

**ET.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**BİLGİSAYAR ve YAPAY ZEKA TABANLI
SEFALOMETRİK ÇİZİM PROGRAMLARININ
ORTOGNATİK CERRAHİ TEDAVİSİNDE GÜVENİRLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Balaz EROĞUL
Ortodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**BİLGİSAYAR ve YAPAY ZEKA TABANLI
SEFALOMETRİK ÇİZİM PROGRAMLARININ
ORTOGNATİK CERRAHİ TEDAVİSİNDE GÜVENİRLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Balaz EROĞUL
Ortodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Cenk Ahmet AKCAN**

**ANKARA
2023**

TEŞEKKÜR

Başta lisans eğitimim sırasında tanışma şansı yakaladığım ve benim için her zaman çok değerli olacak olan Doç. Dr. Meral Arslan MALKOÇ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca değerli bilgilerini, deneyimlerini benimle paylaşan, desteğini esirgemeyen değerli hocam Ortodonti Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Tülin TANER'e,

Uzmanlık eğitimime önemli katkıları olan, tez çalışmam sırasında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, yardımını esirgemeyen ve desteğini her zaman hissettiğim saygıdeğer tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Cenk Ahmet AKCAN'a

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan ve klinik deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Müge AKSU, Doç. Dr. Hakan EL, Doç. Dr. Banu SAĞLAM AYDINATAY, Doç. Dr. Bengisu AKARSU GÜVEN, Doç. Dr. Ezgi ATİK, Doç. Dr. Hande GÖRÜCÜ ÇOŞKUNER, Öğr. Gör. Gediz AKSÖZ'e,

Uzmanlık eğitim hayatımın bana kazandırdığı, desteğini her zaman hissettiğim sevgili dostum Uzman Dt. Mustafa KIZILIRMAK'a,

Uzmanlık sürecinde tanıdığım ve beraber çalışma fırsatı bulduğum asistan arkadaşlarıma, yardımcı personelimize ve teknisyenlerimize,

Hayatımın her aşamasında bana destek olan, varlıklarından güç aldığım ve çocukları olmaktan daima gurur duyduğum babam emekli gazateci Önder EROĞUL, annem Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL'una,

Tezimin her aşamasında verdiği çaba ve destek ile yanımda olan, en zor zamanlarımda sabır ve anlayışını esirgemeyen, sevgisini her daim hissettiğim eşim Gurbet YETİŞKİN'e

En içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

EROĞUL, B. Bilgisayar ve Yapay Zeka Tabanlı Sefalometrik Çizim Programlarının Ortognatik Cerrahi Tedavisinde Güvernirliğinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023. Amaç: Bu çalışmanın amacı, ortognatik cerrahi uygulanan hastalarda operasyon öncesi ve operasyon sonrasında yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programı olan WebCeph programının güvenirliğini bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programı olan Dolphin Imaging programı kullanılarak değerlendirmektir. **Bireyler ve Yöntem:** Çalışmaya ortognatik cerrahi tedavisi uygulanan yaş ortalaması $22,760 \pm 3,041$ olan 50 hasta (23 erkek, 27 kadın) dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen 50 hastanın ortognatik cerrahi operasyonundan 1 ay önce ve 1 ay sonra alınan lateral sefalometrik radyografileri yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programı olan WebCeph programı ve bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programı olan Dolphin Imaging programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada methodları değerlendirilmek üzere 15'i açisal 14'ü doğrusal olmak üzere toplam 29 parametre seçilmiştir. **Bulgular:** Ortognatik cerrahi operasyonu öncesi methodlar arasında Artiküler Açık (°), Gonial Açık (°), Björk Sum (°), U1-SN (°), U1-NA (°), L1-NB (°), IMPA (°), Nasolabial Açık (°), A-Nperp (FH) (mm), Pog-Nperp (FH) (mm), Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametrelerinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Ortognatik cerrahi operasyonu sonrası methodlar arasında Artiküler Açık (°), Gonial Açık (°), Björk Sum (°), FMA (°), Y Aksı Açısı (°), Fasiyal Derinlik (°), U1-SN Açık (°), U1-NA Açık (°), L1-NB Açık (°), IMPA (°), Nasolabial Açık (°), Fasiyal Konveksitite (mm), (°), A-NPerp (FH) (mm), Pog-NPerp (FH) (mm), U1-NA Mesafe (mm), Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametrelerinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. **Sonuç:** Yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programları araştırmacı kaynaklı ölçüm farklılığını standardize etmek amacı ile geliştirilmesine rağmen rutin ortodonti pratiğinde kullanılabilmesi için araştırmacının müdahalesine ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim, bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim, otomatik sefalometrik analiz, ortognatik cerrahi, WebCeph, Dolphin Imaging.

