

**T.C.**  
**İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**FORSUS™ FRD APAREYİ İLE TEDAVİ GÖREN GENÇ**  
**ERİŞKİN BİREYLERDE YUMUŞAK DOKU**  
**DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Burçin AKAN**  
**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ**

**2016-İZMİR**

**T.C.**  
**İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**FORSUS™ FRD APAREYİ İLE TEDAVİ GÖREN GENÇ**  
**ERİŞKİN BİREYLERDE YUMUŞAK DOKU**  
**DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Burçin AKAN**  
**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ**

**2016-İZMİR**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı Doktora Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22 /12 / 2016

**Tez Danışmanı:** Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ, .....  
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Ortodonti A.D

**Üye:** Prof. Dr. Alev ÇİNSAR, .....  
Ege Üniversitesi Ortodonti A.D.

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU, .....  
Dicle Üniversitesi Ortodonti A.D.

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT, .....  
Dicle Üniversitesi Ortodonti A.D.

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. M. Şerif ERDOĞAN, .....  
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Ortodonti A.D.

**ONAY:** Bu doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KOYU

Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

<b>Kabul ve Onay</b> .....	i
<b>İçindekiler</b> .....	ii
<b>Simge ve Kısaltmalar</b> .....	vi
<b>Tablo Dizini</b> .....	vii
<b>Şekiller Dizini</b> .....	viii
<b>Önsöz</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. Sınıf II Maloklüzyonun Tanımı .....	3
2.2. Sınıf II Maloklüzyonların Sınıflandırılması .....	3
2.2.1. Dişsel Sınıflandırma .....	4
2.2.2. İskeletsel Sınıflandırma .....	4
2.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma .....	5
2.3. Sınıf II Maloklüzyonların Epidemiyolojisi .....	6
2.3.1. Ülkemizde yapılan epidemiyolojik çalışmalar .....	6
2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Etiyolojisi .....	7
2.5. Sınıf II Maloklüzyonların İskeletsel ve Dişsel Özellikler .....	11
2.5.1. Dişsel Özellikler .....	11
2.5.2. İskeletsel Özellikler .....	11
2.5.2.1. Mandibular Yetersizlik .....	12
2.5.2.2. Maksiller Fazlalık .....	13
2.5.2.3. Mandibular Yetersizlik ve Maksiller Fazlalık .....	13
2.6. Sınıf II Maloklüzyonlarda Tedavi Seçenekleri .....	13
2.6.1. Ortodontik Yaklaşım .....	13
2.6.2. Ortopedik Yaklaşım .....	14
2.6.3. Cerrahi Yaklaşım .....	15
2.7. Sınıf II Maloklüzyonlarda Tedavi Zamanlaması .....	15
2.8. Fonksiyonel Ortopedik Apareylerin Gelişimi .....	19
2.9. Fonksiyonel Tedavinin Amaçları .....	20
2.10. Fonksiyonel Ortopedik Apareylerin Tedavi Prensipleri .....	21

2.10.1. Fonksiyonel Apareyler.....	22
2.10.1.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler .....	22
2.10.1.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler .....	23
2.10.1.2.1. Sabit Fonksiyonel Apareylerin Sınıflandırılması.....	23
2.10.1.2.1.1. Rijid İntermaksiller Apareyler (RIMA) .....	23
2.10.1.2.1.2. Fleksibl İntermaksiller Apareyler (FIMA).....	23
2.10.1.2.1.3. Hibrid İntermaksiller Apareyler (HIMA).....	24
2.11. Forsus™ Apareyi .....	24
2.11.1. Forsus™ Tedavisi ile Meydana Gelen İskeletsel, Dentoalveolar ve Yumuşak Doku Değişimleri.....	27
2.12. 3 Boyutlu Fasiyal Morfoloji Görüntüleme Sistemleri.....	30
2.12.1. 3 Boyutlu Fasiyal Morfoloji Görüntüleme Sistemlerinin Sınıflandırılması .....	31
2.12.1.1. Stereo-Fotogrametri .....	32
2.12.1.2. Lazer Tarama .....	33
2.12.1.2.1. Sabit Ünite Lazerler.....	34
2.12.1.2.1.1. The Medical Graphics Imaging Group (MGI), University College London UK. ....	34
2.12.1.2.1.2. Cyberware Laboratory 3030/SP .....	34
2.12.1.2.1.3. Diğer Sabit Ünite Lazerleri .....	34
2.12.1.2.2. Taşınabilir ve Mobil Sistemler .....	35
2.12.1.2.2.1. Minolta Lazer Tarayıcılar .....	35
2.12.1.2.2.2. Fastscan .....	35
2.12.1.3. Yapılandırılmış Işık Teknikleri .....	35
2.12.1.3.1. Tek Kameralı Sistemler .....	36
2.12.1.3.2. İki veya Daha Fazla Kamera Sistemleri .....	36
2.12.1.3.2.1. Moire Fringe (Saçak Izgara) Paternleri .....	36
2.12.1.3.2.2. OGIS Range Finder RFX-IV .....	36
2.12.1.3.2.3. CAM 3D Sistemi .....	37
2.12.1.3.2.4. C3D Sistemi .....	37
2.12.1.3.2.5. 3dMD Face Sistemleri .....	37
2.12.1.3.4. Video-Imaging Sistemleri .....	39
2.12.1.3.5. Radyografik Teknikler .....	40

2.12.1.5.1. Geleneksel Bilgisayarlı Tomografi .....	40
2.12.1.5.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) .....	40
2.12.1.6. Diğerleri .....	41
2.12.1.6.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme .....	41
2.12.1.6.2. 3 Boyutlu Ultrason .....	41
2.12.1.6.3. Pulsed Holografi .....	41
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM .....</b>	<b>43</b>
3.1. Bireyler .....	43
3.1.1. Bireylerin Seçimi .....	43
3.1.2. Hastalarda Vücut Kitle İndeksi (VKI) Hesaplanması .....	44
3.2. Yöntem .....	45
3.2.1. Tedavi Protokolü .....	45
3.2.2. Kayıtların Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi .....	45
3.2.2.1. Sefalometrik Radyografi Kayıtları .....	46
3.2.2.1.1. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Noktalar .....	46
3.2.2.1.2. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Düzlemler .....	49
3.2.2.1.3. Sefalometrik Kayıtlarda Kullanılan Ölçümler .....	50
3.2.2.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtları .....	53
3.2.2.2.1. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Elde Edilmesi. 53	
3.2.2.2.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizleri .....	55
3.2.2.2.2.1. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizlerinde Kullanılan Noktalar .....	56
3.2.2.2.2.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizlerinde Kullanılan Ölçümler .....	59
3.3. İstatistiksel Analiz .....	62
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>63</b>
4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi .....	65
4.2. Sefalometrik Radyografiler Üzerinde Yapılan Ölçümler ile İlgili Bulgular ..	67
4.2.1. İskeletsel Bulgular .....	67
4.2.2. Dişsel Bulgular .....	68
4.2.3. Yumuşak Doku Bulguları .....	69
4.3. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntüleri Üzerinde Yapılan Ölçümler İle İlgili Bulguları .....	74

4.4. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Verilerinin Sefalometrik Verilere göre Güvenilirlik Bulguları .....	75
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>80</b>
5.1. Amacın, Bireylerin ve Yöntemin Tartışılması .....	80
5.2. Lateral Sefalometrik Radyografi Bulgularının Tartışılması.....	87
5.2.1. İskeletsel Bulguların Tartışılması .....	87
5.2.2. Dişsel Bulguların Tartışılması .....	91
5.2.3. Yumuşak Doku Bulgularının Tartışılması .....	96
5.3. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Bulgularının Tartışılması.....	98
5.4. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Verilerinin Sefalometrik Verilere göre Güvenilirlik Bulgularının Tartışılması .....	98
5.5. Çalışmamızdaki Limitasyonlar.....	99
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>101</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>102</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>103</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>104</b>
<b>EKLER</b>	
<b>EK 1</b>	
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## SİMGE ve KISALTMALAR

FRD: Fatigue Resistant Device (Kırılmaya Dayanıklı Aygıt)

NFS: Nitinol Flat Spring

CVMI: Servikal Vertebral Maturasyon İndeks

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

mm: Milimetre

(°): derece

gr: gram

%: Yüzde

Ni-Ti: Nikel Titanyum

SS: Stainless Steel-Paslanmaz Çelik

SD: Standart Sapma

n: Hasta Sayısı

p: Probability (İstatistiksel Anlamlılık)

KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi



## TABLO DİZİNİ

<b>Tablo 1:</b> Yüzey görüntüleme cihazlarının sınıflandırılması .....	31,32
<b>Tablo 2:</b> 3dMD Face sisteminin özellikleri .....	37,38
<b>Tablo 3:</b> Metot hatasına ilişkin Bland-Altman plot analizi sonuçları .....	64-66
<b>Tablo 4:</b> T0, T1 ve T2 dönemleri arasındaki sefalometrik değişimlerin karşılaştırılması .....	70-73
<b>Tablo 5:</b> T0, T1 ve T2 dönemleri arasındaki 3 boyutlu yüz tarama görüntülerine ait değişimlerinin karşılaştırılması .....	76,77
<b>Tablo 6:</b> 3 boyutlu yüz tarama görüntülerindeki yumuşak doku noktalarının lineer karşılaştırılması .....	78
<b>Tablo 7:</b> İki yöntemin güvenilirliğine ilişkin Bland-Altman plot analizi sonuçları .	79

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1:</b> Forsus™ Nitinol Flat Spring apareyi .....	24
<b>Şekil 2:</b> Forsus™ FRD apareyi ağız içi görüntüsü .....	25
<b>Şekil 3:</b> Forsus™ L-pin springi ve yerleştirilişi .....	25
<b>Şekil 4:</b> Forsus™ EZ spring ve yerleştirilişi .....	25
<b>Şekil 5:</b> A. Farklı uzunluklardaki itici kollar B. İtici kol uzunluğunu belirlemek için kullanılan ölçüm cetveli .....	26
<b>Şekil 6:</b> A. Forsus™ aktivasyon halkası B. Ağız içinde uygulanmış hali.....	26
<b>Şekil 7:</b> Forsus™ apareyinin alt ve üst dişlere uyguladığı kuvvet vektörleri.....	29
<b>Şekil 8:</b> 3dMD Face sistemi .....	38
<b>Şekil 9:</b> 3dMD Dynamic Face sistemi .....	40
<b>Şekil 10:</b> Servikal vertebra olgunlaşma indeksi (CVMI) evreleri .....	44
<b>Şekil 11:</b> Lateral Sefalometrik Radyografilerde Kullanılan İskeletsel, Dişsel ve Yumuşak Doku Noktaları .....	47
<b>Şekil 12:</b> 3dMD görüntüleme sistemi kameraların konumlandırılması.....	54
<b>Şekil 13:</b> Görüntülerin uzaydaki konumunu veren düzlemlerin ayarlanması ve oryantasyonu: Frontal görünüm 45 ° lik yandan görüntüsü .....	55
<b>Şekil 14:</b> Görüntülerin uzaydaki konumunu veren düzlemlerin ayarlanması ve oryantasyonu: 45 ° lik yandan görüntüsü .....	56
<b>Şekil 15:</b> 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi: Önden görüntüsü .....	58
<b>Şekil 16:</b> 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi: 45 ° lik yandan görüntüsü.....	58
<b>Şekil 17:</b> 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi: Yandan görüntüsü .....	59
<b>Şekil 18:</b> İki farklı dönemdeki 3 boyutlu yüz tarama görüntülerinin karşılaştırılması .	61

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım süresince yolumu aydınlatan, sabrını, bilgisini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ'ye,

Tezime katkılarda bulunarak kıymetli bilgilerini bizimle paylaşan tez izleme komitesinde bulunan hocalarım Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE ve Prof. Dr. Alev ÇİNSAR'a,

Doktora eğitimim boyunca bana emeği geçen Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri sayın hocalarım; Doç. Dr. Aslı BAYSAL, Yrd. Doç. Dr. M.Şerif ERDOĞAN ve Yrd. Doç. Dr. M.Ali ÖZTÜRK'e,

Doktora eğitimim boyunca birlikte birçok zorluk ve güzelliği paylaştığımız tüm bölüm arkadaşlarıma,

Ortodonti eğitimim boyunca yardımlarından dolayı tüm Anabilim Dalı personeline,

Doktora eğitimim boyunca, hayatımın her döneminde olduğu gibi benden desteklerini esirgemeyen, beni yetiştirip bu günlere gelmemi sağlayan canım annem, babam ve kardeşime,

Hayatımın vazgeçilmez kahramanları sevgili eşime ve biricik kızıma,

Sonsuz teşekkür ederim...

## 1. GİRİŞ

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon toplumda en sık görülen anomalilerden olup ortodontik maloklüzyonların % 12-49' unu oluşturmaktadır (1, 2). Kalıtsal ve/veya çevresel faktörlere bağlı olarak gelişen Sınıf II maloklüzyonlar, kraniofasiyal sistemi oluşturan yapılar arası uyumun bozulması sonucu üst ve/veya alt çenenin sagittal yön ilişkilerinde uyumsuzlukla kendini göstermektedir (3). Üst çene protrüzyonu, alt çene retrüzyonu ya da her ikisinin kombinasyonu ile birlikte görülebilen bu maloklüzyonun genellikle alt çene geriliğine bağlı olduğu rapor edilmiştir (4). Bu maloklüzyonların tedavi alternatiflerinden biri olan fonksiyonel apareyler ile, Sınıf II maloklüzyonlara sahip bireylerdeki iskeletsel dengesizlik ve profildeki uyumsuzluk düzeltilbilir (5).

Fonksiyonel apareyler temel olarak hareketli ve sabit olmak üzere 2 gruba ayrılır ve her grupta çok sayıda farklı dizayn mevcuttur (6). Bu iki grup apareyin birbirlerine göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Büyüklüklerinden ve ağız içinde sabit olmamalarından dolayı, hareketli fonksiyonel apareylere hastanın uyum sağlaması zordur (7). Hareketli fonksiyonel apareylerin yarattığı dezavantajları elimine etmek amacıyla sabit fonksiyonel apareyler geliştirilmiştir.

Günümüzde hala kullanılmakta olan ilk sabit fonksiyonel aparey 1909 yılında Emil Herbst tarafından tanıtılan Herbst apareyidir (10). Bu apareyi takiben Jasper Jumper (JJ) ve Eureka Spring gibi çok sayıda farklı sabit fonksiyonel apareyler geliştirilmiştir. Hasta kooperasyonu gerektirmeyen Forsus™ FRD (Fatigue Resistant Device) (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) apareyi de son yıllarda geliştirilen ve uygulama kolaylığı sayesinde ortodontistler tarafından sıklıkla tercih edilen sabit fonksiyonel apareylerdendir. Literatür araştırmasında Forsus™ FRD (Fatigue Resistant Device) (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) apareyi kullanılan çok sayıda araştırma yapıldığı tespit edilmiş ve çalışmaların apareyin dental, iskeletsel ve yumuşak doku değişimleri üzerine etkilerinin 2 boyutlu değerlendirmelerinin yapıldığı gözlenmiştir. Ancak literatürde 3 boyutlu değerlendirmelere rastlanmamaktadır.

Geleneksel ortodontik kayıtlar hasta fotoğrafları, lateral ve panoramik radyografileri ve dental modelleri içermektedir. Ancak bu yöntemlerin gelişen teknoloji ile birlikte yetersizlikleri ortaya çıkmaktadır. Ekstraoral fotoğraflar gerçek 3 boyutlu görüntüleri yansıtmakta sınırlı olabilmektedir.

Günümüzde 3 boyutlu yüz tarama sistemi olan stereo-fotogrametri; plastik cerrahlar, maksillofasial cerrahlar ve ortodontistler arasında artan bir popülariteyle beraber sık kullanılır hale gelmiştir. Uzayın her 3 düzleminde de yüzün değerlendirilmesine imkan tanınması sebebiyle bu sistem, teşhis kayıtları için değerli bir kayıt aracı haline gelmeye başlamıştır.

Bu retrospektif klinik arşiv çalışmanın amacı; mandibular retrognati ile karakterize iskeletsel ve dişsel Sınıf II anomaliye sahip, aktif gelişim dönemi sonlanmış hastalarda, Forsus™ FRD aparatının fasiyal dokular üzerindeki etkilerinin sefalometrik radyografiler ve 3 boyutlu yüz tarama sisteminden elde edilen görüntüler ile değerlendirilmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sınıf II Maloklüzyonun Tanımı

Ortodontik tedavilerde; yüz güzelliğinin altyapısını oluşturan çenelerin kafa kaidesine ve birbirlerine göre bütün düzlemlerde (sagittal, transversal ve vertikal) normal dışı durumlarının tedavisi hedeflenmektedir. Yüz estetiğini etkileyen bu anomaliler genellikle iskeletsel kökenlidir (5).

Sınıf II maloklüzyon ilk kez 1899'da Edward H. Angle tarafından tanımlanmıştır (11). Angle, üst 1. molar dişi sabit olarak kabul etmiş, alt 1. molar dişin bu dişe göre ön-arka yöndeki pozisyonunu değerlendirmiştir. Angle sınıflaması olarak bilinen bu sınıflama, bazı eksiklikleri olmasına rağmen günümüzde dişsel ilişkinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (11).

Sınıf II maloklüzyon, alt 1. molar dişinin ön arka yönde, üst 1. molar dişine göre ideal konumundan daha distalde bulunması, alt çenenin posterior konumlanması olarak tanımlanmaktadır. Buna bağlı olarak, üst ark önde alt ark ise daha arkada konumlanmaktadır (11). Tam ünite Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde, üst 1.molar dişin meziobukkal tüberkülü, alt birinci molarnın santral fossası yerine, alt 1. molar diş ile alt 2. molar dişin arasındaki bölgeye oturmaktadır (12).

### 2.2. Sınıf II Maloklüzyonların Sınıflandırması

Maloklüzyon sınıflandırması literatürde pek çok yazar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Angle, 4 tip Sınıf II anomali tarif etmiştir. Bu sınıflamayı molar ilişkiye ve anterior dişlerin eksen eğimlerine göre tanımlamıştır; ancak fasiyel morfoloji ya da büyüme paterni göz önüne alınmamıştır. Jarabak and Fizzel (13) ise Sınıf II anomaliyi dental, dentoalveolar, fonksiyonel ya da nöromusküler, iskeletsel ve kombine iskeletsel ve dentoalveolar olmak üzere 5' e ayırmıştır.

**1) Dental Sınıf II maloklüzyon:** Dental kaidelerin kraniyel anatomiye ve birbirlerine göre normal ilişkide olduğu ancak çeneler arasındaki diş ilişkisinin bozuk olduğu maloklüzyondur.

**2) Dentoalveoler Sınıf II maloklüzyon:** Dental kaidelerin, kraniyel anatomiye ve birbirlerine göre normal ilişkide olduğu ancak üst dentoalveoler yapının önde konumlandığı maloklüzyondur.

**3) Fonksiyonel ya da nöromusküler Sınıf II maloklüzyon:** Periodontal ligament içindeki algı mekanizmalarının, mandibulanın geride konumlanmasına neden olduğu maloklüzyondur.

**4) İskeletsel Sınıf II maloklüzyon:** Dental kaidelerin kraniyel kaideye göre düzgün konumlanmadığı maloklüzyonlardır.

**5) Kombine iskeletsel ve dentoalveoler Sınıf II maloklüzyon:** İskeletsel ve dentoalveolar tip Sınıf II maloklüzyonların her ikisinin de özelliklerini barındıran maloklüzyondur.

### **2.2.1. Dişsel Sınıflandırma**

Angle sınıflaması, günümüzde en yaygın kullanılan ve hala kabul gören bir maloklüzyon sınıflamasıdır. Angle bu sınıflamada üst 1. molar dişini oklüzyonun anahtarı olarak kabul etmiş olup sadece ön-arka yöndeki düzensizlikleri değerlendirmiştir.

Angle sınıflaması, Sınıf II maloklüzyonları 3'e ayırmıştır (11);

- Sınıf II Bölüm 1: Alt daimi 1. molar dişin, üst daimi 1. molar dişin daha distalinde konumlanmasının yanında artmış overjetin görüldüğü ilişkidir.

- Sınıf II Bölüm 2: Molar ilişkisinin Sınıf II olmasının yanında artmış overbite ve azalmış kesici diş eksen eğimleri görülmektedir. Genellikle üst çenede çapraşıklık mevcuttur.

- Sınıf II Subdivizyon: Molar kapanışının tek tarafta Sınıf II ilişkide, diğer tarafta Sınıf I ilişkide konumlandığı durum Sınıf II subdivizyon olarak adlandırılmaktadır. Bu grupta, dişsel orta hatta sapma görülme sıklığı yüksektir.

### **2.2.2. İskeletsel Sınıflandırma**

Maloklüzyonların iskeletsel olarak sınıflandırılması sefalometrik analizler yardımıyla yapılabilmektedir. Bu amaçla Steiner (14) 1953 yılında maloklüzyonların ön-arka yönde sınıflanmasına imkan veren bir sefalometrik analiz yöntemi geliştirmiş

ve bu yöntemle ANB açısına göre maloklüzyonları ön-arka yönde iskeletsel olarak sınıflandırmıştır. Bu analize göre;

- ANB açısı  $0^{\circ}$ - $4^{\circ}$  arasında olan vakalar iskeletsel Sınıf I,
- ANB' nin artmış olduğu vakalar ( $>4^{\circ}$ ) iskeletsel Sınıf II,
- ANB' nin azalmış olduğu vakalar ( $<0^{\circ}$ ) ise iskeletsel Sınıf III olarak tanımlanmıştır.

Çenelerin anteroposterior yöndeki uyumsuzluğunu ifade eden bir diğer ölçüm de Wits değerlendirmesidir. Wits, çenelerin anteroposterior yöndeki uyumsuzluğunun şiddeti veya büyüklüğü hakkında güvenilir bilgi sağlar. Oklüzal düzleme inen dikmelerin bu düzlemi kesme noktaları, AO ve BO olarak adlandırılır.

Wits değerlendirmelerinde ortalama çene ilişkisi erkeklerde 1 mm kadınlarda 0 mm dir. İskeletsel Sınıf II düzensizliklerde BO noktası, AO noktasının gerisinde konumlanırken (pozitif değer) iskeletsel Sınıf III düzensizliklerde Wits değeri negatif olur. Yani BO noktası, AO noktasından ileridedir (15).

### **2.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma**

Üst çene diş kavsinin dar olmasından dolayı istirahat durumunda kapanışa geçme sırasında çoğunlukla süt kanin dişlerinde oluşan primer kontakt nedeniyle, alt çene geriye doğru distal kapanış yapmak zorunda kalmaktadır. Fonksiyonel Sınıf II Bölüm 1 anomalilerde istirahat durumunda alt çene kapanış durumuna kıyasla daha önde konumlanmaktadır. Dar olan üst diş kavsi genişletildiğinde alt çene distal kapanış yapmaktan kurtulacak ve nötral oklüzyona geçecektir. Fonksiyonel Sınıf II Bölüm 2 anomalilerde ise üst kesicilerin retrüzyonu sonucu alt ve üst dişler arasında primer kontakt oluşmakta ve alt çene kapanışa geçerken fonksiyonel olarak geride kapanmaktadır. Bu durumda da üst keserlerin eğimlerinin düzeltilmesi fonksiyonel Sınıf II Bölüm 2 kapanışın düzeltilmesini sağlayacaktır. Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonların çoğu morfolojik, çok azı fonksiyonel kaynaklıdır (15).



### **2.3. Sınıf II Maloklüzyonların Epidemiyolojisi**

Literatürde Sınıf II maloklüzyonların görülme sıklığı ile ilgili olarak çok sayıda epidemiyolojik çalışma bulunmaktadır. Dünya genelinde yapılan çalışmalara göre, Angle Sınıf II maloklüzyonunun görülme sıklığı oldukça yüksektir (% 3-27) (1).

Angle (11) maloklüzyonların % 26.6' sının Sınıf II, % 12.4'ünün ise Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon olduğunu bildirmiştir.

Nanda et al. (16) Amerika Birleşik Devletleri'nde yaptığı epidemiyolojik çalışmaya göre Sınıf II maloklüzyonun % 35 oranında olduğunu bildirmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi, 6-11 yaş grubundaki bireylerde % 17 ve 12-17 yaş grubundaki bireylerde ise % 15 oranında Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon görüldüğünü saptamıştır (17).

Ast et al. (18) lise öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada Sınıf II maloklüzyon oranının % 23.8 olduğunu bildirmiştir.

Massler and Fränkel (19), 14 ve 18 yaşları arasındaki çocuklarda yaptıkları araştırmada bu orana benzer bir oran (% 21.5) bulmuşlardır.

Profitt (20), Sınıf II maloklüzyonun en fazla görüldüğü ırkın Kuzey Avrupa beyaz ırkı olduğunu ve Danimarkalı çocuklarda bu oranın % 25 olduğunu bildirmiştir. Danimarkalılarda yapılan diğer bir çalışmada ise Helm (21) 6-18 yaş aralığındaki 1700 bireydeki Sınıf II maloklüzyon oranının % 24.5 olduğunu bildirmiştir.

Steigman et al. (22) yaşları 13-15 arasında değişen 803 Arap bireyde % 8.5 oranında Sınıf II Bölüm I, % 1.7 oranında Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyon görüldüğünü rapor etmiştir.

Kim (23), yaptığı çalışma sonucunda Sınıf II maloklüzyon görülme oranını % 49 olarak saptamıştır.

#### **2.3.1. Ülkemizde yapılan epidemiyolojik çalışmalar**

Ülkemizde yapılan epidemiyolojik çalışmalara göre tüm maloklüzyonlar içerisinde Angle Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun görülme sıklığının % 15.9-19

arasında değiştiği ve Sınıf I maloklüzyonlardan sonra en sık karşılaşılan ikinci maloklüzyon tipi olduğu belirtilmiştir (2, 24).

Aytan ve ark. (25) Ankara ili ve çevresinde Sınıf II maloklüzyon görölme oranını % 6.95 olduğunu bildirmiştir.

Giray (26), 9-14 yaş arasındaki 1829 birey üzerinde yaptığı çalışmada, Sınıf II maloklüzyon görölme oranının % 25 olduğunu bildirmiştir.

Sarı ve ark. (27), ortodontik maloklüzyona sahip ve bu amaçla ortodonti kliniğine başvurmuş, yaşları 0-38 yıl arasında değişen toplam 1602 bireyi maloklüzyon dağılımı açısından incelemiş ve bu bireylerin % 28.07'sinin Sınıf II maloklüzyona sahip olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca çalışmada, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon oranı % 25.08, Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyon oranı ise % 2.99 olarak belirtilmiştir.

Çelikoğlu ve ark. (28), Erzurum'da 1507 hasta üzerinde yaptığı çalışmada Sınıf II görölme oranının % 38.3 olduğunu, bunun % 28.9'unun Sınıf II Bölüm 1, % 9.4'ünün Sınıf II Bölüm 2 olduğunu rapor etmiştir.

Sayın ve ark. (24), ortodontik tedavi için başvuran 1356 bireyi incelemiş ve % 24'ünün Sınıf II maloklüzyona sahip olduğunu, bunların % 19'unun Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip olduğunu belirtmiştir.

Başçıfti ve ark. (2), Konya yöresinde yaptıkları okul taramasında, yaşları 6-19 arasında değişen 965 bireyi incelemiş, maloklüzyon yüzdesini % 81 olarak belirlemiş ve bunların % 15.9'unun Sınıf II Bölüm 1 olduğunu rapor etmiştir.

Gelgör ve ark. (29), çalışmalarında Orta Anadolu'da yaşayan 12-17 yaş aralığındaki 2329 genci incelemiş ve Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun görölme sıklığını % 40 olarak belirtmişlerdir.

#### **2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Etiyolojisi**

Maloklüzyona neden olan etkenin bilinmesi tedavi planını ve retansiyon sürecini etkileyen bir faktördür. Sınıf II maloklüzyonun etyolojisinde çevresel faktörler özellikle nöromusküler adaptasyon ve kas fonksiyonları etkisini göstermektedir. Gelişim Őablonlarındaki değişiklik; uyumsuzluk oluşturan çevresel mekanizma

sonucudur. Bununla birlikte genetik faktörler de büyüme üzerinde etkilidir. Bunun genetik mi yoksa çevresel mi olduğuna karar vermek zor olsa da yine de ayırt etmek önemlidir. Herhangi bir maloklüzyonda mevcut deformiteye sebep olan faktörlerin belirlenmesi, başarılı bir tedavi için öncelikli olarak kabul edilmektedir (30).

Ortodontik anomali oluşumunda etiyolojik faktörlerden bir ya da bir kaçının ortodontik bölgeler üzerine etkimesi söz konusudur. Bu etkinin yaşamın hangi döneminde gerçekleştiği ve ne kadar süre ve hangi sıklıkla devam ettiği önemlidir. Bu durum maloklüzyonun şiddetini belirlemektedir. Buna ek olarak, etiyolojik faktörler eğer doğru zamanda ve yeterli bir süre boyunca etki edemezse, maloklüzyon görülmemesi de olasılıklar dahilindedir.

Profitt et al. (31), maloklüzyon sebeplerini kalıtsal faktörler, çevresel faktörler, ve kalıtsal-çevresel faktörlerin kombinasyon şeklinde sınıflandırmıştır.

Moyers' e göre (16, 33) ortodontik anomalilerin etiyolojik faktörleri; kalıtım, konjenital anomaliler, travma, fiziksel etkenler, kötü beslenme, kötü alışkanlıklar ve hastalıklar olarak sınıflandırılmaktadır.

Mandibuler büyüme, Sınıf II maloklüzyon gelişiminde çok önemli bir faktördür. Maksiller prognatizimden kaynaklanabilse de bu daha az yaygındır (34). İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlar genellikle mandibuler yetersizlik veya maksillanın vertikal büyümesine bağlı olarak mandibulanın aşağı geri rotasyonu neticesinde ortaya çıkmaktadır (32).

Konjenital deformiteler de Sınıf II maloklüzyonun görülmesine neden olmaktadır (29). Treacher-collins sendromu genlerdeki mutasyonlara bağlı gelişen mikrognatia ile karakterize bir dentofasiyal deformitedir (35).

Doğum esnasında mandibulaya veya temporomandibuler eklemlere gelen travma sonucu Sınıf II maloklüzyonlar görülmektedir. Doğum esnasında oluşan bu travma temporomandibuler eklem ankilozuna, ankiloz ise mandibulanın hareketlerinde (fonksiyonunda) ve gelişiminde kısıtlılığa yol açarak Sınıf II maloklüzyonlara neden olmaktadır (28).

Büyüme ve gelişim üzerine, fonksiyonun yönlendirici etkisi vardır. Çiğneme kasları, dil ve mimik kaslarının kasılması, fasiyel iskeletin büyüme gelişimi için uyarı niteliğindedir. İlgili kasların işlevleri arasında dengeli bir uyum vardır. Kötü bir alışkanlık ile bu denge bozulduğunda iskeletsel veya dişsel anomali oluşabilmektedir.

Örneğin; parmak emme alışkanlığı maksillanın ve diş kavsinin transversal olarak daralmasına neden olmaktadır. Bu etki alt çene kemiğinin öne doğru büyüme ve gelişimini inhibe ederken maksillanın anteriora doğru büyüme ve gelişimini uyarmakta ve iskeletsel Sınıf II anomalinin oluşmasına neden olmaktadır.

Ağız solunumu; nasal bölgede tıkanıklık meydana getiren nazofaringeal hastalıklar, proliferen adenoidlerin varlığı veya alışkanlığa bağlı olarak oluşabilmektedir (36). Ağız solunumunda parmak emme alışkanlığına benzer şekilde maksiller darlık gelişmesine ve mandibuler büyümenin inhibe edilmesi ile iskeletsel Sınıf II maloklüzyonun gelişmesine neden olabilmektedir (33).

Dişsel olarak meydana gelen Angle Sınıf II maloklüzyon etiolojisinde ise maksiller ikinci süt molar dişlerin erken kaybı önem kazanmaktadır. Maksiller ikinci süt molar diş kaybı ile maksiller birinci molar diş, süt ikinci molar yerine sürer ve Angle Sınıf II molar kapanış oluşur (33). Bunun dışında erken çekim, çürük veya ankiloz gibi nedenlerden dolayı maksiller molar önde konumlanabilmekte ve dişsel Sınıf II maloklüzyon oluşabilmektedir.

Etiyolojik faktörlerin dişler üzerine etki etmesi sonucu maloklüzyonlar, kemikler üzerine etki etmesi sonucu iskeletsel anomaliler ve nöromüsküler sistem üzerine etki etmesi sonucu fonksiyonel bozukluklar oluşmaktadır (32, 33).

Henry (37), Sınıf II Bölüm 1 anomalisinin etiolojisini;

- a) Maksiller dişlerin protrüzyonu,
- b) Maksillanın bazal prognatisi,
- c) Mandibulanın küçük olması,
- d) Mandibuler dişlerin retrüzyonu şeklinde dört kategoride açıklamıştır.

Fisk et al. (38), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun etiyojisini, dentofasiyal komplekste meydana gelen 6 morfolojik varyasyon şeklinde tanımlamıştır. Bu varyasyonlar:

- a) Maksilla ve dişlerin kraniuma göre önde konumlanması,
- b) Maksiller dişlerin maksillaya göre önde konumlanması,
- c) Mandibulanın normal boyutunda olup posteriorda konumlanması,
- d) Mandibular gelişimin yetersiz olması,
- e) Mandibular dişlerin kemik kaideye göre geride konumlanması,
- f) Tüm bu faktörlerin kombinasyonlarının görülebilmesi şeklinde tanımlamıştır.

McNamara (4), 1981 yılında yaptığı araştırmada, Sınıf II anomalilerde sagittal yönde dört faktörü değerlendirmiştir. Bunlar;

- a) Maksiller iskeletsel konum,
- b) Maksiller dental konum,
- c) Mandibular iskeletsel konum,
- d) Mandibular dental konumdur.

Literatürde yer alan çoğu araştırmacı Sınıf II maloklüzyonun sebebinin, mandibular gelişim yetersizliği olduğunu bulunmuştur (4, 39-43). McNamara (4), Sınıf II anomalilerde genellikle her iki cinste de mandibular gelişim yetersizliği ile karakterize bir yapı bulmuş ve mandibular dental yapının bazal kaide ile normal konumda olduğunu belirtmiştir. Buna karşın Bishara et al (44), yaptıkları çalışmada, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlarda mandibular uzunluğun, gelişimin erken dönemlerinde normal bireylere göre daha kısa olduğunu, fakat daimi dentisyon tamamlandığında, mandibular gelişimin devam etmesi nedeniyle, bu farkın ortadan kalktığını belirtmişlerdir.

