında gerekli bilgiler verilmiş olup, Dicle Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi yerel etik kurulundan etik rapor alınmıştır (2014-DH-12).

3.3 Yöntem:

3.4 Bionatör Apareyinin Uygulanması

Bionatör grubundaki hastaların tedavi başlamadan önce panoramik film, sefalometrik film, alçı modeller, bilgisayarlı tomografileri ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları alınmış ve aparey uygulandıktan 6 ay sonra bütün veriler tekrar toplanmıştır

Bionatör grubunda standardizasyonu sağlayabilmek için projet aparatı (projet Bite Wafer, orthocare (UK) limited) ile mumlu kapanış alınmıştır (**Resim 6**). Proje aparatının iki farklı yüksekliğe sahip formu bulunmaktadır. Mavi renkli olan 2mm, beyaz renkli olan ise 4mm kapanışı açmaktadır. Proje aparatının posterior kısımlarına yumuşatılmış mum yerleştirildikten sonra hastanın dişlerini başbaşa getirerek aparatın üstündeki çentikleri ısırması istenmiştir. Dikey boyut 2 mm artacak şekilde kapanış alınmıştır. Bunun için çalışmamızda mavi renkli projet aparatı

kullanılmıştır. Vestibül arklar üst çenede kanin ve 1. premolar bölgelerinden geçecek şekilde 0.9 mm lik tam yuvarlak telden bükülmüştür. Yanak basıncını ekarte etmek için bukkal shieldler yapılmış ve her seans kontrol edilmiştir. Dilin anteriorda konumlanması için Coffin zembereği 1 mm lik tam yuvarlak telden bükülmüştür. Dilin dorsumunu uyarabilmek için her seans coffin zemberekleri kontrol edilmiş, dilin arka bölgesine doğru eğimlendirilerek aktive edilmiştir.

Resim 6. Proje aparatı



Bionatör grubu hastaları, tedavi süresince 4 haftalık aralıklarla çağırılmış olup, seanslarda alt posterior dişlerin oklüzal yüzeylerindeki akrilik, bu dişlerin vertikal yönde sürmelerini sağlamak için aşındırılmıştır. Aparey hastalara yemekler haricinde sürekli kullanılması gerektiği söylenmiştir. Kanin ve molar sınıf I ilişki elde edildikten sonra bilgisayarlı tomografileri alınmış, aynı aparey pekiştirme amaçlı 3 ay boyunca günde 16 saat hastalara kullanırlmıştır.

3.5 Forsus FRD EZ2 Apareyinin Uygulanması

Forsus grubundaki hastaların tedavi başlamadan önce panoramik film, sefalometrik film, alçı modeller, ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları alınmıştır.

Forsus grubuna 0.018" slot MBT braketler kullanılmıştır. Üst molar dişlere forsus apareyinin uygulanabilmesi için üçlü bantlar, alt 6 numaralı dişlere ise by-pass arkı kullanılacağı için ikili bantlar uygulanmıştır. Hastalara 0.014" NiTi seviyeleme arkı ile başlanmıştır. Daha sonra sırasıyla 0.016" NiTi, 0.016" x 0.016" NiTi, 0.016" x 0.022" NiTi, 0.016"x0.022" SS ve 0.017" x 0.025" SS teller kullanılmıştır. Forsus apareyi uygulanmadan önce hastada 0.017x0.025" çelik tellere geçilmiştir. Apareyin alt kesici dişler üzerindeki protrüzyon etkisini ortadan kaldırmak için -6⁰'lik tork değerine sahip braketler kullanılmıştır. Üst keser bölgesindeki retrüzyonu engellemek için ise arttırılmış torklu braketler kullanılmıştır. Ark boyunun korunabilmesi için alt ve üst çene dişleri 8 ligatüre edilmiş ve ark teline cinch back uygulanmıştır. Üst birinci molar dişlere 1 mm kalınlığında çelik telden transpalatal ark uygulanarak forsus apareyinin üst çenede transversal yönde meydana getireceği genişletme miktarı azaltılmaya çalışılmıştır. Seviyeleme aşamasından sonra toplanan kayıtlar tekrar alınmış (seviyeleme sırasındaki değişimleri ortadan kaldırmak için) ve ayrıca bilgisayarlı tomografi de hastalardan istenmiştir. Aparey kullanımı bittikten sonra hastalardan bütün veriler tekrar toplanmıştır.

Dişler sentrik oklüzyonda iken üst molar tüpün distalinden alt kanin braketin distal noktası arasındaki mesafe üretici firmanın belirlediği cetvel ile ölçülerek seçilen uygun boyuttaki forsus apareyi headgear tüpüne yerleştirilmiştir. 0.017" x 0.025" SS telden yapılan yardımcı ark ile aparey alt arka bağlanmıştır. Yardımcı ark alt birinci molar bandın auxillary tüpünden geçirilmiş ve alt kanin ile birinci premolar diş arasına uzatılmıştır.

Forsus grubu hastalarının kontrolü 4 haftalık aralarla yapılmıştır. 3 ay sonunda sınıf I ilişki elde edilemeyen hastalarda apareye aktivasyon boncukları ilave edilerek tekrar aktive edilmiştir. Apareyin ortalama kullanım süresi hastalarda ortalama 5,05 ± 1,6 ay olarak hesaplanmıştır.

3.6 Kontrol Grubu

Kontrol grubundaki bireyler, bionatör ve forsus FRD EZ2 apareyi ile tedavi edilen hastalarla benzer özelliklerde olacak şekilde CBCT si olan sınıf II maloklüzyona sahip bireyler arasından seçilmiştir. Bu bireylere herhangi bir tedavi uygulanmadan, 6 ay ara ile bütün kayıtları tekrar alınmıştır.

3.3.1 CBCT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve MIMICS® Yazılım Programına Aktarılması

Tez çalışmasında kullanılan hastaların verileri Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan i-CAT 3D (İmaging Science International, Hatfield, PA, USA) görüntüleme cihazı ile elde edilmiştir. Cihaz 5.0 mA ve 120 kV'a ve voxel kalınlığı 0.3 mm olacak şekilde ayarlanmış ve tomografik görüntüler 360 derece rotasyonla ve 9.6 saniyede alınmıştır (Resim 7).

Resim 7. Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinin alındığı i-CAT cihazı

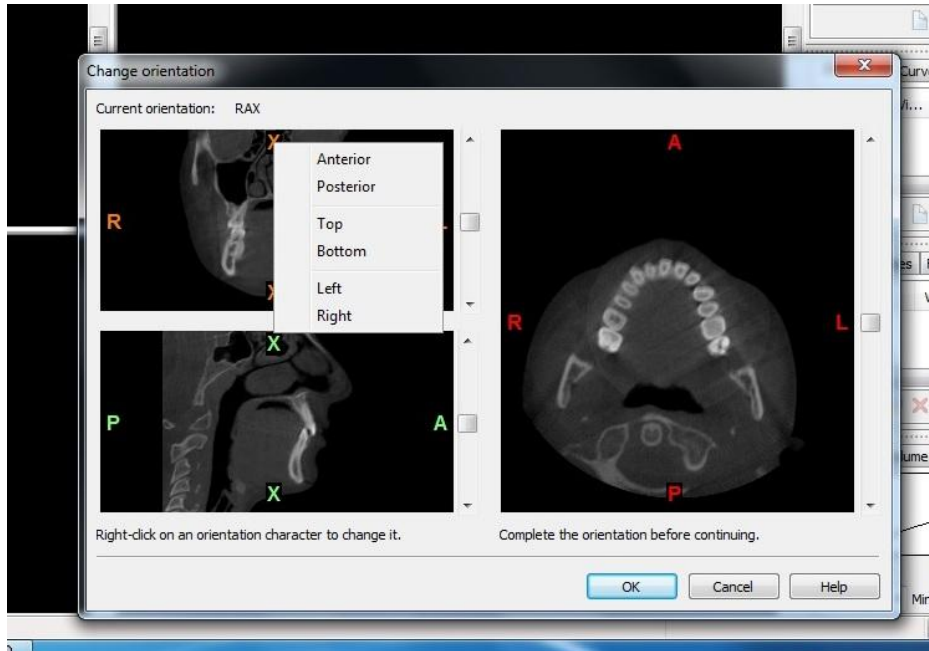


Takip ve tedavi edilen 60 hastanın verisi Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) verisi olarak bir bilgisayarda saklanmıştır. Hastaların DICOM verileri, MIMICS 15.0®(Materialise, Leuven, Belçika) yazılım programına aktarılmıştır. Araştırmamızda MIMICS® Temel Modülü ve Simülasyon Modülü kullanılmıştır. Bu bilgisayar programıyla 2 boyutlu kesitsel görüntüler birleştirilerek 3 boyutlu görüntüler elde edilebilmekte ve üzerlerinde ölçümler yapılabilmektedir. Alınan aksiyel görüntüler program dahilinde işlenip, verilerden aksiyel, koronal, sagittal kesitler çıkartılmakta ve tüm datalar bu üç kesit üzerinde incelenebilmekte ve işlenebilmektedir.

3.3.2 CBCT Görüntülerinin İşlenmesi

Hastalarının DICOM verileri MIMICS® yazılım programına aktarıldığında koronal, sagittal ve aksiyel kesitlerin yönlerinin belirlenmesine yarayan oryantasyon penceresi açılmaktadır. X ile ifade edilen kutulardan biri seçilerek, seçeneklerden (ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görüntünün konumu tanımlanmıştır. (**Resim 8**)

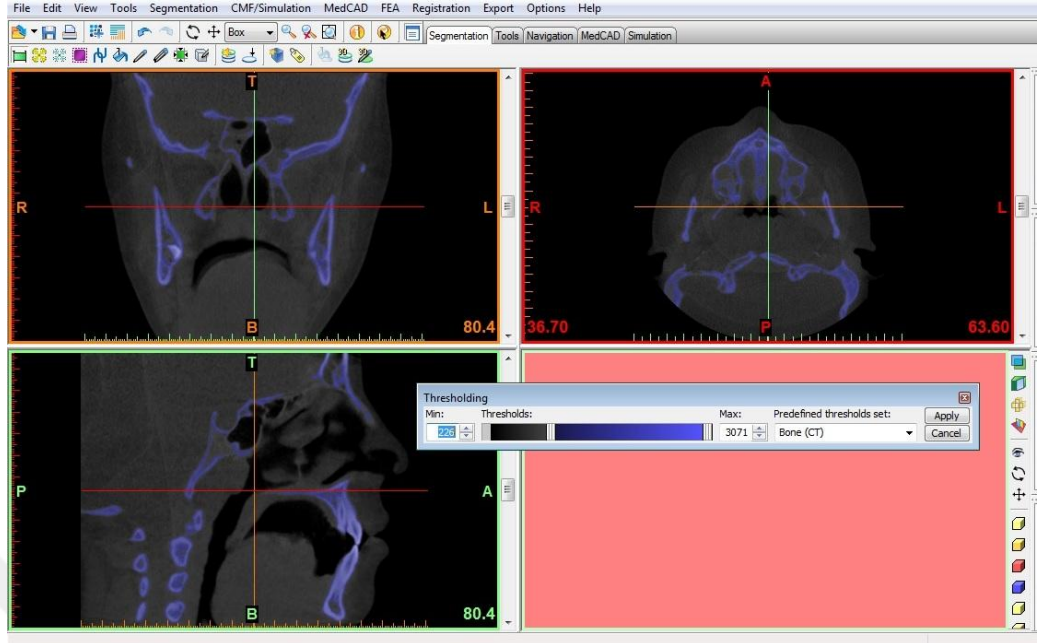
Resim 8 . Koronal, sagittal ve aksiyel düzlemde oryantasyonun belirlenmesi



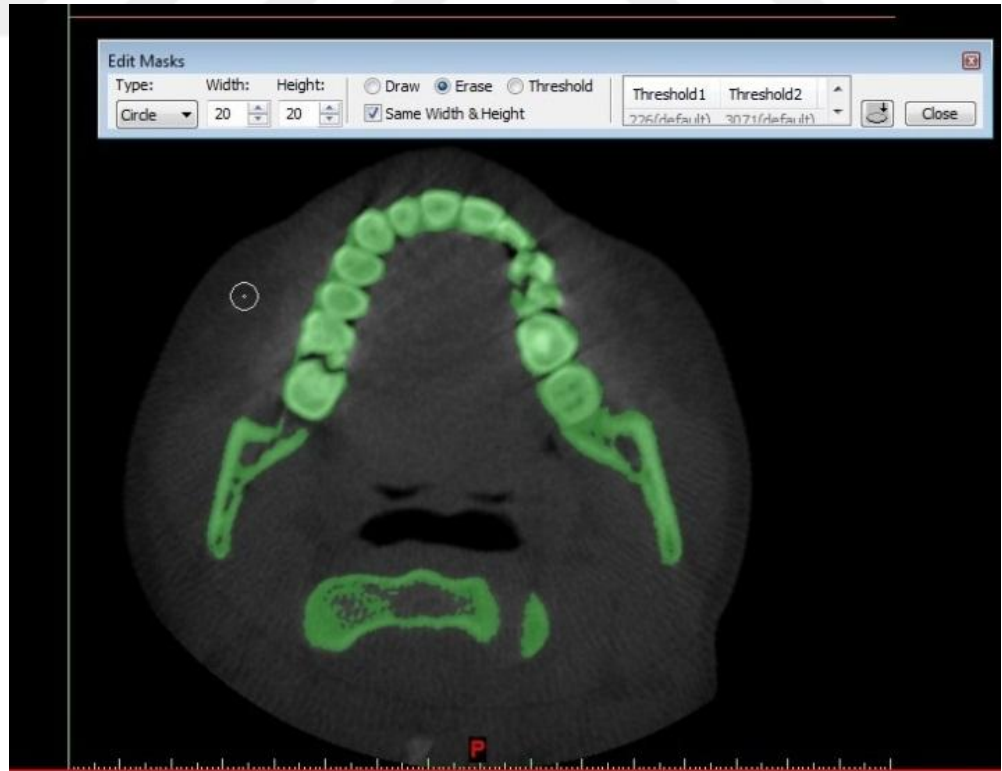
Moerenhout ve ark., MIMICS kullanarak üç boyutlu dijital model üzerinde yaptıkları ölçümleri gerçek mesafeler ile karşılaştırdıkları çalışmada, ölçümler arasında anlamlı bir fark bulamamıştır.