ABSTRACT

EROĞUL, B. Evaluation of The Reliability of Computer and Artificial Intelligence Based Cephalometric Drawing Programs In Orthognathic Surgical Treatment Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Specialty Thesis, Ankara, 2023. **Aim:** The aim of this study is to evaluate the reliability of the WebCeph program, which is an artificial intelligence-based cephalometric drawing program, before and after operation in patients undergoing orthognathic surgery, by using Dolphin Imaging program, which is an computer-based cephalometric drawing program. **Individuals and Methods:** Fifty patients (23 males, 27 females) with a mean age of $22,760 \pm 3,041$ who underwent orthognathic surgery were included in the study. Lateral cephalometric radiographs taken 1 month before and 1 month after orthognathic surgery operation of 50 patients included in the study were evaluated using the artificial intelligence-based cephalometric drawing program WebCeph and the computer-based cephalometric drawing program Dolphin Imaging. In order to evaluate the methods in the study, a total of 29 parameters, 15 of which are angular and 14 of which are linear, were selected. **Result:** Methods before orthognathic surgery include Aricular Angle ($^{\circ}$), Gonial Angle ($^{\circ}$), Björk Sum ($^{\circ}$), Y Axis Angle ($^{\circ}$), U1-SN ($^{\circ}$), U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$), Nasolabial Angle ($^{\circ}$), A-Nperp(FH) (mm) ($^{\circ}$), Pog-Nperp(FH) (mm), Upper Lip- E Plane Distace (mm) parameters statistically significant between methods difference detected. Methods after orthognathic surgery include Articuler Angle ($^{\circ}$), Gonial Angle ($^{\circ}$), Björk Sum ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), Y Axis Angle ($^{\circ}$), Facial Depth ($^{\circ}$), U1-SN Angle ($^{\circ}$), U1-NA Angle ($^{\circ}$), L1-NB Angle ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$), Nasolabial Angle ($^{\circ}$), Facial Convexisy (mm), A-Nperp (FH) (mm), Pog-Nperp (FH) (mm), U1-NA Distane (mm), Upper Lip-E Plane Distance (mm) parameters were statistically significantly different between the methods. **Conclusion:** Although artificial intelligence-based cephalometric drawing programs have been developed to standardize the researcher-induced measurement difference, the intervention of the researcher is needed in order to be used in routine orthodontic practice.