Buna ek olarak McNamara' ya göre (4), Sınıf II anomaliler değerlendirilirken çenelerin dikey yön gelişiminin de göz önünde bulundurulması gereklidir.

## 2.5. Sınıf II Maloklüzyonların İskeletsel ve Dişsel Özellikleri

### 2.5.1. Dişsel Özellikler

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon çoğunlukla dişsel sınıf II maloklüzyonla birlikte görülmekte ve iskeletsel uyumsuzluğun kamufleji için bireyde dental kompanzasyonun geliştiği gözlenmektedir. Bireyler incelendiğinde;

- Sınıf II molar ve kanin ilişkisi,
- Distalde konumlanmış alt dişler,
- Normal ya da artmış üst ve alt kesici eğimi,
- Azalmış interinsizal açısı,
- Artmış overjet,
- Normal ya da artmış overbite,
- Azalmış maksiller interpremolar ve intermolar ark genişliği gibi dentaolveolar özellikler gözlenmektedir. (4, 45-49)

Keser dişlerinin alveoler kemik içerisindeki konumu yumuşak dokuyu da etkileyebilmektedir. Örneğin, maksiller keser dişlerin önde konumlanması dudaklarında önde konumlanmasına neden olur (50).

### 2.5.2. İskeletsel Özellikler

İskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerde aşağıdaki özelliklerden biri ya da bir kaçını birlikte gözlenmektedir:

1. Mandibula boyutları küçüktür.
2. Mandibula boyutları normaldir, ancak kafa kaidesine ve maksillaya göre geride konumlanmıştır.
3. Azalmış SNB açısı, mandibuler uzunluk ve efektif mandibuler uzunluk ölçümleri görülür.
4. Genellikle normal konumda bulunan maksiller bazal kaide ve normal sınırlar içinde SNA açısı görülür.
5. Daha az olasılıkla maksiller bazal kaide, kafa kaidesine göre önde yer almıştır.
6. Artmış ANB açısı görülür.

7. Azalmış, normal ya da artmış mandibular düzlem açısı görülür.
8. Azalmış, normal ya da artmış anterior yüz yüksekliği görülür.
9. Artmış iskeletsel konveksite görülür.
10. Normal ya da azalmış ramus boyu görülür.
11. Artmış kraniyel kaide açısı görülür.
12. Geride konumlanmış alt çene ve azalmış yüz açısı görülür (4, 51, 52).

İskeletsel maloklüzyon sınıflandırılırken genel olarak maksiller fazlalık ve/veya mandibular yetersizlik değerlendirilir (50).

### **2.5.2.1. Mandibular Yetersizlik**

Maksillaya göre küçük veya geride konumlanmış mandibuladan kaynaklanan iskeletsel Sınıf II ilişki mandibular yetersizlik olarak tanımlanmaktadır. Nazolabial açı normaldir, alt dudak devrik ve labiomenal sulkus belirgindir. Eğer uyumsuzluk şiddetliyse alt dudak maksiller keserlerin gerisinde konumlanır. Keser ilişkileri sebebiyle dudak kapanışı yetersizdir.

Mandibuler boyutların küçük olmasına bağlı oluşan Sınıf II maloklüzyonda mandibula aşağı ve geri rotasyon yapar. Bu ilişki genellikle; arka yüz yüksekliğinin ve SNB açısının azalmasına; mandibular düzlem, ANB ve konveksite açısının ve overjet'in artmasına neden olur. Wits değeri artar. Overbite artabilir. Mandibular keserler önde konumlanmış ve öne eğimli olabilir.

Mandibuler korpus uzunluğunun yetersizliğine bağlı oluşan sınıf II maloklüzyonda mandibuler ramus uzunluğu normal veya artmıştır. Sefalometrik değerlendirmeye göre; arka yüz yüksekliği artmış veya normaldir ve mandibuler düzlem açısı azalmıştır. Çene ucu görünümü mandibuler yetersizliği maskeler ancak alt dudak desteği yetersizdir. Alt yüz yüksekliği kısa ve istirahatte alt ve üst dudaklar devriktir. Overbite artmıştır ve maksiller keserler geriye eğimlidir. Maksiller keserler geriye eğimli ve overjet azalmıştır. Bu durum Angle Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyon olarak tanımlanmaktadır.

Normal boyuttaki mandibulanın geride konumlanmasına bağlı oluşan Sınıf II maloklüzyonlarda kafa kaidesi açısı daha geniştir ve glenoid fossa geride konumlanmıştır. Mandibula boyutları ve ön yüz yüksekliği normaldir.

### **2.5.2.2. Maksiller Fazlalık**

Bu durumlarda, yüzün iskeletsel konveksitesi artmıştır. Tüm orta yüz önde konumlanmıştır. ANB açısı, Wits değeri, SNA açısı ve ön-arka yönde maksillanın uzunluğu artmıştır. Çoğunlukla dental kompanzasyona bağlı olarak mandibular keser protrüzyonu ve maksiller diş kavsinin daralması gözlenir. Artmış overjete mandibular keserlerin uzamasına neden olur. Buna bağlı olarak overbite artar. Maksiller keser dişler protrüze ve ekstrüze olabilirler.

### **2.5.2.3. Mandibular Yetersizlik ve Maksiller Fazlalık**

Mandibular yetersizlik ve maksiller fazlalığın birleşimi sonucu Sınıf II maloklüzyonlar görülebilmektedir. Böyle durumlarda her iki durum içinde bahsedilen iskeletsel ve dental özellikler geçerli olabilir.

## **2.6. SINIF II MALOKLÜZYONLARDA TEDAVİ SEÇENEKLERİ**

Maloklüzyona ilişkin tedavi planının belirlenmesi için klinik muayene, sefalometrik analizler, fotoğraflar ve dental modeller incelenerek uygun tedavi planı oluşturulmalıdır.

Sınıf II maloklüzyonun tedavisinde hastanın yaşı, büyüme gelişim dönemi, kooperasyonu, maloklüzyonun dentoalveolar veya iskeletsel olup olmasına bağlı olarak farklı tedavi yaklaşımları uygulanabilmektedir. Bunlar;

1. Ortodontik yaklaşım,
2. Ortopedik yaklaşım,
3. Cerrahi yaklaşım'dır (53).

### **2.6.1. Ortodontik Yaklaşım**

Dişsel Sınıf II maloklüzyon üst 1. molar dişin mezializasyonuna bağlı olarak oluşmuşsa, tedavisinde ağız dışı ya da ağız içi distalizasyon apareyleri kullanılarak bu diş distal yönlü kuvvet uygulanmalıdır. Eğer üst 1.molar dişin mezializasyon miktarı bir tüberkül mesafesinden daha fazlaysa diş çekimi yapılarak tedavi yapılabilir (54).

Bir diğer ortodontik yaklaşımı iskeletsel problemi görmeksizin dental estetik ve oklüzyonu kabul edilebilir düzeye getirmek için, ortodontik olarak dişlerin yerini



değiştirerek uygulanır. Bu durum dişsel kamuflaj-maskeleme olarak tanımlanır (50). Maskeleme diş çekimini içerebilir veya çekimsiz olarak da gerçekleştirilebilir.

### **2.6.2. Ortopedik Yaklaşım**

İskeletsel Sınıf II maloklüzyonun tedavisinde ortopedik yaklaşım, büyüme-gelişim atağında çenelerin büyüme yönünün ve miktarının değiştirilmesi prensibiyle çalışır. Bu tedavi yaklaşımı 3 şekilde sağlanabilmektedir. Bunlar (55):

1. Ağız dışı apareyler,
2. Fonksiyonel apareyler,
3. Ağız dışı ve fonksiyonel apareylerin birlikte kullanılmasıdır.

Ağız dışı apareyler; maksiller gelişim fazlalığı nedeni ile oluşan iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda, üst çenenin büyümesi frenlenerek alt çenenin öne doğru büyümesi ile normal bir maksillo-mandibular ilişkinin sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan ağız dışı apareyler headgearlardır (56).

Fonksiyonel apareyler; mandibulanın yetersizliği nedeni ile oluşan iskeletsel Sınıf II maloklüzyonda ideal tedavi yaklaşımı, mandibular büyümeyi arttırmak için mandibulayı önde ve aşağıda konumlandıracak fonksiyonel apareylerle büyümenin yönlendirildiği yaklaşımlardır (33). Tedavi prensibi teorik olarak fonksiyonel apareylerle glenoid fossadan mandibular kondilin uzaklaştırılması sonucu aktif olarak büyüyen kondiler kıkırdakların üzerindeki basıncın azaltılması ve değişen kas gerilimi endokondral büyüme miktarını artırılması şeklinde açıklanmaktadır (57).

Hem üst çenenin protrüzyonundan hem de alt çenenin retrüzyonundan kaynaklanan bir problem varsa, fonksiyonel apareyler ve headgearın kombine şekilde kullanılması ile tedavi gerçekleştirilmektedir (33). Fonksiyonel apareyler ile ağız dışı kuvvetlerin birlikte kullanılması ilk olarak Pfeiffer and Grobety (58) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, iki apareyin birbirlerinin etkilerini tamamlamakla kalmayıp, aynı zamanda birbirlerinin etkilerini arttırdıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca bu kombinasyonun maksillanın dikey yönde aşırı gelişimi sonucu oluşan şiddetli Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılması önerilmektedir (43).

### 2.6.3. Cerrahi Yaklaşım

Büyüme potansiyeli çok az ya da hiç bulunmayan iskeletsel Sınıf II vakalarda mevcut problemin çözümü için ortopedik yaklaşımlardan yeterince başarı elde edilememektedir. Bunun yanı sıra ortodontik tedavi ile estetik sonuçların elde edilemeyeceği vakalarda ortodontik yaklaşımlarda tek başına yeterli olmamaktadır. Bunlara ek olarak kamufraj için uygun endikasyonları da taşımayan vakalarda en uygun tedavi yaklaşımı, ortognatik cerrahidir (31, 36).

### 2.7. SINIF II MALOKLÜZYONLARDA TEDAVİ ZAMANLAMASI

İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda tedaviye başlama zamanı hakkında çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Literatürden elde edilen sonuçlarda büyüme, tedavi etkisi ve kalıcılığı konusundaki belirsizlikler, araştırma grupları ve apareylerin etki mekanizmaları ile tedavi prensipleri arasındaki farklılıklar nedeniyle bu konuda hala görüş ayrılıkları mevcuttur (59).

Tedavi başlama zamanı ile ilgili;

1. Erken tedavi; Puberte öncesi ve pubertel dönemin ayrı olarak gerçekleştirilen iki aşamalı tedavi,

2. Geç tedavi; Puberte döneminde gerçekleştirilen tek aşamalı tedavi olmak üzere iki yaklaşım mevcuttur.

Sesamoid kemiğin kalsifikasyonuna yaklaşık bir yıl kala hızlanan pubertal büyüme atağı, kalsifikasyon tamamlandıktan bir yıl sonra da en üst seviyededir. Büyüme hızındaki yavaşlama, küçük parmağın epifizlerinin kapanmasından sonra gözlenir. El bilek radyografilerinde, sesamoid kemiğin görülme yaşı kızlarda ort. 10.6 erkeklerde 12.3' tür. Yüzün büyüme atılımı ile vücudun büyüme atılımı aynı dönemlerde olmaktadır (60).

Erken dönem tedavi yaklaşımlarının amacı, problemlerin daha da ciddileşmesine engel olup maloklüzyonu düzeltmek, bireyin morfolojik yapısını normale döndürmek ve bireye normal gelişim ve fonksiyon kazandırmaktır (61,62). Erken tedavi olarak adlandırılan ve preadolesan yıllarda (8-11 yaş) başlatılan faz I tedavide kesicilerin seviyelenmesi, molar kapanışının ve overjet/overbite ilişkisinin düzeltilmesi

amaçlanmaktadır. Bunu takiben adolesan dönemde (12-15 yaş) oklüzyonu tam olarak düzeltmek ve tedaviyi bitirmek amacıyla faz II tedaviye gereksinim duyulmaktadır (61).

Geç dönem olarak adlandırılan ikinci tedavi yaklaşımında ise, tüm düzeltmeler adolesan dönemde yapılmaktadır (63). Araştırmacılar (59, 63) pubertal büyüme atağı döneminde yapılan tedavinin daha etkili olduğunu savunmaktadırlar.

Şiddetli durumdaki bir iskeletsel Sınıf II maloklüzyonun hastada meydana getirdiği fasiyel estetik de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu görüntü yüzünden birey başkaları tarafından alay konusu olabilir ve bireyin kendine olan güveni başkalarından aldığı tepkiler ile etkilenebilir. Bu yüzden erken dönemde uygulanacak tedavi hastanın psikolojik gelişimi için de fayda sağlamaktadır. Kötü alışkanlıkların erken tedavisi yıllar içerisinde geliştirilen alışkanlığı tedavi etmekten çok daha kolaydır. Ayrıca küçük yaştaki hastalarda kooperasyonun genç adolosan ya da yetişkin hastalara göre çok daha yüksek olduğu düşünülmektedir (64).

Fränkel (65), alt çene gelişimini stimüle etmek amacıyla yapılan fonksiyonel tedavide kas uyumunun 6-8 yaşlarında temin edilebileceğini belirtmiş ve tedaviye erken dönemde başlanması gerektiğini bildirmiştir.

Bishara (66), alt çene büyümesinin birçok bireyde klinik açıdan önemli miktarda meydana gelmediğini, kalıcı ortopedik etki elde etmek için mandibular büyüme atağının beklenmesi yerine tedaviye mümkün olduğunca erken yaşta başlanması gerektiği düşüncesini savunmuştur.

West (67); erken tedaviye alınan bir bireyin ileriki dönemlerde maloklüzyonunun daha hafif olacağını belirterek, tedavinin erken dönemde başlamayı savunmuştur.

Graber (68), ortodontik apareylerin uygun kullanım zamanlarının belirlenmesinde bir formülasyon olmadığını bildirmiştir. Bu zaman diliminin maksillomandibuler ilişki düzensizlikleri, dental düzensizlikler, cinsiyet, dental-kronolojik yaş uyumu, kas sistemi düzensizlikleri gibi faktörlerden etkilendiğini ve bununla birlikte, iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda, ortopedik tedavinin erken başlatılmasını savunmaktadır. Ciddi problemleri olan vakalarda tedaviye başlama

zamanını, süt dentisyonu sırasında ya da 8.5 yaşında, üst anterior dişlerin indifa edip yeterli kök formasyonuna eriştikleri dönem olarak belirtmiştir.

Valitoni (69) aktivatör tedavisi için ideal uygulama zamanının karışık dişlenme dönemi olduğunu, bu dönemin pubertal gelişim atılımı öncesine rastladığını ve bu dönemde aktivatör kullanımı ile iskeletsel ve dental gelişimden yararlanabileceğini bildirmiştir.

Tofani (70), 20 kız çocuğundan menstürasyon başlangıcından 3 yıl önce, menstürasyon başlangıcında ve menstürasyondan 3 yıl sonra lateral ve anteroposterior sefalometrik radyograflar almıştır. Bu radyograflarda, mandibula boyutu, korpus ve ramus boyutları ile bigonial genişlikleri ölçerek bir karşılaştırma yapmıştır. Bu ölçümlerde menstürasyon öncesi ve menstürasyon başlangıcı arasındaki artışın, menstürasyon sonrası artıştan daha fazla olduğunu bulmuş; sonuç olarak alt çenenin en fazla gelişim atağı döneminin pubertal dönem olduğunu bildirmiştir.

Erken dönem tedaviyi savunan araştırmacıların tersine, bu dönemde yapılan tedavilerde büyümenin devam etmesi nedeniyle relaps görülebilmesi, faz II tedavinin gereksinimi, bu durumun tedavi süresinin uzamasına ve hasta kooperasyonun bozulmasına sebep olduğunu belirten araştırmacılar da vardır (71, 72).

Wieslander (72), erken dönem tedavi girişiminin aktif tedavi süresini uzatacağını bildirmiştir ve tedaviye başlamada, pubertal büyüme atağına girilmesini beklemenin uygun olacağını savunmaktadır.

Tulloch et al. (61), preadolesan dönemde artmış overjeti bulunan 166 hastayı headgear, modifiye bianotör ve kontrol grubu olarak 3'e ayırmış, ilk 2 gruptaki hastaları erken dönemde tedavi etmiştir. Her 3 gruptaki hastalar 15 ay sonra değerlendirilmiş ve sonrasında ikinci faz tedavi uygulanmıştır. Araştırmacılar 2 faz tedavi gören hastaların 2. faz tedavilerinin kısa sürdüğünü fakat toplam tedavi süresinin oldukça uzun olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca Sınıf II maloklüzyona sahip bireyler için, erken tedavi ve bunu takiben 2. faz tedavi uygulamasının çene ilişkileri ve dental oklüzyonda büyük farklılıklar meydana getirmediğini rapor etmişlerdir.

Ghafari et al. (73) servikal headgear ve Fränkel II ile yaptıkları prospektif çalışma ile Keeling et al. (74) bionatör ve headgear/ısıрма düzlemi ile yaptıkları

çalışmada da benzer sonuçlar elde etmişler ve fonksiyonel tedavi için en uygun dönemin geç karışık dişlenme olduğunu belirtmişlerdir.

Pancherz and Hägg (75), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip 10-16 yaş aralığında olan 70 hastaya pre-peak, peak ve post-peak olmak üzere üç farklı dönemde ortalama 7 ay süre ile Herbst apareyi uygulamış ve apareyin etkinliğini incelemiştir. Sagittal kondiler büyümedeki artışın en fazla olduğu dönemin peak dönemde olduğu bildirilmiştir.

Bacetti and Franchi (76), mandibular retrognatiye bağlı Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerde peak veya hemen sonrasında yapılan fonksiyonel tedavilerde alt çene gelişiminin, pre-peak dönemde yapılan tedavilere göre iki kat fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Bacetti et al. (77), yaptıkları çalışmada Sınıf II maloklüzyonda Twin-block tedavisi için optimal tedavi zamanlamasının pubertal atak esnasında ya da atağın hemen sonrasında olduğunu belirtmişlerdir.

O'Reilly and Yanniello' ya göre (78), servikal vertebra maturasyonu ile mandibular gelişimde meydana gelen pubertal değişim, anlamlı korelasyon göstermektedir.

Pancherz (79), Sınıf II maloklüzyonda fonksiyonel/ortopedik tedavinin, gelişimin peak döneminin başlangıcının hemen sonrasında uygulanmasının maksimum tedavi etkisi yaratacağını ve tedavi sonrası uygulanacak retansiyon süresini de azaltacağını bildirmiştir.

Ülgen (80), fonksiyonel ortopedik tedavi için en uygun dönemin pubertal atılımın başlangıcı olduğunu, bu dönemde tedaviye başlanması durumunda tedavi süresinin kısılacağını belirtmiştir.

Björk (81), hastanın yaşı arttıkça fonksiyonel tedavi başarısının azaldığını belirtmiştir. Ancak bunun tersi görüşler de mevcuttur.

Ruf ve Pancherz (82), Herbst apareyi uygulanmış Sınıf II maloklüzyona sahip genç erişkin bireylerde dentoiskeletsel ve fasiyal profil değişiklikleri incelemişler ve uygulanan sabit fonksiyonel apareylerle dentofasiyal adaptasyonun mümkün olduğunu

ve bu tedavinin sınırlı vakalarda ortognatik cerrahiye bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

## 2.8. FONKSİYONEL ORTOPEDİK APAREYLERİN GELİŞİMİ

İlk olarak Kingsley, 1879 yılında mandibulanın geride konumlandığı olguların tedavisinde "mandibulayı önde konumlandırma" terimi ve anlayışını ortaya atmıştır. Bunu başarabilmek için de hasta ağzını kapattığında mandibulayı ileride konumlandırın ön eğik düzlemi kullanmıştır (33). Herbert, Puller, Lowe, Young ve Oliver, Kingsley' in bu plağını modifiye ederek kullanırken, Angle "düzlem ve çıkıntı retansiyonu" adını verdiği bir aparat geliştirmiştir (83). Alt çenenin öne doğru kaymasını sağlayarak kapanışı atlatan bu aparatlar, 20. yy.' in başlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu aparatlar ile alt ve üst arklar genişletilip, üst ön dişlerin protrüzyonu azaltılmaya çalışılmıştır (83). Pierre Robin 1902' de yayınladığı makalesinde monoblok adını verdiği fonksiyonel aparatını tanıtmıştır. Bu aparatı glossopitozisli hastalarda alt çeneyi önde konumlandırma prensibinden hareket ederek kullanmıştır (81). Bu aparatda alt ve üst retansiyon plakları okluzal düzlemde birleştirilmiştir (84). Fonksiyonel retansiyonu sağlamak ve ağızdan nefes almayı önlemek amacıyla 1928 yılında Andresen tarafından Robin'in yaptığı monobloğa benzer bir fonksiyonel aparat yapıldı. Bu aparat ağız kasları ve dil ile aktive edilmekte ve ağızdan nefes almayı engellemekteydi. Aparat dişler üzerinde yaptığı olumlu etkiler sonucu ilgi çekmeye başladı (83, 85, 86). Bunun üzerine araştırmacı ilk kez, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bir hastayı bu aparatla tedavi etmeyi dener. Bugün bu aparatın adına ithafen Andresen aparatı da denilmektedir (84, 87). Haupl, Andresen' in geliştirdiği aktivatörü benimsemiştir. Bu aparat Orta ve Kuzey Avrupa' da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (88). Herren orjinal Andresen-Haupl-Petrik aktivatörü ile tedavi edilen Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde % 50' yi aşmayan düşük başarı oranı ile hayal kırıklığına uğramıştır. Bunun üzerine, aktivatör tedavisinin başlangıcından önce ve sonra evlerinde geceleri uyuyan hastaları gözlemlemeye başlamıştır. Bu çalışmalar ve dikkatli klinik gözlemler aktivatörün performansını ve uyurken bireysel davranışları açıkça anlamasını sağlamıştır. Bu durum Herren' i, aktivatörün kapanışını alırken mandibulayı Sınıf I molar ilişkisinden 3-4 mm daha Sınıf III ilişkiye alarak ve aparatı ok kroşelerle maksiller dental arka sıkıca tutturacak şekilde modifiye etmeye yöneltmiştir (89). Harvold and Vargervik (1971-1985),

Carels and Van Der Linden de (1987) postural konumu aşan ve mandibulayı aşırı öne getiren aynı tip monoblok apareyi kullanmışlardır (90-92). Fränkel tarafından geliştirilen fonksiyon düzenleyici, fonksiyonel apareylerin gelişiminde yeni bir adım olarak kabul edilir. Maloklüzyonun tipine göre 4 ayrı tipi vardır. Clark tarafından, kombine tedavi tekniği ve geliştirilmiş bir fonksiyonel aparey sistemi olarak "Twin-block Tedavi Tekniği" sunulmuştur (93).

## **2.9. FONKSİYONEL TEDAVİNİN AMAÇLARI**

Normal gelişimde tekrarlayan dokunma stimulusuna cevaben, nörolojik kontrol altında fonksiyonel denge kurulur. Dentisyonla aktarılan oklüzal kuvvetler destekleyen kemiğin trabeküler yapısını ve büyüme hızını etkileyen devamlı propriyoseptif stimulus sağlar.

Genellikle istenmeyen kusal rehberlik ve zayıf oklüzal fonksiyonla sonuçlanan maloklüzyon sıklıkla alttaki iskeletsel ve yumuşak doku faktörlerinden kaynaklanan ark ilişkilerinde uyumsuzlukla ilişkilidir. Duyusal propriyoseptif feed-back mekanizması kaslar aktiviteyi kontrol eder ve fonksiyonel stimulus oluşturur veya maksiller ve mandibular kemik büyümesinin tümünü engeller. Distal oklüzyonun istenmeyen kusal kontakları fonksiyonda mandibulanın normal ileri translasyonunu engeller ve mandibula desteklenmediği için optimal genetik büyüme potansiyeline ulaşamaz.

Eğer mandibula maksillaya göre distal ilişkide oklüzyona gelirse; normal fonksiyondaki mandibular dişler üzerine etki eden oklüzal kuvvetler, mandibulanın ileri büyümesini olumsuz etkileyen distal komponente sahiptir. Böyle bir maloklüzyonda oklüzyondaki alt ve üst dişlerin kusurları tarafından oluşturulan eğik düzlemler fonksiyonel pozisyonda mandibulayı posteriorda kilitleyen mekanizmayı meydana getirir.

Fonksiyonel aparey tedavisi gelişen oklüzyonu çevreleyen kasları geliştirerek ve istenmeyen gelişimsel faktörleri elimine ederek dentofasiyal yapıların fonksiyonel ilişkilerini geliştirmeyi amaçlar. Dişlerine çevre yumuşak dokuların pozisyonundaki değişiklikler nedeniyle dengenin yeni pozisyonunu destekleyebilecek yeni bir fonksiyonel tedavi paterni kurulur (93).

Özetlenecek olursa, fonksiyonel tedavi felsefesi, aşağıdaki teorilere dayanmaktadır:

1. Wolff Prensibi: Kemiğin mikro yapısındaki değişiklik matematiksel bir düzen içinde morfolojik değişikliğe neden olmaktadır (94).

2. Muzy'nin Enerjivital Teorisi: Bütün canlılar, erişkin olmaya ve daha iyi bir şekil almaya eğilimlidir (95).

3. Muzy'nin Lienplastik Teorisi: Birbiriyle ilişkili olan iki kemikten birinde oluşan değişikliklerdir.

4. Moss'un Fonksiyonel Matriks Teorisi: Her bir fonksiyonel yapı, kemik ve çevre yumuşak dokularla bir bütün içerisinde. İskeletsel yapılara ait boyutsal, biçimsel ve konumsal değişikliklerin tümü, iskeletsel yapının fonksiyonel matriksinde meydana gelen değişimler sayesinde ortaya çıkmaktadır (96, 97).

## **2.10. FONKSİYONEL ORTOPEDİK APAREYLERİN TEDAVİ PRENSİPLERİ**

Uygulanan kuvvet sıkışma veya çekme şeklindedir. Buna bağlı olarak 2 tedavi prensibi ortaya çıkar; bunlar kuvvet uygulanması ve kuvvet eliminasyonudur. Dolayısıyla fonksiyonel apareyler kas kuvvetlerinin kullanımı veya kas kuvvetlerinin eliminasyonu prensipleri üzerine modifiye edilmişlerdir.

- Kuvvet uygulanmasında, sıkışma kuvveti ile yapılar üzerinde öncelikle formda değişim daha sonra fonksiyona adaptasyon gerçekleşir. Tüm sabit ve hareketli apareyler bu prensibe göre çalışır. Kuvvet oluşturan apareyler, aktif kas kuvvetlerini dış, alveol kemiği, kondil ve diğer yapılara iletirler, bu tip apareyler sadece fiziksel kuvvetleri direkt uygulayan aparey olmayıp aynı zamanda sitimulus oluştururlar.

- Kuvvet eliminasyonunda, anormal çevresel etkiler elimine edilerek çenelerin ve dentoalveolar yapıların optimal gelişimine izin verilir. Lip bumper ve Fränkel apareyinin bukkal yastıkları kuvveti elimine eder. Fonksiyon rehabilite edilir ve form da ikincil bir adaptasyonu takip eder. Kuvvet eliminasyonu sağlayan vestibüler perde gibi apareyler arzu edilmeyen kas kuvvetlerini elimine ederler ve Fonksiyonel



Regüaltör olarak adlandırılırlar. Oral ve vestibüler perdeli apareyler baskıyı elimine ederek çalışır.

Fränkel apareyinin yanak ve dudak yastıkları, etkilenen bölgede osteojenik cevabı hızlandırmak için periosteal çekme veya gerilmeyi artıracak şekilde dizayn edilirler. Diş hareketleri bu prensipler kullanılarak elde edilebilir. Dişler, üzerlerinde rol oynayan kuvvetlerin (oklüzal, dudak, dil, yanak kuvvetleri gibi) dengesi değiştiğinde hareket eder.

Neumann (7), fonksiyonel apareyleri myotonik veya myodinamik apareyler olarak 2' ye ayırmaktadır. Myotonik kavramı, kas kütesinin ve istirahat basıncının kullanıldığını, myodinamik kavramı ise kas aktivitesi veya hareketliliğinin kullanıldığını ifade etmektedir.

### **2.10.1. Fonksiyonel Apareyler**

Fonksiyonel çene ortopedisinde kullanılan apareyler, tedavi felsefeleri ve teknik özellikleri bakımından farklılık gösterebilirler bile bu apareylerin hepsi mandibulanın ileride konumlandırılmasına yönelik fonksiyon gördükleri noktada birleşmektedir.

Fonksiyonel apareyler hasta kooperasyonuna bağlı olarak hareketli ve sabit olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

#### **2.10.1.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler**

Hareketli fonksiyonel apareyler, hasta tarafından takılıp çıkarılabilen apareylerdir. Bu özellik hastaya daha rahat ağız hijyeni sağlayabilme imkanı verir. Aynı zamanda düşük maliyetlidir. Ancak apareyin kullanım sıklığının hasta elinde olması, hacimli olması, konuşma ve yutkunmada zorluğuna sebep olması gibi dezavantajları da mevcuttur (97, 98). Şüphesiz en büyük problem tedavi etkinliğinin ve başarısının hasta kooperasyonuna bağlı olmasıdır. Genellikle tam bir hasta hekim uyumu ile başlayan tedavi, apareylerin yetersiz kullanılması sonucu hem hasta hem de hekim için olumsuz bir tablo oluşturmaktadır. Bu nedenle bazı araştırmacılar aparey kullanımının takibi için denetleme apareyleri yerleştirilmiştir. Sahm et al. (99), bu hastaların kooperasyonlarını, hastaların apareyelerine bir mikroelektronik denetleme apareyi yerleştirerek incelemiş ve apareyin günde ortalama olarak 7.65 saat kullandığını belirtmiştir. Monoblok, aktivatör, Fränkel, bionatör, twin-blok ve

fonksiyonel mandibular ilerletici apareyi hareketli fonksiyonel apareyler arasında yer almaktadır.

### **2.10.1.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler**

Hasta kooperasyonuna bağı olan dezavantajları ortadan kaldırılması için hareketli fonksiyonel apareylere alternatif olarak sabit fonksiyonel apareyler üretilmiştir. Boyutlarının küçük olması sebebiyle hastanın fonksiyonlarını daha rahat yapılıbilmesi ve hasta kooperasyonu gerektirmemesi sabit fonksiyonel apareylerin başlıca avantajlarından. Bu özellik sayesinde aparey 24 saat etkilidir ve tedavi daha kısa sürede tamamlanmaktadır (97).

#### **2.10.1.2.1. Sabit Fonksiyonel Apareylerin Sınıflandırılması**

Sabit fonksiyonel apareyler, esnekliklerine göre 3 grupta sınıflandırılmaktadır: (64)

- A. Rijid İntermaksiller Apareyler (RIMA)
- B. Fleksibl İntermaksiller Apareyler (FIMA)
- C. Hibrid İntermaksiller Apareyler (HIMA)

##### **2.10.1.2.1.1 Rijid İntermaksiller Apareyler (RIMA)**

Bu gruptaki apareylerin rijiditesi oldukça yüksektir. Ağız açma ve kapama hareketine toleransı vardır. Alt çenenin lateral hareketlerine izin vermez, bu nedenle hastada kullanım zorluğu, destek dişlerde travma ve apareyin kırılması gibi ciddi yan etkilere yol açabilirler. Bu grupta üretilen ilk mekanik Herbst apareyidir (64). Modifiye Goodman Herbst Apareyi, MALU Apareyi (Mandibuler İlerleme Locking Unit), Magnetik Teleskobik Aparey, Universal Bite Jumper Apareyi, MARS Apareyi (Mandibular Advancing Repositioning Splint), Mandibuler Protraksiyon Apareyi (MPA) ve Mandibular Anterior Repositioning Apareyi (MARA) gibi apareyler rijit intermaksiller apareylere örnektir.

##### **2.10.1.2.1.2. Fleksibl İntermaksiller Apareyler (FIMA)**

Bu gruptaki apareyler esnek bir yapıya sahiptir ve genellikle nikel titanyum yaylar kullanılmaktadır. Rijit sabit fonksiyonel apareylerin aksine lateral hareketlerde

kısıtlılık ve destek dişlerde travma gibi yan etkilere neden olmaz. Bu esnek yapısı hasta için avantaj olsa da apareyin kırılabilirliği en büyük dezavantajıdır. Ayrıca hastanın apareyi çiğneme eğiliminde olması apareyin zarar görmesine ya da kırılmasına neden olabilir (100). Bu grupta üretilen ilk aparat Jasper Jumper'dır. Klapper Superspring II Aparayı, Churro Jumper Aparayı ve Forsus™ Nitinol Flat Spring Aparayı gibi aparatlar fleksibl intermaksiller aparatlara örnektir.

#### 2.10.1.2.1.3. Hibrid İntermaksiller Aparatlar (HIMA)

Bu aparatlar her iki grubunda olumlu özelliklerini taşımaktadır. Yarı rijit bir aparatdır. Esneklikleri piston sisteminin içinde yer alan coil springten (yaylar) sağlanmaktadır. Yayların aktivasyonu sonucu alt çeneye öne doğru bir kuvvet etkilemekte ve birey alt çeneyi önde konumlandırma ihtiyacı hissetmektedir (64). Kullanımları rijit aparatlara göre daha kolay olmasına rağmen, iskeletsel etki açısından rijit fonksiyonel aparatlar kadar etkin değildir. Uyguladıkları kuvvet ortalama 150-200 g arasındadır (101). Forsus™ Fatigue Resistant Device (FRD), Eureka Spring, Sabbagh Universal Spring (SUS) ve Twin Force Bite Corrector hibrid intermaksiller aparatlara örnektir.

#### 2.11. FORSUS™ APAREYİ

Forsus™ NFS 2001 yılında Bill Vogt tarafından geliştirilmiş ilk dizayndır ve yanak yaralanmalarının önlenmesi için Ni-Ti yayların etrafı saydam plaklarla kaplı halde, ticari üretimi 3M firması (3M Unitek, 2724 South Peck Road Monrovia, CA 91016 USA) tarafından yapılmıştır. 4 ayrı uzunluğa (28, 31, 34, 37 mm) sahiptir. Jasper Jumper'a benzer bir etki mekanizması vardır (102).