Farklı dokuların birbirlerinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerlerinden yararlanılmaktadır. Hounsfield değerlerinde “0” su yoğunluğunu temsil etmektedir. Negatif değerlere gidildikçe hava görüntüsüne ulaşılmakta ve pozitif değerlere gidildikçe spongiöz kemik, kortikal kemik, diş dokuları ve benzer dokular diğerlerinden ayırt edilebilmektedir. Kemik, diş dokuları ya da diğer benzer dokuların birbirinden ayırt edilebilmesi için treshold değerlerinin ayarlanması gerekir. Sert doku için 226-3071 HU değerleri arasındaki pencere aralığı seçilmiş, bu değerler dışında yer alan dokular işlenmemiş ve sadece ilgili dokulara ait dosyalar oluşturulmuştur. (**Resim 9**) Bu amaçla, çalışmada öncelikle mandibula ve maxiller kompleks çevre dokulardan ayrılmıştır. Programın özelliklerinden biri olan ‘edit mask’ seçeneği tıklanmış ve orijinal dosyanın aksiyel kesitlerinin her biri üzerinde amalgam dolgu veya ortodonti de kullanılan bant ve/veya braket gibi malzemelerden kaynaklanan artefaktlar temizlenmiştir. (**Resim 10**)

Resim 9 . Tresholding(pencere aralığı) değerlerinin ayarlanması



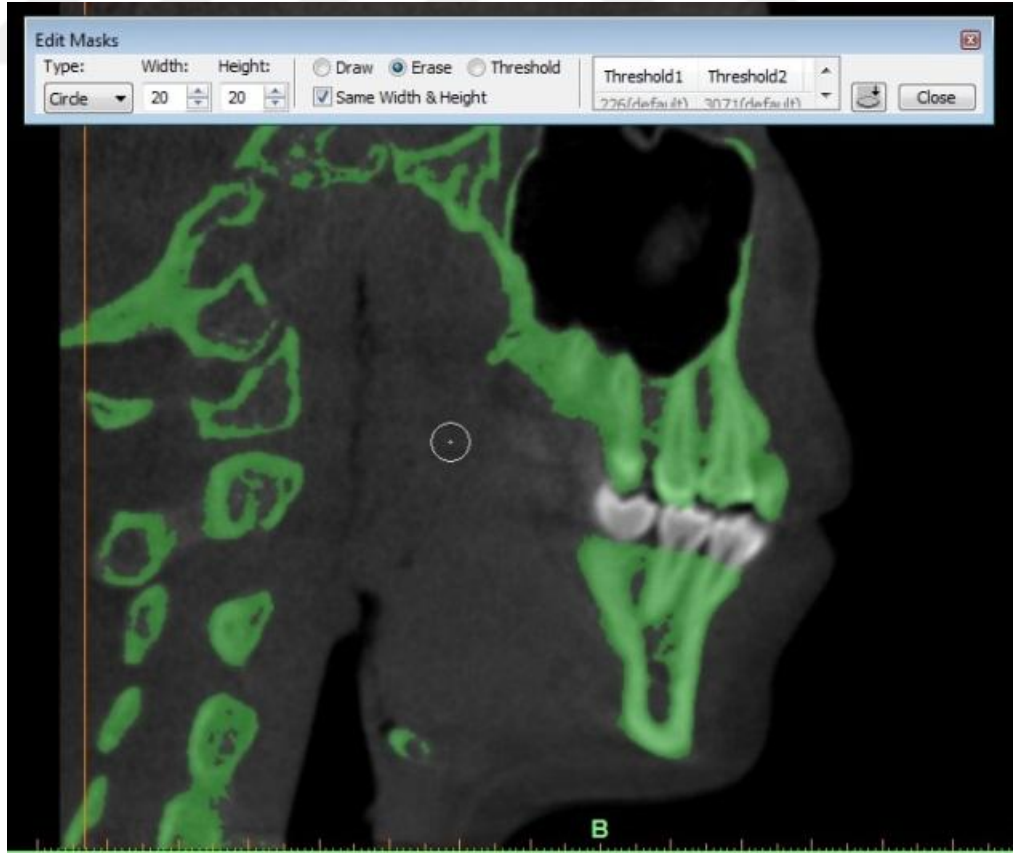
Resim 10 . Artefaktların temizlenmesi



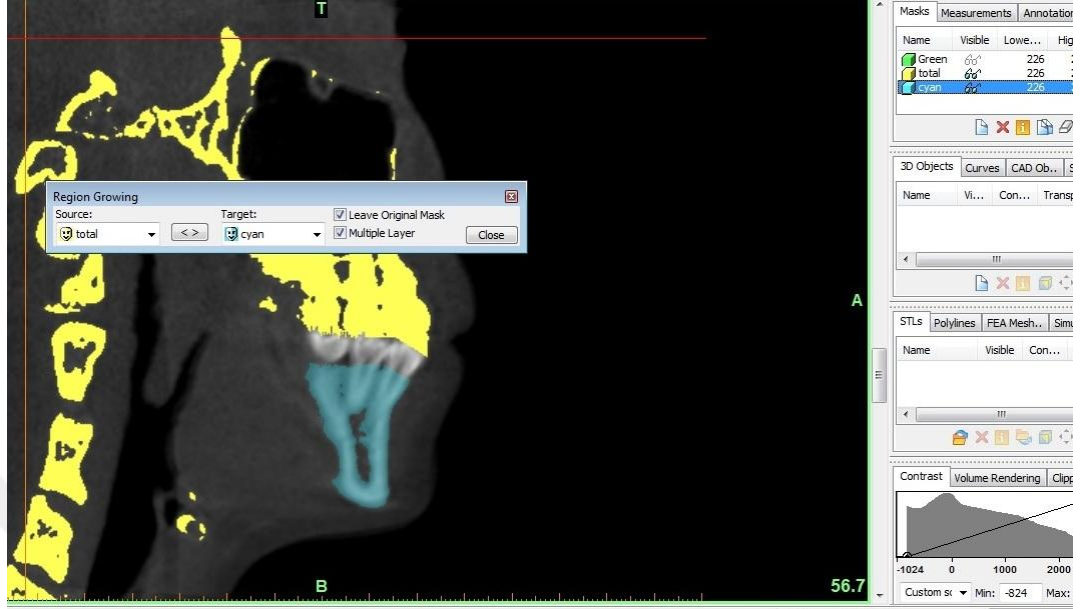
3.3.2.1 Mandibula Segmentasyonu

Hastalardan alınan ilk tomografi görüntülerinde braketler ve bantlar olmadığı için ve Forsus apareyi uygulandıktan sonra dişler üzerinde bantlar ve braketler olduğu için sagittal ve koronal kesitler üzerinde dişlerin görünen kısımları yani kronları silinmiştir (**Resim 11**). Daha sonra kalan mandibula ve maxiller kompleksler ayrı ayrı 'region growing' sekmesi dişlerin kronları silindikten sonra maxiller kompleks ve mandibula kemiği birbirinden ayrılmıştır ve 'mask' lar oluşturulmuştur (**Resim 12**). 2D görüntülerden oluşan mask'ların 3D görüntüleri 'calculate' sekmesinden elde edilmiştir (**Resim 13**). İlk önce 3D görüntüsü elde edilmiş olan mandibula görüntüsü üzerinden 'information' sekmesinden mandibula hacmi mm³ cinsinden 'volume' sekmesinde yazmaktadır (**Resim 14**).

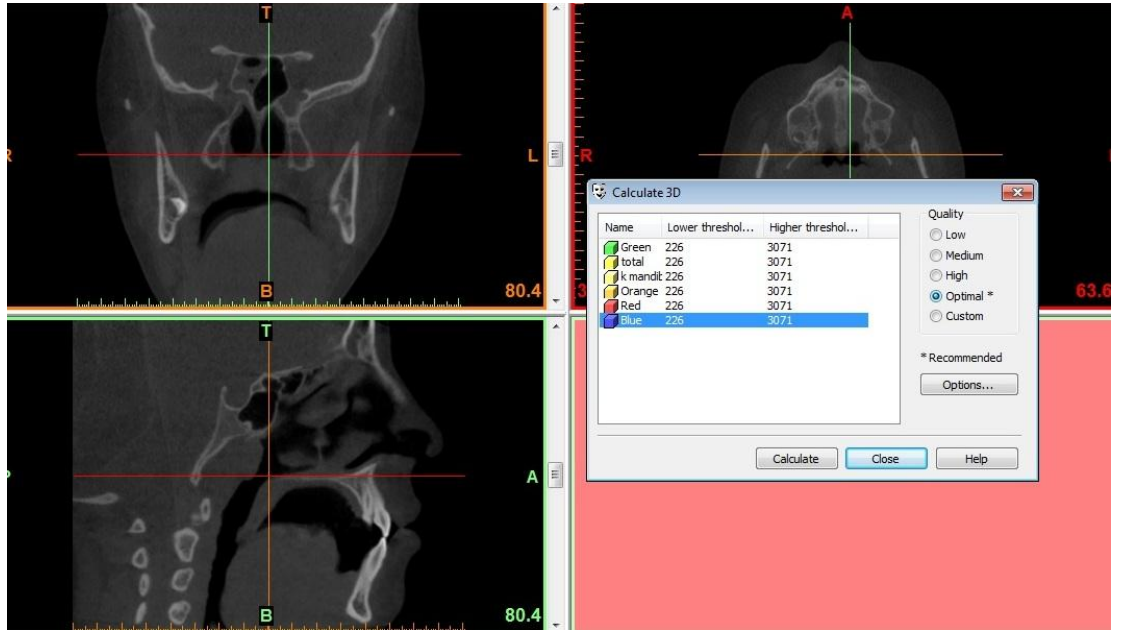
Resim 11. Sagittal kesit üzerinde mandibular dişlerin kronlarının silinmesi



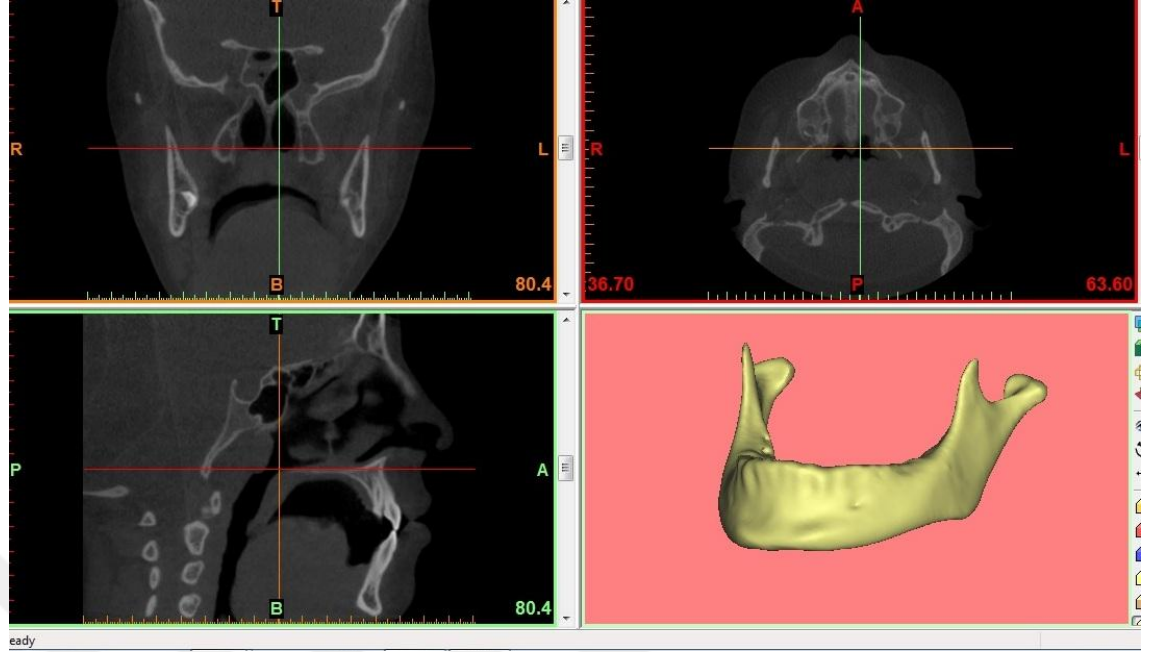
Resim 12 . Mandibula'nın maxillofasiyal kompleksten ayrılması



Resim 13. 3D görüntü elde edilmeden önce quality belirlenmesi



Resim 14. Mandibula üç boyutlu görüntüsü ve hacim hesaplaması



3.3.2.2 Maksilla segmentasyonunda kullanılan noktalar ve düzlemler:

ELSA: Sağ ve sol foramen spinosumların orta noktası

l-EAM: Sol Meatus acusticus ekternus.

r-EAM: Sağ Meatus acusticus ekternus.

PNS: Posterior nasal spine.

MDFM: Foramen magnumun ön kenarının orta noktası.

Düzlemler

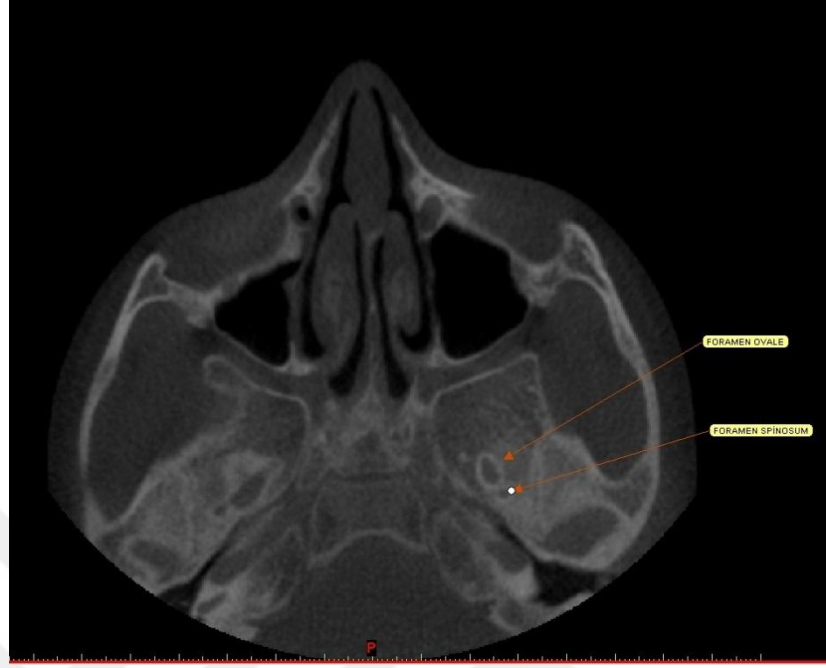
Maxillanın üst sınırını oluşturan düzlem (MÜSD): ELSA noktası, l-EAM ve r-EAM noktalarının oluşturduğu düzlem.

Maxillanın arka sınırını oluşturan düzlem (MASD): MASD düzlemine ve tomografi kesitlerindeki y-z düzlemine(sagittal kesit) diktir. x-z düzleminde(koronal kesit) yer alır ve PNS noktasından geçmektedir.

3.3.2.3 Maksilla Segmentasyonu

Maksiller hacmin hesaplanması için, maksillanın maksiller kompleksten segmente edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla maksillanın üst sınırını, arka sınırını ve alt sınırını standart düzlemler üzerinden belirleyip maksiller kompleksden ayırmak gerekmektedir. Bir düzlem oluşturabilmek için en az 3 nokta belirlemek gerekmektedir. Bunun için x-y düzlemi üzerinde ELSA (foramen spinosumların orta noktası) noktası ve sağ- sol Meatus Acusticus Externus noktaları seçilerek aksiyal kesitlerde (horizontal) düzlem oluşturulmuştur. Kraniofasial yapıları iki eşit parçaya bölen sagittal düzlem (vertikal) ise z-y düzlemi üzerinde ELSA ve Foremen Magnumun ön kenarının ortasından (MDFM) geçen ve daha önce oluşturduğumuz x-y düzlemine dik olarak oluşturduğumuz düzlemdir (**resim 15-16**). Yapılan çalışmalara göre oluşturduğumuz x-y düzlemi, maksillanın üst sınırını oluşturmaktadır. Maksillanın alt kısmında dişlerle mandibulaya komşuluğu vardır; fakat önceden mandibulayı segmente edip diş kronları elimine edildiği için alt kenarı mandibuladan ayrılmıştır. Maksillanın arka kenarında ise koronal kesitler üzerinde (x-z düzlemi) bir nokta belirlemek gerekmektedir. Burada üç nokta belirlemeye gerek yoktur; çünkü bu düzlem daha önce oluşturulup iki düzleme dik oluşturularak tek nokta seçmek yeterli olacaktır. Çalışmamızda bu nokta PNS olarak belirlenmiştir. Alt sınır ise dişlerin kronlarını sildiğimiz maksilla yüzeyidir.