Keywords: Artificial intelligence-based cephalometric drawing, computer-based cephalometric drawing, automatic cephalometric analysis, orthognathic surgery, WebCeph, Dolphin Imaging.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
ŞEKİLLER.....	ix
RESİMLER.....	x
TABLolar.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Dentofasiyal Deformiteler.....	4
2.1.1 Dentofasiyal Defortmite Tanımı.....	4
2.1.2. Dentofasiyal Deformitelerin Sınıflandırılması.....	4
2.1.3. Dentofasiyal Deformitelerin Prevelansı.....	5
2.1.4. Dentofasiyal Deformitelerin Etiyolojisi.....	5
2.1.5. Dentofasiyal Deformitelerin Tedavi Yöntemleri.....	6
2.2. Ortognatik Cerrahi.....	7
2.2.1. Ortognatik Cerrahi Tanımı.....	7
2.2.2. Ortognatik Cerrahi Tarihçesi.....	7
2.2.3. Ortognatik Cerrahi Endikasyonları.....	9
2.2.4. Ortognatik Cerrahi Teknikleri.....	9
2.2.5. Ortognatik Cerrahi Hazırlığı.....	12
2.3. Sefalometri.....	16
2.3.1. Sefalometri Tanımı.....	16
2.3.2. Sefalometrinin Tarihçesi.....	16
2.3.3. Sefalometrinin Kullanım Amaçları.....	18
2.3.4. Lateral Sefalometrik Radyograflerin Çekim Prensipleri.....	18
2.3.5. Lateral Sefalometrik Analiz Yöntemleri.....	19
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	26
3.1. Bireyler.....	26

3.2. Verilerin Toplanması.....	27
3.3. Yöntem ve Gereç	28
3.3.1. Yöntem.....	28
3.3.2. Gereç.....	29
3.4. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Değerlendirilmesi.....	31
3.4.1. Lateral Sefalometrik Radyografilerde Kullanılan Landmarklar.....	31
3.4.2. Lateral Sefalometrik Radyografilerde Kullanılan Düzlemler.....	32
3.4.3. Lateral Sefalometrik Radyografilerde İncelenen Parametreler.....	34
3.5. İstatistiksel Değerlendirme.....	39
3.5.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması.....	39
4. BULGULAR.....	40
4.1. Tanımlayıcı Bulgular.....	40
4.2. Method Hatası.....	40
4.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	41
4.3.1. Preoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları	41
4.3.2. Postoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	47
5. TARTIŞMA.....	53
5.1. Çalışmanın Amacı.....	53
5.2. Bireyler ve Yöntem.....	54
5.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	56
5.3.1. Preoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	56
5.3.2. Postoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	66
6. SONUÇLAR.....	77
7. KAYNAKLAR.....	78
EK-1: ETİK KURUL ONAYI.....	85
EK-2: HASTA TAKİP FORMU.....	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

DFD	Dentofasiyal Deformite
DDY	Dudak Damak Yarığı
TME	Temporomandibular Eklem
TMD	Temporomandibular Displazi
RIF	Rijit İnternal Fiksasyon
MMF	Maksillomandibular Fiksasyon
OSAS	Obstrüktif Uyku Apnesi Sendromu
BSSRO	Bilateral Sagittal Splint Ramus Osteotomisi
Preop	Preoperatif
Postop	Postoperatif
Ort	Ortalama
Ss	Standart Sapma
P	Anlamlılık düzeyi
Mm	Milimetre
°	Derece
Maks	Maksimum
Min	Minimum
N	Birey Sayısı
Ark	Arkadaşları

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Landmarklar.....	32
Şekil 3.2. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Düzlemler.....	33
Şekil 3.3. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametreler.....	34
Şekil 3.4. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametreler.....	35
Şekil 3.5. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametreler.....	36
Şekil 3.6. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametreler.....	37
Şekil 3.7. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametreler	38
Şekil 3.8. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametreler.....	39

RESİMLER

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Dolphin Imaging Programında Manuel Landmark İşaretlenmesi.....	29
Resim 3.2. Webceph Programında Otomatik Landmark İşaretlenmesi.....	30

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. Dentofasiyal Deformitelerin Sınıflandırılması.....	4
Tablo 2.2. Dentofasiyal Deformitelerin Etiyolojik Faktörleri.....	5
Tablo 4.1. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Tanımlayıcı İstatistikler.....	40
Tablo 4.2.İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	41
Tablo 4.3.Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	43
Tablo 4.4.Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	43
Tablo 4.5.İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	44
Tablo 4.6.Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	45
Tablo 4.7.Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.....	46
Tablo 4.8.İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	47
Tablo 4.9.Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	48
Tablo 4.10.Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	49
Tablo 4.11.İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	50
Tablo 4.12.Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	51
Tablo 4.13.Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.....	52