Şekil 1: Forsus™ Nitinol Flat Spring aparatı

Forsus™ Nitinol Flat Spring' in diğer sabit fonksiyonel apareylerde olduğu gibi kırılma sorunları olduğu görülmüştür. İmalatçı firma bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla Forsus™ FRD apareyi (Fatigue Resistant Device) adında yeni bir aparey piyasaya sürmüştür. Aparey üç parçadan oluşan yarı rijit bir teleskop sistem olup, aktif yay modülü, itici kol ve spring modülünden oluşur. İtici kol ile alt çenede ark teline, üst çenede ise spring modülü yardımıyla headgear tüpüne bağlanır. Bu iki parça arasında ise teleskopik olarak çalışan aktif yay mevcuttur. Hafif ve sürekli kuvvet uygulayan aktif yay, uygulanma şekline göre tek bir dişi, diş gruplarını veya bütün bir arka hareket ettirerek, iskeletsel ve dentoalveolar etki sağlar. Apareyin kırılmaya dirençli olmasını sağlayan da bu aktif yay modülü ve teleskopik çalışma şeklidir (102).



Şekil 2: Forsus™ FRD apareyi ağız içi görüntüsü (102)

Teleskopik tübün distal ucu, maksiller molar bandının headgear tüpüne iki farklı spring modülüyle bağlanabilir (102):

1. **L-pin:** Molar bandının gingival ya da oklüzal headgear tüpüne yerleştirilebilir. Büküme ihtiyaç vardır.



Şekil 3: Forsus™ L-pin springi ve yerleştirilişi (102)

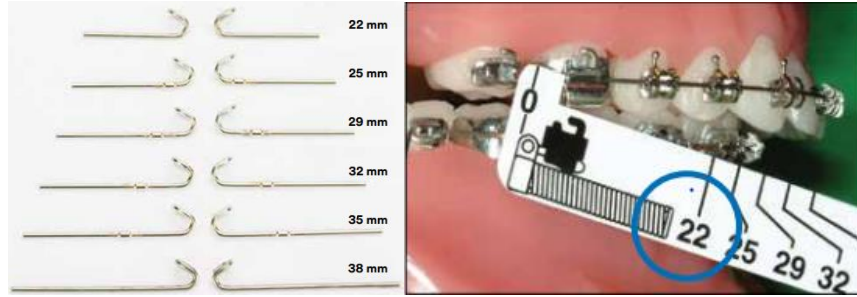
2. **Easy (EZ) modülü:** Büküme ihtiyaç duyulmaz. Klips kısmı kolayca headgear tüpüne yerleştirilir. Dizaynı sayesinde yanak yaralanmaları daha aza inmiştir.



Şekil 4: Forsus™ EZ spring ve yerleştirilişi (102)

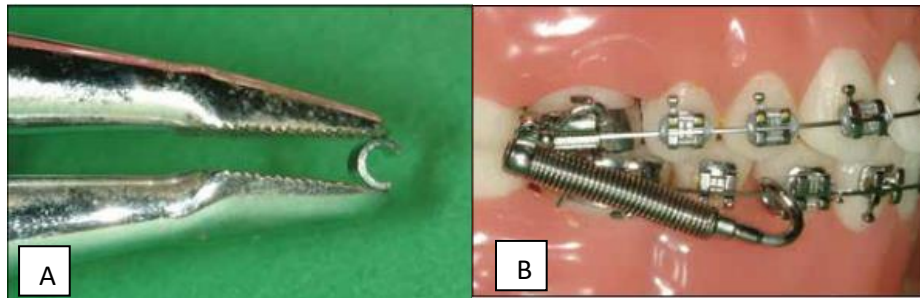
Forsus™ FRD EZ, 2003 yılında William Vogt (103) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraları daha yüksek güç seviyelerine dayanabilen daha dayanıklı bir modül tasarlanmış ve Forsus™ FRD EZ2 apareyi üretilmiştir (104). Apareyin bu tipi günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Herhangi bir laboratuvar işlemi gerektirmeden benzerlerine oranla çok daha hızlı bir şekilde direkt olarak hasta ağızına uygulanabilmektedir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan Forsus™ FRD EZ2 apareyi hekime 6 farklı uzunluk imkanı sunmaktadır. Hasta için uygun boyut, dişler sentrik oklüzyonda iken, üst 1. molar band tüpünün distali ile alt çenede yerleştirilmesi düşünülen stop noktasının distal kısmı arasındaki mesafe, Forsus™ için özel olarak hazırlanmış cetvel ile ölçülerek belirlenmektedir.



**Şekil 5:** A. Farklı uzunluklardaki itici kollar B. İtici kol uzunluğunu belirlemek için kullanılan ölçüm cetveli (104)

EZ2 modülünün aktivasyon kuvveti yaklaşık 200 gr' dır. Uygulama sonrası gerektiğinde aktivasyon için, aktivasyon halkası (split crimp) adı verilen 3 mm' lik metal parçalar kullanılabilir.



**Şekil 6:** A. Forsus™ aktivasyon halkası B. Ağız içinde uygulanmış hali (104)

El-Sheikh et al. çalışmalarında (105) Forsus™ apareyinin kuvvet yayılımını incelemişler ve apareyinin kırılmaya karşı dayanıklı olduğunu, 2 mm aralıklarla 12 mm' ye kadar sıkışma sağlanabildiğini belirtmişlerdir.

### **2.11.1 Forsus™ Tedavisi ile Meydana Gelen İskeletsel, Dentoalveolar ve Yumuşak Doku Değişimleri**

Arıcı (106), Forsus™ NFS apareyinin Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu hastalarda uygulanması sonucu meydana gelen iskeletsel ve dişsel değişimleri incelediği ve sonuçları tedavi görmemiş kontrol grubuyla karşılaştırdığı tez çalışmasında, beklenen derecede büyük ve istatistiksel olarak anlamlı değişim olmadığını bildirmiştir. Aktif büyüme-gelişim döneminde bile iskeletsel etkilerin sınırlı olduğunu, Sınıf II iskeletsel maloklüzyona sahip hastalarda iskeletsel yapıda belirgin bir düzelmeye olacağını beklemenin doğru bir tahmin olamayabileceğini belirtmiştir.

Gablers (107)'in Forsus™ ve AdvanSync (Ormco, Glendora, Calif) apareylerinin etkilerini karşılaştırdığı tez çalışmasında her iki aparey için de minimal iskeletsel etkiden bahsetmiştir. Maksiller büyümenin az miktarda engellendiğini, SNA açısında  $-0.71^\circ$  ile  $-1.75^\circ$  arasında değişiklik olduğunu bildirmiştir. Forsus™' un Sınıf II'nin düzeltiminin büyük bir kısmını mandibular dentoalveolar değişimle düzelttiği sonucuna varmıştır.

Forsus™ apareyi ile tedavi gören Sınıf II hastalarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde, maksiller büyümenin engellendiği (107, 108) pogonionun ileri hareket ettiğini bildiren araştırmacılar mevcuttur (109, 110).

Karaçay ve ark. (111), 2006 yılında Forsus™ Nitinol Flat Spring ve Jasper Jumper apareyinin etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışma yayınlamışlardır. Forsus™ grubundaki hastaların yaş ortalaması  $13.6 \pm 1.2$  yıl Jasper Jumper grubundaki hastaların yaş ortalaması ise  $14 \pm 1.9$  yıldır. Her iki grupta da kondilin adaptif büyümesi sağlanmış ve Co-A mesafesinde anlamlı artış görülmüştür. Kondil büyümesi, posterior yüz yüksekliğinin artmasına neden olmuştur.

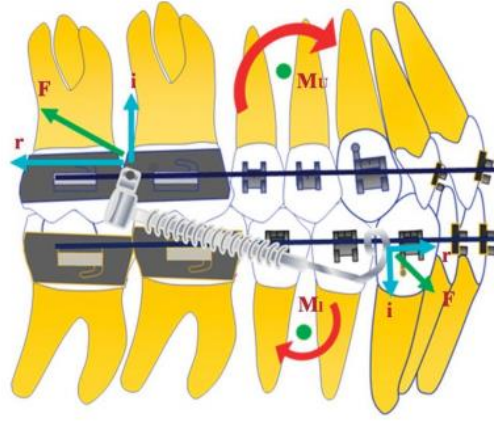
Günay (101)' in 2009 yılında post-peak dönemde, mandibular retrognatiye sahip hastalarda yaptığı tez çalışmasında, Forsus™ apareyinin üst çenede sagittal yönde

iskeletsel olarak bir değişikliğe neden olmadığı, üst çenenin sagittal yönde büyümesinin frenlenmediği alt çenenin sagittal yönde konumunu gösteren açısız ölçümlerden biri olan SNB açısında, doğrusal ölçümlerden B-RD2 (B noktası ile RD2 düzlemi arasındaki horizontal dik mesafe) uzunluğunda anlamsız bir artış görölmüştür. Ar-Pog uzunluğu değişmemiştir. Cope et al. (112), Orgun (113) ve Covell et al. (114), Nalbantgil ve ark. (115) da Günay'ın çalışmasıyla uyumlu olarak Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmalarda apareyin alt çene üzerinde ortopedik bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Ünal (116) 2014 yılında iskeletsel ankrajla birlikte Forsus™ uygulamasının sonuçlarını incelediği tez çalışmasında, Forsus™ FRD apareyi ile Co-Gn artışını pubertal peak dönemde 2.35 mm, geç pubertal dönemde ise 1.47 mm olduğunu bildirmiştir. Aras ve ark. (117) geç pubertal dönemdeki bu değişimin anlamlı olmadığını rapor ederken, bu değeri Bilgiç (118) 2.09 mm, Arıcı (106) ise 1.3 mm olarak belirlemiştir.

Arıcı (106) 2005 yılında Forsus™ NFS'nin dentofasiyel dokular üzerine etkisini incelediği tez çalışmasında, vertikal referans düzlemiyle B noktası (VRP-B) ve Pog arası mesafe (VRP-Pog), efektif mandibular uzunluk (Co-Gn), korpus uzunluğunda artışlar gözlemiş ancak sadece efektif ramus uzunluğunda (Co-Go), istatistiksel olarak anlamlı artış bulmuştur.

Yapılan araştırmalar Forsus™ FRD apareyinin üst molar dişlerde distal ve intrüsv yönde hareket, alt molar dişlerde mesial yönde hareket, üst kesici dişlerde retrüzyon, alt kesici dişlerde labial tiping ve değişen miktarlarda iskeletsel etki meydana getirdiğini belirtmektedir (10, 109, 119).



**Şekil 7:** Forsus™ apareyinin alt ve üst dişlere uyguladığı kuvvet vektörleri (116)

Heinig ve Göz (10) 2001 yılında yaptıkları çalışmada ortalama yaşları 14.2 yıl olan Sınıf II maloklüzyona sahip 13 hastayı 4 ay süreyle tedavi etmiştir. Sefalometrik radyografiler, Forsus™ yerleştirildikten hemen önce ve çıkarıldıktan hemen sonra alınmıştır. Sonuçlara göre ön-arka yönde düzeltimin % 66' sının dentoalveolar olduğu bildirilmiştir. İskeletsel olarak maksilla 0.3 mm öne hareket etmiş, mandibular uzunluk 1.2 mm artmış, maksiller molarlar 1.1 mm distalize olmuş ve mandibular molar ise 1.7 mm mezialize olmuşlardır. Maksiller keserler 1.7 mm retrüze ve 5.3° rekroklone, mandibular keserler ise 1.8 mm protrüze ve 9.6° proklone olmuştur. Üst keserlerin retrüzyonu ile köklerde meydana gelen labial eğilmenin A noktasını ileriye taşıdığını ve böylece üst çenenin geriye hareketi maskelendiği için SNA açısının değişmediğini belirtmişlerdir. Overjet 4,7 mm, overbite 1,2 mm azalmış ve molar ilişki 3,9 mm düzelmiştir. Oklüzal düzlem saat yönünde 4.2° rotasyon yapmıştır. Bu değişiklik kapanışın açılmasına neden olmuştur.

Franchi et al. (97) 2011 yılında Forsus™ apareyinin tedavi etkinliğini karşılaştırmak için bu apareyle tedavi görmüş 32 Sınıf II maloklüzyona sahip hasta ile tedavi görmemiş 27 Sınıf II maloklüzyona sahip hastayı değerlendirmiştir. Kontrol grubunda kullanılan tedavi görmemiş grup Michigan Growth Study ve Denver Child Growth Study arşivlerinden alınan kayıtlarla oluşturulmuştur. Forsus™ grubunda ortalama yaş 12.7 yıl iken kontrol grubunda 12.8 yıldır. Değişiklikler çoğunlukla istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; SNA 2.1° azalmış, mandibular uzunluk 1.8 mm artmış, maksiller molar 0.4 mm distalize olmuş, mandibular molar 1.6 mm mezialize olmuştur. Vertikal olarak maksiller molarların



konumu sabit kalırken mandibular molarlar 2.2 mm ekstrüze olmuştur. Üst keserler 1.5 mm retrüze ve 0.3° retrokline olmuş, mandibular keserler 2.5 mm protrüze ve 5.2° prokline olmuştur. Vertikal olarak maksiller keserler 1 mm ekstrüze, mandibular keseler ise 2 mm intrüze olmuştur. Overjet 5.5 mm azalmış, overbite 2.4 mm artmış ve molar ilişki 3.4 mm düzelmiştir.

Şengün (120) büyüme gelişimi devam eden Sınıf II hastalarda Forsus™ FRD apareyinin etkilerini değerlendirdiği tez çalışmasında, üst çene gelişimini frenlediğini, alt çene gelişimini stimüle ettiği belirtmiştir. Ayrıca üst kesici dişlerde retrüzyon ve ekstrüzyon, alt kesici dişlerde intrüzyon ve protrüzyon, üst molar dişlerde intrüzyon ve distalizasyon, alt molar dişlerde ise mezializasyon ve ekstrüzyon meydana geldiğini bildirmiştir. Alt ön yüz yüksekliği dışında yüzün dik yön boyutunda artış görülmediğini rapor etmiştir. Tedavi sonunda overjet miktarında 4.12 mm'lik azalma görülmüş olup bu azalmanın % 32.93 oranında iskeletsel, % 67.07 oranında ise dişsel olduğu saptanmıştır. Molar dişlerin sagittal ilişkisinde 4.33 mm düzelme görmüş ve bu düzelmenin % 31.41 oranında iskeletsel, % 68.59 oranında ise dişsel olduğu belirtilmiştir. Aparey etkisiyle iskeletsel ve dişsel değişikliklere bağlı olarak yumuşak doku profilinin olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir.

Günay (101), yumuşak dokuya ait parametrelerden elde ettiği bulgulara göre, Forsus™ apareyinin yumuşak doku profilini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Tedavi sonucunda overjetin azalması ile üst dudak retrüze olduğu ve alt dudağın üst keserlerin palatinalinden kurtulup normalde olması gereken konuma geldiği ve alt keser dişlerde meydana gelen anterior yöndeki devrilme hareketi sonucu önde konumlanan alt keser dişlerin alt dudağı desteklediğini sonucuna varmıştır. Üst dudağın retrüze olmasına bağlı olarak, dudak gerginliğinde anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi literatürde konveksite açısındaki artışa bağlı olarak profilin olumlu yönde etkilendiğini gösteren başka çalışmalar da mevcuttur (82, 112, 121, 122).

### **2.12. 3 BOYUTLU FASİYAL MORFOLOJİ GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ**

Hastanın tedavi planı yapılırken yumuşak dokunun özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle yüzdeki yumuşak dokularının profili ile ilgili veriler

elde etmek önemlidir. Ancak hala American Board of Orthodontics (ABO) gibi bazı organizasyonlar tedavi çıktılarını model ve sefalometrik görüntü çakıştırmalarıyla değerlendirmektedir (123). Lateral sefalometrik radyograflar üzerinde sadece iki boyutlu yumuşak doku profili izlenebilirken 3 boyutlu fotoğraflar da klinisyen ve araştırmacılar yüzün her boyuttaki her alanındaki değişimleri inceleyebilir (56).

Yeni sofistike cihazların piyasaya tanıtılmasıyla yüzün 3 boyutlu görüntü alma teknikleri oldukça gelişmiştir. Bu gelişmeler sayesinde yüzün yumuşak dokuları geleneksel antropometrik tekniklerine göre daha hızlı ve non-invaziv olarak ölçülebilmektedir.

Yukarıda sayılan avantajlarının yanında fotogrametri sistemlerinin bir diğer avantajı ise antropometrik ölçümlerin indirekt olarak yapılabilmesidir. İlgili bütün ölçümler hastanın 3 boyutlu yüz görüntüsü üzerinden yapılır. Hasta yüzünde yapılan direk ölçümler (kontakt yoluyla) hasta konforu açısından olumsuzluğa ve yumuşak dokularda deformasyona neden olabilir.

Antropometri; insan vücut ölçüleri ve vücut hareketlerinin mekanik yönleri ile bu hareketlerin frekans ve sınırları gibi insan vücut özellikleri ile uğraşan bir bilim dalıdır. Kraniofasial antropometri, kafa, yüz ve kulakların yüzeyinde tanımlanmış noktalar arasındaki mesafenin ölçümüdür (124).

3 boyutlu görüntüleme 1980'lerden bu yana hızla gelişmiştir ve ortodonti de birçok uygulama alanı bulmuştur. Stereo-fotogrametri 3 boyutlu yüzeyleri süperpoze ederek büyüme değişikliklerini ve tedavi değişikliklerinin incelenmesini sağlar ve bunun için renk kodlu termal haritalar kullanılır.

### **2.12.1. 3 Boyutlu Fasiyal Morfoloji Görüntüleme Sistemlerinin Sınıflandırılması**

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| 1 Fotogrametri | Stero-fotogrametri   |
| 2 Lazer Tarama | Sabit Ünite Lazerler |

\*Medical Graphics and Imaging Group

\*Cyberware Laboratory 3030/SP

\*Diğer Sabit Ünite Lazer Tarama Sistemleri

## Taşınabilir ve Mobil Sistemler

\*Minolta Lazer Tarayıcılar (model 700, 900, 910, 9i)

\* Fastscan

3 Yapılandırılmış Işık Tek Kameralı  
Çok Kameralı

\*Moire Fringe Paterni

\*OGIS Range Finder RFX-IV

\*CAM 3D Sistemi

\*C3D Sistemi

\*3dMD™ Face  
Sistemi

4 Video Imaging Motion Analysis

5 Radygrafik Geleneksel BT  
Kaynaklılar Konik Işınlı BT

6 Diğerleri MRI  
Ultrason  
Pulsed Holografi

**Tablo 1:** Yüzey görüntüleme cihazlarının sınıflandırılması

### 2.12.1.1. Stereo-Fotogrametri

Fotogrametri fotoğraf üzerinden 2 boyutlu veya 3 boyutlu yapıların ölçümlerinin yapılmasıdır (125). Tıp ve diş hekimliği alanında 1940' lardan beri kullanılmaktadır (126). Tanner and Weiner (127), bu tekniği modifiye edip standart hale getirmişlerdir. Böylece bu teknikle antropometrik boyutlar direk metot kadar benzerlik ve doğrulukta ölçülebilmektedir. Stereo-fotogrametri, teknik olarak iki veya daha fazla birbirleriyle stereo olarak eşlenmiş ve konfigüre edilmiş kameralarla yüz morfolojisini koordinatlarını kaydeder. Sistem çoklu görüntüleri çakıştırarak kombine eder ve 3 boyutlu fotoğraf üretir. Yüze yansıtılmış ışık paterni, yapılandırılmış ışık sistemi (structured light system) olarak sınıflandırılabilir. Beard and Burke (128) 1980' lerde yüze radial grid şeklinde yansıtma yöntemini tanıtmışlardır. Bu sayede birçok kesişim ölçüm noktaları elde edilmiştir. Sistem lens sisteminin arasına monte edilmiş stereometrik kamera ve özel flaş gerektirmektedir. Rass et al. (129), 15° yakınsama açısıyla konumlandırılmış, birbirine 50 santimetre uzaklıkta çerçeve üzerine

sabitlenmiş yarı metrik 2 kamera kullanımını açıklamışlardır. Kameralar arasına spot konumlandırılmış ve yüze grid ışık yansıtılmıştır. Bu grid, iki fotoğraf kaydını işleyerek derinlik algısı oluşturur. İşlemlerin güvenilirliği ve geçerliliği testlerle kontrol edilmiş ve fasiyal asimetri, dudak damak yarıklı hastalarda analizler için kullanılmıştır (129, 131).

Ayoub et al. (132) 2003' te stereo-fotogrametri tekniğini değerlendirmiş ve sonuçların kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. 3 boyutlu ultrasonik ölçüm sistemine kıyasla stereo-fotogrametri tekniğinde ölçümler arasındaki genel hatanın 0,6 mm' den daha az olduğunu bildirmişlerdir. Diğer 3 boyutlu görüntüleme sistemlerine göre en önemli avantajı, hızlı görüntü çekmesidir. Bu sayede küçük hastalardan hatta bebeklerden bile 3 boyutlu görüntü alınması olanaklı hale gelmiştir.

#### **2.12.1.2. Lazer Tarama**

Lazer tarama yöntemi mühendislik alanında nesnelerin 3 boyutlu görüntüsünü elde etmek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (133). Uzay ve otomotiv sanayisinde oldukça ufak defektlerin tespiti için kullanılan geçerli ve güvenilir bir yöntemdir. Lazer teknolojisi optik prensipleri kullanır ve esas olarak aktif stereoskopik bir tekniktir. Burada cismin uzaklığı doğrusal ışık kaynağı ve dedektör kullanılarak hesaplanır. Lazer ışık hüzmesi bir aynadan taranacak cisme saptırılır. Lazer ışık hüzmesinin son sapma açısı basit trigonometri ile hesaplanabilir. Bir nesnenin üzerine yansıtıldığı zaman saçılım olur. Buda bir dedektör tarafından yakalanır. Nesne, dedektör ve kaynak arasındaki mesafe geometrik esaslarla hesaplanır. Veriler basit X, Y, Z koordinatlarına dönüştürülür.

3 boyutlu görüntü yakalamada kullanılan cihazlar ışık kaynağına göre iki sınıfa ayrılabilir. Bunlar tek nokta ve yarık (split) tarayıcılar olarak bilinir. Split tarayıcılar, düzlem hattı şeklinde yansıtma yaparlar. Ayrıca optik ve mekanik basitliği, çekim zamanı gibi avantajlarından dolayı fasiyal morfolojinin görüntülenmesinde daha pratiktir (134).

### **2.12.1.2.1. Sabit Ünite Lazerler**

#### **2.12.1.2.1.1. The medical graphics imaging group (MGI) (University College London UK.)**

Moss et al. (134) lazerleri yüz görüntülemeye kullanan ve tanımlayan ilk ekiplerdendir. MGI sistemi (University College London, Gower Street, London, UK), yüze oblik açılı kamera ile izlenebilen, düşük güçte helium-neon lazer ışığı yansıtarak çalışır. Lazer ışığı dalga boyu 632.8 nm ve gücü 1 mW altında çalışır. Nesnelere merkezi Bölümde  $1.4^\circ$  diğer alanlarda  $2.8^\circ$  rotasyon derecesinde taranır. 20.000 noktanın koordinatı elde edilir ve 0,5 mm hassasiyetinde görüntü elde edilir. Tarama süresi 20 saniye olarak bildirilmiştir.

#### **2.12.1.2.1.2. Cyberware Laboratory 3030/SP**

Bu yüzey lazer tarama sistemi Cyberware Laboratory tarafından üretilmiştir (Cyberware Laboratory Inc. 2110 Del Monte Avenue, USA). Bu sistemde düşük yoğunluklu lazer hedefe yansıtılarak vurgulanmış profil elde edilir. Yüksek kalitede bir video sensörü iki farklı görüş noktasından görüntü yakalar. Sistem binlerce profil görüntüsünü çok kısa bir sürede dijitalize eder ve hedefin görüntüsü ve şekli elde edilir. Eş zamanlı ikinci bir video sensörü renk bilgisi sağlar. Tarayıcı 262.144 noktanın X, Y, Z koordinatlarını ve RGB (Red-Green-Blue) değerlerini kayıt edebilir.

Bush et al. (135) bu cihazın antropometrik noktaları ölçmedeki geçerliliğini test etmişlerdir. Bu cihaz kullanırken oluşabilecek potansiyel hataları hareket artefaktları, dijitalizasyon yanlışlıkları biyolojik varyasyonlar olarak bildirmişlerdir.

#### **2.12.1.2.1.3. Diğer Sabit Ünite Lazerleri**

Surflacer 3D-VMR201 (UNISN Inc., Osaka, Japan) 3 boyutlu lateral sefalometrik radyografiler lazer ile taranmış olan yüz görüntülerini birleştirip model oluşturan bir sistemdir. Bu sisteminin doğruluğunun görülebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duymaktadır.

Başka bir araştırmacı topluluğu Çin’de sabit lazer cihazı prototipi üretmiştir (136). Bu cihazda lazer dalga boyu 650 nm 0.5 mm hassasiyette çalıştığı üretici tarafından bildirilmiştir. Sistem 30 santim yarıçapında 0-180° tarama aralığında çalışmaktadır. Bu sistemin dezavantajı bir dakikalık uzun tarama süresidir.

#### **2.12.1.2.2. Taşınabilir ve Mobil Sistemler**

##### **2.12.1.2.2.1. Minolta Lazer Tarayıcılar**

1997’ de piyasaya sunulan Minolta lazer tarayıcılar (Minolta Co. Ltd, Osaka, Japan) ortodonti ve maksillofasiyal cerrahiye de içine alan medikal kullanıma uygun hızlı non-kontak 3 boyutlu görüntü üreten sistemdir.

VI-700 bu jenerasyonun ilk örneğidir. Yansıtılan lazer ışığı ve tanınacak yüzey arasındaki mesafe üçgenselleştirilerek hedefin boyu eni ve derinliği belirlenmiş olur. VI-700 yüzün ve dentisyonun 3 boyutlu görüntülenmesinde kullanılır (137).

2001 yılında Minolta VI-900 ü tanıtıldı. Bu sistemde göz emniyetli (eye safe) sınıf I lazer ışını yayılır.

2004 yılında VI-910 ve 2005 yılında ise 9i piyasaya sürülmüştür. Bu sistemler bir öncekilerle aynı özellikte çalışmasına rağmen daha hızlı taramaya olanak verir.

##### **2.12.1.2.2.2. Fastscan**

Bu yeni jenerasyon elle taşınabilir tarayıcı Fastscan (Polhemus Inc., USA), 670 nm dalga boyunda lazer ışını yayar. Cihaz spreyci boyama yapar gibi hedef nesneye karşı hareket ettirilir. Lazer ışığının distorsiyonunu karşılamak için lazer jeneratörünün her iki yanında simetrik olarak iki kamera bulunur. Tarayıcı, elektromanyetik tracker cihazı sayesinde nesnelerin uzayda ki pozisyonunu bilir, böylelikle sabitlenmiş bir tripodda gerek kalmaz. Tarama süresi 10-15 saniye arasındadır.

#### **2.12.1.3. Yapılandırılmış Işık Teknikleri (Structured Light Techniques)**

Yapılandırılmış ışık tekniği üçgensellik esası ile çalışan 3 boyutlu görüntü yakalamadaki diğer bir geniş kategoridir. Bir projektörden yapılandırılmış ışık paterni

hedef üzerine yansıtılır. Yüzeyi aydınlattığı zaman ışık paterni distorsiyona uğrar ve eğilir. Bilinen uzaklığa yerleştirilmiş olan sistemin kameraları bu yansıyan ve de distorsiyona uğramış ışığı karşılar ve 3 boyutlu koordinatlar hakkında bilgi verir (138).

#### **2.12.1.3.1. Tek Kameralı Sistemler**

Görüntüleme sistemi, siyah ve beyaz CCD (Charge-Coupled Device) ve monokrom LCD (Liquid Crystal Display) projektör ve bunlara bağlı bilgisayardan oluşmaktadır. Tuncay (139) yaptığı çalışmalarda kamera ve projektörü 30° açıyla pozisyonlandırmış iyi bir mankenden görüntü almışlardır. Dönen bir masa üzerindeki bu manken 10°' lik arttırmalarla 180° döndürmüştür. Sistem oldukça tatmin edici sonuçlar vermesine rağmen insan yüzü kullanıldığı zaman aynı başarılı sonuçlara ulaşamamışlardır (138, 139). Enciso et al. (140) yaptıkları çalışmada slide projektör, kalibrasyon paterni ve bir kameradan oluşan sistemle çalışmışlardır. Sistemin geçerliliğini test etmek için yaptıkları bu çalışmada noktalar işaretlenmiş fiziksel olarak ölçülmüş ve görüntü üzerinden ölçülerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Hata oranı 0.48-1.55 mm olarak bulunmuştur.

#### **2.12.1.3.2 İki veya Daha Fazla Kamera Sistemleri**

##### **2.12.1.3.2.1. Moire Fringe (Saçak) Paternleri**

Bu metot yapılandırılmış ışık tekniğinden daha önce 1970' de tanımlanmıştır (138). Moire kontur haritalama tekniğine dayanır. Bu sistemde bir yüzeyin önüne kafes konur ve cismin üzerine düşen gölgenin analizi yapılır. Elde edilen gölge saçakları, belirli koşullar altında nesnenin bir kontur hattı sistemine karşılık gelir. Bu yöntemle yüz deformiteleri değerlendirilebilir. Ancak bu sistem daha yumuşak geçişleri olan nesnelere daha iyi yarar. Yüz taranacağı zaman baş pozisyonuna dikkat edilmelidir. Baş pozisyonundaki ufak bir değişiklik ızgara deseninin de daha büyük değişikliklere neden olur (122,124).

##### **2.12.1.3.2.2. OGIS Range Finder RFX-IV**

3 boyutlu ölçümü ve değerlendirilmede kullanılan bu yöntemde likit kristal mesafe bulucu vardır (LCRF-OGIS Range Finder RFX-IV, OGIS Resaerch). Bu

sistemin çözünürlüğü 0.4 milimetredir. Bir saniyede bütün yüzde 30.000' den fazla nokta ölçülebilir. Bu sistem için bir program geliştirilmiştir. Bu program yüzdeki noktaları, mesafeyi, 3 boyutlu kurvatürleri ve RGB verilerinin diskriminant analizini yapar.

#### **2.12.1.3.2.3. CAM 3D Sistemi**

Diğer bir yapılandırılmış ışık sistemi ile çalışan 3 boyutlu görüntüleme yöntemidir (CamSoric GmbH, Braunschweig, Germany). Bir dizi kaydırılmış saçak deseni ilgili bölgeye yansıtılır. Veriler iki tane CCD kamerayla kaydedilir.

#### **2.12.1.3.2.4. C3D sistemi**

Bu sistemde hastanın yüzünün her iki yanında 2 çift stereo kamera vardır. Sistem çalışırken yüze gelişigüzel desen paterni yansıtılır. Gelen stereo görüntü verilerinden ilgili noktaların eşlenmesi otomatik korelasyon da bir bilgisayar tarafından yapılır.

#### **2.12.1.3.2.5. 3dMD Face Sistemleri**

3dMD Face tarama sistemi ilk olarak 1999 yılında kullanıcıya tanıtılmış bir tarama sistemidir. (3dMD, 100 Galleria Parkway, Suite 1070, Atlanta, GA 30339, USA.).

Bu sistemde stereo-fotogrametri ve yapılandırılmış ışık tekniği birleştirilmiştir. Bu sistem sağda ve solda üçer kamera olmak üzere çoklu kamera sistemi ile çalışmaktadır. Bu kameralardan biri renkli iki tanesi kızılötesi kameradır. Sistem çalışırken gelişigüzel ışık paternleri hedef cisim üzerine yansıtır ve çoklu hassas senkronize, optimum konfigürasyon için değişik açılarda pozisyonlandırılmış dijital kameralarla görüntüler kaydedilir. En yüksek çözünürlükte görüntü yakalama hızı 1.5 milisaniyedir. Bu da çocuklarla ilgili dokümantasyonlarda kullanışlıdır. Üretici firma sistem hassasiyetinin 0.2 mm RMS (Root Mean Square, Karekök Ort.)' den daha küçük olduğunu bildirmiştir. Sistemin teknik özellikleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

<b>Görüntü Yakalama Hızı</b>	~1.5 millisaniye
<b>Nesne Yakalama</b>	180 <sup>0</sup> yüz yakalama (iki kulak arası)



<b>Konfigürasyon</b>	İki modüler üniteye toplam altı kamerave kameralara senkronize sanayi tipi flaş
<b>Geometri Doğruluğu</b>	< 0.2 mm RMS (Root Mean Square, Karekök Ort.)
<b>Taşınabilirlik</b>	Kolayca demonte edilerek taşıma çantası ile mobil
<b>3 Boyutlu Görüntü Oluşturma Hızı</b>	7 saniye
<b>3 Boyutlu Yüzey Mesh Doğruluğu</b>	Senkronize stereo kameralardan gelen x, y, z koordinat sisteminden otomatik olarak sürekli 3 boyutlu poligon yüzey mesh üretimi
<b>Göz emniyeti (eye safe)</b>	Optik tabanlı non-invaziv ışık teknolojisi

**Tablo 2:** 3dMD Face sisteminin özellikleri



**Şekil 8:** 3dMD Face sistemi (141)

## **3dMD Face Sistemin Avantajları ve Dezavantajları**

### **Avantajları:**

- Yüksek hassasiyette yapılan anatomik ölçümlerin belgelendirilmesi ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir.
- Ortognatik teşhis ve planlama aşamasında yararlıdır.
- Tedavi süresince hastanın değişimleri kolayca takip edilebilir.
- Hasta-doktor iletişimini iyileştirir.
- Mevcut 3 boyutlu radyografik yüzey verilerine göre daha net bilgi verir.

### **Dezavantajları**

Işığın distorsiyona uğraması ve hastanın hareket etmesi sonucu mimiklerin değişmesi yüz ifadesinin değişmesi; çoklu görüntülerden fotoğraf modele dönüştürme aşamasında görüntülerin çakıştırılmasında hatalara neden olabilir (124, 141).

#### **2.12.1.4. Video-Imaging Sistemleri**

Diğer bazı optik esaslı sistemler video kamera teknolojisini kullanmakta olup 1 saniyede çok fazla kare yakalamakta ve kaydetmektedir. Bazı araştırmacılar 3 boyutlu hareket değerlendirmesinde bu yöntemi kullanılır. Caruso et al. (142) 'un çalışması bu konuda yapılan ilk çalışmalardandır. Caruso et al. bu çalışmada dudak ve alt çenenin bazı noktalarının çiğneme sırasındaki hareketlerini 3 boyutlu değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde dinamik kayıtları incelemek için Motion-Analysis (Motion-Analysis Corporation, Santa Rosa, CA) sisteminin kullanıldığı görüşmüştür (134, 143, 144). Fasiyel noktalara yansıtıcı marker'lar konumlandırılır. Deneklerden bazı fasiyel hareketleri yapmaları istenir.