Resim 15. Foramen spinosum'un belirlenmesi

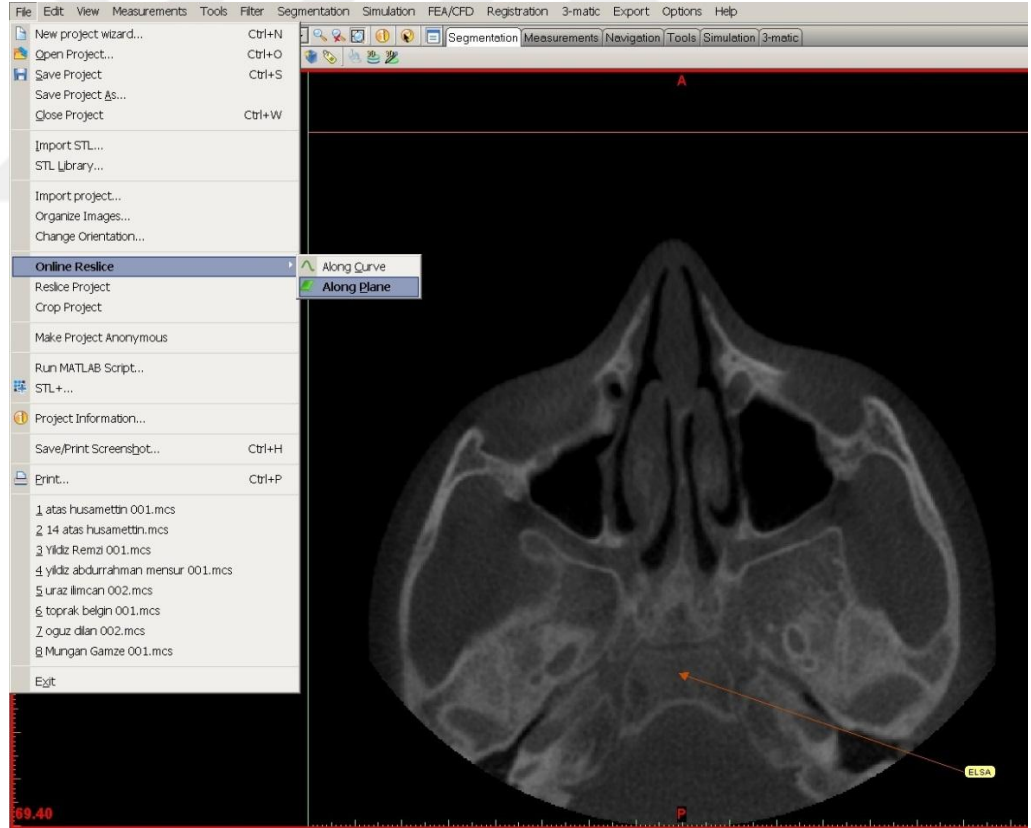


Resim 16. Foramen spinosumların orta noktasını belirlemek için yapılan mesafe ölçümü

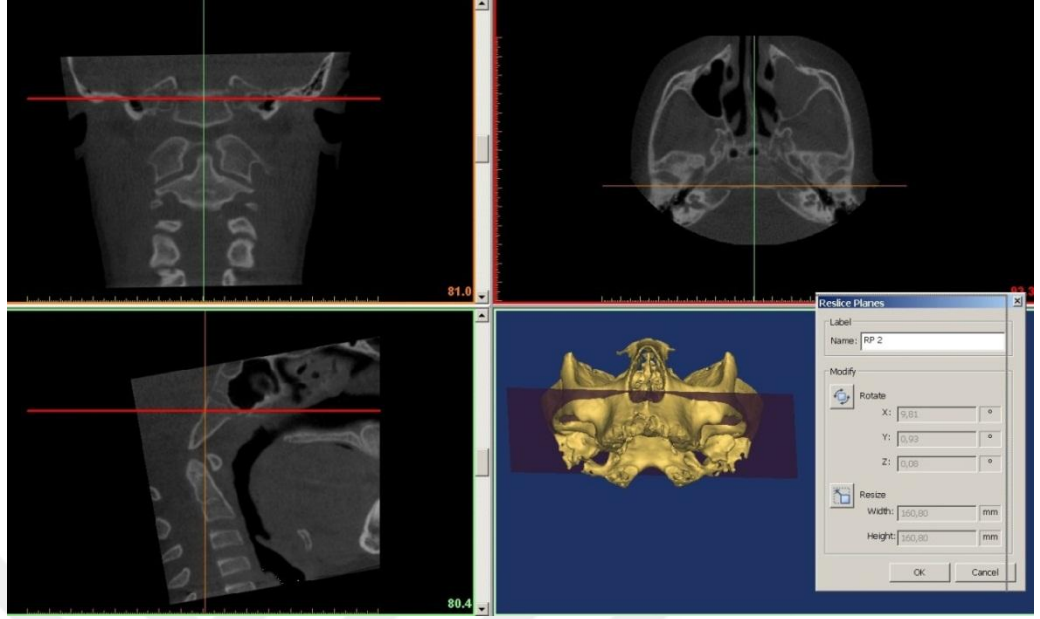


Öncelikle maksiller kompleksin 2D (aksiyel kesit) ve 3D görüntüleri üzerinde sağ ve sol foramen spinosumları tespit edilmiştir. Daha sonra bu noktaların orta noktası (ELSA) belirlenmiştir. Düzlem oluşturmak için ise ‘online rescile’ seçeneğinden ‘along plane’ i seçilmiştir (**Resim 17**). Sonra sırası ile noktalar (ELSA, sol External Auditory Meatus, sağ External Auditory Meatus) seçilip düzlem oluşturulmuştur (**Resim 18**). Bu düzlemin yukarısında kalan birkaç tane aksiyel kesit ‘edit mask’ seçeneği ile seçilip silinmiştir. Maksillanın arka sınırı ise bu düzleme dik, PNS (Posterior Nasal Spina)’den geçen düzlem olarak belirlenip, ‘edit mask’ sekmesini seçerek koronal kesit üzerinde bu düzlemin gerisinden birkaç kesit silinmiştir (**Resim 19,20**).

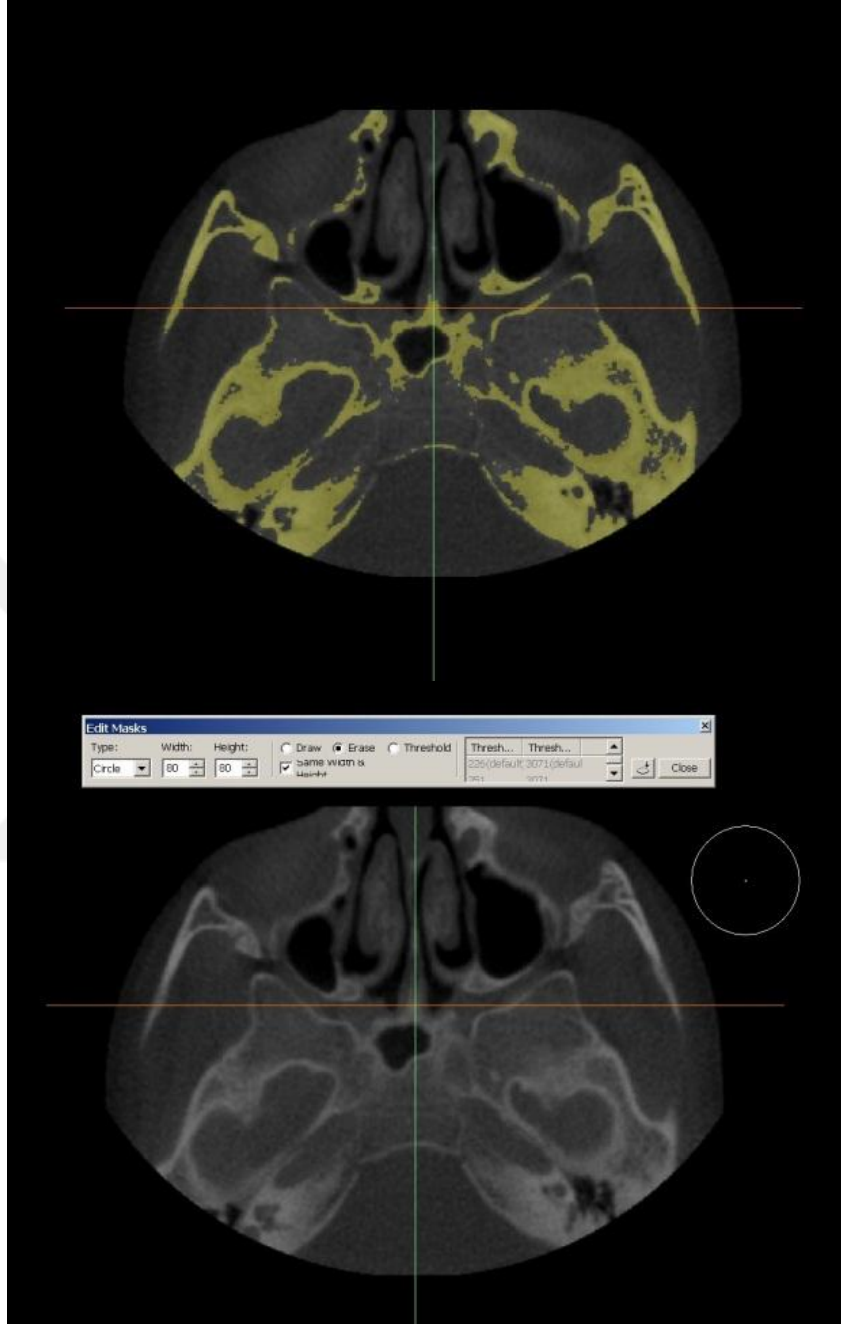
Resim 17. Along plane seçeneğinin açılması



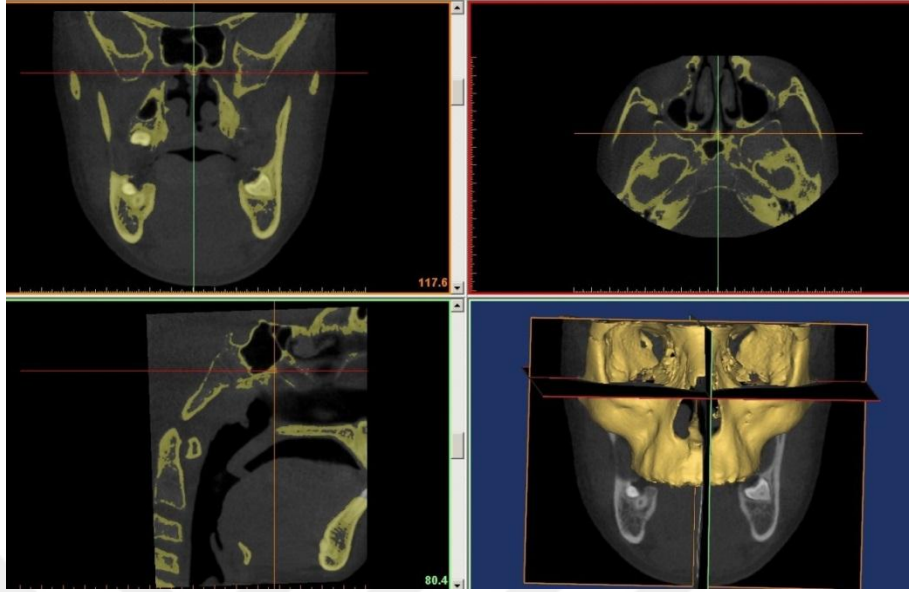
Resim 18. Maksillanın üst sınırlarının oluşturulması



Resim 19. Maksillanın üst sınırındaki kesitlerin silinmesi

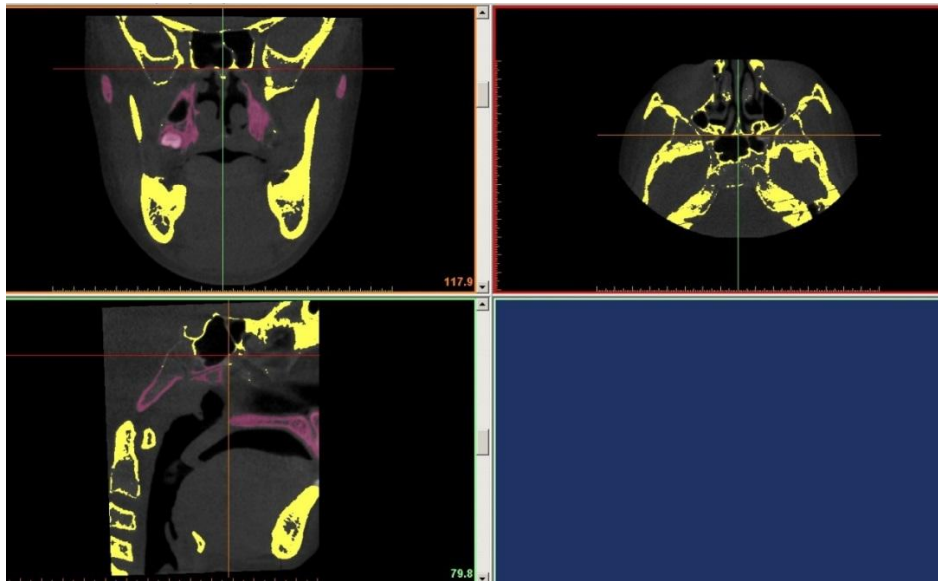


Resim 20. Maksillanın arka sınırının PNS noktasından geçmesi



Kesitler üzerinde üst, alt ve arka sınırı belirlenmiş olan maksilla görüntüsünün ‘region growing’ seçeneği ile mask (2D) görüntüsü elde edilmiştir (**Resim 21**). Elde edilen maskın ‘calculate’ sekmesinden 3D görüntüsünü elde edilmiş ve bu 3D görüntü üzerinde pterygoid lamina parçaları silinmiştir.