1. GİRİŞ

Dentofasiyal deformiteler (DFD) hafif şiddetli dentoalveoler maloklüzyonlardan, estetik açıdan yüz görünümünü etkileyebilecek düzeyde şiddetli iskeletsel maloklüzyonlara kadar geniş bir spektrumda değişkenlik göstermektedir [1].

Hafif şiddetli iskeletsel ve dental maloklüzyonu bulunan büyüme gelişim dönemindeki bireylerin tedavisi ortodontik tedavi ve fonksiyonel çene ortopedi tedavi yöntemi ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Şiddetli iskeletsel ve dental maloklüzyonu bulunan büyüme gelişim dönemini tamamlamış bireylerin tedavisinde ise genellikle ortognatik cerrahi olarak tanımlanan ortodontik tedavi uygulamaları ile birlikte gerçekleştirilen çene cerrahisi uygulamaları gerekmektedir.

Ortognatik cerrahinin amacı, hastalara daha iyi bir estetik görünüm ve fonksiyon kazandırarak psikososyal yönden iyilik halini desteklemektir [2]. Ortognatik cerrahi tedavisinde teşhis, cerrahi planlama ve cerrahi ile meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli sefalometrik analiz yöntemlerine başvurulmaktadır [1].

Sefalometrik analiz teşhis, kraniyofasiyal yapılarda büyüme ve gelişim ile meydana gelen değişimlerinin değerlendirilmesi, bireye özgü tedavi planlamasının yapılması, aktif ortodontik tedavi sırasında ve pekiştirme tedavisi esnasında meydana gelen değişimlerin incelenmesi amacı ile kullanılmaktadır [3].

Sefalometrik analiz çizim yöntemi olarak ilk geliştirilen teknik konvansiyonel (elle) çizim tekniğidir. Konvansiyonel (elle) çizim tekniği, sefalometrik filmin üzerine yerleştirilen asetat kağıdı üzerinde sert ve yumuşak dokulara ilişkin landmarkların işaretlendikten sonra ve bu landmarkların aralarındaki açısal düzlemsel ölçümlerin cetvel ve açı ölçer kullanılarak ölçülmesi ile yapılmaktadır [4]. Konvansiyonel (elle) çizim tekniğinin güvenilirliği klinisyenin tecrübesi, kullanılan radyografik flimlerin görüntü kalitesi ve dolayısıyla landmarkların tanımlanabilirliği ile ilişkilidir [5]. Bu teknikte çizim ve ölçümlerin zaman alıcı olması [6], landmarkların tespit edilme aşamasında ve analiz sırasında hassasiyetinin fazla olması ve klinisyen kaynaklı hataların fazla olması [7] gibi çeşitli dezavantajları mevcuttur.

Konvansiyonel (elle) çizim tekniğinin yukarıda bahsedilen çeşitli dezavantajlarından dolayı gelişen bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak çeşitli bilgisayar tabanlı sefalometri çizim yöntemleri geliştirilmiştir. Temel olarak bilgisayar tabanlı sefalometri çizim yönteminde dijital ortama aktarılan sefalometrik flimler üzerinde, operatör tarafından kontrol edilen fare imleci kullanılarak sert ve yumuşak dokulara ilişkin landmarklar işaretlendikten sonra bu landmarkların arasındaki açısal ve düzlemsel ölçümler kullanılmakta olan program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim tekniğinde landmarkların operatör tarafından manuel olarak tanımlanmasından dolayı, landmarkların belirlenme aşamasındaki hatalar konvansiyonel (elle) çizim yöntemi ile benzerdir [8-10]. Mevcut pratikte kullanılmakta olan bazı bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programları ise; Dolphin Imaging, QuichCeph, NemoCeph, Vistadent OC, FACAD, OpenCeph, V-Ceph, JOE Ceph, Romexis, Dr. Ceph, OrisCeph ve Onyx Ceph'tir.