3dMD Dynamic Face sistemi (3dMD, 100 Galleria Parkway, Suite 1070, Atlanta, GA 30339, USA) saniyede 60 adet 3 boyutlu görüntü kaydı yapar. Bu sistemde iki modül üniteye toplam altı senkronize kamera ve endüstriyel LED sisteminden oluşur. Görüntülerin lineer geometrik doğruluğu 0.5 mm'nin altındadır.



Şekil 9: 3dMD Dynamic Face sistemi (141)

## 2.12.1.5. Radyografik teknikler

### 2.12.1.5.1. Geleneksel Bilgisayarlı Tomografi

Allan McLeod Cormack ve Godfrey Hounsfield tarafından 1963 yılında geliştirilmiş bir kesitsel görüntüleme yöntemidir. X ışınlarıyla bir cismin değişik açılardan iki boyutlu görüntüleri alınarak o cismin 3 boyutlu görüntüsü elde edilir.

### 2.12.1.5.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

KIBT' de radyasyon kaynağı, düşük radyasyonlu konvansiyonel X-ray tübünden oluşmakta ve oluşan ışık demeti panel dedektörünün üzerine yansıtılır (145). Görüntüler ilgilenilen kısıtlı bir alan için oluşturulur. Bu da gereksiz ışına maruz kalınmasının önüne geçer. KIBT'de projeksiyon ortogonal ve X ışın hüzmeleri neredeyse birbirlerine paraleldir. Ayrıca hedef sensöre çok yakın olduğu için distorsiyon miktarı oldukça azdır. KIBT yazılımları birebir ölçüm yapmaya olanak tanır. KIBT ile elde edilmiş maksillo-mandibular veri her iki ark hakkında bilgi verir. Sistemin yazılımı kullanılarak veriler tekrar rekonstrükte edilip değişik perspektiflerden incelenebilir. Görüntüleme aşılmasında multiple görüntü elde edilmesi maliyet-verim açısından sistemi tercih edilebilir hale getirmiştir. KIBT sistemleri maksillofasiyal bölgedeki sert dokuların görüntülenmesi için tasarlanmıştır. 0.4-0.125 mm arasına çözünürlükle yüksek kalitede görüntü sunar. 10 ile 70 saniye arasındaki tarama zamanı harekete bağlı artefakt oluşum ihtimalini azaltır. Radyasyon dozu geleneksel bilgisayarlı tomografilere göre 15 kat daha azdır (146).

KIBT sert dokularının mükemmel görüntüsünü verir ancak kassal yapılar ve ataşmanlar gibi yumuşak doku komponentlerinde aynı başarıyı göstermez. Diğer dikkat edilmesi gereken bir nokta da hastanın pozisyonudur. Hastanın yatay veya dikey

olması yerçekimi etkisi, çenelerin istirahat pozisyonunu yumuşak dokuların doğru görüntülenmesini etkiler. Ayrıca, KIBT yüzün yumuşak dokularını gerçek renginde kaydetmez. Elde edilen 3 boyutlu görüntü fotoğraf kalitesinde değildir. Bu nedenlerden dolayı yumuşak dokuların yüzeyinin görüntülenmesinde Stereo-fotogrametri ve lazer tarama hala en iyi yöntemdir (141).

#### **2.12.1.6. Diğerleri**

##### **2.12.1.6.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme**

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) vücut yapılarının iki boyutlu görüntülenmesinde geleneksel olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu sistemler çoğunlukla radyo dalgalarının alıcıları ile birlikte bobinlerle donatılmış geniş silindir şeklinde elektromagnetten oluşmaktadır.

Görüntüsü alınacak nesne, sistemin içine yerleştirilir. Sistem çalışırken çok güçlü manyetik alan oluşur. Bu da dokulardaki hidrojen atomunun polarizasyonuna neden olur. Bu hidrojen atomunun depolarizasyonu radyo dalgalarına benzer ışın yayar. Elde edilen veri toplanır ve 3 boyutlu görüntü oluşturulur. Bu teknik baş ve boyun bölgesindeki uygulamalarda faydalıdır fakat prosedür pahalıdır (147).

##### **2.12.1.6.2. 3 Boyutlu Ultrason**

Teknik daha çok anne karnındaki fetüsün görüntülenmesinde kullanılır. Ancak uygulama alanı boyun ve baş bölgesi için de geliştirilmiştir. Yüksek frekanslı dalga, 3.5-7.0 MHz (bazı durumlarda bu frekansın üstüne veya altına çıkılabilir) ilgili alana temas halindeki bir proptan yayılır. Tekrarlayan ultrason dalgaları; alanı tarar, geri yansır ve aynı transducer tarafından karşılanır.

##### **2.12.1.6.3. Pulsed Holografi**

Holografik teknoloji birçok araştırmada kullanılmıştır (148). Genel olarak hologramlar 25 nanosaniye sürelik tek bir lazer pulsu ve bunun foto sensitif materyal üzerine kaydıyla oluşur. Hologramlar işlendikten sonra optik olarak rekonstrükte edilir. Bu teknik fasiyal topometrede başarıyla kullanılır.

Bu bilgiler ışığında; çalışmamızda mandibular retrognatiye bağlı iskeletsel ve dental Sınıf II maloklüzyona sahip, büyüme gelişim dönemi sonlanmış hastalarda, Forsus FRD EZ2 apareyinin 3 farklı dönemdeki iskeletsel, dental ve yumuşak doku değişimlerinin sefalometrik radyograflar ve 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Forsus FRD EZ2 apareyinin yumuşak dokular üzerine etkisinin olmadığı çalışmamızın birinci sıfır hipotezini oluşturmuştur. Yumuşak dokuların değerlendirilmesinde kullanılan iki değerlendirme yönteminin birbirlerinin yerine kullanılamayacağı ise ikinci hipotezimizi oluşturmuştur.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

#### 3.1. Bireyler

##### 3.1.1. Birey Seçimi

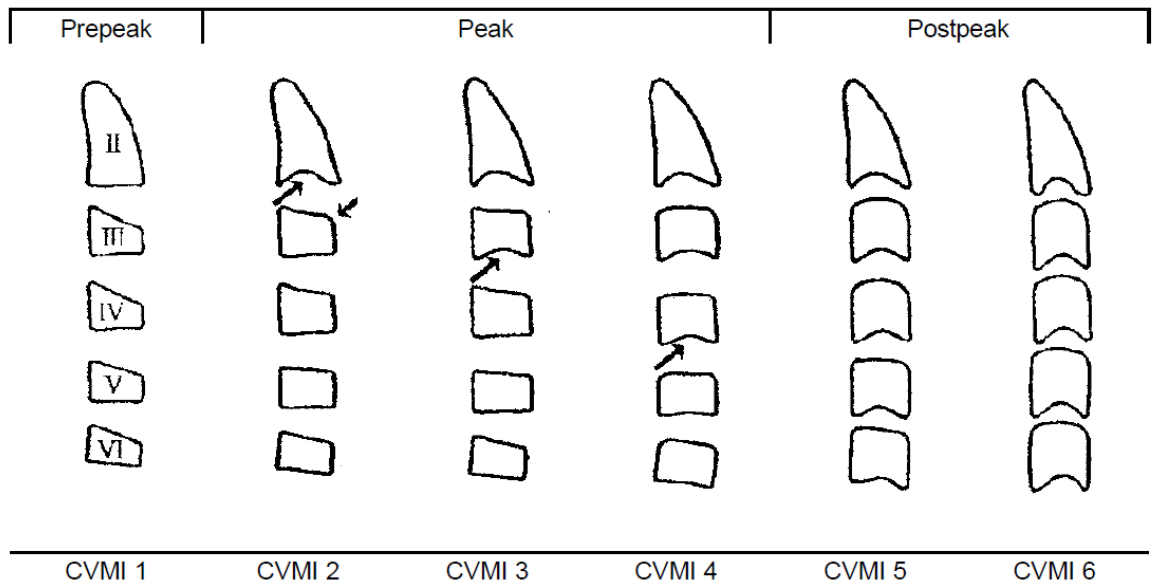
Çalışmamız, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi görmek amacıyla başvuran ve Forsus™ FRD (3M Unitek, St. Paul, Minn.) apareyi ile tedavi edilen 10 kız 10 erkek toplam 20 hastanın 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri ve sefalometrik radyografileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. G\*Power 3.1 (Franz Faul, Universität Kiel, Almanya) yazılım programı ile yapılan güç analizi sonucunda, 0.45 etki genişliğinde ve  $\alpha=0.05$  anlamlılık seviyesinde 16 hastadan oluşan örneklem sayısının %95' ten daha fazla (actual power=0.97) güç oluşturduğu tespit edilmiştir (Kritik  $\chi^2=3.3403$ ; merkezsizlik parametresi  $\lambda=19.44$ ). T0 ve T1 dönemlerine ait 20 hastanın kayıtları eksiksiz olarak bulunurken, son dönem kayıtlarına ulaşamayan 4 hasta nedeniyle T2 dönemi kayıtları 16 hasta için incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bireylerin araştırma grubuna dahil edilmesinde şu kriterler dikkate alınmıştır:

- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması,
- Aktif büyüme döneminde olmaması yani bireylerin tümünün pubertal gelişim atağının post-peak döneminde (CVMI 5-6) olması,
- Kafa kaidesine göre üst çene gelişiminin normal ya da hafif önde olduğu, alt çenesinde gelişim geriliği bulunan Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu olgular,
- Dik yön gelişiminin normal veya azalmış olması,
- Daimi dişlerin sürmelerinin tamamlanmış veya tamamlanmak üzere olması,
- Alt keser eğimlerinin dik veya dikleştirilmeye uygun olması,
- Dental arklarda minimum seviyede çapraşıklık olması,
- Vücut kitle indeksinin normal olması.

Çalışmanın yürütülebilmesi için İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 02.11.16 tarihli karar numaralı 284 etik kurul onayı alındı (Ek 1).

Çalışmaya dahil edilen hastaların seçiminde servikal vertebra olgunlaşma indeksi'nden [CVMI, (cervical vertebra maturation index)] yararlanılmıştır. II, III, IV, V ve VI nolu servikal vertebraların şekillerinden hastanın gelişimin hangi evresinde olduğu saptanmış; CVMI V ve VI büyüme periodunda olan yani post-peak gelişim evresinde olan bireyler araştırmaya dahil edilmiştir (75, 149, 150) (Şekil 10).



**Şekil 10:** Servikal vertebra olgunlaşma indeksi (CVMI) evreleri

Bireylerin tedavi başındaki (Forsus aпараты uygulanmadan hemen önce) kronolojik yaş ortalaması  $15.6 \pm 1.3$  yıl olup, kızlar için  $15.9 \pm 1.2$  yıl, erkekler için  $15.8 \pm 1.4$  yıldır. Erkeklerde en küçük ve en büyük yaşlar sırasıyla 15.2 yıl ve 17.5 yıl iken, kızlarda bu değerler 14 yıl ve 18.1 yıldır.

### 3.1.2. Hastalarda Vücut Kitle İndeksi (VKİ) Hesaplanması

VKİ hesaplaması 'Hastalıkların Önlenmesi ve Kontrolü Merkezi (A.B.D)' tarafından her cinsiyet ve yaş için ayrı ayrı belirlenen yüzdelik eğrileri değerlendirilerek yapılmıştır (151). Buna göre bütün hastalar için VKİ [ağırlık (kg)/boy ( $m^2$ )] hesaplaması yapıldıktan sonra cinsiyete göre belirlenen yüzdelik eğrisi

tabloları değerlendirilip 5 ve 85 arasındaki değerler arasındaki bireyler çalışmamıza dâhil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin her dönemde VKİ' leri benzer kalmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1 Tedavi Protokolleri

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin sabit ortodontik tedavileri 0.022x0.028 inç slotlu MBT band ve braket sistemi uygulanarak 0.016 inç Ni-Ti ark teli ile seviyelemeye başlanmış ve 0.016x0.022 inç Ni-Ti ark teli ile seviyelemeye devam edilmiştir. Seviyeleme sonrasında 0.019x0.025 inç Ni-Ti ve 0.019x0.025 inç paslanmaz çelik ark telleri sırasıyla 1 ay süre ile bekletilmiştir. 0.019x0.025 inç paslanmaz çelik ark tellerinin yerleştirilebileceği seans alt-üst arklar tel ligatürlerle birbirine bağlanıp ark telleri cinch-back (ark boyunu sabitlemek için ark telinin en distal ucundan 90 derece aşağı kıvrılması) yapılmıştır. Forsus™ apareyi uygulanmadan önce (T0) lateral sefalometrik radyograflar ve 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri alınmıştır. Bu hazırlık sonrası Forsus™ FRD EZ2 apareyi uygulanmıştır.

Aparey, molar ve kaninlerdeki Sınıf II ilişkiyi, Sınıf I veya süper Sınıf I ilişki sağlanana kadar ağızda bırakılmıştır. Sınıf I ilişki elde edildikten sonra kalıcılığı arttırmak için aparey bir ay boyunca ağızda pasif olarak bırakılmış ve tüm T1 kayıtları apareyin çıkarılmasını takiben alınmıştır. Apareyler ağızdan çıkartıldıktan sonra pekiştirme yapmak amacıyla, hastalara Sınıf II elastikler uygulanmıştır. (114, 152, 153).

Tedavi grubu büyüme gelişimi tamamlanmış bireylerden oluşturulacağı için tedavi değişikliklerini normal büyüme değişikliklerinden ayırt edebilmek için kontrol grubu oluşturulmamıştır. Çalışmamızda, Forsus™ (3M Unitek, St. Paul, Minn.) uygulamasının başında (T0), sonunda (T1) ve aparey çıkarıldıktan 6 ay sonra (T2) alınmış olan lateral sefalometrik radyografileri ve 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri tekrarlanmıştır.

Forsus™ FRD EZ2 apareyi ile tedavi süresi ortalama olarak  $5.11 \text{ ay} \pm 1.6 \text{ ay}$  dır.



### **3.2.3. Kayıtların Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi**

Uygulanan tedavinin sert dokular üzerindeki etkinliği sefalometrik radyografler ile değerlendirilirken, yumuşak dokular üzerindeki etkinliği ise 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri ile değerlendirilmiştir.

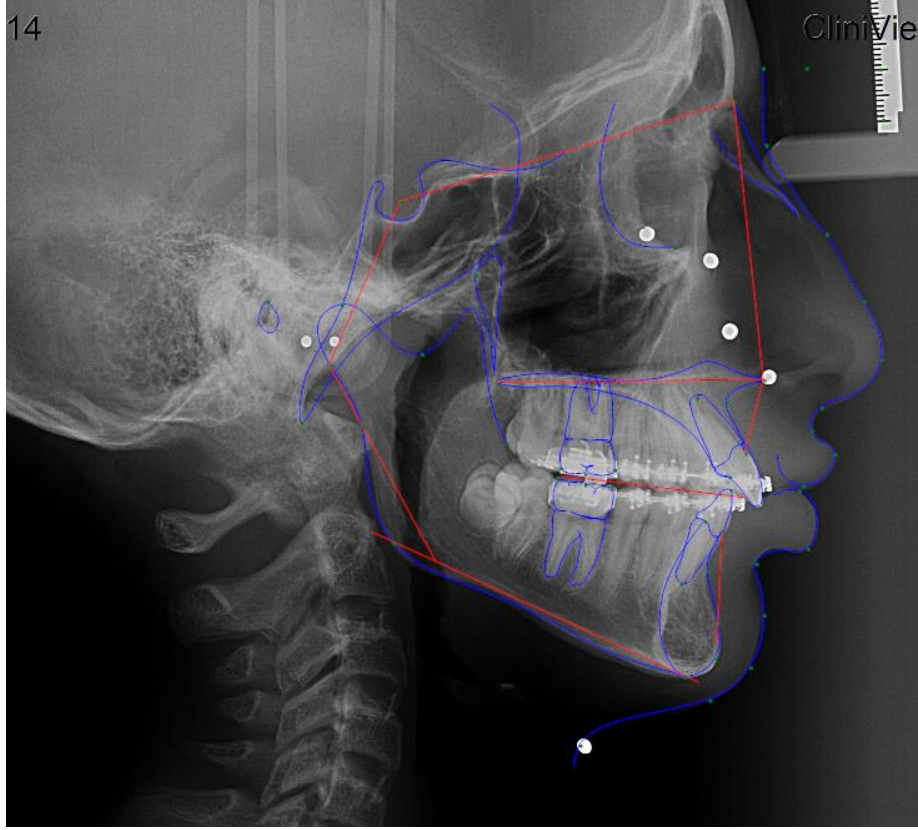
#### **3.2.3.1. Sefalometrik Radyografi Kayıtları**

Çalışmada kullanılan sefalometrik radyografler, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan Orthopantomograph OP300 (Scanora/Instrumentarium, Tuusula, Finland) sefalometrik röntgen cihazı ile çekilmiştir.

Lateral sefalometrik radyografler, hastanın başı Frankfort düzlemi yere paralel olacak şekilde, çeneler sentrik oklüzyon konumunda ve dudaklar istirahat pozisyonunda iken elde edilmiştir. Alınan tüm sefalometrik radyograflar üzerinde analiz yapmak amacıyla 34 adet sefalometrik nokta belirlenmiştir. Bu sefalometrik noktalar kullanılarak 7 düzlem oluşturulmuştur. Bu nokta ve düzlemlere dayanılarak 20' si iskeletsel, 17' si dişsel ve 15' i yumuşak doku olmak üzere toplam 52 adet ölçüm, Dolphin Imaging yazılımı versiyon 11.8 (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, USA) kullanılarak yapılmıştır.

##### **3.2.3.1.1. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Noktalar**

Lateral sefalometrik radyografler üzerinde analiz yapılmadan önce hangi noktaların kullanılacağı belirlenmiştir. Kullanılacak noktalar iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku noktaları olmak üzere 3 grupta toplanmıştır (Şekil 16).



**Şekil 11:** Lateral Sefalometrik Radyografilerde Kullanılan İskeletsel, Dişsel ve Yumuşak Doku Noktaları

### **İskeletsel Noktalar**

- 1) Porion (Po): Eksternal akustikus meatusun en üst noktasıdır.
- 2) Orbita (Or): Göz çukuru alt kenarının en derin noktasıdır.
- 3) Pterygoid nokta (Ptm): Pterygomaksiller fissurun ön ve arka kenarının alt birleşme noktasıdır.
- 4) Sella (S): Sella Turcica'nın orta noktasıdır.
- 5) Nasion (N): Frontonasal suturun ortaoksal düzlemle kesiştiği orta noktadır.
- 6) Basion (Ba): Basis oksipitalis' in endokraniyel yüzeylerinin birleşim yerinde norma lateraliste en alt ve en arka noktadır.
- 7) Condylion (Co): Mandibular kondiler çıkıntının en tepe noktasıdır.
- 8) Artikülare (Ar): Mandibula kondilinin arka dış sınırı ile oksipital kemiğin basiller kısmının alt kenarının kesiştiği noktadır.
- 9) Spina Nasalis Posterior (Pns): Sert damağın arka uç noktasıdır.

10) Spina Nasalis Anterior (Ans): Maksillada ön nasal açıklığın alt sınırı hizasında maksillanın orta sivri kemik parçası noktasıdır.

11) A noktası (A): Maksillada spina nasalis anterior ve Prosthion arasında kalan alveolar procesin orta konturu üzerindeki en derin noktadır.

12) B noktası (B): Mandibulada infradental ve Pogonion arasında kalan alveolar kontur üzerindeki en derin noktadır.

13) Gonion (Go): Mandibula ramusunun arka kenarına çizilen teğet ile mandibular alt kenarına çizilen teğetin oluşturduğu açının açıortayının mandibula üzerindeki izdüşüm noktasıdır.

14) Pogonion (Pog): Mandibula simfizi dış konturu üzerinde yer alan en ileri noktadır.

15) Gnathion (Gn): Mandibula simfizinin en ön ve en alt noktaları arasında kalan orta noktadır.

16) Menton (Me): Mandibula simfizinin dış sınırı üzerindeki en alt noktadır.

### **Dişsel Noktalar**

1) Üst 1 kesici kenar noktası (U1): Üst en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasıdır.  
2) Üst 1 kök ucu noktası (U1a): Üst en ileri orta kesici dişin kök ucu noktasıdır.  
3) Alt 1 kesici kenar noktası (L1): Alt en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasıdır.  
4) Alt 1 kök ucu kenar noktası (L1a): Alt en ileri orta kesici dişin kök ucu noktasıdır.

5) Üst 6 kron distali (U6d): Üst 1. büyükazı kronunun distal noktasıdır.

6) Üst 6 kron mesiali (U6m): Üst 1. büyükazı kronunun mesial noktasıdır.

7) Alt 6 kron distali (L6d): Alt 1. büyükazı kronunun distal orta noktasıdır.

8) Alt 6 kron mesiali (L6m): Alt 1. büyükazı kronunun mesial noktasıdır

### **Yumuşak Doku Noktaları**

1) Pronasale (Prn): Burnun sagittal düzlemdeki en ileri noktasıdır.

2) Subnasale (Sn): Nasal septumun üst dudak ile birleştiği noktadır.

3) Üst dudak noktası (Ls): Üst dudak derisi ile mukozasının birleştiği noktadır.

- 4) Alt dudak noktası (Li): Alt dudak derisi ile mukozasının birleştiği noktadır.
- 5) Yumuşak doku Pogonion (Pog'): Yumuşak doku çene ucunun en ön noktasıdır.
- 6) Yumuşak doku Gnation (Gn'): Anatomik Gnation noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.
- 7) Yumuşak doku Menton (Me'): Anatomik Menton noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.
- 8) Yumuşak doku A (A'): Subnazal ile üst dudak arasında kalan en derin noktadır.
- 9) Yumuşak doku B (B'): Yumuşak doku çene ucu ile alt dudak arasında kalan en derin noktadır.
- 10) Yumuşak doku Nasion (N'): Anatomik Nasion noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.
- 11) CF (Center of face point): Pterygoid noktasından geçen yüzün orta noktasıdır.
- 12) Servikal nokta: Submental bölge ile boyun arasındaki en iç noktadır.

#### **3.2.3.1.2. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Düzlemler**

Araştırmada kullanılan sefalometrik düzlemler aşağıda gösterilmiştir:

- 1) Ön kafa kaidesi düzlemi (SN): Sella ve Nasion noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 2) Palatal düzlem (PD): ANS noktası ile PNS noktasını birleştiren düzlemdir.
- 3) Oklüzal düzlem (OD): Ü1 ve A1 noktalarının orta noktası ile Ü6 ve A6 noktalarının orta noktasını birleştiren düzlemdir.
- 4) Mandibular düzlem (MD): Menton ve Gonion noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 5) E Doğrusu: Yumuşak doku çene ucu ile burun ucuna teğet olarak çizilen doğrudur.
- 6) Üst keser aksı (UIP): Üst keser diş ucu ile kök ucu noktalarından geçen ve üst keser dişin uzun eksenini belirten düzlemdir.
- 7) Alt keser aksı (LIP): Alt keser diş ucu ile kök ucu noktalarından geçen ve alt keser dişin uzun eksenini belirten düzlemdir.
- 8) MxOP: Üst 1. molar dişin mesial tüberkülünden üst keser dişin insizal kenarına uzanan doğrudur.
- 9) MdOP: Alt 1. molar dişin mesial tüberkülünden alt keser dişin insizal kenarına uzanan doğrudur.
- 10) N-A: Nasion ve A noktalarını birleştiren düzlemdir.

- 11) N-B: Nasion ve B noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 12) N-CF: Nasion ve CF noktasını birleştiren düzlemdir.
- 13) CF-A: CF ve A noktasını birleştiren düzlemdir.

### 3.2.3.1.3. Sefalometrik Kayıtlarda Kullanılan Ölçümler

#### İskeletsel Ölçümler

##### Vertikal Yöndeki Ölçümler

- 1) SN/Go-Gn açısı ( $^{\circ}$ ): SN doğrusu ile Go-Gn doğrusu arasında kalan açıdır.
- 2) Palatal-Mandibular düzlem açısı (PD-MD) ( $^{\circ}$ ): ANS-PNS doğrusu ile Go-Gn doğrusu arasında kalan açıdır.
- 3) Y eksenini (SGn-FH) ( $^{\circ}$ ): Sella-Gnation düzlemi ile Frankfurt düzlemi arasındaki açıdır.
- 4) FMA (GoGn-FH) ( $^{\circ}$ ): Gonion-Gnation düzlemi ile Frankfurt düzlemi arasındaki açıdır.
- 5) SN-PD ( $^{\circ}$ ): Sella-nasion düzlemi ile palatal düzlem arasında kalan açıdır.
- 6) İç açılar toplamı ( $^{\circ}$ ): N-S-Art, S-Art-Go ve Art-Go-Me açılarının toplamıdır.
- 7) S-Go (mm): Sella noktası ile Go noktası arasındaki mesafedir.
- 8) ANS-Me (mm): ANS ile Me noktaları arasındaki mesafedir.
- 9) Jarabak oranı: Arka yüz yüksekliği ile ön yüz yüksekliğinin oranıdır.
- 10) Maksiller yükseklik (N-CF-A): N-CF ve CF-A doğruları arasında kalan açıdır.

##### Maksillaya Ait İskeletsel Ölçümler

- 1) SNA açısı ( $^{\circ}$ ): Sella-Nasion (SN) ile Nasion-A (NA) doğruları arasında kalan açıdır. Maksiller apikal kaidenin kranyuma göre sagittal yönde konumunu belirler.
- 2) A-Na Perp mesafesi (mm): Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin A noktasına olan uzaklığıdır.
- 3) Efektif maksiller uzunluk (Co-A) (mm): Condylion noktası ile A noktası arasındaki mesafedir.

- 4) Maksiller derinlik (FH-NA) ( $^{\circ}$ ): FH düzlemi ile N-A doğrusu arasındaki açıdır.

### **Mandibulaya Ait İskeletsel Ölçümler**

- 1) SNB açısı ( $^{\circ}$ ): Sella-Nasion (SN) ile Nasion-B (NB) doğruları arasında kalan açıdır. Mandibular apikal kaidenin kranyuma göre sagittal yönde konumunu belirler.
- 2) Pog-Na Perp mesafesi (mm): Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin Pog noktasına olan uzaklığıdır.
- 3) Efektif mandibular uzunluk (Co-Gn) (mm): Condylion noktası ile Gnathion noktası arasındaki mesafedir.

### **Maksillo-Mandibular İlişkilere Ait Ölçümler**

- 1) ANB açısı ( $^{\circ}$ ): Nasion-A (NA) ile Nasion-B (NB) doğruları arasında kalan açıdır. Çenelerin birbirlerine göre sagittal yönde konumunu belirler.
- 2) Wits değeri (mm): A noktasının oklüzal düzlem üzerindeki iz düşümü ile B noktasının oklüzal düzlem üzerindeki iz düşümü arasındaki mesafedir.
- 3) Konveksite açısı (NA-APog) ( $^{\circ}$ ): Nasion-A (NA) ile A-Pogonion (APog) doğruları arasındaki açıdır.
- 4) Mx-Md: Co-Gn noktaları arasındaki mesafesi ile Co-A noktaları arasındaki mesafesi arasındaki farktır.

### **Dişsel Ölçümler**

- 1) U1P/SN açısı ( $^{\circ}$ ): Üst en ileri orta kesici dişin uzun aksının SN doğrusu ile yaptığı açıdır.
- 2) U1P/PD açısı ( $^{\circ}$ ): Üst en ileri orta kesici dişin uzun aksının PD doğrusu ile yaptığı açıdır.
- 3) U1P/NA açısı ( $^{\circ}$ ): Üst en ileri orta kesici dişin uzun aksının NA doğrusu ile yaptığı açıdır.
- 4) U1-NA mesafesi (mm): Üst en ileri orta kesici dişin insizal kenarının NA doğrusuna olan dik mesafesidir

- 5) U1P-MxOD (°): Maksiller keser dişin uzun aksının maksiller okluzal düzlemlerle yaptığı açıdır.
- 6) U1-PD (mm): Üst orta kesici dişin kesici uç noktasının palatal düzleme olan dik uzaklığıdır.
- 7) U6-PD (mm): Üst 1. molar dişin mesiyobukkal kasp tepesinin palatal düzleme olan dik uzaklığıdır.
- 8) IMPA açısı (°): Alt en ileri kesici dişin uzun eksenini ile GoGn doğrusu arasında kalan açıdır.
- 9) L1P/NB açısı (°): Alt en ileri kesici dişin uzun eksenini ile NB doğrusu arasında kalan açıdır.
- 10) L1-NB mesafesi (mm): Alt en ileri kesici dişin tepe noktasının NB doğrusuna olan dik mesafesidir.
- 11) L1P-MdOD (°): Mandibular keser dişin uzun aksının mandibular okluzal düzlemlerle yaptığı açıdır.
- 12) L1-MD (mm): Alt orta kesici dişin kesici uç noktasının mandibular düzleme olan dik uzaklığıdır.
- 13) L6-MD (mm): Alt 1. molar dişin mesiyobukkal kasp tepesinin mandibular düzleme olan dik uzaklığıdır.
- 14) İnterinsizal açı (U1P/L1P) (°): Üst en ileri kesici dişin uzun aksının alt en ileri kesici dişin uzun aksı ile yaptığı açıdır.
- 15) Overjet (mm): Oklüzal düzlem üzerinde alt ve üst kesici dişlerin kesici kenarları arasında sagittal yöndeki mesafedir.
- 16) Overbite (mm) Üst ve alt en ileri kesici dişlerin kesici kenarları arasındaki dik yöndeki kapanış miktarıdır.

### **Yumuşak Doku Ölçümleri**

- 1) Nazolabial açı (Prn-Sn-Ls) (°): Pronasale noktası ve subnasale noktası ile subnasale noktası ve üst dudak vermillion hattı arasındaki açıdır.
- 2) Üst dudak-E düzlemi mesafesi (mm): Ls noktasının E düzlemine olan uzaklığıdır.

- 3) Alt dudak-E düzlemi mesafesi (mm): Li noktasının E düzlemine olan uzaklığıdır.
- 4) Nasal projeksiyon (mm): Burun ucunun subnasaleden geçen doğruya olan horizontal mesafesidir.
- 5) Üst dudak protrüzyonu (ULA) (mm): Üst dudak en ön noktasının subnasale-pogonion düzlemine olan mesafesidir.
- 6) Alt dudak protrüzyonu (LLA) (mm): Alt dudak en ön noktasının subnasale-pogonion düzlemine olan mesafedir.
- 7) Yumuşak doku A noktası (A') (mm): Yumuşak doku A' noktasının true vertical line (TVL)' a olan dik mesafesidir.
- 8) Yumuşak doku B noktası (B') (mm): Yumuşak doku B' noktasının TVL' ye olan dik mesafesidir.
- 9) Yumuşak doku Pogonion noktası (Pog') (mm): Yumuşak doku Pog' noktasının TVL' ye olan dik mesafesidir.
- 10) Yumuşak doku konveksitesi (°): Yumuşak doku nasion, subnasale, yumuşak doku Pog noktaları arasında kalan açıdır.
- 11) Alt dudak-çene-boğaz açısı (LCTA) (°): Labiale inferius, yumuşak dokuya Pogonion ve servikal noktaları arasında kalan açıdır.

### **3.2.3.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtları**

#### **3.2.3.2.1. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Elde Edilmesi**

Hastaların 3 boyutlu görüntüleri 3dMD görüntüleme sistemi (3dMD, Atlanta, Ga, USA) kullanılarak elde edilmiştir. Bu sistemde birden çok kamera konfigürasyonu kullanılmaktadır ve iki ayrı set halinde toplam 6 kameradan oluşmaktadır. Bu kameraların 2 tanesi kızılötesi 1 tanesi ise renk kamerasıdır. Sistemde bulunan senkronize kameralar belirli açılarda yerleştirilmiştir ve böylece optimum konfigürasyonu elde etmektedirler. 3dMDvultus yazılımı x, y, z koordinatlarında iki ayrı noktadan toplam altı kamera ile elde ettiği kayıtlardan bir görüntü meydana getirmektedir. 3dMDvultus yazılımı kaydedilen görüntülerin kusursuz olması için



kamera sistemi ile birlikte kalibre edilip ve bağılı bulunduğu görüntüleme ünitesinde 3 boyutlu görüntüleri işleme hazır hale getirilmiştir.



**Şekil 12:** 3dMD görüntüleme sistemi kameraların konumlandırılması

Sistem tüm yüz görüntüsünü, kulaktan kulağa ve saç diplerinden çene altı bölgesine kadar, yüksek çözünürlükte ve sadece 1.5 ms içinde çekmektedir. Çekim hızının ileri seviyede olması hasta hareketinden kaynaklanabilecek görüntü kirliliklerini ortadan kaldırmaktadır.

3dMD sistemi insan yüzünü 3 boyutlu olarak görüntülemek için özel tasarlanmış bir yüzey görüntüleme sistemidir. İnsan yüzünün doğrusal, açısal ve hacimsel olarak ölçümlerini yapabilmektedir. Bununla birlikte 3dMD görüntüleme sistemleri hasta ile 1 e 1 boyutlarda görüntü vermektedir.

Hastalara, 3 boyutlu yüz tarama görüntü kayıtları alınmadan önce sırt-boyun kaslarının gevşemesi için egzersiz verildi ve daha sonrasında kayıtların alınması için hastalar ayarlanabilir bir sandalyeye oturtuldu. Sandalyenin yüksekliği hastaların gözleri ile kamera seviyeleri denk gelecek şekilde ayarlandı. Kayıt sırasında hastalardan takılarını, gözlüklerini vb. çıkarılması istenmiştir. Hastaya, karşısına yerleştirilen aynada gözlerinin içine bakması söylenmiştir. Hastaların doğal baş pozisyonunda durmaları için doğal baş pozisyonu anlatılmış ve bu pozisyonda görüntüler alınmıştır. Görüntülerin doğal baş pozisyonunda alınması, görüntülemenin tekrarlanmasını kolaylaştırıp ve görüntülerde standardizasyonu sağlamıştır (154).