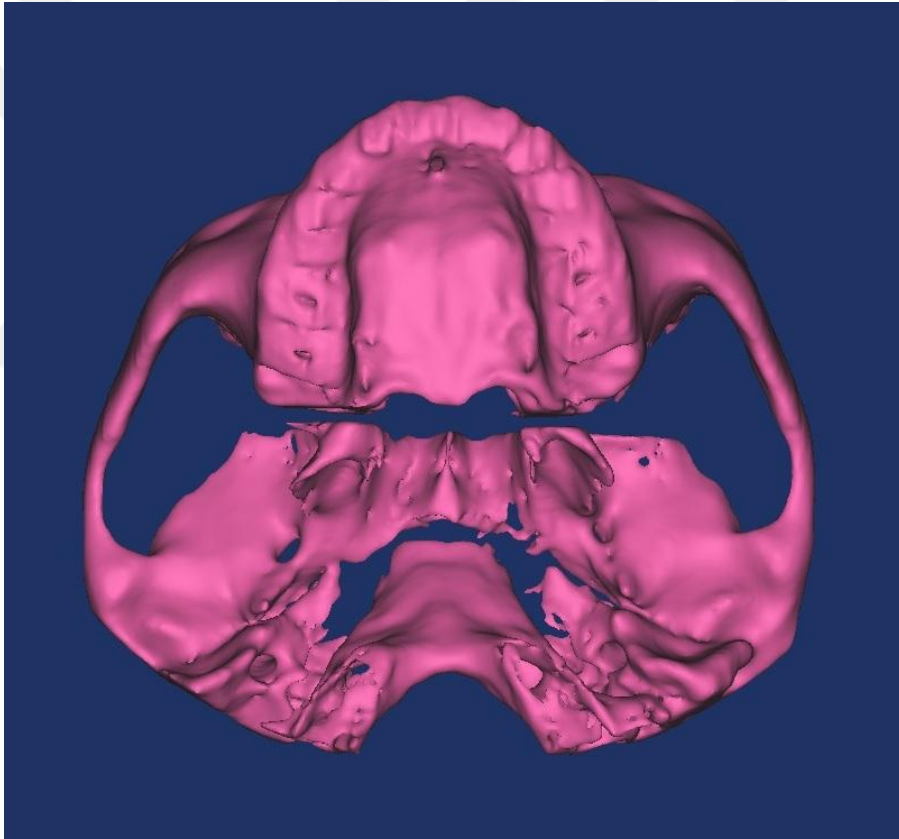
Resim 21. Segmente edilen maksillanın iki boyutlu kesitler halindeki görüntüsü



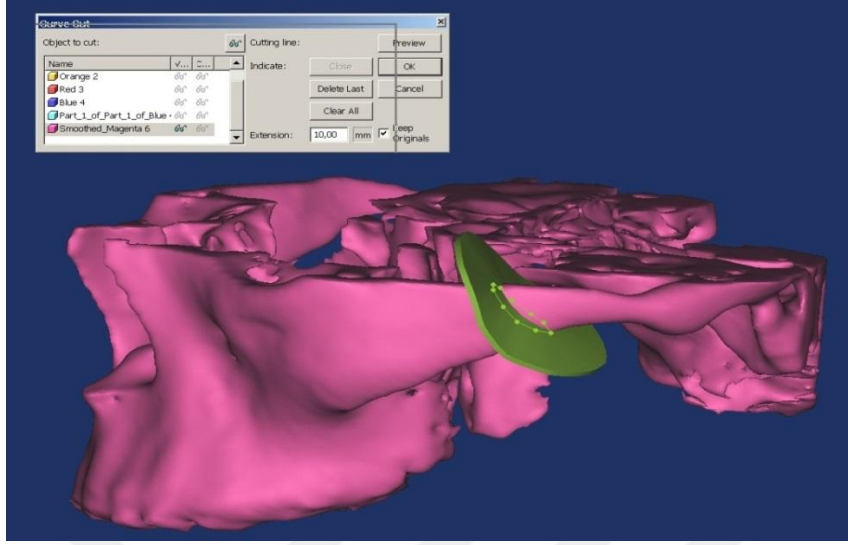
Elde ettiğimiz bu maskın ‘calculate’ sekmesinden üç boyutlu görüntüsünü elde ediyoruz (**Resim 22**).

Üst, alt ve arka sınırları belirlenmiş bu maksilla parçasının sutura zygomaticotemporalis bölgesinden temporal kemikten ayrılması gerekmektedir. Bunun için ‘simulation-cut-with curve’ sekmesinden bu sutural bölgelerden segmentasyon yapılmıştır (**Resim 23**).

Resim 22. Maksillanın üç boyutlu görüntüsü



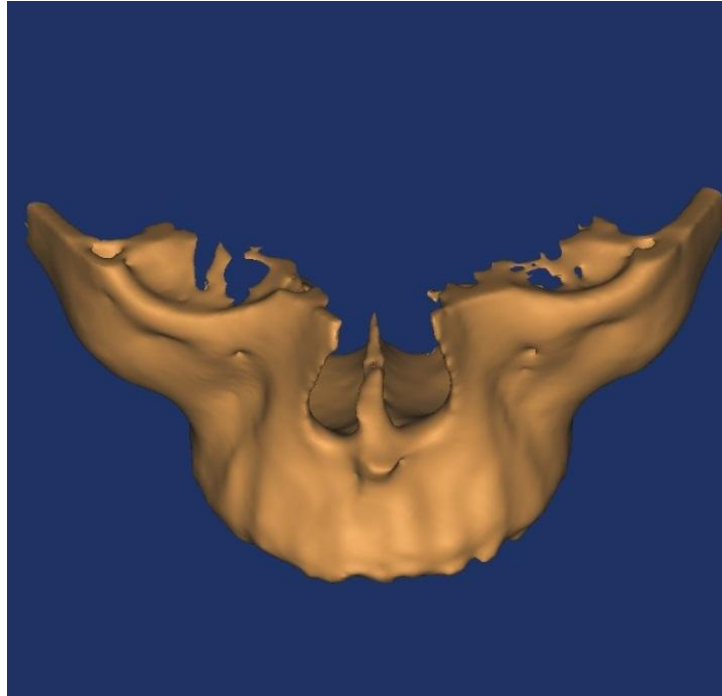
Resim 23. Maksillanın kesilmesi



Daha sonra 'information' sekmesi seçildiğinde elde edilen üç boyutlu maksilla görüntüsünün mm^3 cinsinden hacmi elde edilmiştir (**Resim 24**)

Maksiller kompleks ve mandibula mask (2D) dosyaları dublike edilmiş ve orijinal veriler üzerinde işlem yapılmamıştır

Resim 24 . Maksillanın üç boyutlu görüntüsü



İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen verilerin analizinde SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chigago, IL, USA) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. $p<0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde yapılan maksilla ve mandibula hacim hesaplamalarında meydana gelen, bireysel çizim ve ölçüm hatasının kontrolü için, 15 gün aradan sonra, 120 bilgisayarlı tomografi görüntüsü içinden rastgele seçilen 20 adet bilgisayarlı tomografi kaydı aynı araştırmacı tarafından tekrar çizilerek tüm ölçümler tekrarlandı. Uygulama öncesi ve sonrası ölçümlerdeki metod hatasını değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı ile güven aralığı ölçüldü.

İncelenen tüm parametreler için aparey uygulama öncesi ve sonrası tanımlayıcı istatistik değerleri (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma) belirlenmiş olup; sonuçlar anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda verilerin normal dağılıp dağılmadığını saptamak amacıyla Kolmogorov-Smirnov testleri uygulanmıştır. Normal dağılış gösteren parametreler için parametrik testler uygulanmıştır. Çalışma grupları ve kontrol grubundaki bağımlı her bir grupta, tedavinin farklı dönemlerinde meydana gelen değişikliklerin karşılaştırılması amacıyla parametrik testlerden 'Eşleştirilmiş Student's t testi (Paired-Samples t test)' uygulanmıştır. Çalışma grupları ve kontrol grubundaki bağımsız grupların birbirleriyle karşılaştırılmasında ise 'Student's t testi (Independent-Samples T Test)' uygulanmıştır.

Çalışmamızdaki tüm gruplarda uygulama süresi boyunca meydana gelen değişimlerin karşılaştırılmasında 'One-Way ANOVA (Tek yönlü varyans) analizi uygulanmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık gösteren parametreler için Post hoc çoklu karşılaştırma testlerinden 'Tukey HSD testi' uygulanmıştır.

4.BULGULAR

İki farklı fonksiyonel apareyin alt ve üst çene hacmine etkilerinin üç boyutlu görüntüleme yöntemiyle değerlendirdiğimiz bu çalışmada, ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirmede güvenilirlik katsayılarının değerleri tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Araştırmamızda kullanılan parametrelere ait tekraralama katsayıları (r).

Parametre	Önce	Sonra
	r	r
Mandibula (mm ³)	0,978	0,916
Maksilla (mm ³)	0,963	0,988

r: Tekrarlama katsayısı

4.1 Kontrol grubuna ait takip öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi

Kontrol grubunun mandibula ve maksilla hacimlerini içeren, takip öncesi ve sonrasına ait maksimum, minimum, ortalama, standart deviasyon değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Hastaların takip süresi 6 ay olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Kontrol grubunun takip başlangıcı ve sonu tanımlayıcı istatistikleri

	n	Minimum	Maksimum	x	sd
Mantö	20	41792.07	64780.65	49104.12	5705.18
Mants	20	41427.99	67702.71	49978.15	7387.29
Maxtö	20	24192.19	47526.85	31449.89	5801.15
Maxts	20	23857.57	44601.55	31838.31	4632.75

Mantö: Mandibula tedavi öncesi, **Mants:** Mandibula tedavi sonrası, **Maxtö:** Maksilla tedavi öncesi, **Maxts:** Maksilla tedavi sonrası, **n:** tedavi edilen birey sayısı, **Sd:** Standart sapma, **x:** Ortalama

4.2 Bionatör grubuna ait uygulama öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi

Bionatör grubuna ait mandibula ve maksilla hacimlerini içeren, takip öncesi ve sonrasına ait maksimum, minimum, ortalama, standart deviasyon değerleri Tablo 5’de verilmiştir. Bionatör apareyinin kullanım süresi 6 aydır.

Tablo 5. Bionatör grubunun tedavi öncesi ve sonrasına ait tanımlayıcı istatistikleri

Parametreler	n	Minimum	Maximum	x	Sd
Mantö	20	27710.20	47002.80	38012,04	4837.81
Mants	20	30100.87	47271.49	38431.65	4608.58
Maxtö	20	18038.90	37213.10	27729.69	5749.16
Maxts	20	19411.41	44936.34	28539.34	6566.75

Mantö: Mandibula tedavi öncesi, **Mants:** Mandibula tedavi sonrası, **Maxtö:** Maksilla tedavi öncesi, **Maxts:** Maksilla tedavi sonrası, **n:** tedavi edilen birey sayısı, **x:** Ortalama, **Sd:** Standart sapma

4.3 Forsus grubuna ait uygulama öncesi ve uygulama sonrası tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesi

Forsus grubunun mandibula ve maksilla hacimlerini içeren, takip öncesi ve sonrasına ait maksimum, minimum, ortalama, standart deviasyon değerleri Tablo 6’de verilmiştir. Forsus apareyinin kullanım süresi ortalama $5,05 \pm 1,6$ aydır

Tablo 6. Forsus grubunun tedavi öncesi ve sonrasına ait tanımlayıcı istatistikleri

	n	Minimum	Maximum	x	Sd
Mantö	20	30412.60	52135.99	40050.86	5280.37
Mants	20	30173.45	54146.45	40080.77	5851.10
Maxtö	20	20088.35	24356.21	17885.68	6003.08
Maxts	20	21163.91	45530.33	29361.19	5609.01

Mantö: Mandibula tedavi öncesi, **Mants:** Mandibula tedavi sonrası, **Maxtö:** Maksilla tedavi öncesi, **Maxts:** Maksilla tedavi sonrası, **n:** tedavi edilen birey sayısı, **x:** Ortalama, **Std:** Standart sapma

4.4 Üç Gruba Ait Uygulama Başı ve Sonu Ortalama Değerleri Arasındaki Farkların İncelenmesi

Kontrol takip öncesi ve sonrasında 6 aylık süreçte meydana gelen hacimsel değişiklikler ile Forsus ve Bionatör gruplarının kullanılan apareylerin tedavi öncesi ve sonrasında maksilla ve mandibula hacminde meydana getirdikleri değişikliklerin ortalama farklılıkları karşılaştırılması ve bunlara ait (eşleştirilmiş t testi) sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir. Her 3 grubun da tedavi öncesi ve tedavi sonrasına ait parametreleri normalite testi sonucunda önemlilik düzeyi $p>0.05$ çıkmış ve bütün gruplardaki parametrelerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı her 3 gruba da parametrik analizler uygulanmıştır.

Tablo 7. 3 gruba ait takip dönemleri (önce –Sonrası) arasındaki ortalama farklılıklar ve eşleştirilmiş t testi sonuçları

Parametre	Kontrol Grubu Önce- Sonra Ort. Fark(mm ³)			Bionatör Grubu Önce- Sonra Ort. Fark(mm ³)			Forsus Grubu Önce-Sonra Ort. Fark(mm ³)		
	Ort. Fark	Sd	p	Ort. Fark	Sd	p	Ort. Fark	Sd	p
Man	-874.50	3174.86	0,304	-419.27	2025.87	0.366	29.82	2090.89	0.955 (n.s)
Max	-388.92	3399.65	0.664	-809.52	3173.67	0.268	1494.9	6009.52	0.336 (n.s)

p: istatistiksel anlamlılık, **Ort.fark:** ortalamalar arası fark, **Sd:** Standart sapma. **Man:** Mandibula, **Max:** Maksilla

Kontrol grubunun 6 aylık takip süresinde alınan 2 CT'nin değerlendirilmesinde mandibula hacminde 874.50 (Sd:3174.86)'lik bir farkla artış tespit edilmiştir. Maksilla hacminde ise bu artış 388.92mm³ (Sd:3399.65) olmuştur. Eşleştirilmiş t testi sonucunda mandibula ve maksillaya ait istatistiksel önemlilik değerleri sırasıyla 0.304, 0.664 ve her ikisi için de önemlilik düzeyi P>0.05 bulunmuştur. Bu test sonucunda 6 aylık süreçte her iki parametre için de meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

Bionatör grubunun apareyi uygulamadan önce ve uygulama sonrasında alınan iki CT'nin değerlendirilmesinde mandibula hacminde 419.27mm³(Sd:2025.87)'lik bir farkla artış tespit edilmiştir. Maksilla hacminde ise bu artış 809.52mm³ (Sd:3173.67) olmuştur. Eşleştirilmiş t testi sonucunda mandibula ve maksillaya ait istatistiksel önemlilik değerleri sırasıyla 0.366, 0.268 ve her ikisi için de önemlilik düzeyi P>0.05 bulunmuştur. Bu test sonucunda tedavi ile her iki parametre de meydana gelen artış miktarlarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

Forsus grubunun apareyi uygulamadan önce ve uygulama sonrasında alınan iki CT nin değerlendirilmesinde, mandibula hacminde 29.82mm³(SD:2090.89) lik bir farkla artış tespit edilmiştir. Maksilla hacminde ise bu artış 1494.90mm³(SD:6009.52) olmuştur. Eşleştirilmiş t testi sonucunda mandibula ve maksillaya ait istatistiksel önemlilik değerleri sırasıyla 0.955, 0.336 ve her ikisi için de önemlilik düzeyi P>0.05 bulunmuştur. Bu test sonucunda tedavi ile her iki parametrede meydana gelen artış miktarlarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

4.5 Üç Gruba Ait Uygulama Başı ve Sonu Ortalama Farklılıklarının Birbirleriyle Karşılaştırılması