Ortodonti alanında tıbbın diğer alanlarında olduğu gibi başarılı tedavilerin gerçekleştirilebilmesi için tanı ve teşhis aşamalarının doğru bir şekilde gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir [11]. Konvansiyonel (elle) çizim tekniği ve bilgisayar tabanlı sefalometri çizim tekniğinde landmarkların manuel olarak tanımlanması sırasında oluşan hataları ve buna bağlı oluşan ölçüm hatalarını azaltarak tanı ve teşhis aşamalarının doğruluğunu artırmak amacı ile çeşitli yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programları geliştirilmiştir. Yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programlarında dijital ortalama aktarılan sefalometrik flim üzerindeki sert ve yumuşak dokulara ilişkin landmarklar programın kullandığı çeşitli algoritmalar ile otomatik olarak tanımlanarak, aralarındaki açısal ve düzlemsel ölçümler program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir [12]. Mevcut pratikte kullanılmakta olan bazı yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programları ise; WebCeph, CephX, Cephio, Carestream, AudexCeph, OrthoCeph, CephX, WeDoCeph, DentalIQ Ortho'dur.

Ortognatik cerrahi operasyonu ile maksillomandibular komplekse ait yapıların yeniden konumlandırılması ile bu komplekse ait sert ve yumuşak dokulara ilişkin landmarkların konumları üç boyutlu uzayda değişmektedir. Yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programlarının kullandığı algoritmalar çeşitli iskeletsel morfolojilere göre geliştirilmekte olup ortognatik cerrahi uygulanan bireylerde

maksillomandibular komplekse ilişkin yapıların yeniden konumlandırılması ile sert ve landmarkların konumlarının hatalı tespit edilmesi ve aralarındaki açısal ve doğrusal ölçümlerin hatalı yapılması muhtemeldir.

Literatür incelendiğinde yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programlarının güvenilirliğini bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programları kullanarak değerlendiren çeşitli çalışmalar olmasına rağmen [6, 13, 14], şiddetli dentofasiyal deformitesi olan ortognatik cerrahi uygulanan bireylerde operasyon öncesi ve sonrasında landmarkların otomatik olarak tanımlandığı yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programlarının güvenilirliğini, bilgisayar tabanlı sefalometri programı kullanılarak operatör tarafından landmarkların tanımlanması ile karşılaştırarak değerlendiren herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışma ile alandaki belirtilen bu boşluğu doldurmaya yönelik katkı sağlanması beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentofasiyal Deformiler

2.1.1. Dentofasiyal Deformite Tanımı

Dentofasiyal deformiteler (DFD), maksillomandibular komplekse ilişkin dental, iskeletsel ve yumuşak doku komponentlerindeki morfolojik ve konum değişikliklerini ifade etmektedir. DFD'ler, konjenital veya kazanılmış olarak oluşabilmekte olup sagittal, vertikal ve transvers olmak üzere uzayın üç düzleminde de meydana gelerek bireyde fonksiyon ve estetik kaybına neden olarak benlik saygısını ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir [15, 16].

2.1.2. Dentofasiyal Deformitelerin Sınıflandırılması

Dentofasiyal deformiteler Tablo 2.1.'de gösterildiği gibi dört ana kategoride sınıflandırılabilir [17].