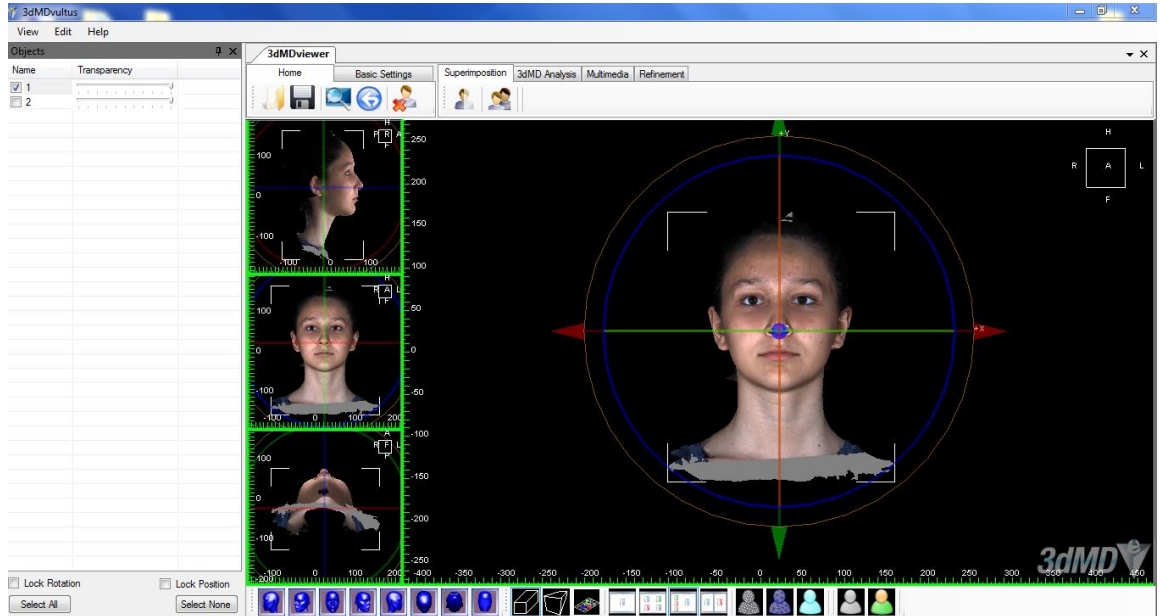
Hastadan 3 boyutlu yüz tarama görüntü kayıtları alınırken hastanın sentrik oklüzonda, dişlerin maksimum interkuspidasyonda olmasına, kaslarını gerilimsiz tutmasına ve dudaklarını hafif temas halinde olmasına dikkat edilmiştir. Bu konumu

yakalayabilmesi için hastaların dişlerinin en iyi kenetlendiği konumda çenesini kapatması ve gerilimsiz şekilde rahat konumda kalması istenilmiş ve bu konumdayken kayıtlar alınmıştır.

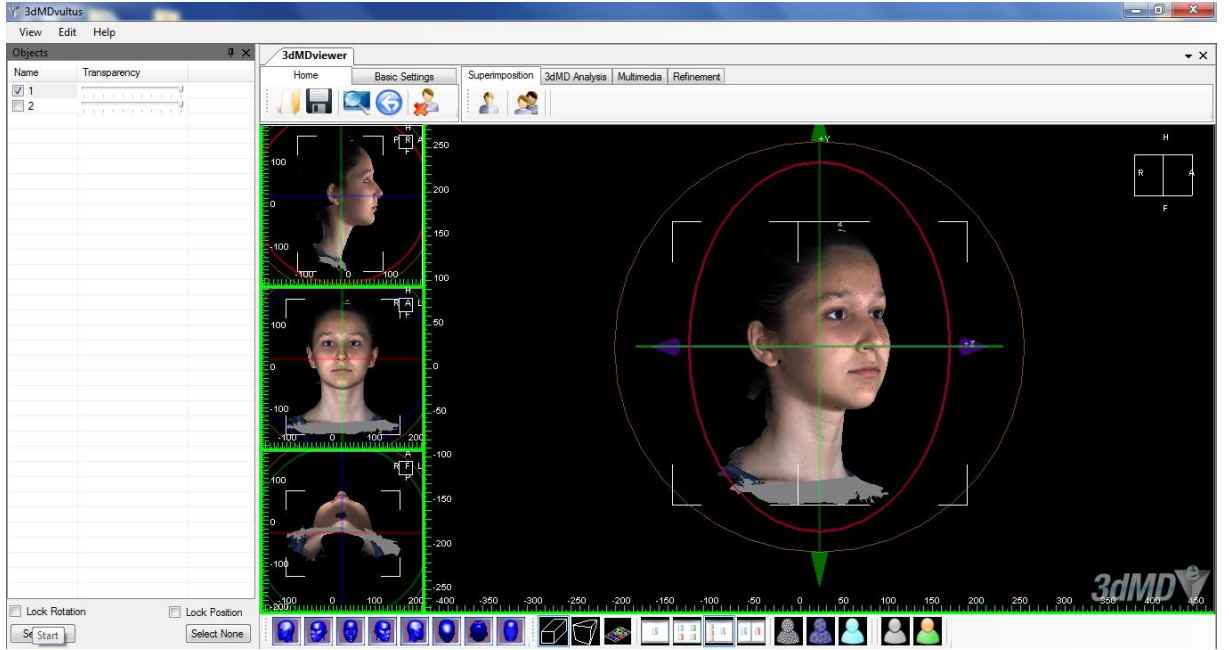
### 3.2.3.2.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizleri

3dMD görüntüleme sistemi ile elde edilen 3 boyutlu verilerin analizleri için 3dMDvultus analiz programı (3dMD, Atlanta, Ga, USA) kullanılmıştır. Programda 3 boyutlu görüntüler üzerinde noktalar belirlenmeden önce görüntülerin uzayın 3 boyutunda uygun ve standart pozisyonlarda yerleştirilmesi sağlanmıştır.

Her bir görüntünün oryantasyonu düzlemsel görünümlemler kullanarak, uzayda üç düzlemde yapılmıştır (x, y ve z). İlk olarak, aksiyel düzlem (x) sağ ve sol taraftaki porion noktasını, orbitale noktası ile birleştiren iki boyutlu yatay Frankfort düzlemine benzer şekilde yumuşak doku üzerinde bir düzlem oluşturuldu. Daha sonra sagittal düzlem (y), Nasion noktasından geçen ve aksiyel düzleme dik olacak şekilde oluşturuldu. Son olarak, koronal düzlem (z), transporiyonik çizgi kullanılarak oluşturuldu ve aksiyel ve sagittal düzlemlere dik olarak sabitlendi. Bu sayede tüm 3 boyutlu yüz görüntüleri standardize edilmiştir (Şekil 13,14).



Şekil 13: Görüntülerin uzaydaki konumunu veren düzlemlerin ayarlanması ve oryantasyonu: Frontal görünüm



**Şekil 14:** Görüntülerin uzaydaki konumunu veren düzlemlerin ayarlanması ve oryantasyonu: 45° lik yandan görüntü

Referans düzlemleri oluşturulduktan sonra diğer noktalar belirlenmiştir. Belirlenen her bir nokta x, y ve z düzlemlerinde belirli bir değer almış ve (x, y, z) olarak yazılarak değerlendirilmiştir.

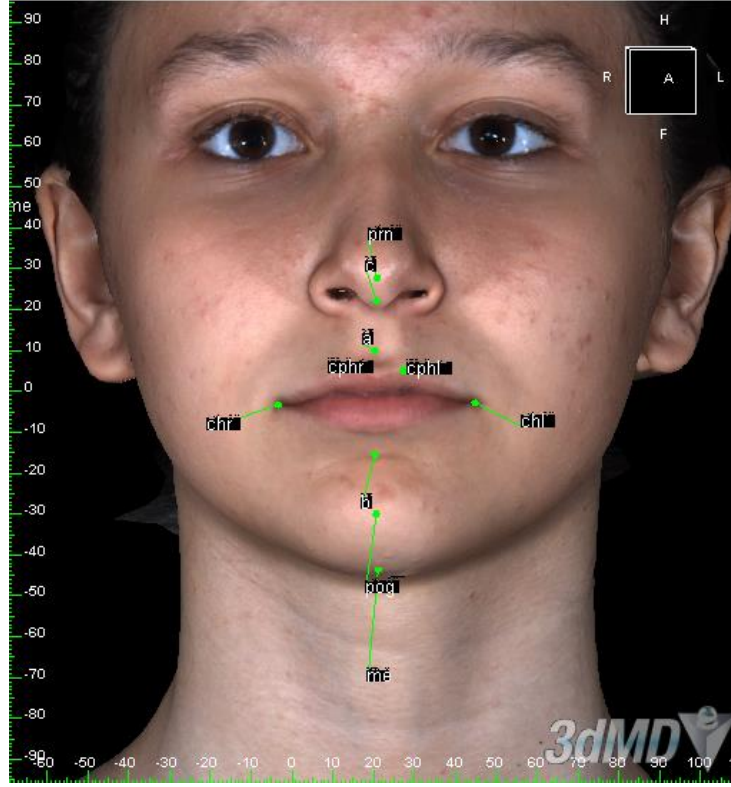
### 3.2.3.2.2.1. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizlerinde Kullanılan Noktalar

3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde referans düzlemleri oluşturulduktan sonra referans noktaları konulmuştur (Şekil 15-17).

- 1) Glabella noktası (G'): Fronto-orbital yumuşak doku konturunun en anterior orta noktasıdır.
- 2) Yumuşak doku nasion noktası (N'): Burun kökünün yumuşak doku konturundaki en posterior noktasıdır.
- 3) Pronasale noktası (Prn'): Burun ucunun en anterior noktasıdır. Eğer bifid burun yapısının söz konusu ise en anteriorda olan nokta seçilmelidir.

- 4) Subnasale noktası (Sn'): Kolumella ile üst dudağın birleşim yerinin nazolabial yumuşak doku konturundaki noktasıdır.
- 5) Columella noktası (C'): Kolumellanın nostril top point seviyesindeki orta noktasıdır.
- 6) Yumuşak doku A noktası (A'): Filtrum'un en derin noktasıdır.
- 7) Labiale superius noktası (Ls): Üst dudağın vermilion hattındaki orta noktasıdır.
- 8) Crista philtri noktaları (Cphr, Cphl): Vermilion hattı ile filtrumun yukarı çıkan kenarlarının birleşim noktalarıdır.
- 9) Stomion noktası (Sto): Dudaklar kapalıyken iki dudak birleşiminin horizontal orta noktasıdır. Hasta istirahat halindeyken dudakları kapanmıyorsa dudaklar arasındaki aralığın ortasında bu nokta oluşturulmaktadır.
- 10) Cheilio noktaları (Chr, Chl): Dudak birleşim kenar noktalarıdır.
- 11) Labiale inferius noktası (Li): Alt dudağın vermilion hattındaki orta noktasıdır.
- 12) Yumuşak doku B noktası (B'): Alt dudak ile çene ucu arasındaki labiomentel yumuşak doku konturunun en derin noktasıdır.
- 13) Yumuşak doku Pogonion noktası (Pog'): Çene ucunun en dış noktasıdır.
- 14) Yumuşak doku Menton noktası (Me'): Çene ucunun yumuşak doku konturunun en aşağı noktasıdır. Bu nokta iskeletsel menton noktasının izdüşümüne denk gelmektedir.

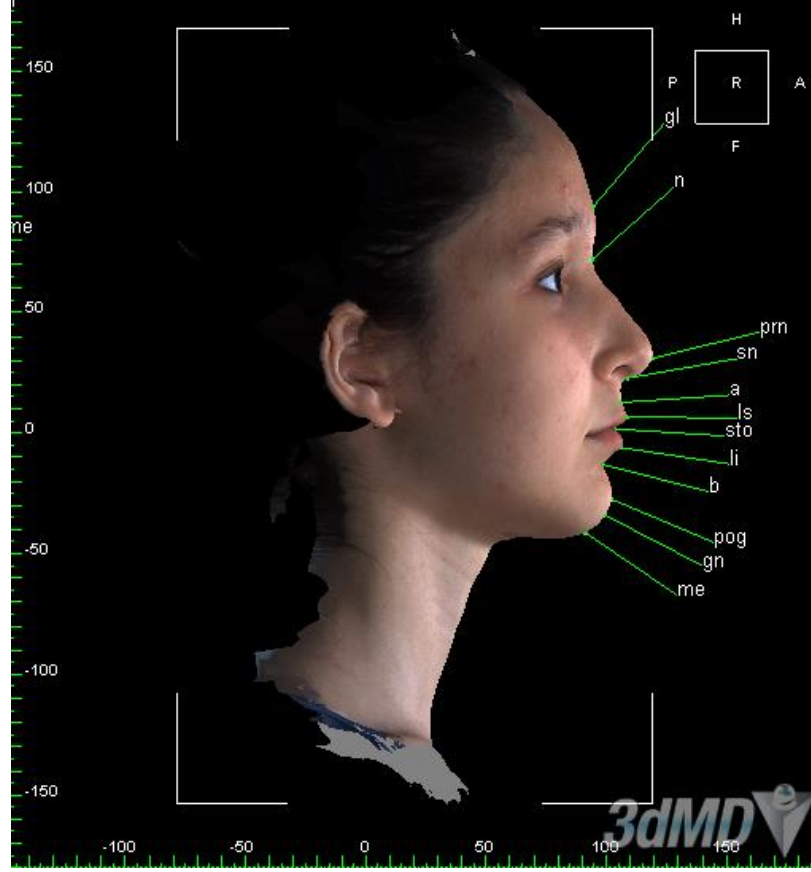
3 boyutlu yüz tarama görüntülerinde noktalar işaretlendikten sonra doğrusal, açısal ve oransal analizler yapılmıştır. Tüm ölçümler tek bir araştırmacı tarafından yapılmıştır.



Şekil 15: 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi:  
Önden görüntüsü



Şekil 16: 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi:  
45°'lik yandan görüntüsü



**Şekil 17:** 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde kullanılan noktaların gösterimi:  
Yandan görüntüsü

### **3.2.3.2.2.2. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Kayıtlarının Analizlerinde Kullanılan Ölçümler**

#### **Doğrusal Ölçümler**

- 1) Üst dudak uzunluğu: Subnasale ve Stomion noktaları arasındaki mesafedir.
- 2) Üst dudak vermillion uzunluğu: Labiale superius ve Stomion noktaları arasındaki mesafedir.
- 3) Alt dudak uzunluğu: Stomion ve yumuşak doku Menton noktaları arasındaki mesafedir.
- 4) Alt dudak vermillion uzunluğu: Stomion ve Labiale inferius noktaları arasındaki mesafedir.

5) Anterior yüz yüksekliği: Yumuşak doku N ve yumuşak doku Me noktaları arasındaki mesafedir.

6) Alt yüz yüksekliği: Subnasale ve yumuşak doku Me noktaları arasındaki mesafedir.

### **Oransal Ölçümler**

- 1) N-Me/Sn-Me: Anterior yüz yüksekliğinin alt yüz yüksekliğine oranıdır.
- 2) Ls-Sto/Sto-Li: Üst dudak vermilion uzunluğunun alt dudak vermilion uzunluğuna oranıdır.
- 3) Sn-Sto/Sto-Me: Üst dudak uzunluğunun alt dudak uzunluğuna oranıdır.

### **Açısal Ölçümler**

- 1) Nazofrontal açı (G-N-Prn): Yumuşak doku glabella, nasion, pronasale noktaları arasında kalan açıdır.
- 2) Nazolabial açı (C-Sn-Ls): Yumuşak doku kolumella, subnasale, labiale superius noktaları arasında kalan açıdır.
- 3) Labiomentel açı (Li-B-Pog): Labiale inferius, yumuşak doku B ve Pog noktaları arasında kalan açıdır.
- 4) Yumuşak doku konveksite açısı (N-Sn-Pog): Yumuşak doku nasion, subnasale, yumuşak doku Pog noktaları arasında kalan açıdır.
- 5) Nazomentel açı (N-Prn-Pog): Yumuşak doku nasion, pronasale, yumuşak doku Pog noktaları arasında kalan açıdır.
- 6) Üst dudak açısı (Chr-Ls-Chl): Sağ cheilion, labiale superius, sol cheilion noktaları arasında kalan açıdır.
- 7) Alt dudak açısı (Chr-Li-Chl): Sağ cheilion, labiale inferius, sol cheilion noktaları arasında kalan açıdır.
- 8) Dudaklar arası açı (Ls-Sto-Li): Labiale superius, stomion, labiale inferius noktaları arasında kalan açıdır.

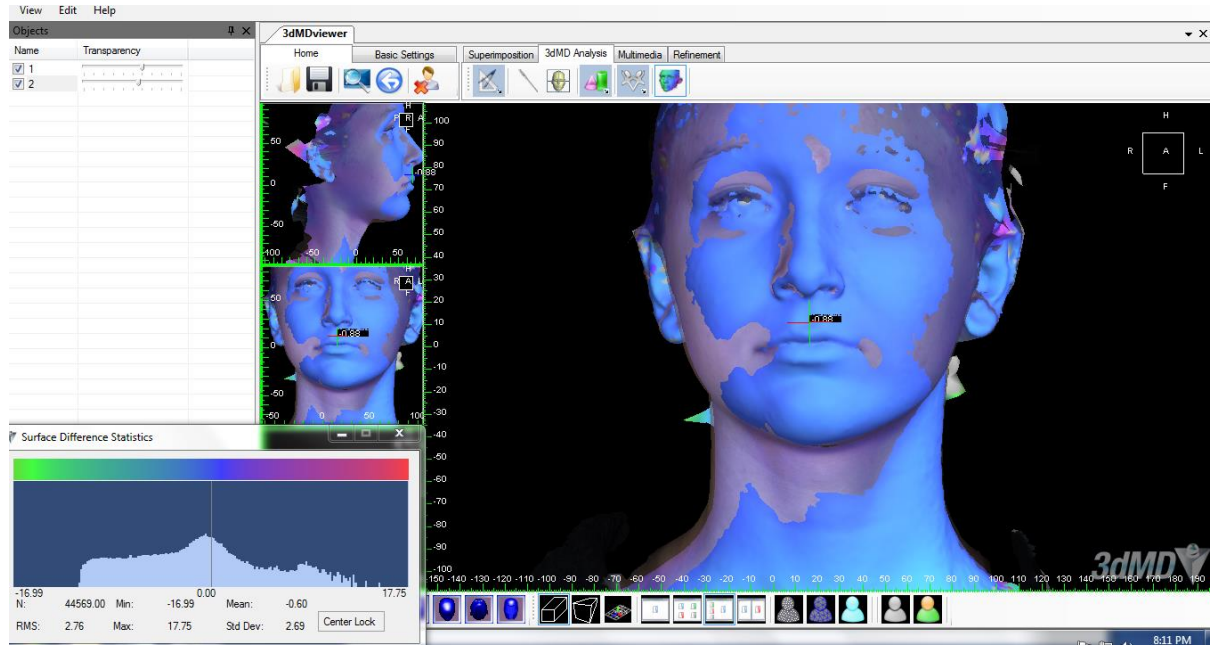
3 boyutlu yüz tarama görüntü kayıtlarında analizlerin yapılması için ilk olarak, koordinat sisteminde konumları ve rotasyonları ayarlanmıştır. Forsus™ apareyi



takılmadan hemen önce (T0) ile çıkarıldıktan hemen sonra (T1) ve Forsus™ apareyi çıkarıldıktan hemen sonra (T1) ile aparey çıkarıldıktan 6 ay sonra (T2) alınmış 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri yazılımın karşılaştırma fonksiyonu kullanılarak, Maal et al. (155)' in karşılaştırma yapılabilmesi için en uygun noktalar olarak rapor ettiği alın, burun dorsumu ve şakak bölgeleri seçilmiştir.

Yazılım kullanım kılavuzunda belirtilen ve karşılaştırma işleminin ne kadar tutarlı olduğunu belirleyen değer olan RMS (Root Mean Square-Ortalama Karekök ) değeri her birey için kaydedilmiş ve RMS değerinin 1' in altında olduğu karşıştırmalar yeniden yapılmıştır. Taylor et al. (156)' in çalışmasında olduğu gibi RMS değeri mümkün olan en küçük değere ulaşacak şekilde karşıştırmalar uygulanmıştır.

Ölçümlerdeki pozitif "+" değerler anatomik noktanın anteroposterior düzlemde tedavi sonrasında öne (anterior) doğru hareket ettiğini gösterirken, negatif "-" değerler ise anatomik noktanın anteroposterior düzlemde geriye (posterior) doğru hareket ettiğini göstermektedir.



**Şekil 18:** İki farklı dönemdeki 3 boyutlu yüz tarama görüntülerinin karşılaştırılması

Çaşırtma yapılan iki görüntü arasında hem renk histogramındaki değişiklikler hem de milimetrik değişiklikler incelenmiştir. Renk histogramı, karşıştırılmış iki görüntü arasındaki farklılığı görsel değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Sonuç pozitif



olduğunda ikinci görüntünün topografyası daha belirgindir; negatifte ise tam tersidir. Farklılıklar, her renk ile ilişkili değerlere sahip bir renk spektrumu boyunca temsil edilmektedir. İki görüntü karşılaştırırken, aşırı pozitif değişim kırmızı kod ile ve aşırı negatif değişim yani eksilme mavi kod ile temsil edilmektedir (Şekil 18).

### 3.3. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilerin analizi, SPSS (Statistical Package for Social Sciences software 21.0, Chicago, IL) paket programı ile yapıldı. Apey uygulanma öncesi, çıkarıldığı seans ve ortodontik tedavi sonrası 6. aydaki sefalometrik ve 3 boyutlu yüz tarama kayıtlarının, ölçüm hata düzeyini kontrol etmek amacıyla, rastgele seçilen 10 sefalometrik ölçüm, 5 adet yüz görüntüsünün karşılaştırmaları ve antropometrik noktaların tekrarlanabilirliği bir hafta sonra tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler kaydedilmiştir. Tekrarlanan ölçümler Bland Altman plot analizi ile değerlendirilmiştir.

3 farklı dönemdeki sefalometrik ve 3 boyutlu yüz tarama görüntü kayıtlarını içeren verilerin normal dağılıma uyup uymadığının belirlenmesi için Shapiro-Wilks testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu tespit edildikten ( $P>0.05$ ) sonra verilerin karşılaştırılması amacıyla parametrik testler kullanılmıştır ve tanımlayıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde gösterilmiştir. Bu değerler Tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü varyans analiz (ANOVA) yöntemi ile SAS (9.3) Mixed Effect model kullanılarak test edilmiştir. Elde edilen kayıtların farklı zaman dilimlerindeki karşılaştırmalarında ve ikili karşılaştırmaları SAS proc mixed prosedürü içinde paired-t testi ile bonferroni düzeltmesiyle yapılmıştır.  $P<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3 boyutlu yüz tarama görüntülerinde üç farklı zamana ilişkin değişimlerinin (T0-T1 ve T1-T2) normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek için Shapiro-Wilks testi yapıldı. Verilerin normal dağılım göstermediği tespit edildi ve nonparametrik değerler için Wilcoxon Signed Ranks testi yapıldı.

3 boyutlu yüz tarama görüntülerinden elde edilen verilerin altın standart olarak kabul edilen sefalometri verilerine göre güvenilirliği Bland-Altman plot analizi ile test edildi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. METOT HATASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ölçümlerin tutarlılığının ve antropometrik noktaların tekrarlanabilirliğinin değerlendirildiği grup içi korelasyon verilerine göre 1 hafta arayla yapılan her bir değişkenin ikili ölçümleri arasında yüzde 90 ve daha yüksek oranda korelasyon tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları (r) incelendiğinde tekrarlama katsayılarının RMS ölçümlerinde ve antropometrik noktalar ile elde edilen ölçümlerde 90-100 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Metot hatasına ilişkin Bland-Altman analizinin sonuçları, çalışmadan kullanılan ölçümlerin, sonuçları etkilemeyecek ve önemli olmayan bir hata ile tekrarlanabileceğini göstermiştir. Sonuçlar Tablo 3’ te verilmiştir.

<b>Ölçüm</b>	<b>ICC</b>	<b>Korelasyon</b>	<b>Bias</b>	<b>95% CI</b>	<b>SE</b>
<b>SNA</b>	0.972	-0.007	-0.7	-0.708; 0.701	1.205
<b>SNB</b>	0.996	0.65	-0.113	-0.100; 0.929	0.458
<b>ANB</b>	0.911	0.409	-0.6	-0.415; 0.865	1.184
<b>A-Na Perp</b>	0.900	-0.073	1.425	-0.740; 0.666	2.067
<b>Pog-Na Perp</b>	0.910	0.113	-1.6	-0.643; 0.757	3.250
<b>SGn-FH</b>	0.911	-0.87	0.575	-0.746; 0.658	1.805
<b>SN-GoGn</b>	0.975	0.498	-0.538	-0.319; 0.890	1.523
<b>FMA</b>	0.937	-0.204	-0.013	-0.795; 0.584	1.734
<b>SN-PD</b>	0.956	-0.015	-0.375	-0.712; 0.697	1.511
<b>PD-MD</b>	0.961	-0.23	0.1	-0.804; 0.566	2.069
<b>Açılar toplamı</b>	0.980	0.365	-0.288	-0.611; 0.779	1.516
<b>S-Go</b>	0.965	0.445	1.175	-0.378; 0.875	2.985
<b>ANS-Me</b>	0.955	-0.232	0.937	-0.805; 0.565	2.752
<b>Co-A</b>	0.940	-0.196	1.05	-0.792; 0.590	3.141
<b>Co-Gn</b>	0.945	0.025	1.75	-0.692; 0.707	3.665
<b>Mx-Md</b>	0.969	0.549	0.7	-0.553; 0.904	1.634
<b>UIP-SN</b>	0.905	-0.218	0.15	-0.800; 0.575	2.855
<b>UIP-PD</b>	0.916	-0.451	-0.25	-0.877; 0.372	3.243
<b>UIP-NA</b>	0.901	-0.331	0.875	-0.840; 0.488	2.729
<b>U1-NA</b>	0.928	-0.158	1.2	-0.776; 0.615	1.912
<b>IMPA</b>	0.957	-0.128	-0.138	-0.764; 0.634	2.548
<b>L1P-NB</b>	0.978	0.162	-0.613	-0.613; 0.778	2.199
<b>L1-NB</b>	0.957	0.339	-0.275	-0.481; 0.842	0.924
<b>L1P-APog</b>	0.982	-0.004	0.1	-0.707; 0.703	0.573
<b>UIP-L1P</b>	0.963	0.151	0.3	-0.619; 0.774	2.932
<b>Wits</b>	0.900	-0.066	-0.263	-0.736; 0.670	1.486
<b>LL-E</b>	0.947	-0.056	-0.063	-0.732; 0.675	0.946
<b>UL-E</b>	0.915	-0.031	-0.413	-0.720; 0.689	0.967

<b>U1-PD</b>	0.967	-0.484	0.8	-0.886; 0.334	1.038
<b>U6-PD</b>	0.987	-0.354	0.438	-0.847; 0.468	0.475
<b>L1-MD</b>	0.906	0.427	-0.325	-0.397; 0.870	1.666
<b>L6-MD</b>	0.962	0.131	-0.35	-0.632; 0.765	1.204
<b>FH-NA</b>	0.910	-0.117	-1.213	-0.759; 0.640	2.009
<b>N-CF-A</b>	0.974	0.033	0.125	-0.688; 0.721	1.199
<b>UIP-MxOP</b>	0.949	-0.094	-0.188	-0.749; 0.654	1.505
<b>L1P-MdOP</b>	0.934	-0.179	-0.15	-0.785; 0.602	2.969
<b>Nasal proj.</b>	0.920	0.196	-0.3	-0.590; 0.791	1.186
<b>A'</b>	0.908	-0.387	-0.9	-0.858; 0.436	1.66
<b>ULA</b>	0.915	-0.17	-0.2	-0.781; 0.608	0.826
<b>LLA</b>	0.906	-0.217	-0.675	-0.800; 0.575	1.47
<b>B'</b>	0.900	-0.616	-0.563	-0.921; 0.157	2.263
<b>Pog'</b>	0.945	-0.383	-0.375	-0.857; 0.441	1.586
<b>NA-APog</b>	0.933	0.48	-0.925	-0.339; 0.885	2.067
<b>Yumuşak doku konv.</b>	0.947	0.314	1.3	-0.502; 0.834	1.188
<b>PFH/AFH</b>	0.983	0.303	-0.088	-0.511; 0.830	1.204
<b>OB</b>	0.906	-0.122	-0.1	-0.761; 0.637	0.828
<b>OJ</b>	0.904	0.024	-0.213	-0.692; 0.717	1.316
<b>Nazofrontal açı</b>	0.986	-0.359	-0.375	-0.849; 0.463	2.189
<b>Nazolabial açı</b>	0.955	0.018	-1.225	-0.695; 0.714	2.654
<b>LCTA</b>	0.923	-0.264	1.05	-0.817; 0.542	2.336
<b>Nazomental açı</b>	0.947	-0.28	-0.5	-0.822; 0.529	1.556
<b>Labiomental açı</b>	0.984	-0.212	-0.75	-0.798; 0.579	2.272
<b>Üst dudak uzunluğu</b>	0.902	-0.404	-0.313	-0.895; 0.684	1.199
<b>Üst vermillion uzunluğu</b>	0.910	-0.115	-0.385	-0.612; 0.897	0.924
<b>Alt dudak uzunluğu</b>	0.904	-0.232	0.195	-0.804; 0.566	0.573
<b>Alt vermillion uzunluğu</b>	0.920	0.365	-0.288	-0.611; 0.779	1.932
<b>Anterior yüz yüksekliği</b>	0.900	0.445	1.175	-0.678; 0.875	1.486
<b>Alt yüz yüksekliği</b>	0.946	-0.922	0.937	-0.805; 0.565	0.946
<b>Anterior yüz yüksekliği/Alt yüz yüksekliği</b>	0.993	-0.296	1.052	-0.792; 0.890	0.967

<b>Üst vermillion uzunluğu / Alt vermillion uzunluğu</b>	0.952	0.125	1.75	-0.792; 0.707	1.438
<b>Üst dudak uzunluğu / Alt dudak uzunluğu</b>	0.915	0.489	0.84	-0.753; 0.804	0.485
<b>Nazofrontal açı</b>	0.925	-0.388	0.306	-0.800; 0.675	1.706
<b>Nazolabial açı</b>	0.902	-0.461	-0.258	-0.877; 0.472	1.004
<b>Labiomental açı</b>	0.972	-0.531	0.985	-0.840; 0.488	1.009
<b>Konveksite açısı</b>	0.905	0.27	-0.2	-0.790; 0.668	1.902
<b>Nazomental açı</b>	0.900	-0.317	-0.550	-0.820; 0.675	0.505
<b>Üst dudak açısı</b>	0.944	-0.616	-0.530	-0.826; 0.276	1.559
<b>Alt dudak açısı</b>	0.930	-0.483	-0.380	-0.817; 0.542	1.120
<b>Dudaklar arası açı</b>	0.902	0.368	-0.225	-0.636; 0.785	0.924
<b>Ls</b>	0.972	0.188	0.638	-0.802; 0.644	0.583
<b>Pog</b>	0.906	0.303	0.264	-0.778; 0.830	1.632
<b>Gn</b>	0.900	-0.122	0.120	-0.841; 0.671	1.486
<b>Me</b>	0.900	0.105	-0.485	-0.712; 0.887	0.924
<b>A'</b>	0.958	-0.132	0.195	-0.814; 0.676	0.573
<b>B'</b>	0.932	-0.165	-0.108	-0.711; 0.779	1.932
ICC: (Intraclass Correlation Coefficient) Sınıf içi Korelasyon Katsayısı Bias: Farkların Ortalaması SE: (Standart Error) Farkların Standart Sapması CI: Güven aralığı					

**Tablo 3:** Metot hatasına ilişkin Bland-Altman plot analizi sonuçları

## 4.2. SEFALOMETRİK RADYOGRAFİLER ÜZERİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER İLE İLGİLİ BULGULAR

Post-peak dönemde olan hastalardan oluşan çalışmamızda, toplam 20 hastanın Forsus™ FRD apareyi ile tedavi öncesinde (T0) ve aparey çıkartıldıktan sonra (T1) ve 16 hastanın aparey çıkarıldıktan 6 ay sonra (T2) alınan toplam 56 adet sefalometrik analiz verilerinin ortalama, standart sapma T0, T1 ve T2 dönemleri arası verilerinin karşılaştırılması Tablo 4' te gösterilmiştir.

### 4.2.1. İskeletsel Bulgular

Forsus™ FRD apareyi uygulaması sonucu meydana gelen iskeletsel değişiklikler Tablo 4' te gösterilmiştir.

T0, T1 ve T2 dönemleri arası ölçülen 20 iskeletsel parametreden sadece 1'inde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

SNA, SNB, ANB, NA-APog açıları tüm dönemlerde azalma göstermiş olup bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

A-Na Perp uzaklığı; istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen T0-T1 dönemleri arası azalmış, T1-T2 dönemlerinde ise değişmemiştir ( $P>0.05$ ).

Pog-Na Perp, FH-NA ve Wits değerleri T0-T1 arası azalma T1-T2 arası ise artış göstermiştir. Wits değerindeki değişimler T0-T1 ve T0-T2 dönemleri arasında  $P<0.001$  değerinde anlamlıdır. Pog-Na Perp ve FH-NA değerlerindeki değişimler ise istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

SGn-FH, FMA, Mx-Md, ANS-Me, Co-A, Co-Gn değerlerinde T0-T1 arası artma T1-T2 arası azalma görülmüştür, ancak bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

SN-GoGn, PD-MD, iç açılar toplamı, S-Go ve N-CF-A değerlerinde her dönemde artma gözlenmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ).

SN-PD değeri T0-T1 arası istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış göstermiş, T1-T2 arası ise değişmemiştir ( $P>0.05$ ).

#### 4.2.2. Dişsel Bulgular:

Üç dönemde meydana gelen değişiklikler Tablo 4' te gösterilmiştir. Ölçülen 17 dişsel parametreden 7' sinde T0-T1 dönemleri arasında, 4' ünde ise T0-T2 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Üst keserlerin ön-arka yönde konumunu ve açısını ifade eden; U1P-SN, U1P-PD, U1P-NA (°) değerleri T0-T1 dönemleri arası azalmış, T1-T2 dönemleri arası artmış, U1-NA (mm) azalmış T1-T2 arası değişmemiş, U1P-MxOP ise her dönemde azalmıştır. Ancak değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

Alt keserlerin ön-arka yönde konumunu ve açısını ifade eden; IMPA, L1O-NB (°), L1-NB (mm), L1P-APog T0-T1 dönemleri arası artmış, T1-T2 dönemleri arası azalmıştır. T0-T1 ve T0-T2 dönemleri arası değişimler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0.001$ ,  $P<0.01$ ). L1P-MdOP her dönemde azalmıştır ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

U1P-L1P açısı her dönemde azalmış ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

Üst keserlerin vertikal konumunu ifade eden U1-PD her dönemde artmış, üst molarların vertikal konumunu ifade eden U6-PD her dönemde azalmıştır. Değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Alt keserlerin vertikal konumunu ifade eden L1-MD T0-T1 dönem arası azalmış T1-T2 arası artmış, alt molarların vertikal konumunu ifade eden L6-MD T0-T1 arası artmış, T1-T2 arası azalmıştır. L1-MD deki her dönemdeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ( $P>0.05$ ) L6P-MD de T0-T1 dönemleri arasındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0.05$ ).