Üç gruba ait takip ve uygulama öncesi-sonrası ortalama farklılıklarını birbirleriyle karşılaştırılması için yapılan tek yönlü varyans analizi ve sonrasında yapılan Poshoc Tukey HSD testi sonucu Tablo 8' de verilmiştir. Her üç gruba ait çoklu karşılaştırma sonucunda mandibula ve maksilla parametrelerine ait varyans önemlilik değeri sırasıyla 0.590, 0.342 olarak tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda her üç grubun ortalama farklılıklarının gerek mandibula gerekse maksilla parametreleri için istatistiksel olarak p>0.05 düzeyinde olduğu görülmüştür. Gruplar

arasında, takip döneminde meydana gelen mandibula ve maksilladaki hacimsel artış farklarının birbirleriyle aynı olduğu ve aralarında fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Varyans analizinin devamı olan ve grupların ortalama farklılıklarının farklarını veren Tukey HSD testine göre; kontrol-Bionatör, kontrol-Forsus, Bionatör-Forsus grupları arasındaki ortalama hacim farklılıklar sırasıyla mandibula için; 455.23mm^3 , 904.32mm^3 , 449.09mm^3 , maksilla için sırasıyla 420.60mm^3 , 149.88mm^3 , 1503.01mm^3 olmuştur. Kontrol grubu mandibula hacmi Bionatör ve Forsus grubuna ait mandibula hacmine göre daha fazla değişim göstermesine rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bionatör grubu mandibula hacmi ve Forsus grubu mandibula hacmi karşılaştırıldığında ise mandibula hacmindeki artış miktarı Bionatör grubunda daha fazla olmasına rağmen bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

Çalışmamızda değerlendirilen 3 gruba ait maksilla hacmi karşılaştırıldığında Bionatör grubuna ait maksilla hacmi ve Forsus grubuna ait maksilla hacminde, kontrol grubuna göre daha fazla artış olduğu fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Forsus grubu maksilla hacmi ve Bionatör grubu maksilla hacmi karşılaştırıldığında, forsus grubundaki maksiller hacim artışının bionatör grubundaki maksiller hacim artışına göre daha fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Grupların maksilla hacim karşılaştırma farklılıklarında ise istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen Forsus grubundaki artışın bir miktar daha fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 8. 3 grubun ortalama farklılıklarının Varyans analizi karşılaştırması ve bu karşılaştırmanın gruplar arası farklılık Tukey HSD testi sonucu

Parametreler	VARYANS		Control-Bionatör(mm^3)		Control-Forsus(mm^3)		Bionatör-Forsus(mm^3)	
	F	P	Ort Fark	Std Error	Ort Fark	Std Error	Ort fark	Std error
mandibula	0.534	0.590	455.23	831.81	904.32	875.24	449.09	816.82
maksilla	1.090	0.342	420.60	1147.50	-149.88	1207.41	-1503.01	1126.82

p: İstatistiksel anlamlılık, **Std Error:** Standart hata **F:** Fisher değeri

Tablo 9. 3 Grubun araştırma öncesi ortalama değerlerinin karşılaştırılması

İskeletsel açısal ölçümler	n	Bionatör Grubu			Forsus Grubu			Kontrol Grubu		
		X	Sd	Sx	x	Sd	Sx	x	Sd	Sx
SNA	20	80.2	1.77	0.39	79.1	2.78	0.61	78.5	2.97	0.74
SNB	20	73.1	2.41	0.53	73.1	2.73	0.6	71.7	3.12	0.75
ANB	20	7.1	1.44	0.32	6	1.81	0.39	6.9	1.55	0.4

X:Ortalama, **Sd:** standart sapma, **Sx:**Ortalamanın standart hatası

Tablo 10. 3 Grubun araştırma sonrası ortalama değerlerinin karşılaştırılması

İskeletsel açısal ölçümler	n	Bionatör Grubu			Forsus Grubu			Kontrol Grubu		
		X	Sd	Sx	x	Sd	Sx	x	Sd	Sx
SNA	20	79.8	2.16	0.47	78.5	2.9	0.65	79	2.7	0.72
SNB	20	74.4	2.9	0.64	74.3	2.8	0.61	72	2.92	0.71
ANB	20	5.4	1.65	0.37	4.2	2.1	0.41	7	1.52	0.43

X:Ortalama, **Sd:** standart sapma, **Sx:**Ortalamanın standart hatası

5.TARTIŞMA

5.1 Gereç ve yöntemin değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasının amacı, mandibular retrognatiye sahip hastalara uygulana Forsus FRD EZ2 ve Bionatör apareylerinin maksilla ve mandibula hacimlerinin üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Çalışmamızda hareketli fonksiyonel bir aparey olan Bionatör ile sabit fonksiyonel bir aparey olan Forsus FRD EZ2 apareyleri kullanılarak tedavi edilen sınıf II division I anomalisine sahip bireylerde oluşan maksiller ve mandibular hacim değişiklikleri bilgisayarlı tomografi üzerinde incelenmiştir. Normal büyümeden kaynaklanabilecek değişimleri elimine edebilmek için tedavi grubuyla benzer özelliklere sahip bireyler seçilerek bir kontrol grubu oluşturulmuş ve aynı ölçümler kontrol grubunda da yapılmıştır.

İskeletsel ve dişsel sınıf II maloklüzyona sahip bireylerden toplam 120 adet CT alınmıştır. Forsus grubunda; seviyeleme aşamasından sonra ve apareyin uygulaması tamamlandıktan sonra olmak üzere, her hasta için toplam iki CT alınmıştır. Bionatör grubunda; aparey uygulanmasından önce ve altı ay kullanımından sonra olmak üzere ikişer CT alınmıştır. Kontrol grubunda ise altı ay aralıklarla olmak üzere iki CT alınmıştır.

Araştırmaya katılan bireylerin sahip olduğu kriterler;

- 1) İskeletsel ve dişsel sınıf II anomaliye sahip olması.
- 2) Low angle ya da normal büyüme paterne sahip olması.
- 3) Büyüme ve gelişimin peak evresinde olması.
- 4) Forsus grubu hastalarının alt keser açılarının protruzive olmaması.
- 5) Bireylerin sürmemiş ya da eksik dişlerinin olmaması.

Tedavi grubu hastalarının seçim kriterleri benzer çalışmaları yapan araştırmacılarla uyumludur (20, 221, 222).

Tedaviye erken dönemde başlama ya da büyüme gelişimin peak döneminde başlama gibi farklı görüşler mevcuttur (95)

Tofany (96), Hotz (97) ve Harvold (15) prepubertal dönemde yapılan fonksiyonel tedavide iskeletsel ve dişsel gelişimden maksimum yararlanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar ise (45, 47) tedaviye pubertal atılım döneminde başlanması gerektiğini, bunun sebebinin de aktif tedavi süresini uzatmamak olduğunu bildirmiştir.

McNamara ve Anthony ile goldman (92, 93) süt ve karışık dişlenme döneminde tedaviye başlanması gerektiğini önermiştir.

Gianelly ve Beckwith ile ark. tedavi süresini kısaltacağı, aparey sayısını azaltacağı için tedavinin geç karma ya da erken daimi dişlenme döneminde başlaması gerektiğini ileri sürmüştür (21, 223).

Mc Iver (98) en uygun dönemi kızlarda 10-11 yaş, erkeklerde 11-12 yaş olarak, Parker (99) daimi dişlerin çoğunun sürdüğü dönem olarak belirlemiştir. Graber (100) ise Sınıf II Div 1 anomaliye sahip bireylerde fonksiyonel tedaviye erken başlanması gerektiğini, kızlarda 10.5 yaş, erkeklerde 12.5-18 yaşın doku cevabı açısından en uygun dönem olduğunu bildirmiştir.

Genel kanı büyüme ve gelişimin peak döneminin, sınıf II maloklüzyonların ortopedik tedavisi için en uygun dönem olduğudur (102-104, 224, 225). Bu nedenle, bu çalışmada kullanılan apareyler diğer araştırmacılarla uyumlu olarak büyüme ve gelişimin peak evresinde uygulanmıştır. Hastaların SVMİ indeksine göre SVMİ II ve SVMİ III arasında iskeletsel maturasyon indeksine göre SMI 4-7 aralığında olmasına dikkat edilmiştir.

Fonksiyonel apareyler için mumlu kapanış alma safhasıyla ilgili çeşitli görüşler vardır (163, 226-228). Bionatör yapımında alt çenenin sagittal yönde keserler

baş başa kapanışta olacak şekilde (142) maksimum protrüzyon miktarından 3 mm geride (226), bir premolar diş genişliği kadar önde (44) ya da sentrik oklüzyondan 4-5 mm ileride konumlandırılarak (158) mumlu kapanış alınması gerektiğine dair farklı görüşler mevcuttur.

Vertikal açılma miktarının ise 2-4 mm olduğu durumlarda apareyin hasta tarafından daha kolay tolere edilebileceği savunulmuştur (227). Yaygın kanı kapanışın vertikal yönde rest pozisyonu üzerine 2-3 mm eklenerek alınması gerektiği yönündedir (44, 226, 229). Vertikal açılma miktarı daha fazla olduğunda kooperasyonun azaldığı ve apareyin takılmasının zorlaştığı bildirilmiştir (227).

Bu çalışmada standardizasyonun sağlanabilmesi için Bionatör grubunda projet apareyi kullanılmıştır. Proje apareyi iki çeşit olup, çalışmada 2 mm kalınlığa sahip olan mavi renkli olan seçilerek vertikal açılım miktarı ve sagittal aktivasyon mesafesi standardize edilmeye çalışılmıştır.

Graber (142), Jakobson (230), Shaye (231) gibi araştırmacılar, fonksiyonel aparey kullanım süresinin günlük ortalama 15 saat, Başçıftçi ve arkadaşları (232) ise 18 saat olması gerektiğini savunmuşlardır. Önçağ (148), yaptığı tez çalışmasında hastalarının Bionatör apareyini yemekler dışında sürekli kullanmasını önermiş, böylece günde 17-18 saat kullandırabilmeyi amaçlamıştır. Bu araştırmadaki hastalara da yemekler dışında sürekli taşıtılmıştır.

Aparey kullanımından 6 ay sonra dişsel sınıf I molar ilişkisi olan hastaların kayıtları yenilenmiştir.

Bilindiği üzere, ortodontik tedavi sonucunun başarısında ve tedavi süresinde hasta kooperasyonu çok önemli bir faktördür (21, 22). Hasta kooperasyonuna gerek duyulmayan Forsus apareyi; basit ve küçük olması, aparey bileşenlerinin az sayıda olması, kırılmaya karşı dirençli olması, rijit olmaması, ağza uygulanmasının ve aktivasyonunun rahat, hasta başında harcanan zamanın kısa olması, hastanın ağız açma ve lateral hareketler gibi fonksiyonları diğer apareylere göre daha rahat yapması ve nispeten estetik olması gibi birçok avantaja sahiptir (23- 25).

Bazı araştırmalarda, Forsus FRD EZ2 apareyinin alt kesici dişlerdeki protrüzyon etkisini önlemek için bu dişlerde bukkal kök torklu braketler kullanılmıştır (221, 233). Diğer çalışmalarda ise aynı amaç için köşeli ark teline alt kesiciler bölgesinde bukkal kök torku verilmiştir (20, 234, 235). Bu çalışmada, braketlerin -6^0 bukkal kök torkuna sahip olmasına dikkat edilmiştir. Alt ve üst çenede 0.017"x 0.025" SS tellere geçildikten sonra Forsus apareyi uygulanmıştır.

Literatürde jasper jumper ve forsus apareyi uygulanarak tedavi edilen hastalarla yapılan çalışmalarda, kalın köşeli ark tellerine geçildikten sonra apareylerin uygulanmasının doğru olacağı, üst birinci molar dişlere transpalatal ark ark uygulamasının bu apareylerin üst çenede meydana gelebilecek genişletme etkisini elimine edeceği bildirilmiştir (20, 131, 168, 221, 222, 233). Bu çalışmada da 0.017"x 0.025" SS tellere geçildikten sonra forsus apareyi uygulanmış, tüm dişler 8 ligatüre edilip ark tellerine cinch back bükümü yapılmış, ayrıca üst çenede ankrağı arttırmak ve meydana gelebilecek genişlemeyi önlemek için transpalatal ark takılmıştır.

Blackwood (233) ve Nalbantgil ile ark. (222) yaptıkları çalışmada jasper jumper uygulayarak fonksiyonel tedavi ettikleri hastalarda, Heining ve ark. (166) forsus apareyi uygulayarak tedavi ettikleri hastalarda, alt kesici dişlerin protrüze olmasını engellemek için yardımcı ark kullanılmasını önermişlerdir. Bu çalışmada da 0.017"x 0.025" paslanmaz çelik telden yapılan yardımcı ark teli alt birinci molar diş bandının yardımcı tüpüne takılmış ve alt kanin diş ile birinci premolar diş arasında ark teline uygulanmıştır.

Uygulanacak olan Forsus'un boyu; Forsus cetveli ile belirlenmiştir. Bu mesafenin ölçümü üst 1. molar dişin distalinden alt kanin dişinin mesiali arasındaki mesafeye bakılarak seçilmiştir (236).

Forsus grubundaki hastalar 4 hafta aralıklarla çağırılmış olup, 3-4 ay içerisinde istenilen sonuç elde edilemeyen hastalara aktivasyon boncukları eklenerek ortalama $5,05 \pm 1,6$ ay sonra tedavileri sona ermiştir.

Moerenhout ve ark., MIMICS kullanarak üç boyutlu dijital model üzerinde yaptıkları ölçümleri gerçek mesafeler ile karşılaştırdıkları çalışmada, ölçümler arasında anlamlı bir fark bulamamıştır.

Hayvan organlarını kullanarak hacim hassasiyetini değerlendirdiği çalışmalarında MIMICS programını kullanmış ve gerçek organ ile oluşturulan model organ arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır (237).

Ortodontide MIMICS programının kullanımıyla 2 boyutlu kesitsel görüntüler birleştirilerek 3 boyutlu görüntüler elde edilebilmekte ve üzerlerinde ölçümler yapılabilmektedir. Alınan aksiyel görüntüler program dahilinde işlenip, verilerden aksiyel, koronal, sagittal kesitler çıkartılmakta ve tüm datalar bu üç kesit üzerinde incelenebilmekte ve işlenebilmektedir.

Biz de çalışmamızda DICOM verisi halindeki verilerimizi değerlendirebilmek için aparey kullanımı öncesi ve sonrası alınan kayıtları MIMICS 15.0® (Materialise, Leuven, Belçika) modelleme programına aktararak maksilla ve mandibulanın tedavi öncesi ve sonrası hacim farklılıklarını değerlendirmeyi amaçladık.

5.2 Bulguların Tartışılması

5.2.1 Sefalometrik Ölçümlerin Tartışılması

Üç boyutlu ve iki boyutlu ölçüm tekniklerinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Üç boyutlu yöntemlerde anatomik yapıların süperimpozisyonu görülmezken iki boyutlu yöntemlerde çokça karşılaşılmaktadır. Günümüzde iki boyutlu ölçümlerde genel bir fikir birliği varken üç boyutlu yöntemlerde noktalara ait fikir birliği bulunmamaktadır. Literatürlerde CBCT ile yapılan araştırmalarda noktaların yerlerinin farklı araştırmacılar tarafından farklı işaretlendiğini görmekteyiz (203, 216, 238-241). Bu nedenle işaret noktalarının belirlenmesinde yapılacak hata oranını en aza indirebilmek için üç boyutlu yöntemler yerine iki boyutlu yöntemlerin tercih edilmesi önerilmektedir (180).

Bizim çalışmamızda da hastaların iskeletsel sınıflamasını belirlemek için yapılan sefalometrik ölçümlerde iki boyutlu yöntemler kullanılmıştır.