Maksiller Deformiteler	Mandibular Deformiteler	Çene Ucu Deformiteleri	Bimaksiller Deformiteler
Sagittal Düzlemde Maksiller Protrüzyon	Sagittal Düzlemde Mandibular Protrüzyon	Çene Ucu Fazlalığı (Osseöz)	İskeletsel Sınıf 3 Patern
Sagittal Düzlemde Maksiller Retrüzyon	Sagittal Düzlemde Mandibular Retrüzyon	<ul style="list-style-type: none"> Sagittal Düzlemde Vertikal Düzlemde Kombine 	Uzun Yüz Deformitesi
Vertikal Düzlemde Maksiller Fazlalık	Anterior Mandibular Büyüme Yönü		Kısa Yüz Deformitesi
Vertikal Düzlemde Maksiller Yetersizlik	Posterior Mandibular Büyüme Yönü	Çene Ucu Yetersizliği (Osseöz)	High Angle Deformitesi
Transvers Düzlemde Maksiller Genişlik	Mandibular Asimetri <ul style="list-style-type: none"> Unilateral Kondiller Hiperplazi Unilateral Büyüme Yetersizliği Hemimandibular Elongasyon Hemimandibular Hiperplazi 	<ul style="list-style-type: none"> Sagittal Düzlemde Vertikal Düzlemde Kombine 	Low Angle Deformitesi
Transvers Düzlemde Maksiller Darlık			
Maksiller Asimetri <ul style="list-style-type: none"> Maksiller Oklüzal Düzlem Kanıtı Maksiller Gövdesele Translasyon 			

Tablo 2.1. Dentofasiyal Deformitelerin Sınıflandırılması.

2.1.3. Dentofasiyal Deformitelerin Prevelansı

Literatürde bulunan dentofasiyal deformiteler ile ilgili çalışmalar dentofasiyal deformitelerin genel olarak popülasyonların yaklaşık olarak %20'sini etkilediğini göstermektedir [18].

2.1.4. Dentofasiyal Deformitelerin Etiyolojisi

Dentofasiyal deformitelere ve maloklüzyonlara neden olan etiyolojik faktörler Tablo 2.2.'de gösterildiği üç ana kategoride sınıflandırılabilir [19].

DİREK ETİYOLOJİK FAKTÖRLER	İNDİREK ETİYOLOJİK FAKTÖRLER	BELİRSİZ ETİYOLOJİK FAKTÖRLER
Hereditate [20-23] Konjenital [24, 25]	Çevresel Faktörler [26-31] • Prenatal Nedenler • Travma • Anne Diyeti • Anne Metabolizması • Bazı İlaçlar • Alman Kızamığı • Uterustaki Pozisyon • Postnatal Nedenler • Doğum Yaralanması • Serebral Palsi • TME yaralanması	Kötü Beslenme [32, 33] Endokrin Dengesizlik [32, 33] Fonksiyonel Bozukluklar [32, 33] Polimiyelit gibi Bulaşıcı Hastalıklar [32, 33] Metabolik Bozukluklar ve Kas Distrofileri [32, 33]
Anormal Basınç Alışkanlıkları Fonksiyonel Bozukluklar [34-39] • Anormal Emme • Anormal Yutkunma • Ağız Solunumu • Parmak Emme • Dil İtme ve Emme		
Travma ve Kazalar [40]		
Lokal Faktörler [40-43] • Diş Sayı Anomalileri • Diş Şekil Anomalileri • Diş Boyut Anomalileri • Labial Frenulum • Erken Süt Dişi Kaybı • Süt Dişi Retansiyonu • Diş Sürme Gecikmesi • Anormal Erüpsiyon Yolu • Diş Çürükleri • Uygun Olmayan Restorasyonlar		

Tablo 2.2. Dentofasiyal Deformitelerin Etiyolojik Faktörleri.