OB ve OJ değerleri istatistiksel olarak anlamlı seviyede T0-T1 arası azalmış, T1-T2 arası artmıştır ( $P<0.001$ ).

### 4.2.3. Yumuşak Doku Bulguları:

T0, T1 ve T2 dönemlerinde meydana gelen değişiklikler ve birbirleriyle karşılaştırmaları Tablo 4' te gösterilmiştir. Ölçülen 15 yumuşak doku parametresinden 2'sinde T0-T1 dönemleri arası, 1'inde ise T0-T2 dönemleri arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Ls-E değerinde her dönemde azalmıştır. Bu değişimler T0-T1 ve T0-T2 dönemleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0.001$ ).

Labiomental açısı T0-T1 döneminde artmış, T1-T2 döneminde azalmıştır. Bu değişimlerden sadece T0-T1 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ( $P<0.001$ ).



Ölçüm	T0 (Forsus™ uygulamadan hemen önce) n=20		T1 (Forsus™ çıkarıldıktan hemen sonra) n=20		T2 (6 ay sonra) n=16		P değeri	T0-T1	T1-T2	T0-T2
	Ort.	SD	Ort.	SD	Ort.	SD				
<b>SNA</b>	79.265	3.440	78.645	3.554	78.218	3.316	0.524	NS	NS	NS
<b>SNB</b>	75.255	3.542	75.005	3.325	74.793	3.241	0.746	NS	NS	NS
<b>ANB</b>	4.010	1.865	3.640	1.877	3.425	1.445	0.545	NS	NS	NS
<b>A-Na Perp</b>	-1.760	3.530	-2.465	3.379	-2.431	3.587	0.277	NS	NS	NS
<b>Pog-Na Perp</b>	-7.945	5.839	-8.655	5.469	-8.243	6.915	0.613	NS	NS	NS
<b>SGn-FH</b>	60.415	3.669	60.760	3.205	60.343	4.221	0.614	NS	NS	NS
<b>SN-GoGn</b>	32.790	5.140	32.960	5.660	33.275	5.649	0.835	NS	NS	NS
<b>FMA</b>	23.760	5.361	23.905	5.414	23.775	5.699	0.912	NS	NS	NS
<b>SN-PD</b>	10.285	3.194	10.405	3.616	10.425	3.161	0.403	NS	NS	NS
<b>PD-MD</b>	25.350	4.904	25.430	6.116	25.743	4.991	0.361	NS	NS	NS
<b>İç Açılar toplamı</b>	395.645	5.083	396.015	5.580	396.125	5.409	0.759	NS	NS	NS
<b>S-Go</b>	72.115	7.134	72.575	7.028	72.668	6.320	0.788	NS	NS	NS
<b>ANS-Me</b>	62.570	5.847	63.685	6.081	63.587	5.335	0.139	NS	NS	NS

<b>Co-A</b>	83.155	4.444	83.870	4.598	83.681	4.501	0.485	NS	NS	NS
<b>Co-Gn</b>	107.505	7.009	108.835	7.633	108.631	6.610	0.236	NS	NS	NS
<b>Mx-Md</b>	24.350	4.105	25.385	4.208	24.956	4.111	0.102	NS	NS	NS
<b>UIP-SN</b>	103.505	4.845	101.705	5.589	102.668	5.942	0.087	NS	NS	NS
<b>UIP-PD</b>	113.810	5.414	112.185	5.823	112.768	6.497	0.230	NS	NS	NS
<b>UIP-NA</b>	24.240	4.564	23.075	5.335	24.450	5.348	0.297	NS	NS	NS
<b>U1-NA</b>	4.870	1.769	4.010	1.937	4.087	1.796	0.063	NS	NS	NS
<b>IMPA</b>	92.430	5.318	97.965	4.811	96.800	5.343	<0.0001	***	NS	**
<b>L1P-NB</b>	23.335	5.156	28.475	4.438	27.937	4.340	<0.0001	***	NS	***
<b>L1-NB</b>	4.685	1.918	6.260	1.556	5.712	1.641	<0.0001	***	NS	**
<b>L1P-APog</b>	1.165	2.165	3.045	1.681	2.531	1.499	<0.0001	***	NS	***
<b>UIP-L1P</b>	128.430	6.221	124.665	5.441	124.375	5.949	0.002	**	NS	*
<b>Wits</b>	2.245	2.573	0.190	1.763	0.318	1.531	<0.0001	***	NS	***
<b>Li-E</b>	-0.040	2.483	-0.495	2.325	-0.668	1.707	0.155	NS	NS	NS
<b>Ls-E</b>	-2.435	1.914	-3.655	1.561	-3.725	1.411	<0.0001	***	NS	***
<b>U1-PD</b>	26.790	3.095	27.455	3.247	27.487	3.241	0.319	NS	NS	NS
<b>U6-PD</b>	20.615	2.443	20.130	2.324	20.062	2.713	0.539	NS	NS	NS

<b>L1-MD</b>	34.510	3.252	33.790	2.877	34.006	3.149	0.306	NS	NS	NS
<b>L6-MD</b>	25.245	3.216	26.395	2.818	26.062	2.795	0.020	*	NS	NS
<b>FH-NA</b>	88.260	3.467	87.685	3.155	87.743	3.585	0.418	NS	NS	NS
<b>N-CF-A</b>	59.935	3.104	60.085	3.475	60.112	2.840	0.577	NS	NS	NS
<b>UIP-MxOP</b>	55.825	3.420	55.575	3.026	54.731	3.801	0.332	NS	NS	NS
<b>L1P-MdOP</b>	66.025	4.286	64.645	4.054	64.568	3.731	0.065	NS	NS	NS
<b>Nasal proj.</b>	13.955	2.072	14.635	2.266	14.668	2.251	0.071	NS	NS	NS
<b>A'</b>	-2.655	1.504	-2.595	2.002	-2.825	1.682	0.896	NS	NS	NS
<b>ULA</b>	0.300	2.178	-0.020	2.340	-0.206	2.220	0.512	NS	NS	NS
<b>LLA</b>	-4.245	2.808	-3.245	3.171	-3.793	2.998	0.072	NS	NS	NS
<b>B'</b>	-13.735	3.364	-12.600	3.703	-12.737	3.227	0.063	NS	NS	NS
<b>Pog'</b>	-12.115	3.968	-11.265	4.060	-10.987	3.413	0.065	NS	NS	NS
<b>NA-APog</b>	5.215	5.164	4.855	4.798	4.375	4.252	0.537	NS	NS	NS
<b>Yumuşak doku konv.</b>	125.715	3.427	125.895	3.661	125.893	3.051	0.508	NS	NS	NS
<b>PFH/AFH</b>	63.280	4.525	62.960	5.528	62.731	4.371	0.726	NS	NS	NS
<b>OB</b>	2.570	0.910	0.990	0.869	1.468	0.755	<0.0001	***	NS	***

<b>OJ</b>	5.830	1.588	2.905	0.843	3.112	0.755	<0.0001	***	NS	***
<b>Nazofrontal açı</b>	137.255	9.374	135.490	8.424	134.393	8.392	0.317	NS	NS	NS
<b>Nazolabial açı</b>	113.710	10.303	114.025	11.038	110.681	12.914	0.101	NS	NS	NS
<b>LCTA</b>	106.060	7.737	106.520	7.447	109.943	5.812	0.149	NS	NS	NS
<b>Nazomental açı</b>	123.945	4.525	123.365	3.661	121.806	4.371	0.153	NS	NS	NS
<b>Labiomental açı</b>	111.795	12.005	121.900	14.110	116.737	10.401	0.0008	***	NS	NS
Ort. Ortalama SD: Standart Deviasyon NS: p>0.05, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001										

**Tablo 4:** T0, T1 ve T2 dönemleri arası sefalometrik değişimlerin karşılaştırılması

### 4.3. 3 BOYUTLU YÜZ TARAMA GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER İLE İLGİLİ BULGULARI

Aynı bireylere ait 3 boyutlu yüz tarama görüntü analiz verilerinin ortalama, standart sapma, T0, T1 ve T2 dönemleri arası verilerinin karşılaştırılması Tablo 5'te gösterilmiştir. Ölçülen 17 yumuşak doku parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Üst vermillion uzunluğu, alt dudak uzunluğu, nazofrontal açı, nazomental açı ve dudaklar arası açı her üç dönemde de azalma görülmüş ancak değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Anterior yüz yüksekliği/alt yüz yüksekliği, anterior yüz yüksekliği, nazolabial açı ve labiomental açıda her üç dönemde de artma olmuş ancak değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

Üst vermillion uzunluğu/alt vermillion uzunluğu, üst dudak uzunluğu/alt dudak uzunluğu, alt yüz yüksekliği ve üst dudak uzunluğunda T0-T1 dönemleri arasında azalma, T1-T2 dönemleri arasında artma gözlenmiştir, ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

Konveksite açısı, üst dudak açısı, alt dudak açısı ve alt vermillion uzunluğunda T0-T1 dönemleri arası artma, T1-T2 dönemleri arası azalma görülmüştür, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

T0-T1 ve T1-T2 dönemleri arasında Ls, Li, Pog, Gn, Me, A ve B noktalarındaki değişimler histogram renk skalası ile incelenmiş ve değişimlerin lineer farkları hesaplanmıştır (Tablo 6). Analiz sonucu bu noktalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Artış olan değerler noktanın anterior yönde, azalış olan değerler posterior yönde değişimleri ifade etmektedir.

Ls, Pog, Gn, Me ve A' noktalarında anterior yönde değişim, Li ve B' noktalarında ise posterior yönde değişim görülmüştür. Değerler arası fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ).

#### **4.4. 3 BOYUTLU YÜZ TARAMA GÖRÜNTÜ VERİLERİNİN SEFALOMETRİK VERİLERE GÖRE GÜVENİLİRLİK BULGULARI**

3 boyutlu yüz tarama görüntü verilerinin sefalometri' ye göre güvenilirliğinin incelenmesi için s5 açısal ölçüm kullanılmıştır (Tablo 7).

Bland-Altman plot analizi sonucu güven aralığının geniş olduğu, sıfırın etrafında belirli bir trend (artış ya da azalış) olmadığı ve bu limitlerin dışında uç değerler görülmüştür. Sonuç olarak; 3 boyutlu yüz tarama görüntü verilerinin altın standart olarak kullanılabilirliği bu bulgumuza göre mümkün değildir. Bu doğrultuda iki sistemin yumuşak dokuların değerlendirilmesinde birbirlerinin yerine kullanılmayacağı hipotezi kabul edilmiştir..

	<b>T0 (Forsus™ uygulamadan hemen önce) n=20</b>		<b>T1 (Forsus™ çıkarıldıktan hemen sonra) n=20</b>		<b>T2 (6 ay sonra) n=16</b>		<b>P Değeri</b>
	<b>Ort.</b>	<b>SD</b>	<b>Ort.</b>	<b>SD</b>	<b>Ort.</b>	<b>SD</b>	
<b>Üst dudak uzunluğu</b>	22.025	2.204	21.853	3.043	22.700	2.707	0.125
<b>Üst vermillion uzunluğu</b>	7.644	1.334	7.552	1.655	7.539	1.516	0.761
<b>Alt dudak uzunluğu</b>	43.583	3.465	43.300	3.962	43.198	3.267	0.800
<b>Alt vermillion uzunluğu</b>	9.183	1.268	9.245	1.772	9.038	1.611	0.645
<b>Anterior yüz yüksekliği</b>	113.400	7.328	113.559	8.805	116.404	6.552	0.064
<b>Alt yüz yüksekliği</b>	65.352	4.692	64.989	6.296	65.620	4.343	0.652
<b>Anterior yüz yüksekliği/Alt yüz yüksekliği</b>	1.737	0.062	1.752	0.090	1.775	0.071	0.106
<b>Üst vermillion uzunluğu / Alt vermillion uzunluğu</b>	0.836	0.119	0.834	0.207	0.843	0.150	0.662
<b>Üst dudak uzunluğu / Alt dudak uzunluğu</b>	0.508	0.054	0.505	0.057	0.526	0.665	0.205

<b>Nazofrontal açı</b>	152.346	6.147	152.155	6.954	152.023	6.577	0.199
<b>Nazolabial açı</b>	115.284	11.193	116.161	9.828	117.417	11.425	0.095
<b>Labiomental açı</b>	120.011	12.486	124.708	19.217	127.639	14.129	0.067
<b>Konveksite açısı</b>	154.804	5.127	154.977	4.180	153.594	4.416	0.640
<b>Nazomental açı</b>	138.723	4.907	138.348	4.460	137.976	4.484	0.862
<b>Üst dudak açısı</b>	106.752	5.282	108.022	4.712	107.043	4.642	0.233
<b>Alt dudak açısı</b>	122.114	6.507	122.822	6.604	120.373	5.775	0.061
<b>Dudaklar arası açı</b>	141.913	14.849	136.458	15.492	132.865	16.541	0.071
Ort. Ortalama SD: Standart Deviasyon NS: p>0.05, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001							

**Tablo 5:** T0, T1 ve T2 dönemleri arasındaki 3 boyutlu yüz tarama görüntülerinin karşılaştırılması



	Ls			Li			Pog			Gn			Me			A'			B'		
	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max
<b>T0-T1</b>	-0.64	-5.43	4.05	-0.103	-4.92	2.42	-0.385	-6.53	3.24	-0.232	-7.33	3.26	-0.1	-4.64	3,37	-0.297	-4.69	2.56	1.329	-2.37	4.2
<b>T1-T2</b>	-0.705	-4.65	0.75	-0.585	-4.11	0.86	-0.374	-5.43	4.56	-0.138	-6.83	4.08	0.519	-3.3	6.1	-0.458	-4	1.16	0.349	-1.67	3.36
<b>P</b>	0.717			0.07			0.959			0.756			0.918			0.918			0.96		
NS: $p>0.05$ , * $p<0.05$ , ** $p<0.01$ , *** $p<0.001$																					

**Tablo 6:** 3 boyutlu yüz tarama görüntülerindeki yumuşak doku noktalarının lineer karşılaştırılması

	<b>ICC</b>	<b>Korelasyon</b>	<b>Bias</b>	<b>95 % CI</b>	<b>SE</b>
<b>Nazofrontal açı</b>	0.935	0.335	-16.379	0.079; 0.549	7.629
<b>Nazolabial açı</b>	0.948	0.045	-2.374	-0.221; 0.304	9.664
<b>Labiomental açı</b>	-0.924	-0.24	-7.052	-0.473; 0.025	12.848
<b>Yumuşak doku konveksite açısı</b>	-0.925	-0.325	-28.69	-0.542; -0.068	4.394
<b>Nazomental açı</b>	-0.939	-0.239	-15.294	-0.472; 0.025	3.313
ICC: (Intraclass Correlation Coefficient)Sınıf içi Korelasyon Katsayısı Bias: Farkların Ortalaması SE: (Standart Error)Farkların Standart Sapması CI: Güven aralığı					

**Tablo 7:** İki yöntemin güvenilirliğine ilişkin Bland-Altman plot analizi sonuçları

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Amacın, Bireylerin ve Yöntemin Tartışılması

Araştırmamızda, Sınıf II maloklüzyona sahip genç erişkin hastalarda uygulanan Forsus™ FRD EZ2 apareyinin iskeletsel, dişsel ve yumuşak dokular üzerine olan etkilerinin sefalometrik radyografiler ve 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kliniğimize başvuran her 5 hastanın 2'sinde Sınıf II maloklüzyon görülmekte ve % 22 sinde fonksiyonel tedavi ihtiyacı duyulmaktadır.

Sınıf II maloklüzyona sahip olan hastalarda yapılması gereken ideal tedavi, sorunun kaynağı hedeflenerek oluşturulmalıdır. Örneğin; alt çenenin geride konumlandığı Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerin iskeletsel matürasyonu uygunsa mandibuladaki büyümenin yönünün ve miktarının değiştirilmesine çalışılmalıdır. Tedavi için uygulanacak aparey seçilirken maloklüzyonun tam ve doğru bir şekilde tanısının konulması ve klinisyenin çalışacağı apareyin, hasta için potansiyel yararlarını ve sınırlarını bilmesi gerekmektedir.

Günümüzde genel kabul gören görüşe göre iskeletsel Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların tedavisi üçe ayrılmaktadır. Bunlar; hastanın adolesan dönemde olduğu zaman uygulanan fonksiyonel tedavi ile büyüme modifikasyonu, ergenlik sonrası post adolesan dönemde uygulanan sabit ortodontik tedavi ile yapılan kamuflaj tedavisi ve erişkinlerde yapılan ortognatik cerrahi tedavisi şeklindedir (157).

Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerde, tedavi hedeflerine göre, farklı fonksiyonel apareyler tercih edilebilmektedir. Hareketli fonksiyonel apareyler, büyük olmaları, ağız içinde sabit durmamaları, mukozaya baskı yapması sonucu dişeti problemleri yaratması, dilin alanını daraltmasından dolayı konuşma ve yutkunma problemleri oluşturması ve estetik problemlere neden olması nedeniyle hastaların apareye adapte olmasını ve kabullenmesini zorlaştırmaktadır (157). Çoğunlukla hareketli fonksiyonel apareylerin kullanımında uygun endikasyon yaşı ergenlik

dönemine denk geldiği için apareyin görünümü bireyi rahatsız etmekte, aparey yeterli süre kullanılmamakta ve kooperasyon yetersizliği sebebiyle ideal tedavi sonuçları elde edilememektedir. Bishara and Ziaja (85), Pangrazio-Kulbersh and Berger (158) ve Bondevik (159) yaptıkları çalışmalarda, fonksiyonel apareylerin başarısında hasta kooperasyonun büyük önemi olduğunu belirtmişlerdir.

Hareketli fonksiyonel apareylerin yarattığı dezavantajları elimine etmek amacıyla sabit fonksiyonel apareyler geliştirilmiştir. Özellikle geç pubertal dönemdeki hastalarda, kooperasyona bağlı olmayan bir yöntem olması ve 24 saat kuvvet uygulaması sebebiyle sabit fonksiyonel apareyler sıklıkla kullanılmaktadır.

Rijit ve fleksible tip sabit fonksiyonel apareylerin olumlu özelliklerini barındıran hibrit sabit fonksiyonel apareylerin günümüzde en sık kullanılan örneklerinden biri Forsus™ FRD apareyidir.

Hasta kooperasyonuna olan ihtiyacı ortadan kaldırması, yerleştirme ve çıkarılma kolaylığı sağlaması, Herbst apareyi gibi ekstra teknisyen işlemi gerektirmemesi, alt çenenin her yönde hareketine izin vermesi gibi avantajlarından dolayı Forsus™ apareyi günümüz pratiğinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kliniğimizde de sıklıkla kullanılması nedeniyle çalışmamızda bu apareyin değerlendirilmesi düşünülmüştür.

Araştırmaya dahil edilen hastaların inklüzyon kriterlerine uyumlu olmasına dikkat edilmiştir.

Literatürde sabit fonksiyonel apareyler ile yapılan klinik çalışmalar incelendiğinde cinsiyet ayırımına gidilmediği görülmektedir (161-165). Jones et al. (110) Forsus™ apareyi ile intermaksiller elastiklerin etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında kız ve erkek hastaları ayrı ayrı değerlendirmişler ve tedavi etkinliği açısından cinsiyetler arasında bir fark tespit etmemişlerdir. Benzer şekilde Orgun (113), Jasper Jumper apareyinin tedavi etkinliğini araştırdığı çalışmasında, cinsiyetler arasında tedavi ve kontrol sırasında hiç bir veride istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamıştır. Literatürde yer alan cinsiyetler arası farkın görülmediği başka benzer çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar referans kabul edilerek araştırmamıza dahil edilen hastalar seçilirken cinsiyet ayırımı yapılmamıştır. Ayrıca randomizasyona sadık kalınması, cinsiyet ayırımı gibi bir işlem uygulanması durumunda gruptaki birey sayısının

azalması, istatistiksel analizlerdeki veri dağılımı ve analiz güvenilirliğinin olumsuz etkileneceği düşünülerek hastalar seçilirken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması  $15.6 \pm 1.3$  yıl' dır. Hastaların farklı büyüme ve gelişim potansiyellerine sahip olması araştırmamızın sonuçlarını olumsuz etkileyebileceğinden hastaların seçiminde kronolojik yaş değil, post-peak büyüme evresinde olmaları dikkate alınmıştır.

Literatürde birçok araştırmada kemik yaşı tayininde el bilek radyografileri ve Grave ve Brown kriterlerinden yararlanılmıştır (119, 166). Kliniğimizde ortopedik tedavi ihtiyacı olan hastalar dışındaki hastalardan alınan radyografi sayısını ve maruz kaldıkları radyasyon miktarını düşürmek amacıyla el bilek radyografisi alınmamaktadır. Bu nedenle çalışmaya dâhil edilen hastaların, lateral sefalometrik radyografiler kullanılarak, "Servikal Vertebra Olgunlaşma İndeksi" nden faydalanılarak kemik yaşı tayini yapılmıştır (149, 150).

Literatürde mandibular retrognatiye bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde en iyi ortopedik etkinin, bireyin aktif büyüme periyodundayken uygulanan tedavilerden elde edildiğini gösteren pek çok çalışma mevcuttur (27, 56, 70). Ruf and Pancherz (82) ve Nalbantgil ve ark. (115) ise, genç erişkinlerde sabit fonksiyonel aparey uyguladıkları çalışmalarında elde ettikleri olumlu sonuçlara dayanarak, bazı sınır vakalarda bu tedavi metodunun ortognatik cerrahi yaklaşımın yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Weiland and Droschl (122), ortognatik cerrahi yaklaşımını kabul etmeyen iskeletsel Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip hastalarında Jasper Jumper apareyini uygulamışlar ve elde ettikleri sonuçların oldukça tatmin edici olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeplerden dolayı, Sınıf II sınır vakalarında bu tedavi şeklinin ortognatik cerrahiye bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamıza dahil edilen bireylerin tümünün pubertal gelişim atağının post-peak döneminde olmasına dikkat edilmiştir. Post-peak dönemdeki bireyler kullanılarak tedavi sonunda iskeletsel, dentoalveoler ve yumuşak dokuda büyümeye bağlı meydana gelebilecek değişikliklerin en aza indirgenmesi amaçlanmıştır. Tedavi edilmiş bireyler büyüme gelişimi tamamlanmış bireylerden oluştuğu ve tedavi değişikliklerini normal büyüme değişikliklerinden ayırt edebilmek için çalışmamızda kontrol grubu oluşturulmamıştır.

Forsus™ FRD EZ2 ile tedavi edilen hastalarda meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için aldığımız ilk kayıtlar, seviyeleme sonrasında aparey takılmadan hemen önce alınırken, ikinci kayıtlar aparey çıkarıldıktan hemen sonra alınmıştır. Bu şekilde seviyeleme sırasında oluşan değişiklikler elimine edilerek Forsus™ apareyinin esas etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Diğer araştırmacıların yaptığı benzer araştırmalarda da, lateral sefalometrik radyografiler aynı şekilde aparey takılmadan hemen önce ve çıkarıldıktan hemen sonra alınmıştır (112, 115, 167). Çalışmamızda 3.dönem kayıtları aparey çıkarıldıktan 6 ay sonra (T2) alınmıştır. Bu dönemde alınan kayıtlar ile aparey kullanımı sonucu oluşan etkilerin devamlılığı incelenmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların ortalama tedavi süreleri  $5.11 \pm 1.6$  ay olarak hesaplanmıştır. Blackwood ve Weiland and Bantleon (152, 167), sabit fonksiyonel apareylerin 6 aylık sürede yeterli etkiyi sağladığını bildirmişlerdir. Apareyler ağızdan çıkartıldıktan sonra pekiştirme yapmak amacıyla, hastalara Sınıf II elastikler uygulanmıştır.

Orgun (113), Jasper Jumper ile ilgili araştırmasının bitim safhasında pekiştirme amacıyla Sınıf II elastikler ve bitmiş olgularda da aktivatör kullanmıştır.

Weiland and Droschl (122) da yaptıkları çalışmada, genç erişkin bir hastaya uyguladıkları Jasper Jumper apareyinden sonra retansiyon amacıyla Sınıf II elastiklerini 24 saat boyunca kullandırmışlardır.

Nalbantgil ve ark. (115), Jasper Jumper tedavisi sonrası oklüzyonu korumak ve nüksü önlemek amacıyla post-peak dönemdeki hastalara Sınıf II elastik kullandırmayı yeterli bulmuşlardır.

Ark teli üzerinden uygulanan sabit fonksiyonel aparey çalışmalarında, ankrajın kuvvetlendirilmesi için mümkün olan en kalın ark teli uygulaması önerilmektedir (112, 152, 122). Çalışmamıza dahil edilen hastaların ark teli sekansları aynı şekilde ilerlemiştir. Tüm hastalarda dental etkilerin minimum seviyede tutabilmesi için 0.022x0.028 inç slotlu braketlerde 0.019x0.025 inç ark teli ve  $-6^\circ$  kök torkuna sahip alt kesici braketleri kullanılarak Forsus™ FRD apareyi uygulanmıştır. Literatürde sabit fonksiyonel aparey uygulanan çalışmalarda ya alt kesici dişlerde  $-5^\circ$  tork içeren braketler uygulanmış (160, 152) ya da alt kesici dişlere ortalama  $5^\circ$  bukkal kök torku

uygulaması yapılmıştır (152). Bu uygulamalardaki amaç alt kesici dişlere etkiyen protrüzyon kuvveti sonucu oluşan tipping etkisini azaltmaktır.

Çeşitli sabit fonksiyonel apareylerle yapılan çalışmalarda (111, 112, 152, 122), apareyler takılmadan önce kalın, dikdörtgen kesitli çelik ark tellerinin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmamızda seviyeleme aşaması bittikten sonra, hastaların alt ve üst çenesine 0.019x0.025 inç paslanmaz çelik teller yerleştirilmiştir. Alt ve üst çenedeki tüm dişler 8 şeklinde ligatüre edilip, üst ve alt ark teline arkadan cinch back bükümü yapılarak ark boyu korunmaya çalışılmıştır. Küçükkeleş ve ark. (150), Jasper Jumper apareyini kullandıkları araştırmalarında üst ve alt ark teline cinch back bükümü yapılarak apareyin yan etkilerinin minimize edilebileceğini belirtmişlerdir.

Antropometrik ölçümleri direk yapmak oldukça zaman alıcıdır ve yüksek hasta kooperasyonu gerektirmektedir. Direk ölçüm yapıp kayıt yapmak hastanın kraniyofasiyal yüzey morfolojisinin arşivlenmesine olanak tanımaz. Farkas et al. (168)'a göre 2 boyutlu fotogrametri ve lateral sefalometrinin hızlı görüntü kaydı, arşivlenebilir özelliği, basitliği ve düşük maliyeti gibi bazı avantajlarının olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu iki tekniğin de kendine has dezavantajları bulunmaktadır. Sefalometrik radyografide radyasyon dozunun yanında başın oryantasyonunda meydana gelebilecek hatalar, magnifikasyon, süperpozisyon gibi nedenlerle daha fazla ölçüm hatası yapılabilir. 2 boyutlu fotogrametri ile de aydınlatma, paralaks hatası ve nesnenin kameraya uzaklığı gibi nedenlerden dolayı yanlış sonuçlar elde edilebilir (169). Bu olumsuzluklar üç boyutlu bir nesneyi iki boyutlu olarak görüntülemenin doğasında olan olumsuzluklardır.

3dMD Face sistemi ile yumuşak dokulardaki değişimler kolay, tekrarlanabilir ve etkin bir şekilde ölçülebilmekte (170,171) ve doğal baş pozisyonunda görüntülerin kaydedilmesine imkân sağlamaktadır. Çalışmamızda kullandığımız 3dMD Face görüntüleme sisteminde tarama süresinin 1.5 milisaniye olması nedeniyle hareketten kaynaklı görüntüdeki bozulmaların önüne geçilmiş ve daha hassas ölçümlerin yapılması sağlanmıştır. 3dMD Face sistemi 0.2 milimetreden daha küçük hassasiyete sahip bulunurken klinik olarak tekrar edilebilirliği de % 98.5 oranında rapor edilmiştir (172).

Karataş ve ark. (172) Sınıf III maloklüzyonun ortognatik cerrahi sonrası yumuşak doku özelliklerini inceledikleri çalışmalarında 3dMD Face sistemi ile çekilen fotoğrafları 3dMDvultus™ (Atlanta, GA, USA) yazılım programı kullanarak karşılaştırmışlardır. Yumuşak doku değişikliklerini değerlendirmek için ise renk bazlı histogram kullanmışlardır. Yüzün ameliyat öncesi ve sonrası görüntülerinin karşılaştırmalar ile karşılaştırılabilir ve değerlendirmek için histogram verilerinin gösterilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Aldridge et al. (173) 3 boyutlu dijital fotogrametrik görüntülerden elde edilmiş antropometrik noktaların koordinatlarının ölçüm hatalarını inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 3 boyutlu dijital fotogrametri olarak 3dMD Face system kullanılmıştır. Araştırmacılaracılara göre 3dMD Face sisteminden elde edilmiş 3 boyutlu görüntüler üzerinde yapılan ölçümlerin yüksek oranda tekrar edilebilir ve hassas ölçümler olduğunu ve kranyofasiyal dismorfoloji ve kompleks fenotiplerin klinik olarak değerlendirilmesinde oldukça faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Lazerle yüzeyi tarama sistemi de 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerine bağlı bir sistemdir. Kraniyofasiyal noktaların belirlenmesinde geçerli ve doğru bir yöntemdir (174). Ancak bu yöntemde görüntü yakalanması oldukça yavaştır (20 saniyeye kadar) ve bu durum hareket artefaktlarının oluşmasına neden olur (175). Tarama süreleri sebebiyle tarama esnasındaki hareketler görüntülerde bozulmaya yol açar ve hassas ölçümler yapılmasına olanak tanımaz. Göz çevresinde kullanılması da riskli bir işlemdir. Çekim esnasında bireyin gözlerini kapatmak zorunda olması nedeniyle doğal baş pozisyonunda ideal görüntüler alınması mümkün olmamaktadır.

Schwenzer-zimmerer et al. (176) 3 boyutlu lazer tarayıcı ve fotogrametri yöntemi ile elde edilmiş görüntülerden yapılan ölçümleri karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında kalibre edilmiş cansız objeler kullanmışlardır. Her iki yöntemin doğruluğu milimetrenin altında hatalarla olmasına rağmen lazer tarayıcı yönteminde küçük de olsa sapmalar izlenmiştir. Yapılacak işe göre 3 boyutlu lazer tarayıcı sistemleri de kabul edilebilir olmasına rağmen 3 boyutlu fotogrametrik yöntem daha hassas bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar lazer sisteminin en büyük avantajının sistemin kullanım kolaylığını ve kendi kendi kalibre edebilecek tasarıma sahip olmasını bildirmiş, 3 boyutlu fotogrametri yönteminin görüntüyü yakalama hızının



oldukça düşük olması nedeniyle bu sistemin bireylerde kullanılmasının daha ideal olduğunu bildirmişlerdir.

Weinberg et al. (177) 2006 yılında Genex FaceCam 250 (Kensington, MD) ve 3dMD Face sisteminin hassaslığını ve doğruluğunu karşılaştırdığı çalışmalarında denek olarak 18 manken kafası üzerinde 12 lineer mesafe ölçmüşlerdir. Kontrol grubu olarak da direk antropometri yöntemiyle ölçüm yapılmıştır. 12 değişkenin dokuzunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasına rağmen ortalama farklılığın büyüklüğünün 1 mm' den az olduğunu tespit etmişlerdir. Uyumsuzlukların büyüklüğünde kullanılan tekniğin ölçüm hataları 1 mm' den az bulunmuştur. Araştırmacılar her iki 3 boyutlu fotogrametri sisteminin uyumlu, doğru ve kesin ölçümlere olanak tanıdığını bildirmişlerdir.

Maal et al. (178) yüzün istirahat durumundayken yüz ifadesinin farklı olabileceğini ve bu durumun kayıtları etkileyebileceğini savundukları çalışmalarında bireylerin istirahat durumundaki varyasyonu 0.25 mm olarak bulmuşlar ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Varyasyonun burun ve alın bölgesinde daha azken, ağız ve göz bölgesinde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Maal et al. (179) 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinde iki farklı görüntünün karşılaştırılması amacıyla yapılan çakıştırma işlemlerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, referans noktalar ve yüzeyler üzerinde çakıştırmanın yapıldığı iki farklı yöntemi karşılaştırmışlardır. Elde edilen verilerde yüzey çakıştırmasının daha güvenilir olduğunu rapor etmişlerdir. Bu yüzden çalışmamızda yazılımın yüzey çakıştırma özelliği kullanarak tedavi etkinliği ile ilgili veriler elde edilmiştir.

## 5.2. Lateral Sefalometrik Radyografi Bulgularının Tartışılması

### 5.2.1. İskeletsel Bulguların Tartışılması

Weiland and Bantleon (167), Jasper Jumper apareyinin maksillada sınırlı etkisi olduğunu bildirmiştir. Karaçay ve ark. (111) Forsus™ Nitinol Flat Spring ve Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmada, SNA açısında kontrol grubuna göre, her iki aparey grubunda da azalma saptamışlardır. Cope et al. (112) ve Mills and McCulloch (180) Jasper Jumper apareyi ile SNA da anlamlı miktarda azalma bildirmişlerdir. Nalbantgil ve ark. (115), Ruf ve Pancherz (82) ise bu ölçümde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamışlardır.

Heining and Göz (10), Forsus™ apareyi ile yapmış oldukları çalışmalarında Sınıf II malokluzyonlu 13 hastaya Forsus™ NFSapareyi uygulamışlardır. Tedavi sonunda A noktasında 0.3 mm'lik bir ilerleme olduğu, SNA açısının ise sabit kaldığını rapor etmişlerdir.