5.2.2 Hacimsel Ölçümler

Üç boyutlu görüntüler üzerinde yapılan bu çalışmada iki adet hacimsel ölçüm gerçekleştirilmiştir. Kullanılan apareylerin maksilla ve mandibula üzerindeki hacimsel değişimleri incelenmiştir.

Çalışmamızda takip hastalarının ilk mandibula hacimlerinin ortalaması 49104.12mm^3 , Bionatör grubunun tedavi öncesi mandibular hacmi ortalaması 38012.04mm^3 ; Forsus FRD EZ2 grubunun tedavi öncesi mandibular hacim ortalaması 40050.86mm^3 olarak ölçülmüştür. Apareyler kullanıldıktan sonra ve takip hastalarında ise 6 ay sonra tekrar CT'ler alınmıştır. Takip hastalarının 6 ay sonraki ölçümlerinde mandibula hacmi ortalaması 49978.15mm^3 , Bionatör grubunun tedavi sonrası ortalaması 38431.65mm^3 , Forsus FRD EZ2 grubunun tedavi sonrası mandibular hacmi ortalaması 40080.77mm^3 olarak ölçülmüştür. Yaptığımız bu çalışma ile ilgili benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı programlar kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında zaman iskeletsel sınıf I anomaliye sahip bireylerin mandibular hacim ortalaması $39.81 \pm 9.9\text{cm}^3$ olarak bulunmuştur (31-36). Yapılan başka bir çalışmada tek taraflı ve çift taraflı çapraz kapanışı olan bireyler normal bireyler ile karşılaştırılmıştır. Tek taraflı çapraz kapanışa sahip bireylerin oluşturduğu grubun mandibula hacim ortalaması $35.07 \pm 5.24\text{cm}^3$ olarak bulunmuştur. Çift taraflı çapraz kapanışa sahip bireylerin oluşturduğu grubun mandibula hacim ortalaması $31.41 \pm 4.2\text{cm}^3$ olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise mandibula hacim ortalaması 41.14cm^3 olarak bulunmuştur. Bu üç grup oluşturulurken bu hastalarda iskeletsel sınıflama yapılmamıştır. Yaptığımız bu çalışmada üç grupta da mandibula hacminde artış meydana gelmiştir; fakat artış miktarı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Çalışmamızda takip hastalarının ilk maksilla hacimlerinin ortalaması 31449.89mm^3 , Bionatör grubunun tedavi öncesi maksilla hacmi ortalaması 27729.69mm^3 ; Forsus FRD EZ2 grubunun tedavi öncesi maksillar hacmi ortalaması 17885.68mm^3 olarak ölçülmüştür. Apareyler kullanıldıktan sonra ve takip

hastalarında ise 6 ay sonra tekrar CT'ler alınmıştır. Takip hastalarının 6 ay sonraki ölçülerinde maksilla hacmi ortalaması 31838.31mm^3 , Bionatör grubunun tedavi sonrası maksillar hacim ortalaması 28539.34mm^3 , Forsus FRD EZ2 grubunun tedavi sonrası maksillar hacmi ortalaması 29361.19mm^3 olarak ölçülmüştür. Yaptığımız bu çalışma ile ilgili benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı programlar kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında zaman iskeletsel sınıf 1 anomaliye sahip bireylerin maksiller hacim ortalaması $11.31 \pm 1.9 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur (31). Bizim çalışmamızdan farklı olmasının sebebi alınan noktaların aynı noktalar olmamasıdır. Yaptığımız bu çalışmada üç grupta da mandibula hacminde artış meydana gelmiştir fakat artış miktarı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

5.2.2.1 Hacimsel Ölçümlerin Tartışılması

İki boyutlu görüntüleme sistemlerinde süperimpozisyon, distorsiyon ve magnifikasyon gibi sorunların önüne geçilememiştir. Hacimsel ölçüm yapılabilmesi için artık günümüzde üçboyutlu yöntemler kullanılmaktadır. Bizde çalışmamızda Forsus FRD EZ2 ve Bionatör apareyleri kullanılmadan önce ve apareylerin kullanımından hemen sonra üç boyutlu görüntüleri alınmış ve bu apareylerin mandibula ve maksilla kemik hacmine etkileri incelenmiştir.

Gerçek organ hacim hesaplamalarıyla CT hacim hesaplamaları arasında (242-244) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle bizim çalışmamızda da hacim hesaplamaları CT üzerinde gerçekleştirilmiştir

Bu konu üzerinde yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Öncelikle maksilla ve mandibuladaki dişlerin silinmesi ile başlanılmış ve braket ve apareylerden kaynaklı artefaktlar ortadan kaldırılmıştır (31-34). Önce mandibulanın segmentasyonu yapıp daha sonra maksillaya geçilmiştir. Mandibula sadece dişlerle maksillaya bağlı olduğu için maksillanın segmentasyonu mandibulaya göre daha zordur.

Maksillanın segmentasyonunda standardizasyon için belirli sabit noktalardan bir düzlem oluşturmamız gerekmektedir. Düzlem oluşturmak için üç noktaya ihtiyacımız vardır; ayrıca seçeceğimiz bu üç noktanın da uyguladığımız apareylerden etkilenmemesi gerekmektedir. Bu yüzden sağ ve solda meatus akustikus eksternus'un en üst noktaları ve foramen spinosum'un orta noktası olan elsa

noktasıdır. Bu noktaların kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (31-36). Maksillanın arka sınırı olarak PNS noktasından geçen ve belirlediğimiz üst düzlemi dik kesen bir düzlem oluşturulmuştur. Son olarak temporal kemik ve sutura zygomaticotemporalis bağlantılarını ortadan kaldırdıktan sonra maksillanın üç boyutlu görüntüsü elde edilmiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Çalışmamızda Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonlu hastalarda hareketli fonksiyonel apareylerden Bionatör ile sabit fonksiyonel apareylerden Forsus FRD EZ2 apareyi kullanılarak tedavi edilmiş hastaların tedavi öncesi ve aparey kullanım sonrası alınan CT ler ve tedavi edilmemiş hastaların 6 ay aralıklarla CT leri alınmış, üzerinde maksiller ve mandibular hacim değişimleri araştırılmıştır.

Çalışmamız sonucunda Bionatör ile tedavi edilen hasta grubunda maksilla ve mandibula hacminde artış meydana gelmiştir; fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çalışmamız sonucunda Forsus FRD EZ2 apareyi ile tedavi edilen hasta grubunda maksilla ve mandibula hacminde artış meydana gelmiştir; fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda büyüme gelişimden kaynaklanabilecek değişimlerin etkilerini elimine etmek için Forsus FRD EZ2 ve Bionatör apareyleri ile tedavi edilen hasta grupları aynı özelliklere sahip bireylerden oluşan kontrol grubunun ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Kontrol grubunda maksilla ve mandibula hacminde artış meydana gelmiştir; fakat bu artış yine istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

6.2 Öneriler

Bu çalışmada Bionatör ve Forsus FRD EZ2 apareylerinin kısa dönem değişimlerini inceledik. Kısa dönem etkilerinin sonuçlarına göre apareylerin mandibula ve maksilla hacimleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı bulunmuştur. Ancak uzun sürede meydana gelen değişimleri görmek açısından, bu konuda longitudinal çalışmaların yapılması daha sağlıklı sonuçlar vereceğinden daha uygun olacağı kanıtlanmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Koralp E. İskeletsel Ön Açık Kapanışın Erken Dönem Tedavisinde Arka Isırma Bloğu ile Birlikte Dikey Çenelik Uygulamasının Ortodontik Bölgeye Etkisi. Doktora Tezi. G. Ü. Ankara 1989.
2. Schudy F. F., Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment. *Angle Orthod.* 1964;34:75–93.
3. Kim Y.H., A Comparative cefalometrik study of class II div 1 non extraction and extraction cases. *Br. J. Orth.* 1979;49,2: 77-84.
4. Ackerman J.L., Proffit W.R., The characteristic of malocclusion: A modern approach to classification and diagnosis. *Am. J. Orthod* 1969;56:443-454.
5. McNamara J.A., Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle orthod.* 1981;51:177-202.
6. McNamara JR J. A., Ellis E., Cephalometric analysis of untreated adults with ideal facial occlusal relationships. *Inter J Adult Orthod Ortog surg* 1988;3:221-231.
7. Küçükkeleş N., İlhan İ., Orgun İ.A., Treatment efficiency in skeletal class II patients treated with the jasper jumper. *Angle orthod* 2007;77:449-456.
8. Ahlin J.H., White G.E., Tsamtsouris A., Saadia M., A clinical approach for the growing child. *Illinois Quintessence Pub Co, Inc* 1984:271.
9. Lagerström L.O., Nielsen I.L., Lee R., Isaacson R.J., Dental and skeletal contributions to occlusion correction in patients treated with the high pull head gear-activator combination. *Am. J. Ort.* 1990;97,6:495-504.
10. Remmer K.R., Mamandras A.H., Hunter W.S., Way D.C., Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Frankel appliance, and the fixed appliance. *Am. J. Orth.* 1985;88,5:363-372.
11. Stöckli P. W., Teuscher U. M., Combined Activator Headgear Orthopedics . In: *Orthodontics current Principles and Techniques*. Eds: Graber T. M., Swain B. F., Chapter 7. St. Louis: The C. V. Mosby Company, 1985:405-484.

12. Angle E.H., Classification of malocclusion. Dental Cosmos. 1989;41:248-350.
13. Graber T.M., Orthodontics, principals and practise. WB Saunders Comp, London, Philadelphia. 1967.
14. Harvold E.P., The interceptive orthodontics. The CV Mosby Comp Saint Louis. 1974.
15. Harvold E.P., Vargervik K. Morphogenetik response to aktivator treatment. Am. J. Orth. 1971;60,5:478-489.
16. Jorgensen S.E., Activators in orthodontic treatment: indications an advantages. Am. J.Orth. 1974;65,3:260-269.
17. Meach C.L., A cephalometric comparision of bony profil changes in Class II div 1 patien treated with extraoral force and functional jaw orthopedics. Am. J. Orth. 1966;52,5:353-370.
18. Pancherz H. The mandibular plane Angle in activator treatment. Br. J. Orth. 1979;49,1:11-19.
19. Moore R.N., Igel K.A., Boice P.A., Vertical and horizontal components of functional appliance therapy. Am. J. Orthod Dentofac Orthop 1989;96:433-43.
20. Bilgiç F. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonların Tedavisinde Forsus Frd Ez2 Apareyi ile Andresen Aktivatörünün Etkilerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2011
21. Beckwith F.R., Ackerman R.J. Jr.,Cobb C.M.,Tira D.E., An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. Am. J. Orthod Dentofacial Orthop. 1999;115:439-447.
22. Skidmore K.J.,Brook K.J.,Thomson W.M.,Harding W.J., Factors in Auencing treatment time in orthodontic patients. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2006;129:230-238.

23. “Forsus™ Fatigue Resistant Device EZ Module Brochure-Installation Guide”.
http://solutions.3mindia.co.in/wps/portal/3M/en_IN/3M_Unitek/3M_Unitek/Solutions/Class-II-Correction/Forsus-Fatigue-Resistant-Device-EZModule/ / 20.04.2010.
24. Cleary Y., Wyllie B., Forsus Fatigue Resistant Device: Fatigue Resistant by Design. *Rthodontic perspectives* 2002;9: 13 – 14 .
25. Thomas M., A chairside perspective of Forsus™ Class II correctors. *Orthodontic Perspectives*. 2009;16:10-11.
26. Lagrevere MO, Hansen L, Harzer W, Major PW. Plane orientation for standartization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:601-4.
27. Harrell W.E., 3D Diagnosis and treatment planning in orthodontics. *Semin Orthod*, 2009;15:35-41.
28. Hechler S.L., Cone-beam CT: applications in orthodontics. *Dental Clinics Of North America*. 2008;52:809–823.
29. Hatcher David C., Aboudara Cameron L. Diagnosis goes digital *Am. J. Orthod* 2004;125:512-517.
30. Müssig E., Woertche R., Lux CJ. Indications for digital volume tomography in orthodontics. *J. Orofac. Orthop* 2005;66:241-250.
31. Deguchi T., Katashiba S., Inami T., Foong K., and Huak C., Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone-beam computed tomography. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:218-240.
32. Nair R., Deguchi T. Sr., Li X, Katashiba S., Chan Y.H., Quantitative analysis of the maxilla and the mandible in hyper- and hypodivergent skeletal class II pattern. *Orthod Craniofac Res* 2009;12:9–13.

33. Veli I., Uysal T., Ozer T., Ucar F., Eruz M., Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2011;81:966–974.
34. Veli I., Uysal T., Ucar F., Eruz M., Ozer T., Cone-beam computed tomography assessment of mandibular asymmetry in unilateral cleft lip and palate patients. *Korean J Orthod* 2011;41(6): 431-439.
35. Katayama K., Yamaguchi T., Sugiura M., Haga S., Maki K., Evaluation of mandibular volume using cone-beam computed tomography and correlation with cephalometric values. *Angle Orthod.* 2014;84:337–342.
36. Pfaff M., Metzler P., Kim Y., Steinbacher D., Mandibular volumetric increase following distraction osteogenesis. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* 2014;67:1209-1214.
37. Singh G. *Textbook of orthodontics* 2nd edition 2007.
38. Brin I., Weinberger T., Ben-Chorin E. Classification of occlusion reconsidered. *Europ. J Orthod.* 1999;21:169-74.
39. Angle E. H., *Malocclusion of the teeth.* S. S. White Dental Manufacturing Co., 1907.
40. Ülgen M. *Ortodonti Anomaliler, sefalometri, etiyoloji, büyüme ve gelişim, tanı.* T. C. Yeditepe Üniversitesi Yayınları Sayı:2 2000.
41. Graber T.M., Rakosi T., Petrovic A.G., *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances,* St Louis, 1997 Mosby-Year Book, Inc., 161-188.
42. Carter N. E.: *Dentofacial Changes in Untreated Class II Division 1 Subjects.* *Br. J. Orthod.*, 1987;14: 225-234.
43. Isaacson R, J., Worms F. W., Erdman A. G.: *Effects of Rotational Jaw Growth on the Occlusion and Profile.* *Am. J. Orthod.* 1977;72: 276-286.
44. Ülgen M.: *Ortodontik Tedavi Prensipleri,* Ankara, 2003. Ankara Üniversitesi Basımevi, 240.

45. Coben S. E., Growth and Class II Treatment. Am. J. Orth., 1966;59, 5:470-487 (1 no'lu kaynaktan alınmıştır.).
46. Bass M. N., Orthopedic Coordination of Dentafacial Development in Skeletal Class II Malocclusion Junction with Edge - Wise Therapy. Am. J. Orth., 1963;49:183-214.
47. Coben S.E., The Biology of Class II Treatment. Am. J. Orth., 1971;59, 5:470-487 (1 no'lu kaynaktan alınmıştır.)
48. Ertürk N., Işıksal E., Seçkin Ö., Dişler ve Artiküle, Cilt 1, Bornova, (1989), 1-22.
49. Gönül G., Sınıf II Div 1 olgularının Mars – Headgear kombinasyonu ile tedavisi, Doktora tezi, İzmir, (1991), 119.
50. Meikle M. C., The dentomaxillary complex and of over jet correction in class II div 1 malocclusion objectives of skeletal and alveolar remodeling, Am. J. Orth., 72, 2, (1980), 184-197.
51. Profitt W. R., On the actiology of malocclusion, Bri. J. Orth., 13, (1986), 1-11.
52. Meriç P. Mandibular Retrognati Hastalarında İki Farklı Fonksiyonel Apareyin Havayolu Hacmine Etkilerinin Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2012.
53. Bishara Samir E. Textbook of Orthodontics, WB Saunders Company, 2001, 325-326.
54. Turgut B., Hatipoğlu S., Doğruyol Ş., Hareket Sistemi Anatomisi. Ankara, Nobel Yayınları;1998.
55. <http://www.tosuntosun.com.tr/hizmetler/implant-cerrahisi/implantolojide-klinik-anatomi-ii-maksilla/>
56. Bishara Samir E. Textbook of Orthodontics, WB Saunders Company, 2001, 86-87.