2.1.5. Dentofasiyal Deformitelerin Tedavi Yöntemleri

DFD'lerin tedavisi günümüzde büyüme modifikasyonu, ortodontik kamuflaj ve ortognatik cerrahi olmak üzere üç tedavi yöntemi ile gerçekleştirilmektedir [44];

Büyüme Modifikasyonu

Büyüme modifikasyonu, büyüme gelişim dönemindeki dentofasiyal deformitesi bulunan bireyler için en ideal tedavi yaklaşımıdır. Günümüzde genellikle 'Dentofasiyal Ortopedi' olarak adlandırılan bu tedavi yönteminde çeşitli apareyler ile büyüme gelişim dönemindeki bireylerin büyümesi kısıtlanarak veya stimüle edilerek dentofasiyal deformiteler başarılı bir şekilde tedavi edilebilmektedir [1].

Dentofasiyal deformitesi bulunan bireylerin tedavisi, büyüme modifikasyonu tedavi yöntemi ile gerçekleştirilecek ise etiyolojik faktörün maksilla veya mandibula olmasına bağlı olarak farklı apareyler ile farklı zaman dilimlerinde gerçekleştirilmektedir. Mandibula kaynaklı dentofasiyal deformitelerin çoğunluğu mandibulanın sagittal yöndeki yetersizliğinden kaynaklı olup [3], tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareyler mandibulanın sagittal yöndeki yetersizliği için fonksiyonel uyarılar ile gerekli dokusal değişimleri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [3]. Günümüzde kullanılan fonksiyonel apareylerin bazıları Herbst [45], Bianatör [46], Twin Blok [46], Frankel'dir [47]. Maksilla kaynaklı dentofasiyal deformitelerin çoğunluğu maksillanın sagittal yöndeki yetersizliğinden kaynaklı olup [3], tedavisinde maksillanın sagittal yönde protraksiyonu amacı ile kullanılan çeşitli tiplerdeki yüz maskeleri ile gerçekleştirilmektedir [48].

Ortodontik Kamuflaj

Ortodontik kamuflaj, hafif veya orta şiddetli iskeletsel kaynaklı dentofasiyal deformitelerin sadece ortodontik diş hareketleri ile klinik olarak kabul edilebilir fasiyal estetik ve stabil fonksiyonel dental oklüzyonun elde edilmesidir. Ortodontik kamuflaj tedavi yöntemi kararı hastanın büyüme gelişimin dönemine, dentofasiyal deformitenin etiyoloji ve şiddetine, yumuşak doku profiline, hastanın beklenti ve motivasyonuna göre karar verilmektedir [1].

Ortognatik Cerrahi

Büyüme modifikasyonu veya ortodontik kamuflaj tedavi yönteminin klinik olarak mümkün olmadığı büyüme gelişim dönemini tamamlamış şiddetli iskeletsel kaynaklı dentofasiyal deformiteye sahip bireylerin tedavisi, ortodontik tedavi ve çene cerrahisinin beraber gerçekleştirildiği ‘Ortognatik Cerrahi’ ile gerçekleştirilmektedir. Proffit, ortodontik problemin büyüme modifikasyonu veya ortodontik kamuflaj tedavisi ile tedavi edilemeyecek kadar şiddetli olan bireylerde, ortognatik cerrahinin muhtemelen tek tedavi seçeneği olduğunu belirtmiştir [1].

2.2. Ortognatik Cerrahi

2.2.1. Ortognatik Cerrahi Tanımı

‘Ortognati’ terimi latince kelimeler olan doğru, düz anlamına gelen ‘Ortho’ ve çene anlamına gelen ‘Gnathi’ kelimelerinin birleşmesi ile oluşmuştur. Ortognatik cerrahi; sadece ortodontik tedavi ile tedavisi mümkün olmayan konjenital veya kazanılmış dentofasiyal deformitelere sahip bireylerde, maksilla ve mandibulanın cerrahi olarak yeniden konumlandırıldığı ve bu sayede uygun anatomik, estetik ve fonksiyonel ilişkilerin sağlandığı cerrahi uygulamalardır [17].