Saraçoğlu (181), Forsus™ FRD apareyinin etkisiyle genç erişkin dönemdeki grupta  $0.14^\circ$  istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış bulunmuştur. Çalışmamızda SNA açısında T0-T1 dönemleri arasında  $0.6^\circ$ , T1-T2 dönemleri arasında ise  $0.4^\circ$  istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma bulunmuştur. Bulgumuz literatür ile uyumlu olarak Forsus™ apareyinin A noktası üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.

Çalışmamızda alt çenenin sagittal yönde konum değişikliğini gösteren SNB açısında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Heinig and Göz (10) Forsus™ apareyi ile tedavi ettikleri hastalarda SNB açısının arttığını belirtmişlerdir. Weiland and Bantleon (167) ile Stucki and Ingervall'in (182) Jasper Jumper apareyini kullandıkları çalışmalarında, SNB açısında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Covell et al. (114), Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmada SNB açısında kontrol grubuna göre, anlamlı olmayan bir artış olduğunu belirtmişlerdir. De Almeida et al. (183), Herbst apareyi ile tedavi ettikleri hastalarda SNB açısının önemli şekilde arttığını belirtmişlerdir. Küçükkeleş (150), yapmış olduğu tez çalışmasında Herbst apareyinin SNB açısını arttırdığını saptamıştır. Karaçay ve ark. (111), SNB açısında Jasper Jumper grubunda  $1.21^\circ$ , Forsus™

grubunda ise 1.96°' lik artış bildirmişlerdir. Saraçoğlu (181) yapmış olduğu tez çalışmasında pubertal büyüme dönemindeki bireylerde Forsus™ FRD apareyinin etkisiyle SNB açısında istatistiksel olarak anlamlı artış, genç erişkin dönemde ise 1°' lik istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Bu bulgular çalışmamızın bulgusuyla uyum göstermemektedir. Çalışmamızda T0-T1 dönemleri arasında 0.2° lik istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma tespit edilmiştir. Karaçay ve Saraçoğlu' nun çalışmalarından farklı olarak bu azalmayı alt keserlerin proklinasyonu sonucu B noktasının geride konumlanmasına bağlamaktayız. Dikey boyuttaki istatistiksel olarak anlamlı olmayan artışın da bu azalma üzerine etkisinin olduğunu düşünmekteyiz.

Günay (101) tez çalışmasında, post-peak dönemde uygulanan Forsus™ apareyinin ANB açısında bir değişikliğe sebep olmadığını böylece bu apareyin iskeletsel bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Dedeoğlu (184), Herbst apareyi ve Jasper Jumper apareyinin uygulanması sonucunda, her iki grupta da ANB açısında anlamlı azalma gerçekleştiğini saptamıştır. Sarı (185), Jasper Jumper apareyinin ANB açısında anlamlı derecede azalmaya sebep olduğunu ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı fark olduğunu belirtmiştir. Elde edilen bu etkinin daha çok SNA açısındaki azalmadan kaynaklandığını bildirmiştir. Çalışmamızda T0-T1 dönemleri arasında ANB açısında 0.4° ve T1-T2 dönemleri arasında 0.2° lik bir azalma tespit edilmiştir. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

İskeletsel olarak maksilla ve mandibulanın ilişkisinin değerlendirilmesinde ANB açısına alternatif olarak, kafa kaidesinden bağımsız olarak ölçüm yapabilmek amacıyla geliştirilen Wits analizi kullanılmıştır. Saraçoğlu (181), iki farklı yaş grubundaki bireylerin tedavisinde Forsus™ FRD apareyinin etkisini değerlendirdiği çalışmasında genç erişkin dönemdeki grupta 4.07 mm.'lik  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı azalma tespit etmiştir. Çalışmamızda ise Wits değerinde T0-T1 ve T0-T2 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, T1-T2 dönemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamsız azalma bulunmuştur.

Aelbers and Dermaut (186) A noktasının ortopedik etkileri değerlendirmek açısından güvenilir olmadığını bildirmiştir.

Karaçay ve ark. (111) Forsus™ NFS, Jasper Jumper ve tedavi edilmemiş bir kontrol grubundan oluşan çalışmalarında, Forsus™ grubunda A noktasında -0.66

mm'lik bir hareket tespit etmişlerdir. Forsberg and Odenrick (187), fonksiyonel tedavi sonucunda üst çenede önemli bir değişiklik olmadığını, üst çenenin pozisyonu ile ilgili değişimin A noktasındaki değişimden kaynaklandığını belirtmiştir. Jones et al. (110) Forsus™ FRD aparatını Sınıf II elastiklerle karşılaştırdıkları bir çalışmada A noktasında 1.7 mm'lik ilerleme bulmuşlardır. Pancherz, Valant and Sinclair (188-190) ise Herbst aparatı ile A noktasının gerilediğini bildirmiştir. Nalbantgil ve ark. (115) da, genç erişkinlerde Jasper Jumper aparatı ile yaptıkları çalışmada, A noktasının geriye hareket ettiğini belirtmişlerdir.

Literatürde çoğunlukla yer alan görüşe göre A noktasındaki değişim çoğunlukla ortopedik etkiden değil, üst kesici dişlerin retruzyonu sonucunu meydana gelmektedir. Bu durumda A noktası iskeletsel bir nokta olmasına rağmen dişsel değişikliklerden etkilenmektedir. Weiland and Bantleon (167) A noktasında meydana gelen değişikliğin üst keserlerin retrüze olması sonucu köklerin labiale hareketi sonucu olabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda; A noktasında 0.7 mm'lik istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit edilmiştir.

Karadağ (153) mandibular anterior repositioning aparatının (MARA) çene-yüz sistemi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında kontrol grubuna göre Pog-FH ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Pangrazio-Kalbers et al. (158) ise aynı aparatın etkisi olarak Pog noktasında belirgin bir öne hareket gözlemişlerdir. Karaçay ve ark. (111) Forsus™ NFS ve Jasper Jumper aparatı ile yaptıkları çalışmada bu ölçüme göre her iki grupta da eşit derecede istatistiksel olarak anlamlı artış saptamışlardır.

Sidhu et al. (191) modifiye Herbst aparatının etkilerini inceledikleri çalışmalarında Herbst grubunda Pog noktasının belirgin olarak öne hareket ettiğini belirtmişlerdir. Stucki and Ingervall (182), 13-25 yaş grubundaki hastalarda Jasper Jumper aparatı ile Pog noktasında anlamlı artış saptamışlardır. Ruf and Pancherz (192), adolesan ve genç erişkin bireylerde Herbst aparatının dentofasial etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında adolesan grupta Pog'da 4,3 mm, genç erişkin grupta ise 2,3 mm.'lik bir artış bulmuşlardır. Saraçoğlu (181), Forsus™ uyguladığı genç erişkin bireyler grubunda 1.5 mm.'lik bir artış tespit etmiş ve bu artışın  $P < 0.05$  düzeyinde anlamlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda Pog-NA Perp mesafesinde 0.7

mm'lik istatistiksel olarak anlamsız bir azalma bulunmuştur. Literatürdeki verilerin aksine çalışmamızda Pog' un geriye hareketi gözlenmiştir. Bu duruma oklüzal düzlemin saat yönündeki rotasyonunun sebep olduğu düşünülmektedir.

Karaçay ve ark. (111), Forsus™ , Jasper Jumper ve kontrol grubu arasında yaptıkları çalışmada, Forsus™ grubunda SN/PD açısında 0,7° lik istatistiksel olarak anlamsız bir azalma gözlemlemişlerdir. Bilgiç (118), Forsus™ FRD uyguladığı grupta tedavi öncesi ve sonrası arasında 0.9° lik anlamlı bir artış bildirmişlerdir. Nalbantgil ve ark. (115), Jasper Jumper apareyi uyguladıkları hastalarda SN/PD açısında 0.2° bir artış gözlemlemiş ancak bu istatistiksel olarak anlamsızdır. Covell et al. (114) da benzer olarak önemli bir değişikliğe rastlamamışlardır. Bu sonuçlara benzer olarak çalışmamızda SN/PD açısında T0-T1 dönemleri arasında 0.1° istatistiksel olarak anlamsız bir artış görülmüştür. T2 döneminde bu değerin sabit kaldığı görülmüştür.

Karaçay ve ark. (111) Forsus™ apareyi ile tedavi edilen hastaları kontrol grubu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında Y ekseninde açısında 2.28° anlamlı bir artış rapor etmişlerdir. Bilgiç (118) ise Forsus™ apareyi ile tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmada 0.07° lik anlamsız bir artış bildirmiştir. Bizim çalışmamızda diğer çalışmalar ile benzer olarak T0-T1 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamsız bir artış görülmüş ancak bu artışın T1-T2 dönemleri arasında tekrar ilk haline (T0) döndüğü sonucuna varılmıştır.

Vogt (103) Forsus™ FRD apareyini kullandığı vakalarında, bilinen diğer fonksiyonel apareyler gibi dik yön boyutunda artış meydana getirmediğini belirtmiştir.

Alt yüz yüksekliği, ANS ile Me noktaları arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir. Valant and Sinclair (190), Sidhu et al.(191) Herbst apareyi ile, Cozza et al. (193) da aktivatör ile yaptıkları çalışmalarda; alt yüz yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Covell et al. (114) ile Nalbantgil ve ark. (115) Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmada; alt yüz yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptamışlardır. Saraçoğlu (184) ise post-peak dönemde Forsus™ uyguladıkları grupta 0.18 mm istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma gözlenmiştir. Karaçay ve ark. (111) ise Forsus™ Nitinol Flat Spring ve Jasper Jumper apareyi ile alt yüz yüksekliğinde belirgin bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak Janson et al. (194) da Fränkel apareyi ile alt

yüz yüksekliğinde artış bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise T0-T1 dönemleri arasında alt yüz yüksekliğinde 1 mm' lik istatistiksel olarak anlamsız bir artış görülmüştür. T1-T2 dönemleri arasında ise fark görülmemiştir.

Çalışmamızda arka yüz yüksekliği, S ile Go noktaları arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir. Stucki et al. (182) Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmada, tedavi sonrasında arka yüz yüksekliğinde 0.4 mm' lik bir artış bulmuşlardır. Sidhu et al. (191) Herbst apareyi ile arka yüz yüksekliğinde tedavi grubunda 3.4 mm' lik belirgin bir artış bulmuşlardır. Karaçay ve ark. (111) Forsus™ NFS ve Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmada; arka yüz yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptamışlardır. Saraçoğlu (181)'nun tez çalışmasında ise, pubertal dönemde Forsus™ uygulanan grupta arka yüz yüksekliğinde 2.76 mm.'lik istatistiksel olarak anlamlı bir artış, post-peak döneminde Forsus™ uygulanan grupta ise 0.53 mm'lik istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış bulunmuştur. Çalışmamızda ise Saraçoğlu (181)' nun çalışma sonuçlarına benzer 0.4 mm' lik istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış bulunmuştur.

Bir diğer vertikal yön ölçümü olarak Jarabak oranı (S-Go/N-Me) kullanılmıştır. Nalbantgil ve ark. (115) genç erişkinlerde Jasper Jumper apareyi yaptıkları çalışmalarında, Jarabak oranında tedavi ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamamışlardır. Saraçoğlu (181), Jarabak oranında, pubertal dönemdeki grupta % 0.9 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış, post-peak dönemindeki grupta ise % 0.27 oranında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış tespit etmiştir. Günay (101)' ın, tez çalışmasında Jarabak oranında % 0.92 artış görülmüş ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda ise % 0.3 oranında azalma tespit edilmiş ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

### **5.2.2. Dişsel Bulguların Tartışılması**

Üst kesici dişlerin palatinal düzlemle yaptığı açı bu dişlerin proklinasyon veya retroklinasyonunu belirler. Karadağ (153), MARA apareyi ile bu açıda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma bulmuştur. Saraçoğlu (181) çalışmasında pubertal gelişim dönemindeki grupta Forsus™ FRD apareyi ile üst kesicilerin palatal düzlem ile yaptığı açıda ortalama 3.9°' lik, genç erişkin

dönemdeki grupta ise 4.29°' lik istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ile retroklinasyon saptanmıştır. Covell et al. (114), Janson et al. (197), Karaçay ve ark. (111), Mills and McCulloch (180) ile Nalbantgil ve ark. (115) da benzer sonuçlar bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da UIP-PD açısında azalma tespit edilmiş, ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

UIP-PD dışında, üst kesici dişlerin Sella-Nasion düzlemi ile yaptığı açı (UIP-SN) da bu dişlerin sagittal yönde konum değişikliğini veren açısal bir ölçümdür. Nalbantgil (115) çalışmasında; tedavi grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, Covell et al.(114), Cope et al.(112), Mills and McCulloch (183), Orgun (113) ile Weiland and Bantleon (167)' un sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda üst keser açılarını değerlendirmek için UIP-PD° ve UIP-SN° nin yanısıra UIP-NA°, U1-NA (mm) ve UIP-MxOD° açıları da kullanılmıştır. Ancak bu açılardaki değişimlerde de azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çalışmamızın aksine Sarı (185), Jasper Jumper apareyi uyguladığı grup ile kontrol grubu bulgularının karşılaştırılması sonucunda, UIP-NA açısında ve U1-NA mesafesinde anlamlı azalma olduğunu saptamıştır.

Her üç dönem de incelendiğinde üst keser açılara ilişkin değerlerde T0-T1 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma, T1-T2 dönemleri arası istatistiksel olarak anlamlı olmayan artma gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre post-peak dönemde uygulanan Forsus™ apareyinin üst keserlere retroklinasyon yaptırıcı bir etkisinin olduğu ancak bu etkinin kalıcı olmadığı kanaatindeyiz. Ayrıca üst keserlerdeki bu değişimin literatürde yer alan benzer çalışmalara göre daha az görülmesini, anteriorda daha yüksek torklu braketlerin kullanılmış olmasına bağlamaktayız.

Çalışmamızda, üst kesici ve molar dişlerin vertikal yönde konumları incelendiğinde Forsus™ apareyinin etkisi olarak üst kesici dişlerde ekstrüzyon ve üst molar dişlerde intrüzyon gözlenmiştir. Ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bizim sonuçlarımızın aksine, Karaçay ve ark. (111) üst molar dişinin vertikal konumundaki değişimin, hem Jasper Jumper hem de Forsus NFS gruplarında anlamlı bir azalma olduğunu saptamıştır. Çalışma sonucunda, üst molar dişte her iki apareyin de intrüzyona sebep olduğu rapor edilmiştir.

Lai and McNamara (195), Herbst apareyinin üst molar dişler üzerinde vertikal yönde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Pancherz (157), Herbst tedavisi sonucu maksiller birinci molar dişlerin ortalama 1 mm gömüldüğünü belirtmiştir. VanLaecken (196) de benzer şekilde Herbst apareyinin maksiller birinci molar dişi üzerinde vertikal alveol gelişimi sınırladığını bildirmiştir.

Uyanlar (197); Sabbagh Universal Spring (SUS II) (Dentaurum, Ispringen, Germany) apareyinin etkilerini değerlendirdiği tez çalışmasında, üst posterior bölgeye gelen yukarı-arka yönlü kuvvetlerin üst keserlerde ekstrüzyona sebep olduğunu ve bu hareket miktarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir.

Alt kesici dişlerin konumu ve açılarını değerlendirmek için çalışmamızda IMPA°, L1P-NB°, L1-NB (mm), L1P-APog ve L1P-MdOD° ölçümleri kullanılmıştır. Çalışmamızda L1P-MdOD° hariç diğer mandibular dişsel ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Literatürde, sabit fonksiyonel aparey tedavisi sonrasında alt kesici dişlerde protrüzyon ve proklinasyon meydana geldiğini gösteren pek çok çalışma vardır (10, 101, 110, 111, 120, 167, 181). Hastanın yaşı arttıkça mandibulanın ileri hareketini uyaran kuvvete karşı iskeletsel cevaptaki ve nöromusküler adaptasyondaki azalma nedeniyle daha çok dişsel hareket gözlenmektedir. Buna bağlı olarak alt kesicilerdeki değişimin arttığını bildiren çalışmalar da vardır (71, 75).

Heining and Göz (10) ve Karaçay (111) çalışmalarında yer alan Forsus™ grubu için sırasıyla 9.6° ve 4.88°'lik inklinasyon artışı rapor etmişlerdir. Uyanlar, tez çalışmasında post-peak dönemdeki hastalara uyguladığı sabit fonksiyonel tedavi sonrası IMPA'da istatistiksel olarak anlamlı artış bildirmiştir (200).

Valant and Sinclair (190), pubertal büyüme gelişim döneminde tedavi ettikleri bireylerde alt keserlerde tedavi sonunda yalnızca 2.5°'lik protrüzyon ve 1 mm öne hareket gözlemlenmiştir. Nalbantgil (115) yaptığı çalışmada Jasper Jumper apareyi ile tedavi ettiği olgularında IMPA açısında 7.33°'lik anlamlı bir artış bulmuştur. Cope et al. (112) ise, Jasper Jumper apareyi kullanarak yaptıkları çalışmada alt keser dişlerinde 6.37°'lik protrüzyon tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular Mills and McCulloch (180), Weiland and Droschl (122), Orgun (113) ve Covell et al. (114)'nin sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.



Ruf and Pancherz (82), geç dönemde alt kesici dişlerde ankraj kaybının daha fazla olduğunu dolayısıyla alt keser açıların daha fazla arttığını bildirmiştir. Konik et al. (198) da, pubertal büyüme atılımı sonrasında yapılan fonksiyonel tedavide, alt keserlerde meydana gelen protrüzyonun daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Aras ve ark. (117), Forsus™ apareyi ile yaptıkları çalışmada alt keserin ön arka yön hareketinde artış rapor etmiştir.

Croft et al. (199) Herbst apareyi ile yaptıkları çalışmalarda; alt keserlerin mandibuler düzlem ile oluşturduğu açıda, tedavi gruplarında kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptamamışlardır.

Alt kesici ve molar dişlerin vertikal olarak konumu incelemek için L1-MP ve L6-MP ölçümleri kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, alt kesici dişlerin intrüze ve alt molar dişlerin ekstrüze olduğu görülmüştür. Ancak bu değişimler L6-MP değeri için T0-T1 dönemi hariç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. L6-MP değerinin T0-T1 dönemindeki artışın istatistiksel anlamlı olması apareyin etkisiyle alt molarların ekstrüze olduğunu fakat T0-T2 dönemindeki değişimin istatistiksel olarak anlamsız olması bu etkinin aparey çıkarıldıktan sonra bir miktar geri döndüğünü göstermektedir.

Stucki et al. (182), Covell et al. (114) ve Mills and McCulloch (180) çalışmalarında Jasper Jumper apareyinin alt keser dişleri üzerinde intrüziv etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Karaçay (111), Jasper Jumper ve Forsus™ NFS apareylerin etkilerini karşılaştırdığı çalışmasında, her iki apareyin alt kesici dişlerde intrüziv ve protrüziv etki yaptığını bildirmiştir.

Cope et al. (112), Orgun (113), Weiland et al. (164), Jasper Jumper apareyi ile alt kesici dişte anlamlı miktarda intrüzyon hareketi olduğunu bildirmişlerdir. Özlü (200), tez çalışmasında alt molarların vertikal referans düzlemine olan uzaklığında Forsus™ grubunda anlamlı artış göstermiştir ve Forsus™ apareyinin alt keserlerde gömülme ve protrüzyona, alt molar dişlerde de mesializasyona sebep olduğunu bildirmiştir.

Sarı (185), da Jasper Jumper apareyinin etkilerini incelediği çalışmasında, aparey etkisiyle alt molar dişlerde ekstrüzyon elde edildiğini saptamıştır.

Karaçay (111), Jasper Jumper ve Forsus™ NFS aparey gruplarında, alt molar dişin mandibular düzleme olan uzaklığında istatistiksel olarak anlamlı artış gerçekleştiğini ve her iki apareyin alt molar dişlerde ekstrüzyon yaptığını bildirmiştir.

Valant and Sinclair (190), Herbst apareyi ile alt birinci molar dişlerde 1 mm ekstrüzyon tespit etmiş ancak benzer şekilde kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında farkın anlamsız olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda U1P-L1P değerinde T0-T1 ve T0-T2 dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma görülmüştür. Bu değerdeki değişim, keser açılarındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Sarı (185), Jasper Jumper apareyi etkisiyle U1P-L1P açısında anlamlı artış saptandığını bildirmiştir. Yazar, bu etkinin temel olarak üst kesici diş eksen eğiminin azalmasına bağlı olduğunu bildirmiştir. Nalbantgil (115), U1P-L1P parametesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan düzeyde azalma gerçekleştiğini bildirmiştir.

Araştırmamızda, dişsel bulguların incelenmesinde lineer ölçüm olan overbite ve overjet değerlerine baktığımızda, her iki parametrede de istatistiksel olarak anlamlı farklar meydana geldiği görülmüştür. Overjet miktarında, T0-T1 dönemleri arasında 2.9 mm, T0-T2 dönemleri arasında ise 2.7 mm istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür. Ancak T1-T2 dönemleri arasındaki 0.2 mm'lik anlamlı olmayan bir artış görülmüştür. Forsus™ apareyi Sınıf I ya da süper Sınıf I molar ve kanin ilişkideyken çoğunlukla anterior tet-è-tet' e yakın bir ilişkideyken çıkarılmaktadır.

Aparey çıkarıldıktan sonra iyi bir interdijitasyon yoksa ya da pekiştirme yapılmadıysa erken dönemde relaps görünür. Çalışmamızda T1-T2 dönemleri arasındaki minimal OJ artışının bu relaps nedeniyle görüldüğü düşünülmektedir. Üst keser dişlerde medyana gelen retrüzyon ile alt keser dişlerde meydana gelen protrüzyonun kombinasyonu overjet miktarının azalmasında etkili olmuştur. Benzer değişiklikler üst ve alt keser dişlerin vertikal yöndeki ilişkisini gösteren overbite miktarında da gözlenmiştir.

Heining and Göz (10), üst keserlerin retrüzyonu ve alt keserlerin protrüzyonu ile overjetin 4.6 mm azaldığını, alt keserlerin intrüzyonu ve protrüzyonu ile de overbite'in 1.2 mm azaldığını bildirmiştir.

### 5.2.3. Yumuşak Doku Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda Ls-E olarak belirtilen ölçüm üst dudağın en ileri noktasından, E doğrusuna olan dik mesafe olarak tanımlanmıştır. Bu ölçümde T0-T1 ve T0-T2 dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer olarak, Orgun (113) ve Cash (201) Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmalarında üst dudağın geriye hareket ettiği ancak alt dudağın etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Küçükkeleş ve ark. (153), Nalbantgil ve ark. (115), Jasper Jumper apareyi ile yaptıkları çalışmalarında, anlamlı üst dudak retrüzyonu meydana geldiğini belirtmişlerdir. Sonuçlarımıza benzer olarak, Kamacı (202) da, Eureka Spring apareyi ile yaptığı çalışmada apreyn etkisiyle Ls-E mesafesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandığını bildirmiştir. Bu çalışmaların aksine Toroğlu ise apreyn yumuşak doku değişikliklerine neden olmadığını bildirmiştir.

Karaçay ve ark. (111), Jasper Jumper ve Forsus™ Nitinol Flat Spring apareyleri ile yaptıkları çalışmalarında, üst dudağın, üst keserlerde meydana gelen retrüzyondan etkilenmediği ve üst dudak konumunda anlamlı bir değişiklik oluşmadığı belirtilmiştir. Arıcı (106), Forsus™ apareyi ile üst dudak E doğrusu değerinde 0.7 mm' lik bir artış rapor etmiştir.

Üst dudak retrüzyonunu anlamlı bulan yazarlar, bu etkinin temel olarak üst kesici diş retrüzyonuna bağlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda üst keser açılarında ve konumlarında azalmaya yönelik değişimler gözlenmiş ancak bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre üst keserler dışında overjet ve overbite daki değişimin de üst dudak retrüzyonuna neden olabileceği düşünülmektedir.

Li-E mesafesi, alt dudağın en ileri noktasından, E doğrusuna olan dik mesafe olarak tanımlanmıştır. Çalışmamızda alt dudağın geriye gittiği ancak bu hareketin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu çalışmaların aksine Weiland et al. (164), Nalbantgil ve ark. (115), Jasper Jumper uygulaması ile alt kesici dişlerin protrüzyonu sonucunda, alt dudakta da öne doğru anlamlı derecede hareket olduğunu saptamışlardır. Özlü (200) tez çalışmasında, alt dudak E doğrusu mesafesi (Li-E), Forsus™ grubunda değişiklik göstermemiştir. Arıcı (106), Forsus™ apareyi için bu değeri 0 mm olarak rapor etmiştir.

Arıcı (106) tez çalışmasında, yumuşak dokuları temsil eden noktalardan olan alt dudağın en ön noktası (Li) ve yumuşak doku pogonion (Pog') noktalarında öne doğru hareket olduğunu bildirmiştir. Patel et al. (203), fonksiyonel apareyler ile yapmış oldukları çalışmada, yumuşak doku pogonion noktasından dikey referans düzlemine olan mesafede anlamlı bir artış olduğunu bulmuşlardır. Bu iki noktadaki protrüziv hareket alt çenenin ve alt çene dişsel yapıların öne hareketlerinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Birçok fonksiyonel aparey tedavilerinde de benzer bulgular rapor edilmiştir (192, 200, 203, 204).

Çalışmamızda nazolabial açıda anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Nalbantgil (115); Jasper Jumper apareyi uygulaması sonucunda, Nazolabial açıda anlamlı artma olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzer olarak, Weiland and Droschl (122) yaptıkları olgu sunumunda, nazolabial açıda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır. Lange et al. (121) da benzer şekilde, nazolabial açıda meydana gelen ortalama 3°' lik artışı istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır.

Çalışmamızda apareyin etkisiyle istatistiksel olarak anlamlı artış gösteren bir diğer ölçüm de labiomental açıdır. Özlü (200) tez çalışmasında; labiomental açıda, Forsus™ FRD grubunda 7.61 derece anlamlı artış olduğunu bildirmiştir. Şengün (120) de, Forsus™ apareyi üzerinde yapmış olduğu tez çalışmasında bu değerde 3.53 derecelik bir artış saptamıştır.

Jing et al. (205) 2006 yılında yayınlanan çalışmalarında 18 mandibular retrognatik olguyu Forsus™ ile tedavi etmiş ve tedavi sonuçlarının tatmin edici olduğunu bildirilmiştir. Çalışmamızda her 3 dönemde de yumuşak doku konveksitesinde değişim görülmemiştir. Sonuçlarımıza benzer olarak, Özlü (200) de tez çalışmasında, yumuşak doku konveksite açısında Forsus™ grubunda değişiklik olmadığını bildirmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların aksine Ruf and Pancherz (82), Lange et al. (121) ve Weiland and Droschl (122) çalışmalarında fasiyal konveksitenin azaldığını tespit etmişlerdir.

Araştırmamızdaki bireyler post-peak gelişim döneminde oldukları için mandibulada büyüme olmamış bu nedenle de çene ucu projeksiyonunda bir değişim meydana gelmemiştir. Bu bulguya göre, post-peak dönemde uygulanan Forsus™ FRD apareyinin iskeletsel bir etkisinin olmadığı ve yumuşak dokudaki değişikliklerin dişsel

değişimlerden etkilendiği sonucuna varılabilir. Covell et al. (114) ile Cope et al. (112)' un sonuçları araştırmamızda elde edilen bulgular ile benzerdir.

### **5.3. 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Bulgularının Tartışılması**

Wong et al. (174) 3dMD Face sisteminin geçerlilik ve güvenilirliğini inceleyen bir çalışma yapmıştır. 20 erişkin hastada iki set lineer antropometrik mesafe direk olarak ölçülmüştür. Aynı ölçümler 3 boyutlu görüntüler üzerinde de tekrarlanmıştır. Bu çalışmada 18 mesafeden 17' si doğruya yakın olarak ölçülmüş, 15 'i ise sapmasız aynı çıkmıştır. Araştırmacılar bu sonuçlara göre 3dMD Face sisteminin doğru ve güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda hem lateral sefalometrik radyografi hem de 3dMD Face sistemi ile ölçülen 5 açıda da kolerasyon bulunmuştur.

Çakıştırma işlemi için Maal et al. (178) tarafından en uygun noktalar olan olarak rapor edilen alın, burun dorsumu ve şakak bölgeleri seçildi.

Yumuşak doku analizlerine göre, incelediğimiz 17 yumuşak doku parametresinin hiç birinde anlamlı değişiklik gözlenmemiştir. T0-T1 ve T1-T2 dönemleri arasında Ls, Li, Pog, Gn, Me, A ve B noktalarındaki değişimlerin histogram renk skalası ve lineer değişimlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bu sonuçlar kullanılan cihazdan bağımsız olarak Forsus™ FRD EZ2 apareyinin post-peak dönemindeki bireylerin yumuşak dokusunda anlamlı bir değişikliğe sebep olmamasından kaynaklanmaktadır.

### **5.4. Sefalometri ve 3 Boyutlu Yüz Tarama Görüntü Ölçümlerinin Korelasyon Bulgularının Tartışılması**

3 boyutlu fotogrametri geleneksel tekniklere göre birçok avantaj barındırmasına rağmen güvenilir ve doğru ölçüm verileri sağlamıyorsa bir anlam ifade etmemektedir. Weinberg (177) 'e göre hangi ölçüm tekniği kullanılırsa kullanılсын güvenilirlik ve doğruluk en önemli kriterdir.

Baysal ve ark. (206) 3dMD Face sistemi ile yumuşak doku noktalarının, hem gruplar arası hem de grup içi karşılaştırmasında yüksek tekrarlanabilirlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu bildirmiştir.

Karataş (172) alışmada, 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinin kullanışlı ve yumuşak doku değişikliklerini belirlemek için iyonize radyasyon içermeyen bir sistem olduğunu bildirmiştir. Aynı zamanda, sefalometrik filmlerin değerlendirilmesine katkıda bulunduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre sefalometri ve 3 boyutlu yüz tarama analizlerinde iki yöntem arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. Bu sonuca göre, sefalometri üzerinde yapılan yumuşak doku ölçümleri, 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri üzerinde de yapılabilir. Ancak yumuşak doku analizleri iki yöntemde birebir aynı sonuçları vermemektedir. Analiz için gereken noktalar, sefalometrik radyograflarda 2 boyutlu düzlemler üzerinde işaretlenmektedir. 3 boyutlu yüz tarama görüntülerinde ise bu noktalar 3 boyutlu düzlemler üzerinde işaretlenmektedir. Bu farklılık noktanın birebir aynı yerde işaretlenmemesine neden olabilmektedir. Bu yüzden ölçülen aının iki yöntemde de aynı sonucu vermediği kanaatindeyiz.

## **5.5. Çalışmamızdaki Limitasyonlar**

2 boyutlu radyograflarda, bazı bölgelerde sperpozisyonlara veya distorsiyonlara bağlı veri kayıpları görülebilir ve anatomik yapılar hakkında sınırlı bilgi verebilir. Yapılan karşılaştırmaların benzer görüntüler üzerinde yapılması yöntemlerin güvenilirliği hakkında daha doğru bilgi verecektir. Bu durumda 3 boyutlu yüz tarama sistemlerinin güvenilirliğine, 3 boyutlu tomografi görüntüleri ile yapılan karşılaştırmalar sonucu karar verilmesinin daha uygun olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda apareyin ıkatılmasını takiben 6 ay sonra kayıtlar kullanılmıştır. Apareyin etkilerindeki nüksün değerlendirilebilmesi için ortodontik tedavi bitimini takiben daha uzun dönemde inceleme gerekmektedir.

Bu limitasyonların ileriki çalışmalarda giderilerek verilerin arttırılmasının, çeşitlendirilmesinin ve mevcut verilerimizin literatüre katkı sağlayacağını dūřunmekteyiz.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmadaki mandibular retrognatiye bağlı iskeletsel ve dişsel Sınıf II olgularda, post-peak dönemde uygulanan Forsus™ FRD EZ2 apareyinin dişsel, iskeletsel ve yumuşak dokular üzerine olan etkilerinin incelenmesi sonucu elde edilen bulgulara göre:

1. Apareyin maksilla ve mandibula üzerinde sagital ve vertikal yönde iskeletsel olarak istatistiksel düzeyde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.
2. Maksilla ve mandibulada meydana gelen değişikliklerin dentoalveoler olduğu saptanmıştır.
3. Alt keser dişler protrüze ve prokline olmuştur.
4. Overjet ve overbite azalmıştır.
5. Yumuşak doku profili sınırlı oranda etkilenmiştir.
6. 3 boyutlu yüz tarama görüntülerinde ve sefalometrik radyograflarda yapılan yumuşak doku analizleri birebir aynı sonuçları vermemektedir.

### **neriler :**

1. Çalışmamızda apareyin ıkatılmasını takiben 6. ay kayıtları kullanılmıştır. Apareyin etkilerindeki nüksün değerlendirilebilmesi için ortodontik tedavi bitimini takiben daha uzun dönemde incelemelidir.
2. 3 boyutlu yüz tarama yöntemi ile yapılan değerlendirmelerde dikkat edilmeli ve bu yönteme uygun norm değerlerinin belirlenmesi için farklı çalışmalar tasarlanmalıdır.
3. 2 boyutlu radyograflarda, bazı bölgelerde sperpozisyonlara veya distorsiyonlara bağlı veri kayıpları görülebilir ve anatomik yapılar hakkında sınırlı bilgi verebilir. Yapılan karşılaştırmaların benzer görüntüler üzerinde yapılması yöntemlerin güvenilirliği hakkında daha doğru bilgi verecektir. 3 boyutlu yüz tarama sistemlerinin güvenilirliğinin sorgulanması için, 3 boyutlu tomografi görüntüleri ile karşılaştırmalar yapılan çalışmalar tasarlanmalıdır.



## ÖZET

Çalışmanın amacı, Forsus™ FRD EZ2 (3M Unitek, St. Paul, Minn.) aparatının fasiyal dokular üzerindeki etkilerinin hem sefalometrik radyografiler hem de 3 boyutlu yüz tarama sisteminden elde edilen görüntüler ile değerlendirilmesidir.