57. Aksoy A. Ü., Ciğer S., Herbst apereyi uygulanan Sınıf II bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde dentofasiyal sistemdeki değişiklikleri sefalometrik olarak incelenmesi, Hacettepe Diş Hek. Fak. Der., 1987;11, 2: 72-79.
58. Aksoy A. Ü., Ciğer S., Sınıf II malokluzyonlar ve Herbst apereyi, Hacettepe Diş Hek. Fak. Der., 1988;12:276-80.
59. Kelly M., Light – wire treatment of a class II div 1 subdivision malocclusion, Am. J. Orth., 1986;89, 3, 219-222.
60. Ast D.B., Carlos J.P., Cons D.C., Prevalence and characteristics of malocclusion among senior high school students in up-state New York. Am. J. Orthod. 1965 ;51:437-445.
61. Laine T., Hausen H., Occlusal anomalies in Finnish students related to age, sex, absent permanent teeth and orthodontic treatment, Eur. J. Orthod. 1983; 5:125-131.
62. Thilander B., Myrberg N., The prevalence of malocclusion in Swedish school children, Scand. J. Dent. Res. 1973;81:12-21.
63. Houpt M.I., Adu-Aryee S., Grainger R.M., Dental survey in the Brong Ahafo region of Ghana, Arch Oral Biol 1967;12:1337-1341.
64. Tang E.L., Occlusal features of Chinese adults in Hong Kong. Australian Orthodontic Journal. 1994;13:159–63.
65. Helm S., Orthodontic treatment priorities in the Danish Child Dental Health Services, Community Dent Oral Epidemiol 1982;10:260-263.
66. Burgersdijk R., et al: Malocclusion and orthodontic treatment need of 15- 74-year-old Dutch adults, Community Dent Oral Epidemiol 1991;19:64-67.
67. Helm S: Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study, Am J Orthod 1968;54:352-366.
68. Graber T.M., Orthodontics: principles and practice, ed 3, Philadelphia, 1972, WB Saunders.

69. Haralabakis H., Incidence of malocclusion among dental students at Athens University, *Trans Europ Orthod Soc* 1957;310-311.
70. Lew K.K., Foong W.C., Loh E., Malocclusion prevalence in an ethnic Chinese population, *Aust Dent J* 1993;38:442-449.
71. Borzabadi-Farahani A., Eslamipour F. ,Orthodontic treatment needs in an urban Iranian population, an epidemiological study of 11-14 year old children. *European journal of Paediatric Dentistry*, 2009;10:69–74.
72. Sarı Z., Uysal T., Kahraman A.İ., Başçiftçi F.A., Üşümez S., Demir A., Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi : Epidemiyolojik Çalışma . *Türk Ortodonti Dergisi* 2003;16:119-126.
73. Başçiftçi F.A., Demir A., Sarı Z., Uysal T., Konya yöresi okul çocuklarında ortodontik maloklüzyonların prevalansının araştırılması : Epidemiyolojik Çalışma. *Türk Ortodonti Dergisi* 2002;15:92-98.
74. Sayin M.O., Türkkahraman H., Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. *Angle Orthod* 2004;74:635–9.
75. Bishara S., Class II Malocclusions: Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. *Semin Orthod* 2006;12:11–24.
76. Ertürk N., İşksal E., *Ortodonti Tedavi Yöntemleri*, Cilt III, İzmir, 1982, 61 – 84.
77. Hotz R., *Distal occlusion, orthodontics in everyday practice*, Hans Huber Medical Publisher, Bem, Switzerland, (1961), 234.
78. Salzmann J. A., *Orthodontics in Daily practice*, J. B. Lippincott Comp., Philadelphia, Toronto, (1974), 54 – 58.
79. Tulley W.J., Campbell A. C., *Treatment of Angel’s class II div 1, A manual of practical orthodontics*, John Wright and Sons Ltd., (1970), 196.
80. Strangh RHW Class II division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28: 210 – 214.

81. Harvold E.L., Some biologic aspects of orthodontic treatment in the transitional dentition . Am. J. Orthod. 1963;49: 1 – 14.
82. Mathews J. R., İncereptions of class 2 malocclusion, Angle Orth., 1971;41, 2: 81 – 99.
83. Sosa F. A., Graber T. M., Muller T. P., Post pharyngeal lymphoid tissue in angle class I and class II malocclusion, Am. J. Orthod.,1982; 81,4: 299 – 308.
84. Perkün F., Çene ortopedisi (Ortodonti), Cilt III, Ar basım yayın dağıtım A.Ş., 2. Basım, (1973), 169 – 170.
85. Fisk G. V., Culbert M.R., Grainger R.M., Hemrend B., Moyers R., The morphology and physicology of distocclusion. Am. J. Orthod., 1953;35, 3 – 12.
86. Bishara S. E., Ziaja R. R., Functionel appliances: A review., Am. J. Orthod., 1989;95,3: 250-258.
87. Moss M. L., Function-Facts or Fiction Am. J. Orthod.,1975;67:625.
88. Watry F. L., L'Ortopedie dento-Faciale Dans Ses Rapports Avec L'Ortopedie et La Physiotherapetie Generale. J. Dent. Belge., H. (1925),3, (95 no'lu kaynaktan alınmıştır.).
89. Buschang P. H., Tanguay R., Turkewiz J., Demirjian A., Lapalme L., A polynomial approach to craniofacial growth: description and comparison of adolescent males with normal occlusion and those with untreated Class II malocclusion. Am. J. Orthod Dentofac Orthop., 1986;90: 437-442.
90. Baccetti T., Franchi L., McNamara J.A. Jr., Tollaro I., Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through mixed dentition. Am. J. Orthod Dentofac Orthop, 1997;111: 502 – 509.
91. Bishara S. E., Jakopsen J. R., Vorhies B., Bayati P., Changes in dentofacial structures in untreated Class II Division 1 and normal subjects: A Longitudinal study. Angle Orthod. 1917;1: 55 – 66.

92. McNamara J. A., Fabrication of the acrylic splint Herbst appliance, Am. J. Orthod., 1988; 94,1, 10 – 18.
93. Anthony G., Goldman H.: Biologic Basis of Orthodontics. Lea and Febiger. Philadelphia, (1971).
94. Bondevik O., Treatment needs following activator-headgear therapy. Angle orthod 1995;65:417-22.
95. Büyüksağın Ö., Sınıf II, Bölüm I Maloklüzyonlarda Vardimon Sistemi Fonksiyonel Ortopedik Magnetik Apareyin, Diş-Çene-Yüz Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Sefalometrik Olarak İncelenmesi. Uzmanlık Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1995.
96. Tofany M. I., Mandibular Growth at Puberty. Am. J. Orthod., 1972;62: 176.
97. Hotz R., Application and Appliance Manipulation of Funtcional Forces. Am. J. Orthod., 1970; 58: 456-478.
98. Mc Iver L. W., Five Steps to Better Occlusion in Class II Treatment. Am. J. Orthod., 1971;48:175.
99. Parker W. S., A Technique for Treatment With Cervical Gear. Am J. Orthod., 1984;28. 198.
100. Graber T. M., Current Orthodontic concepts and Techniques. W. B. Saunders, Co. Philadelphia, 1969.
101. Ülgen M. Ortodonti Anomaliler, sefalometri, etiyoloji, büyüme ve gelişim, tanı. T. C. Yeditepe Üniversitesi Yayınları Sayı:2 2000.
102. Malmgren O., Ömblus J., Hagg U., Pancherz H., Treatment with an appliance system in relation to treatment intensty and growth periods. Am. J. Orthod Dentfac Orthop., 1987;91: 143 – 151.
103. Pfeiffer J. P., Should orthopedic treatment of severe Class II malocclusion be related to growth. Eur. J. Orthod 1980 ;2: 249 – 256.

104. Baccetti T, Franchi L, Kim LH. Effect of timing on the outcomes of 1- phase nonextraction therapy of Class II malocclusion. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop.* 2009; 136:501-509.
105. Hagg U., Panchers H., Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development: An analysis of 72 male patients with Class II divisyon I malocclusion treated with the herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988;10:169-76.
106. Flores-Mir C, Nebbe B, Major PW. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod* 2004;74:118-24.
107. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation method: some need for clarification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:19-20A.
108. Franchi L., Baccetti T., McNamara J. A. Jr. Mandibular growth as related to cervical maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:335-41.
109. Baccetti T., Franchi L., McNamara J. A. Jr. An improved version of the cervical maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002;72:316-23.
110. GeulichWW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist. Stanford, California 1959.
111. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1982;52:88-112.
112. Hassel B., Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:58-66.
113. Küçükkeleş N, Acar A. Biren S. Arun T., Comparissons between cervikal vertebrae and hand-wrist maturation for the assesment of skeletal maturity. *The J. Clin. Pediatr. Dent.* 1999;24:47-52.

114. King GJ, Keeling SD, Richard A., Hocevar RA., Wheeler IT. The timing of treatment for class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod* 1990;60:87-97.
115. , King EW Variations in profile change and their significance in timing treatment. *Angle Orthod* 1960;30:141-53.
116. Vig K. One or two-phase orthodontic treatment for class II malocclusion does not change the occlusal outcome. *J Evid Base Dent Pract*. 2004;2:142-3.
117. Livieratos FA, Johnston LE. A comparison of one-stage and two-stage nonextraction alternatives in matched class II samples. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:118-31.
118. Arvystas M. G., Non-extraction treatment of Class II div. 1 malocclusions. *Am. J. Orthod.*, 1985;5: 380 – 395.
119. Heellekant M., Laferström L., Gleeup A., Over bite and over jet correction in a class II division 1 sample treated with Edgewise therapy. *Ur. J. Orthod.* 1989; 11: 91 – 106.
120. Epstein W. N., Analysis of changes in molar relationships by means of Extra – Oral Anchorage (Head – Cap) in treatment of malocclusion. *Angle Orth.* 1984; XVIII, 3-4, 63 – 69.
121. Hithcock H. P., A cephalometric description of class II division 1 malocclusion. *Am. J. Orthod.*, 1973;63,4: 414 – 423.
122. Joffie L., Jakopson A., The maxillary orthopedic splint. *Am. J. Orth.*, 1979;75,1: 54 – 69.
123. Teuscher U., A growth – related concept for skeletal class II treatment. *Am. J. Orthod.*, 1978;74,3: 258 – 276.
124. Willams S., Melsen B., Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment. *Am. J. Orthod.*, 1973;43,4: 322 – 326.

125. Worms F. M., Isaacson R. J., Speidel T. M., A concept and classification of centers of rotation and extraoral force systems. *Angle Orthod.*, 1973;43,4: 384 – 401.
126. Pfeiffer J.P., Grobety D. A philosophy of combined orthopedic-orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.* 1982; 81:185-201.
127. Graber T. M., *Functional Appliances in: orthodontics current principles and techniques.* Eds: Graber T. M., Swain B. F., Chapter 6. St. Louis The C. V. Mosby Compan, 1985.
128. Baumrind S., Kom, E.L., Isaacson R.J., West E.E., Molthan R. Quantitative analysis of the orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am. J. Orthod.* 1983; 84:384-398.
129. Owen A.H. Morphologic changes in the sagittal dimension using the Frankel appliance. *Am. J. Orthod.* 1981; 80: 573-603.
130. Baumrind S., Molthen R., West E. E., Miller D. M., Mandibular plane changes during maxillary retraction. *Am. J. Orthod.* 1978;74, 32 – 40.
131. Saraçoğlu H. Sınıf II bölüm I maloklüzyona sahip iki farklı yaş grubundaki bireylerin tedavisindeki sabit çeneler arası yayların etkilerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2007
132. Ülgen M., *Ortodontik tedavi Prensipleri*, Ankara, Yargıçoğlu Matbaası, Ankara, 1983.
133. Kraus B., Wise W. J., Frei R. H., *Heredity and Craniofacial Complex.* *Am. J. Orthod.*, 1959; 45,172.
134. Ayral H., Ciğer S., Angle sınıf III maloklüzyonlarında FR 3 aparatının dentofasiyal sisteme etkilerinin sefalometrik olarak incelenmesi. Doktora tezi, Ankara, 1990.
135. Graber T. M., Rakosi T., Petrovic A. G., *Dentofacial orthopedics with functional appliances*, St. Louis, Toronto, Princeto, The C. V. Mosby Co.,1985.

136. Pfiffer J. P., Grobety D., Simultaneous use of cervical appliance and activator: An orthopedic approach to fixed appliance therapy. *Am. J. Orthod.*, 1972;61: 353 – 373 (59 no'lu kaynaktan alınmıştır.)
137. Tavas A, Uzel İ., Fonksiyon düzeltici aygıtlarla aktivatörlerin karşılaştırılması. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi dergisi*, 1983;7,1:29-46.
138. Vargervik K., Harvold E. P., Response to Activator Treatment in class I öalocclusions. *Am. J. Orthod.*, 1985;88: 242 – 251.
139. Clements J. F., Jackson A., The MARS appliance. *Am. J. Orthod.*, 1982;82,6: 445 – 455.
140. Dahan J., The functional compensation: An intercaptive procedure in the mixed dentition. *Am. J. Orthod.* 1979;76,5: 538 – 553.
141. Droschi H., The effects of heavy orthopedic forces on the maxilla in the growing *saimri sciureus* (squirrel monkey). *Am. J. Orthod.*, 1973;63,5: 449 – 461.
142. Graber T. M., Neumann B., Removable orthodontic appliances. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Mexico City, Rio De Janeiro, Sydney, Tokyo, (1984).
143. Işıksal E., Yaman N., Aktivatör, E.Ü.D.F.D., 1981; 5: 21 – 30.
144. Schmuth G. P. F., Milestones in the development and practical application of functional appliances. *Am. J. Orthod.*, 1983;84,1: 48 – 53.
145. Schwarz A. M., Gratzinger M., Functional jaw orthopedics: the activator, removable orthodontic appliances. W. B. Saunders Comp., Philadelphia, (1966), 188 – 239.
146. Taylor G. S., The activator: its scope and limitation in general dental practice. *Brit. Dent. J.* 1980;149: 127 – 132.
147. Valinoti J. R., The European activator: its basis and use. *Am. J. Orthod.*, 1973;63,6: 561 – 580.