Çalışmaya İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda, Forsus™ FRD EZ2 aparatı ile tedavi edilen 20 hasta dahil edilmiştir. Hastaların büyüme-gelişim periyotları seçiminde servikal vertebra olgunlaşma indeksi (CVMI)'nden yararlanılmıştır. CVMI V ve VI büyüme periodunda yani post-peak gelişim evresinde olan bireyler incelenmiştir. Hastaların 3dMD Face (3dMD™ Ltd, Atlanta, GA, ABD) görüntüleme sistemi kullanılarak elde edilmiş 3 boyutlu yüz tarama görüntüleri ve sefalometrik radyografileri aparat yerleştirilmeden önce (T0), aparat çıkarıldıktan sonra hemen (T2) ve bunu takip eden 6. ayda alınmış ve değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin karşılaştırılmasında tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü varyans analizi ve paired-t testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerde anlamlı olanlar

T0-T1 dönemleri arası Wits değerinde, IMPA, L1P-NB (°), L1-NB (mm), L1P-APog, U1P-L1P, overjet, overbite, Ls-E ve labiomental açıda anlamlı değişim gözlenmiştir. T0-T2 dönemleri arasında ise Wits, IMPA, L1P-NB (°), overjet, overbite ve Ls-E değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Sonuç olarak, post-peak dönemdeki bireylerde uygulanan Forsus™ FRD EZ2 aparatı yalnızca dental etki ile maloklüzyonun düzelmesini sağlamıştır. Yumuşak doku sınırlı miktarda etkilenir. Tekrarlanabilir olması ve benzer sonuçlar elde edilmesi sayesinde 3dMD Face sistemi sefalometri gibi yumuşak doku analizlerinde kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Yumuşak doku, Forsus™ FRD, 3dMD, stereofotogrametri

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of Forsus™ FRD EZ2 (3M Unitek, St. Paul, Minn.) appliance on facial tissues, by using images obtained from both cephalometric radiographs and 3 dimensional facial scanning system.

20 patients treated with Forsus™ FRD EZ2 (3M Unitek, St. Paul, Minn.), appliance in Izmir Katip Celebi University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics were included in this study. Cervical vertebra maturation index (CVMI) was used to determine growth and development periods of the patients. The subjects at CVMI V and VI periods, i.e. at post-peak period were investigated. 3 dimensional facial scanning images by utilizing 3dMD Face (3dMD™ Ltd, Atlanta, GA, ABD) and cephalometric radiographic images were obtained before the installation of the appliance (T0), immediately after removal (T1) and at the 6th month (T3) after the removal of the appliance. For the comparison of data, repeated measures one-way analysis of variance and paired-t test were used.

Statistically significant changes were found in Wits value, IMPA, L1P-NB (°), L1-NB (mm), L1P-APog, U1P-L1P, overjet, overbite, Ls-E and labiomental angle in T0-T1. In T0-T2; Wits, IMPA, L1P-NB (°), overjet, overbite and Ls-E values were found statistically significant.

In conclusion, Forsus™ FRD EZ2 appliance corrected malocclusion with only dental effect in patients at postpeak period. The soft tissues were affected to a limited extent. 3dMD Face systems are valid for soft tissue analyses as cephalometric radiographs, by means of being repeatable and providing similar results.

**Key words:** Soft tissue, Forsus™ FRD, 3dMD, Stereophotogrammetry

## KAYNAKLAR

1. Du Xi. Skeletal, Dental and Muscular Effects in Class II Division 1 Malocclusion Treated by Herbst Appliance, Doktora Tezi, Hong Kong Üniversitesi, Çin, 1999: 20.
2. Başçiftçi FA, Demir A, Uysal T, Sarı Z. Konya yöresi okul çocuklarında ortodontik maloklüzyonların prevalansının araştırılması: Epidemiyolojik Çalışma. Turk Ortodonti Derg 2002; 15: 92-98.
3. Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. Am J Orthod 1969; 56: 443-454.
4. McNamara JA Jr. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. Angle Orthod 1981; 51: 177-202.
5. Küçükkeleş N, İlhan I, Orgun IA. Treatment efficiency in skeletal Class II patients treated with the Jasper Jumper. Angle Orthod 2007; 77: 449-456.
6. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances. Mosby-Year Book, Inc., 1997.
7. Graber TM, Neumann B. Removable Orthodontic Appliances Philadelphia, WB Saunders, 1977.
8. Ahlgren J, Laurin C. Late results of activator-treatment: cephalometric study. Br J Orthod 1976; 3: 181-187.
9. Malmgren O, Omblus J. Treatment with an orthopaedic appliance system. Eur J Orthod 1985; 7: 205-214.
10. Heinig 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.
11. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth (7th ed.), S.S White Dental Manufacturing, Philadelphia, 1907.
12. McNamara Jr. JA, Ellis E. Cephalometric analysis of untreated adults with ideal facial and occlusal relationships. Inter J Adult Orthod Orthog Surg 1981; 3: 221-231.
13. Jarabak, JR, Fizzell, JA. Technique and treatment with light-wire edgewise appliances. ed. 2. The C. V. Mosby Company, St. Louis; 1972.

14. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 1953; 39: 729-755.
15. Jacobson A. The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod and Dentofacial Orthopedics* 2003; 124: 470-479.
16. Nanda R, Dandajena TC, Nanda R. Biomechanics strategies for nonextraction Class II malocclusions. In: Nanda R, Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics, Elsevier Saunders, St. Louis, 2005; 177-193.
17. Graber TM, Rakotsi T, Petrovic AG. *Dentofacial Orthodontic Concept and Techniques*, Second Edition W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, 1975.
18. Ast DB, Carlos JP, Cons NC. The prevalence and characteristics of malocclusion among Senior High School students in upstate New York. *Am J Orthod* 1965; 51: 437-445.
19. Massler M, Fränkel JM. Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years. *Am J Orthod* 1951; 37: 751-768.
20. Proffit WR. Malocclusion and dentofacial deformity in contemporary society. In: Proffit W,R. *Contemporary orthodontics*. (2nd ed.) Mosby Year Book, Missouri, 1993; 1-16.
21. Helm S. Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study. *Am J Orthod* 1968; 54: 352-366.
22. Steigman S, Kavar MJ, Zilberman Y. Prevalence and severity of malocclusion in Israeli Arab urban children 13 to 15 years of age. *Am J Orthod* 1983; 84: 337–343.
23. Kim YH. A comparative cephalometric study of Class II, Division 1 Nonextraction and Extraction cases. *Angle Orthod* 1979; 49: 77-84.
24. Sayın MÖ, Türkkahraman H. Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish Population. *Angle Orthod* 2004; 74: 635–639.
25. Aytan S, Yukay F, Ciğer S. Ağız dışı kuvvetlerin ortodontide uygulanması, *Headgear’ler Hacettepe Diş Hek Der* 1977; 109-122.
26. Giray B. Sosyoekonomik faktörlerin Angle sınıflamasına göre anomalilerle ilişkileri, *Ankara Üniversitesi Ortodonti*, Ankara, 1977.

27. Sarı Z, Uysal T, Karaman A, Başçiftçi F, Üşümez S, Demir A. Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi: Epidemiyolojik çalışma. Türk Ortodonti Dergisi 2003; 16: 119-126.
28. Çelikoğlu M, Akpınar S, Yavuz I. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2010; 15:791-796.
29. Gelgör IE, Karaman AI, Ercan E. Prevalence of malocclusion among adolescents in central literature. Eur J Dent 2007; 1: 125-131.
30. Smith RA. The etiology of Angle Class II division I malocclusion. The Angle Orthod 1939; 9: 15-19.
31. Proffit WR. Contemporary Orthodontics. Mosby Company 1986.
32. Moyers RE. Handbook of Orthodontics. 2nd edition, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1963.
33. Ülgen M. Ortodonti: Anomaliler, sefalometri, etioloji, büyüme ve gelişim, tanı. Yeditepe Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2000.
34. Wigal TG. Long-term follow-up of patients treated with the edgewise crowned herbst appliance in the mixed dentition. The School of Dentistry at West Virginia University. Master of Science In Orthodontics. Thesis 2008.
35. [http://en.wikipeida.org/wiki/Treacher\\_Collins\\_Syndrome](http://en.wikipeida.org/wiki/Treacher_Collins_Syndrome)
36. Bishara SE. Textbook of orthodontics. W.B. Saunders company, 2001.
37. Henry RG. A classification of Class II division 1 malocclusion. Angle Orthod 1957; 27: 83-92.
38. Fisk GV, Culbert MR, Grainger RM, Hemrend B, Moyers R. The morphology and physiology of distocclusion. Am J Orthod 1953; 35: 3-12.
39. Buschang PH, 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.
40. Buschang PH, Tanguay R, Demirjian A, LaPalme L, Turkewiz J. Mathematical models of longitudinal mandibular growth for children with normal and untreated Class II, Division 1 malocclusion. Eur J Orthod 1988;10: 227-234.

41. Buschang PH, Martins J. Childhood and adolescent changes of skeletal relationships. *Angle Orthod* 1998; 68: 199-206.
42. Pancherz H, Zieber K, Hoyer B. Cephalometric characteristics of Class II Division 1 and Class II Division 2 malocclusions: A comparative study in children. *Angle Orthod* 1997; 67: 111-120.
43. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997; 111: 502-509.
44. Bishara SE, Jakobsen JR, Vorhies B, Bayati P. Changes in dentofacial structures in untreated Class II Division 1 and normal subjects: A Longitudinal study. *Angle Orthod* 1997; 1: 55-66.
45. Bishara SE, Zaher AR, Cummins DM, Jakobsen JR. Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 1994; 64: 221-230.
46. Sayin MO, Turkkahraman H. Comparison of dental arch and alveolar widths of patients with Class II, division 1 malocclusion and subjects with Class I ideal occlusion. *Angle Orthod* 2004; 74: 356-360.
47. Sayin MO, Turkkahraman H. Cephalometric evaluation of nongrowing females with skeletal and dental Class II, division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 2005; 75: 656-660.
48. Uysal T, Memili B, Usumez S, Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion, Class II division 1 and Class II division 2. *Angle Orthod* 2005; 75: 941-947.
49. Qamar C, Rasheed N, Latif S. Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusion Pakistan Oral and Dental Journal 2010; 30: 138-141.
50. Spalding PM. Treatment of Class II malocclusions. In: Bishara SE (eds). *Textbook of Orthodontics*. WB Saunders, Philadelphia 2001; 324-375.

51. Coben S.E. The biology of Class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1971; 59: 470-487.
52. Kessel SP. The rationale of maxillary premolar extraction only in class II Therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1963; 49: 276-293.
53. Pancherz H. Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117:571-574.
54. Franchi L, Bacetti T. Class II Malocclusions. In: McNamara JA Jr, Brudon WE (eds). *Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. Needham Press, Michigan 2001; 63-85.
55. Gazivekili C. Mandibular retrognatiye bağlı Sınıf II olgularda iskeletsel ankraj desteği ile birlikte kullanılan Jasper Jumper apareyinin etkilerinin sefalometrik incelenmesi, Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul, 2007.
56. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics*. Mosby Inc. St.Louis-Philadelphia. 4th edition, 2007.
57. Petrovic A, Stutzmann JJ, Oudet C. Control proses in the postnatal growth of the condylar cartilage. In McNamara JA (ed): *Determinants of Mandibular Form and Growth*, Monograph 4, Ann Arbor, Michigan, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan,1975.
58. Pfeiffer JP, Grobety D. Simultaneous use of cervical appliance and activator: an orthopedic approach to fixed appliance therapy. *Am J Orthod* 1972; 61: 353-373.
59. King GJ, Keeling SD, Hocevar RA, Wheeler TT. The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod* 1990; 60: 87-97.
60. B.H. Anterior Vertical Incremental Facial Growth: Its Effects in Class II Treatment. *Angle Orthod* 1980; 50: 179- 188.
61. Tulloch JF, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 62-72.

62. Bass NM. Orthopedic coordination of dentofacial development in skeletal Class II malocclusion in conjunction with edgewise therapy. Part I. *Am J Orthod* 1983; 84: 361-383.
63. Von Bremen J, Pancherz H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 31-37.
64. Papadopoulos MA. *Orthodontic Treatment of the Class II Noncompliant Patient*. Ed: Papadopoulos MA. *Orthodontics: Current Principles and Technique*. Mosby Inc., 2006.
65. Fränkel R. The treatment of Class II Division 1 malocclusion with functional correctors. *Am J Orthod* 1969; 55: 265-275.
66. Bishara SE. Facial and dental changes in adolescents and their clinical implications. *Angle Orthod* 2000; 70: 471-483.
67. West EE. Analysis of Early Class II, Div 1 Treatment. *Am J Orthod* 1982; 82: 519- 521.
68. Graber TM. *Current Orthodontic Concepts and Techniques*. W.B. Saunders Company Philadelphia, 1969.
69. Valinoti JR. The European Activator. Its Basis and Use. *Am J Orthod* 1973; 63: 561- 580.
70. Tofani MI. Mandibule Growth at Puberty. *Am J Orthod* 1972; 62: 176-195.
71. Pancherz H, Bjerklin K, Lindskog-Stokland B, Hansen K. Thirty-two year follow-up study of Herbst therapy: a biometric dental cast analysis. *Am J Orthod* 2014; 145: 15-27.
72. Wieslander L. Early or Late Cervical Traction Therapy of CI II Malocclusion in the Mixed Dentition. *Am J Orthod* 1975; 67: 432- 439.
73. Ghafari J, Shofer FS, Jacobsson-Hunt U, Markowitz DL, Laster LL. Headgear versus function regulator in the early treatment of Class II division 1 malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 51-61.
74. Keeling SD, Wheeler TT, King GJ, Garvan CW, Cohen DA, Cabassa S, et al. Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 40-50.



75. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985; 88: 273-287.
76. Bacetti T, Franchi L. The fourth dimension in dentofacial orthopedics: Treatment timing for Class II and Class III malocclusions. *World J Orthod* 2001; 2: 159-167.
77. Bacetti T, Franchi L, Toth LR, McNamara JA Jr. Treatment timing for Twin-block therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 159-170.
78. O'Reilly M, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae-a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod* 1988; 58: 179-184.
79. Pancherz H. The modern Herbst appliance. In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, eds. *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances*. 2nd ed. St Louis: Mosby-Year Book, Inc; 1997, 336-366.
80. Ülgen M. *Ortodontik Tedavi Prensipleri*, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, 2003; 161-196.
81. Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1969; 55: 585-599.
82. Ruf S, Pancherz H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 1999; 69: 239-246.
83. Graber TM, Swain BF. *Orthodontics Current Principles and Techniques*. The Mosby Company, 1985; 369-483.
84. Hotz R. Application and appliance manipulation of functional forces. *Am J Orthod* 1970; 58: 459-478.
85. Shaye R. Dr. Robert Shaye on functional appliances. Interview by Eugene L. Gottlieb. *J Clin Orthod* 1983; 17: 330-342.
86. Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliances: A review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1989; 95: 250-258.
87. Valinoti JR. The European Activator. Its Basis and Use. *Am J Orthod* 1973; 63: 561- 580.
88. Robertson NRE. An examination of treatment changes in children treated with functional regülätör of Fränkel *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1983; 83: 299-310.

89. Demisch A, Ingervall B, Thüer U. Mandibular displacement in angle Class II, division 2 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102: 509–518.
90. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment *Am J Orthod* 1971; 60: 478-490.
91. Vargevik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod*, 1985; 88: 242-251.
92. Carels C, Van der Linden FPGM. Concepts on functional appliances mode of action. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 92: 162-168.
93. Graber TM. *Functional Appliances Chapter 13: The Twin Block Technique, Orthodontics: Principles & Practice*. WB Saunders Company, 1972.
94. Graber TM, Rakosi T, Petrovic A. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*. W.B. Saunders Co., St Louis., 1997.
95. Muzy E. *La therapeutique orthopedique fonctionelle de la face*. Julien Prelat, Paris, 1952.
96. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod* 1969; 55: 566-577.
97. Franchi L, Alvetro L, Giuntini V, Masucci C, Defraia E, Baccetti T. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. *Angle Orthod* 2011; 81: 678-683.
98. Upadhyay M. Dentoskeletal and soft tissue treatment effects of two different methods for treating Class II malocclusions. *Master's Theses*, 2010; 32.
99. Sahn G, Bartsch A, Witt E. Micro-electronic monitoring of functional appliance wear. *Eur J Orthod* 1990; 12: 297-301.
100. Ritto AK. Fixed functional appliances-trends fo the next century. *Funct Orthod* 1999; 16: 22-39.
101. Günay EA. Genç erişkinlerde uygulanan Forsus apareyinin iskeletsel, dişsel ve yumuşak dokular üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi. *Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul*, 2009.
102. [http://multimedia.3m.com/mws/media/823065O/forsus-fatigue-resistant-device-treatment-guide.pdf?fn=ForsusFRD% 2520TreatmentGuide% 252070-2021](http://multimedia.3m.com/mws/media/823065O/forsus-fatigue-resistant-device-treatment-guide.pdf?fn=ForsusFRD%2520TreatmentGuide%252070-2021)
103. Vogt W. The Forsus Fatigue Resistant Device. *J Clin Orthod* 2006; 40 : 368-377.

104. [http://multimedia.3m.com/mws/media/5465400/forsus-fred-ez2module-flyer-70-2021-3964-1.pdf?fn=Forsus% 2520FRED% 2520EZ2Module% 2520Flyer% 252070-2](http://multimedia.3m.com/mws/media/5465400/forsus-fred-ez2module-flyer-70-2021-3964-1.pdf?fn=Forsus%2020FRED%2020EZ2Module%2020Flyer%202070-2)
105. El-Sheikh MM, Godfrey K, Manosudprasit M, Viwattanatipa N. Force deflection characteristics of the fatigue-resistant device spring: an in vitro study. *World J Orthod* 2007; 8: 30-36.
106. Arıcı N. Forsus Nitinol Flat Spring Apareyinin Sınıf II Malokluzyon Tedavisinde Dento-Fasiyal Yapıya Etkilerinin İncelenmesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ortodonti, Samsun, 2005.
107. Gabler BE. Comparison of Skeletal And Dentoalveolar Effects of The Forsus and Advansync in Treatment Class II Malocclusions An Abstract Presented to the Graduate Faculty of Saint Louis University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Dentistry, 2013.
108. Franchi L, Alvetro L, Giuntini V, Masucci C, Defraia E et al. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. *Angle Orthod* 2011; 81: 678-683.
109. Al-Jewair TS, Preston CB, Moll EM, Dischinger T. A comparison of the MARA and the AdvanSync functional appliances in the treatment of Class II malocclusion. *Angle Orthod* 2012; 82: 907-914.
110. Jones G, Buschang PH, Kim KB, Oliver DR. Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *Angle Orthod* 2008; 78: 332-338.
111. Karaçay S, Akın E, Ölmez H, Gürton Ü, Sagdıç D. Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod*, 2006; 76: 666-672.
112. Cope JB, Buschang PH, Cope DD, Parker J, Blackwood HO. Quantitative evaluation of craniofacial changes with Jasper Jumper therapy. *The Angle Orthodontist* 1994; 64: 113-122.
113. Orgun A. İskeletsel Sınıf II olgularda Jasper Jumper apareyinin tedavi etkinliğinin sefalometrik araştırılması. Marmara Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 1995.

114. Covell DA, Trammell DW, Boero RP, West R. A cephalometric study of Class II division 1 malocclusions treated with the Jasper Jumper appliance. *Angle Orthod* 1999; 69: 311-320.
115. Nalbantgil D, Arun T, Sayınsu K, Işık F. Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. *Angle Orthod* 2005; 75: 426-436.
116. Ünal T. Alt çene gelişim geriliğine bağlı geç dönem iskeletsel sınıf II hastalarda iskeletsel ankraj desteği ile birlikte kullanılan forsus FRD apareyinin etkilerinin sefalometrik olarak incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon, 2014.
117. Aras A, Ada E, Saracoglu H, Gezer NS, Aras I. Comparison of treatments with the Forsus Fatigue Resistant Device in relation to skeletal maturity: a cephalometric and magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 616-625.
118. Bilgiç F. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonların Tedavisinde Forsus Frd Ez Apareyi ile Andresen Aktivatörünün Etkilerinin Karşılaştırılması Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2011.
119. Özel N, Doğan AA. Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılan fonksiyonel ortopedik apareyler. *Smyrna Tıp Dergisi* 2011; 48-52.
120. Şengün K. Büyüme gelişimi devam eden iskeletsel Sınıf II bireylerde Forsus Fatigue Resistant Device apareyinin etkilerinin sefalometrik olarak değerlendirilmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul, 2010.
121. Lange DW, Karla V, Broadbent BH, Powers M, Nelson S. Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator. *Angle Orthod* 1995; 6: 423-430.
122. Weiland FJ, Droschl H. Treatment of a Class II division 1 malocclusion with the Jasper Jumper: A case report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109: 1-7.
123. Gornick MC. Digital Three-Dimensional Photogrammetry: Accuracy And Precision of Facial Measurements Obtained From Two Commercially-Available Imaging Systems. University of Pittsburgh, Thesis, 2011.
124. Kolar JC, Salter EM. Craniofacial Anthropometry: Practical Measurement of the Head and Face for Clinical, Surgical and Research Use. Springfield: Charles C. Thomas, 1997.

125. Richmond S. The feasibility of categorising orthodontic treatment difficulty: the use of three-dimensional plotting. MScD Dissertation, University of Wales, Cardiff, 1984.
126. Berghagen M. Photogrammetric Principles Applied to Intra-oral Radiodontia. A Method for Diagnosis and Therapy in Odontology. Springer: Stockholm, 1951.
127. Tanner JM, Weiner JS. The reliability of the photogrammetric method of anthropometry. *Am J Phys Anthropol* 1949; 7: 145-186.
128. Beard LF, Burke PH. Evolution of a system of stereophotogrammetry for the study of facial morphology. *Med Biol Illustration* 1967; 17: 20-25.
129. Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Method for quantifying facial asymmetry in three dimensions using stereophotogrammetry. *Angle Orthod* 1995; 65: 233-239.
130. Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Quantification of facial morphology using stereophotogrammetry- demonstration of a new concept. *J Dentistry* 1996; 24: 369-374.
131. Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Longitudinal study on three-dimensional changes of facial asymmetry in children between 4 to 12 years of age with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1995; 32: 463-468.
132. Ayoub AF, Wray D, Moos KF et al. Three-dimensional modeling for modern diagnosis and planning in maxillofacial surgery. *Int J Adult Orthodont Orthognath Surg* 1996; 11: 225–233.
133. Blais F. Review of 20 years of range sensor development. *J Electron Imaging* 2004; 13: 231-240.
134. Moss JP. Northcroft revisited. *Br J Orthodont* 1989; 16: 155-167.
135. Bush K, Antonyshyn O. Three-dimensional facial anthropometry using a laser surface scanner: validation of the technique. *Plastic Reconstruct Surg* 1996; 98: 226-235.
136. Zhang J, Lu P, Wang Y. A study on the stability and reliability of 3D laser cranio-maxillofacial reconstruction. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2002; 37: 469-471.

137. Nagao M, Sohmura T, Kinuta S et al. Integration of 3D shapes of dentition and facial morphology using a high-speed laser scanner. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 497-503.
138. Nguyen C. 3D image construction of the craniofacial complex. Master's Thesis, Temple University, Philadelphia, PA, 1999. Copyright, 2007 John Wiley & Sons, Ltd. *Int J Med Robotics Comput Assist Surg* 2007; 3: 97-110.
139. Tuncay OC. Three-dimensional imaging and motion animation. *Semin Orthodont* 2001; 7: 244-250.
140. Enciso R, Memon A, Fidaleo DA, Neumann U, Mah J. The virtual craniofacial patient: 3D jaw modeling and animation. *Studies Health Technol Informat* 2003; 94: 65-71.
141. Chung How Kau, Stephen Richmond, Angela Incrapera, Jeryl English, James Jiong Xia. Three-dimensional surface acquisition systems 115iterat study of facial morphology and their application to maxillofacial surgery. *Int J Med Robotics Comput Assist Surg* 2007; 3: 97-110.
142. Caruso AJ, Stanhope SJ, McGuire DA. New technique for acquiring three-dimensional orofacial nonspeech movements. *Dysphagia* 1989; 4: 127-132.
143. Gross MM, Trotman CA, Moffatt KS. A comparison of threedimensional and two-dimensional analyses of facial motion. *Angle Orthodontist* 1996; 66: 189-194.
144. Trotman CA, Faraway JJ. Modeling facial movement: I. A dynamic analysis of differences based on skeletal characteristics. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62: 1372-1379.
145. Mah J, Hatcher D. Current status and future needs in craniofacial imaging. *Orthodont Craniofac Res* 2003; 6: 10-16; discussion 179-182.
146. Scarfe W C, Farman A G, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association. Journal de L'Association Dentaire Canadienne* 2006; 72: 75-80.
147. Papadopoulos MA, Christou PK, Athanasiou AE et al. Threedimensional craniofacial reconstruction imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodont* 2002; 93: 382-393.
148. Mischkowski RA, Bongartz J, Giel D et al. Holographic face models as planning tool in maxillofacial surgery. *Int J Comput Dent* 2004; 7: 339-345.

149. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107: 58-66.
150. Küçükkeleş N, Acar A, Birsen S, Arun T. Comparison between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assesment of skeletal maturity. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 24: 47-52.
151. Developed by tne National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2000.
152. Blackwood HO. Clinical management of the Jasper Jumper. *J Clin Orthod* 1991; 25: 755-760.
153. Karadağ E. Sınıf II Div.1 Malokluzyonu Tedavisinde MARA (Mandibuler Anterior Repositioning Appliance)' nın Çene- Yüz Sistemi ve TME Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. T.C. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2005.
154. Weber DW, Fallis DW, Packer MD. Three-dimensional reproducibility of natural head position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 145: 738-744.
155. Maal T, Verhamme L, Van Loon B, Plooij J, Rangel F, Kho A, et al. Variation of the face in rest using 3D stereophotogrammetry. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011; 40: 1252-1257.
156. Taylor HO, Morrison CS, Linden O, et al. Quantitative facial asymmetry: using three-dimensional photogrammetry to measure baseline facial surface symmetry. *J Craniofac Surg* 2014; 25: 124-128.
157. Pancherz H. Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 571-574.
158. Pangrazio-Kulbersh V, Berger JL, Chermak DS, et al. Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance on patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 286–295.
159. Bondevik O. Treatment needs following activator-headgear therapy. *Angle Orthod* 1995; 65: 417-422.
160. Sahm G, Bartsh A, Witt E. Reliability of patient reports on compliance. *European J Orthod* 1990; 12: 438-446.
161. Stromeyer EL, Caruso JM, DeVincenzo JP (2002). A cephalometric study of the Class II correction effects of the Eureka Spring. *The Angle orthodontist* 72: 203-210.

162. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod* 1984; 85: 125-134.
163. Wieslander L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am J Orthod* 1984; 86: 1-13.
164. Weiland FJ, Ingervall B, Bantleon HP, Droacht H. Initial effects of treatment of Class II malocclusion with the Herren activator, activator-headgear combination, and Jasper Jumper. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112: 19-27.
165. Patel HP, Moseley HC, Noar JH. Cephalometric determinants of successful functional appliance therapy. *Angle orthod* 2002; 72: 410-417.
166. Grave KC, Brown T. Carpal radiographs in orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979; 75: 27-45.
167. Weiland FJ, Bantleon HP. Treatment of Class II malocclusions with the Jasper Jumper appliance-a preliminary report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108: 341-50.
168. Farkas LG, ed. *Anthropometry of the Head and Face*. New York: Raven Press; 1994.
169. Farkas LG, Bryson W, Klotz J. Is photogrammetry of the face reliable? *Plast Reconstr Surg* 1980; 66: 346-355.
170. Altındaş S, Toy E, Başçiftçi F. Farklı Tipteki Hızlı Üst Çene Genişletme Aparentlerinin Yüz Yumuşak Dokularına Olan Etkilerinin Üç Boyutlu Yüz Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi. XIV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Eskişehir, 2015; 32.
171. Aynechi N, Larson BE, Leon-Salazar V, Beiraghi S. Accuracy and precision of a 3D anthropometric facial analysis with and without landmark labeling before image acquisition. *Angle Orthod* 2011; 81: 245-252.
172. Karataş OH, Malkoç S, Yolcu Ü, Öztürk SA. Sınıf III Maloklüzyonun Ortognatik Cerrahi Sonrası Yumuşak Doku Özelliklerinin 3dMD Sistemi ile Değerlendirilmesi XIV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Ankara, 2014; 320.



173. Aldridge K, Boyadjiev SA, Capone GT, DeLeon VB, Richtsmeier JT. Precision and Error of Three-Dimensional Phenotypic Measures Acquired From 3dMD Photogrammetric Images. *Am J Med Genet* 2005; 138: 247-253.
174. Wong JY, Oh AK, Ohta E, et al. Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3D digital photogrammetric images. *Cleft Palate Craniofac J* 2008; 45: 232-239.
175. Baca DB, Deustch CK, D'Agostino RB. Correspondence between direct anthropometry and structured light digital measurement. In: Farkas LG, ed. *Anthropometry of the Head and Face*. New York: Raven press; 1994; 235-237.
176. Schwenzer-Zimmer K, Haberstock J, Kovacs L, et al. 3D Surface Measurement for Medical Application –Technical Comparison of Two Established Industrial Surface Scanning Systems. *J med Syst* 2008; 32: 59-64.
177. Weinberg SM, Scott NM, Neiswanger K, Brandon CA, Marazita ML. Digital Three-Dimensional Photogrammetry: Evaluation of Anthropometric Precision and Accuracy Using a Genex 3D Camera System. *Cleft Palate Craniofac J* 2004; 41: 507-518.
178. Maal T, Verhamme L, Van Loon B, et al. Variation of the face in rest using 3D stereophotogrammetry. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011; 40: 1252-1257.
179. Maal TJ, van Loon B, Plooi J, et al. Registration of 3-dimensional facial photographs for clinical use. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68: 2391-2401.
180. Mills CM, McCulloch KJ. Case report: Modified use of the Jasper Jumper appliance in a skeletal Class II mixed dentition case requiring palatal expansion. *Angle Orthodont* 1997; 4: 277-282.
181. Saraçoğlu H. Sınıf II Bölüm I maloklüzyona sahip iki farklı yaş grubundaki bireylerin tedavisindeki, sabit çenelerarası yayların etkilerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2007.
182. Stucki N, Ingervall B. The use of the Jasper Jumper 118 iterat correction of Class II malocclusion in the young permanent dentition. *Eur J Orthod* 1998; 20: 271–281.
183. De Almeida MR, Henriques JF, de Almeida RR, Weber U, McNamara JA, Jr. Short-term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. *The Angle orthodontist* 2005; 75: 540-547.

184. Dedeoğlu PB. Mandibular retrognatili Sınıf II Bölüm 1 olguların tedavisinde Herbst ve Jasper Jumper apareylerinin tedavi etkinliklerinin sefalometrik olarak değerlendirilmesi ve karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 1998.
185. Sarı Z, Goyenc Y, Doruk C, Usumez S. Comparative evaluation of a new removable Jasper Jumper functional appliance vs an Activator-Headgear combination. *Angle Orthod* 2003; 73: 286-293.
186. Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics. Part I, friction or reality. A review of the literature. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110: 513-519.
187. Forsberg CM, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *Eur J Orthod* 1981; 3: 247-253.
188. Pancherz H. Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979; 76: 423-42.
189. Pancherz H. Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Swed Dent J Suppl* 1982; 15: 189-196.
190. Valant JR, Sinclair PM. Treatment effects of the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 95: 138-147.
191. Sidhu MS, Kharbanda OP, Sidhu SS. Cephalometric analysis of changes produced by a modified Herbst appliance in the treatment of Class II division 1 malocclusion. *Br J Orthod* 1995; 22: 1-12.
192. Ruf S, Pancherz H. Herbst/ multibraket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. A prospective cephalometric study of consecutively treated subjects. *Eur J Orthod* 2006; 28: 352-360.
193. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur J Orthod* 2004; 26: 293-302.
194. Janson G, Valarelli FP, Henriques JFC, Freitas MR, Cancado RH. Stability of anterior openbite nonextraction treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003; 124: 265-276.
195. Lai M, McNamara JA Jr. An evaluation of two phase treatment with the Herbst appliance and preadjusted edgewise therapy. *Semin Orthod* 1998; 4: 46-58.

196. VanLaecken R, Martin C, Dischinger T, Razmus T, Ngan P. Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: A cephalometric and tomographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 582-593.
197. Uyanlar A. Sınıf II Mandibular Retrüzyon Olgularında Uygulanan Sabbagh Universal Spring (SUS<sup>2</sup>) Apareyinin Dişsel, İskeletsel ve Yumuşak Dokular üzerine olan Etkilerinin Değerlendirilmesi Doktora Tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2010.
198. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997; 112: 87-91.
199. Croft RS, Buschang PH, English JD, Meyer R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999; 116: 435-43.
200. Özlü T. Alt çene gelişim geriliğine bağlı geç dönem iskeletsel sınıf II olgularda Forsus FRD ve Herbst IV apareylerinin etkilerinin sefalometrik olarak karşılaştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2013.
201. Cash RG. Adult non-extraction treatment with Jasper Jumper. *J Clin Orthod* 1991; 25: 43-47.
202. Kamacı S. Alt çene geriliğine bağlı sınıf II olgularda Eureka Spring apareyi ile ortodontik tedavi sonrası dişsel, iskeletsel ve stomatognatik sistem değişikliklerinin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
203. Patel HP, Moseley HC, Noar JH. Cephalometric determinants of successful functional appliance therapy. *Angle Orthod* 2002; 72: 410-417.
204. Pancherz H, Anehus-Pancherz M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 103: 510-520
205. Jing Y, Chan-ling W, Dong-xu L, Jie G, Fan Z. Clinical effect of modified Forsus appliance to children with mandibular retrusion. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2006; 24: 246-249.
206. Baysal A, Öztürk MA, Şahan AO, Uysal T. Facial soft-tissue changes after rapid maxillary expansion analyzed with 3-dimensional stereophotogrammetry: A randomized, controlled clinical trial. *Angle Orthod* 2016; 86: 934-942.



İZMİR KÂTİP ÇELEBİ  
ÜNİVERSİTESİ

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU  
(İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi 35360 Karabağlar / İZMİR  
Tel:0 232 245 04 38 --- 0 232 244 44 44 / 1234 Fax: 0 232 245 04 38 E-posta [ikcetik2@gmail.com](mailto:ikcetik2@gmail.com))

Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD

Karar No: 284  
Tarih : 02.11.2016

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. İlknur VELİ sorumluluğunda yapılması planlanan “Forsus Aparenti ile Tedavi Gören Genç Erişkin Bireylerde Yumuşak Doku Değişimlerinin Değerlendirilmesi” adlı araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.

Doç. Dr. Orhan GÖKALP  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Ankara' da doğdum. İlk ve orta öğretim hayatımı Ankara'da tamamladım. 2006 yılında Yeditepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde öğretim görmeye başladım ve 2012 yılında yüksek lisans eğitimimi tamamladım. 2012 yılında Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başladım ve 2013 yılında İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak görevime devam ettim.