148. Önçağ M.G. Sınıf II Divizyon 1 Anomalisinde Bionatör Apareyi Kullanılmasıyla Dil ve Hyoid Kemiğinde Meydana Gelen Değişiklikler, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 1994.
149. Pancherz H., Malmngren O., Ömbius ., Hensen K., Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Eu. J. Orthod.*,1989;11: 17- 30.
150. Van Beck H., Combination Headgear – activator. *JCO*, 1984;18,3: 185- 189.
151. Wieslander L., Intensive treatment of severe class II malocclusion with a headgear – Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am. J. Orthod.* 1984;86,1: 1 – 12.
152. Demisch A., Effects of activator therapy on the craniofacial skeleton in class II division 1 malocclusion. *Transç. Eur. Orthod. Soc.* 1972, 295 – 310.
153. Freunthaller P., Cephalometric observations in class II division 1 malocclusion treated with the activator. *Angle Orthod.*, 1967;37: 18 – 25.
154. McNamara J. A., Bookstein F. L., Shaughnessy T. G., Skeletal and dental changes follwng functional regulator therapy on class II patients. *Am. J. Orthod.* 1985;88: 91 – 110.
155. Righellis E. G., Treatment effects of Frankel activator and extraoral traction appaliances. *Angle Orthod.*, 1983; 53: 21 – 107.
156. Creekmore T. D., Radney L. J., Frankel appliance therapy: orthopedic or orthodontic. *Am. J. Orthod.*, 1983;83: 89 – 108.
157. Vardimon A. D., Stutzmann J. J., Graber T. M., Woss L. R., Petrovic A. G., Functional orthopedic magnetic appliance (FOMA) II-Modus operandi. *Am. J. Orthod.*, 1989;95,5: 371 – 386.
158. McNamara J.A. Jr, Brudon W.L. *Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* Ann Arbor 2001 Needham Press, Ch 18.
159. Baiters W.,: *Eine Einfühnmg in die Bionatorheilmethode: ausgewdhlte Schriften und Vonrage*, Heidelberg, Germany, 1972, C Hermann.

160. Graber T.M., Vanarsdall R.L. Jr. Orthodontics, Current Principles and Techniques. Ch 10 479-521.
161. Graber T.M the frankel function regülatör. .L.L. Duncan(Ed.) dentofacial orthopedics with functional appliances.St.Louis, Missouri: Mosby.1997:223-67.
162. McNamara J.A., Jr., Huges S.A. the frankel appliance(FR-2):model preparation and appliance construction. Am J Orthod, 1982;80:478-95.
163. McNamara J. A. Jr., and Brudon W. L., Orthodontic and Orthopedic Treatment in the Mixed Dentition., Needham Press, Ann Arbor 1996 , 243- 258.
164. Jones G., Buschang P.H., Kim K.B., Oliverd D.R., Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. Angle Orthod 2008;78,4:332-338.
165. http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/unitek/home/solutions/class_II/ez/
166. Heining N., Göz G., Clinical application and effects of the Forsus Spring.A study of a new Herbst Hybrid. J Orofac Orthop 2001;62:436 – 450.
167. Şengün K. Büyüme gelişimi devam eden iskeletsel 2. sınıf bireylerde Forsus Fatigue Resistant Device aparatının etkilerinin sefalometrik olarak değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2010.
168. Karaçay S., Akin E., Olmez H., Gurton A.Ü., Sagdic D., Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. Angle Orthod 2006;76: 666–672.
169. Broadbent B.H. A New x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1931;1:45-66.
170. White S.C., Pae E.K., Patient image selection criteria for cone beam computed tomography imaging. Semin Orthod, 2009;15: 19- 28.

171. Moyer R.E., Bookstein F.L. The inappropriateness of conventional cephalometrics. *Am J Orthod* 1979;75:599-617.
172. Kantor M.L., Philips C.L., Proffit W.R., Substraction radiography to asses reproducibility of patient positioning in cephalometrics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993;104:350-54.
173. Farman A.G., Scarfe W.C., The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*, 2009;15: 2- 13.
174. White S.C., Pharaoh M.J., The evaluation and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin N Am*, 2008;52: 689- 705.
175. Miracle A.C., Mukherji S.K., Conebeam C.T., of the head and neck.Part1:Physical principles. *AJNR Am. J. Neuroradiol*, 2009;30: 1088- 95.
176. Swennnen G.R., Schutyser F., Three- dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone- beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006;130:410- 6.
177. Scarfe W.C., Farman A.G., What is cone- beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*, 2008;52: 707- 730.
178. Swennen G.R.J., Schutyser F., Hausamen J.E., Three dimensional cephalometry. Springer Verlag, Berlin, 2005.
179. Grauer D., Cevidanes L.S.H., Proffit W.R., Working with DICOM craniofacial images. *Am. J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009;136: 460- 70.
180. Oliveira A.E.F., Cevidanes L.H.S., Philips C., Motta A., Burke B., Tyndall D., Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification of cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009;107: 256- 265.
181. Gubler M., Ludlow J.B., Mol A., Cevidanes L., Precision of cephalometric landmark identification: 3D vs. 2D. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009;107,28.

182. Roberts J.A., Drage N.A., Davies J., Thomas D.W., Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The Brit J Radiol.* 2009;82(973):35-40.
183. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., Brooks S.L., Howerton W.B., Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(4):219-226.
184. W.C., Farman A.G., What is cone-beam CT and how does it work. *Dent Clin N Am.* 2008;52:707-730.
185. Scarfe W.C., Farman A.G., Sukovic P., Clinical Applications of Cone- Beam Computed Tomography in Dental Practice . *J Can Dent Assoc* 2006 ; 72:75-80.
186. Paulsen H.U., Karle A., Computer tomographic and radiographic changes in the temporomandibular joints of two young adults with occlusal asymmetry, treated with the Herbst appliance. *European Journal of Orthodontics* 2000;22:649-656.
187. Solow B., Skov S., Ovesen J., Norup P.W., Wildschicdtz G., Airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnoea. *European Journal of Orthodontics* 1996;18:571-579.
188. Ericson S., Kurol J., Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: A CT Study. *The Angle Orthodontist* 2000;70:415-423.
189. Bjerklin K., Ericson S., How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *The Angle Orthodontist* 2006;76:43–51.
190. Iwasaki T., Hayasaki H., Takemoto Y., Kanomi R., Yamasaki Y., Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*2009;136:318.e1-318.e9.
191. Ericson S., Kurol J., Resorption of maxillary lateral incisors caused by ectopic eruption of the canines. A clinical and radiographic analysis of predisposing factors. *Am. J. Orthod. Dentofac Orthop*, 1988;94, 503- 13.

192. Kokich V., Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 126: 278- 83, 2004.
193. Herring J. The effectiveness of orthodontists and oral radiologists in the diagnosis of impacted maxillary canines(thesis study). *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007;132: 861.
194. Honey O.Bç, Scarfe W.C., Hilgers M.J., Klueber K., Silveira A.M., Haskell B.S., Farman A.G., Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop*, 2007;132: 429- 38.
195. Haskell J.A., McCrillis J., Haskell B.S., Scheetz J.P., Scarfe W.C., Farman A.G., Effects of mandibular advancement device (MAD) on airway dimensions assessed with cone-beam computed tomography. *Semin Orthod*, 2009;15: 132- 158.
196. McCrillis J.M., Haskell J., Haskell B.S., Brammer M., Chenin D., Scarfe W.C., Farman A.G., Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: A review. *Semin Orthod*, 2009;15: 63- 69.
197. Tso H.H., Lee .J.S., Huang J.C., Maki K., Htacher D., Miller A.J., Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009;108: 768- 776.
198. Macchi A., Carrafiello G., Cacciafesta V., Norcini A., Three-dimensional digital modeling and setup. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop*, 2006;129: 605- 10.
199. Cevidanes L.H.S., Bailey L.J., Tucker S.F., Styner M.A., Mol A., Philips C.L., Proffit W.R., Turvey T., Three- dimensional cone- beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 2007; 131: 44- 50.
200. Cevidanes L.H., Heymann G.,Cornelis M.A., DeClerck H..J, Tulloch J.F., Superimposition of 3- dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. *Am. J. Orthod. Dentofac Orthop*, 2009 ;136: 94- 9.

201. Cevidanes L.H.C., Motta A., Proffit W.R., Ackerman J.L., Styner M., Cranial base superimposition for 3-dimensional evaluation of soft-tissue changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010;137: 120- 129.
202. Xia J., Samman N., Yeung R.W., Wang D., Shen S.G., Tideman H., Computer- assisted three-dimensional surgical planning and simulation. 3D soft tissue planning and prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2000;29: 250- 258.
203. Back S.H., Cho I.S., Chang Y.I, Kim M.J., Skeletodental factors affecting chin point deviation in female patients with clas III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007;104: 628- 39.
204. Stratemann S.A., Huang J.C., Maki K., Hatcher D.C., Miller A.J., Evaluating the mandible with cone- beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2010;137: 58- 70.
205. Maki K., Miller A.J., Okano T., Hatcher D. C., Yamaguchi T., Kobayashi H., Shibasaki Y., Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography study. *Eur J Orthod*, 2001;23: 217- 232.
206. Timms D.J., Preston C.B., Daly P.F., A computed tomographic assessment maxillary induced by rapid expansion-a pilot study. *Eur J Orthod*, 1982;4: 123- 127.
207. Ballanti F., Lione R., Fnucci E., Franchi L., Baccetti T., Cozza P., Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. *Angle Orthod*, 2009;79: 24- 29.
208. Kuroda S., Yamada K., Deguchi T., Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007;131: S68- 73.
209. Peck J., Sameshima G., Miller A., Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *Angle Orthod*, 2007;77: 206- 13.

210. Howerton W.B., Mora M.A., Advancement in digital imaging: What is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc*, 2008;139: 20- 24.
211. Scarfe W.C., Farman A.G., Levin M.D., Gane D., Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. Alpha Omegan, 2010;103: 62- 67.
212. Sherrard J.F., Rossouw P.E., Benson B.W., Carrillo R., Buschang P.H., Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone- beam computed tomographs. *Am. J. Orthod. Dentofac Orthop*, 2010;137: 100- 8.
213. Waitzman A.A., Posnick J.C., Armstrong D.C., Pron G.E., Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part I. Accuracy and reproducibility. *Cleft Palate Craniofac J*, 1992;29: 112- 117.
214. Moshiri M., Scarfe W.C., Hilgers M.L., Scheetz J.P., Silveira A.M., Farman A.G., Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone- beam computed tomography. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 2007;132: 550- 560.
215. Kumar V., Ludlow J., Cevidanes L.H.S., Mol A., Gn vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod*, 2008;78: 873- 879.
216. Berco M., Rigali P.H., Miner R.M., DeLuca S., Anderson N.K., Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone- beam computed tomography scans of dry human skull. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 2009;136: 17.e1- 17.e9.
217. Hassan B., Van Der Stelt P., Sanderink G., Accuracy of three- dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface- rendered images for cephalometric analysis influence of patients scanning position. *Eur. J. Orthod*, 2009;31: 129- 134.
218. Ludlow J.B., Gubler M., Cevidanes L., Mol A., Precision of cephalometric landmark identification: Cone- beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 2009;139: 312.e1- 312.e10.

219. Hutchison S., Cone beam computed tomography panoramic images versus traditional panoramic radiographs (thesis abstract). *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*, 2005;128: 550.
220. <http://www.turkcadcam.net/urun/2006/4c-01/index.html>
221. Weiland F.J., Bantleon H.P., Treatment of Class II malocclusions with the Jasper Jumper appliance – a preliminary report. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108: 341-350.
222. Nalbantgil D, Arun T, Sayinsu K, Işık F. Skeletal, dental and soft tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. *Angle Orthod*, 2005;75:426–436.
223. Gianelly AA. One phase versus two phase treatment *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:556-59.
224. Tulloch J.F., Proffit W.R., Phillips C., Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop*. 2004;125:657-67.
225. Hsieh T.J., Pinskaya Y., Roberts W.E., Assessment of orthodontic treatment outcomes: early treatment versus late treatment. *Angle Orthod*. 2005;75:162-70.
226. Cozza P., De Toffol L., Colagrossi S., Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur. J. Orthod*. 2004;26:293-302.
227. Noro T., Tanne K., Sakuda M., Orthodontic forces exerted by activators with varying construction bite heights. *Am. J. Orthod Dentofac Orthop* 1994; 105: 169-179.
228. Rudzki-Janson I., R. Noachtar . Functional appliance therapy with the Bionator. *Semin Orthod* 1998; 4: 33-45.
229. Bennet JC. Orthodontic Management of uncrowded class II division 1 malocclusion in children. Sydney Toronto 2006, Mosby Elsevier, 12-25.

230. Jakobson S.D., Cephalometric evaluation of treatment effect on class II division 1 malocclusion, *Am. J. Orthod.* (1967);53,6, 446 – 452.
231. Shaye R., Interview by Dr. Gottlieb on functional appliances, *JCO*, XVII, (1983);5, 330 – 343.
232. Başçiftçi F.A., Uysal T., Büyükerman A., Sarı Z., The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *Eur. J. Orthod.* 2003;25:87-93.
233. Blackwood HO. Clinical management of the jasper jumper. *J Clin Orthod* 1991;25:755-60.
234. Pancherz H. Treatment of class II malocclusion by jumping the bite with the herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979;76:423-42.
235. Covell DA Jr., Trammell DW., Boero RP., West R. A cephalometric study of class II division 1 malocclusions treated with the jasper jumper appliance. *The Angle Orthod* 1999;69:311-20.
236. <http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66SfD3COrrrrQ-> 09.03.2012.
237. Thayyil S, Schievano S, Robertson NJ, Jones R, Chitty LS, Sebire NJ, Taylor AM. A semi-automated method for non-invasive internal organ weight estimation by post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, new borns and children. *Eu J of Radiology.* 2009;72:321-26.
238. Ludlow JB, Gubler M, Cevitanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod.* 2009;136:312-3.
239. Maeda M, Katsumata A, Ariji Y, Muramatsu A, Yoshida K, Goto S, Kurita K, Ariji E. 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities. *Oral surg oral med oral pathol oral radiol endod* 2006;102:382-90.

240. Jung Y, Kim M, Back S. Hard and soft tissue changes after correction of mandibular prognathism and facial asymmetry by mandibular set back surgery: three-dimensional analysis using computerized tomography. *Oral surg oral med oral pathol oral radiol endod* 2009;107:763-77.
241. 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 Dentofac Orthop*, 129: 600.e23- 600.e34, 2006.
242. Diab KM., Ollmar S., Sevastik JA., Willers U., Svensson A., Volumetric determination of normal and scoliotic vertebral bodies. *Eur Spine J* 1998; 7:282-8.
243. Şahin B., Emirzeoğlu M., Uzun A., et al. Unbiased estimation of the liver volume by the Cavalieri principle using magnetic resonance images. *Eur J Radiol* 2003; 32:37-48.
244. Odacı E., Bahadır A., Yıldırım Ş., Şahin B., Canan S., Baş O., Bilgiç S., Kaplan S.. Cavalieri Prensibi Kullanılarak Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleri Üzerinden Hacim Hesaplanması ve Klinik Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2005;25(3):421-8.

8. ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Van'da doğdum. İlk öğrenimimi İkinisan İlköğretim okulunda tamamladım. Orta ve Lise öğrenimimi Van Özel Serhat Fen Lisesinde 2003 yılında tamamladım. 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde eğitim görmeye başladım. 2009 yılında yüksek lisans eğitimimi tamamladım, aynı yıl içerisinde Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başladım. Halen Dicle Üniversitesi'nde doktora öğrencisiyim.