2.2.2. Ortognatik Cerrahi Tarihçesi

Ortognatik cerrahi uygulaması olarak tanımlanabilir ilk cerrahi girişim 1849 yılında çene cerrahisinin öncülerinden kabul edilen Simon P. Hulliken tarafından mandibular protrüzyonu ve anterior open bite’ı bulunan hastada uygulanan mandibular osteotomisi’dir. Hullikenin uyguladığı bu yöntem günümüzde uygulanan anterior supapikal osteotomi ile benzerlikler taşımaktadır [49].

Hullikenin gerçekleştirdiği bu cerrahi yöntemin zor olması ve çeşitli dezavantajlarından dolayı 1900’lu yılların başına kadar ortognatik cerrahi yeteri kadar ilgi görmemiştir. Blair Wilray tarafından 1906 yılında mandibular protrüzyon vakalarının tedavisi için mandibular korpus osteotomisi [50] ve 1907 yılında ise mandibular protrüzyon ve retrüzyon vakalarının tedavisi için horizontal ramus osteotomisi [51] bildirildikten sonra ortognatik cerrahiye olan ilgi yeniden artırmıştır.

Alexander Limberg 1925 yılında mandibular protrüzyon ve asimetrisi bulunan hastayı tedavi etmek amacı ile uyguladığı ekstraoral yaklaşımlı subkondiller posterior oblik ramus osteotomisini tanıtmıştır [52]. Limberg'in geliştirdiği bu teknik Jack C. Caldwell ve Gordon S. Lettermal tarafından 1954 yılında intraoral uygulanacak şekilde modifiye edilerek vertikal ramus osteotomisi olarak tanıtılmıştır [53]. Bu yöntemin bir modifikasyonu da Hinds ve ark. tarafından 1970 yılında intraoral ramus osteotomisi olarak tanıtılmıştır. Bu yöntem şiddetli mandibular prognatizmi bulunan hastaların tedavisinde hala klinik geçerliliği olan bir tekniktir [54].

Subkondiler posterior oblik ramus osteotomisin literatürde bildirilen diğer modifikasyonları ise Wassmound tarafından 1927 yılında tarif edilen ters L osteotomisi ve Caldwell tarafından 1968 yılında tarif edilen C osteotomisi'dir [55].

Martin Wassmund tarafından 1927 yılında ise le fort 1 osteotomisi kullanılarak ilk ortognatik cerrahi gerçekleştirilmiştir. Wassmund ortognatik cerrahi işlemi ile maksillanın damarlanmasının olumsuz etkilenmemesi için pterygoid çıkıntıları maksilladan tam olarak ayırarak maksillayı mobilize etmemiş ve osteotomi sonrası maksiller retrüzyonun tedavisi için elastik traksiyon ile ortopedik kuvvet uygulanmıştır [55]. Wassmund'un öğrencisi olan Georg Axhausen 1934 yılında openbite'ı bulunan hastanın tedavisi için pterygoid çıkıntıları maksilladan tamamen ayırarak maksillanın mobilize edilerek yeniden konumlandırıldığı ilk ortognatik cerrahi girişimi gerçekleştirmiştir [56].

Modern ortognatik cerrahi uygulamaları ise Hugo Obwegeser ve Richard Trauner tarafından 1957 yılında sagittal split ramus osteotomi tekniğinin tanıtılması ile gerçekleştirilmeye başlanılmış olup daha sonra bu teknik Dal Pont tarafından 1961 yılında modifiye edilerek günümüzde kullanılan güncel sagittal splint ramus osteotomi tekniği tanıtılmıştır [55]. Sagittal split ramus osteotomisi öngörülebilirlik, uygulama kolaylığı, mandibulanın uzayın üç boyutunda hareketine olanak sağlaması ve proksimal ile distal segmentler arasındaki kemik temasını artırarak greftleme ihtiyacını azaltmasından dolayı günümüzde mandibula kaynaklı deformitelerin tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [57].

2.2.3. Ortognatik Cerrahi Endikasyonları

Ortognatik cerrahi aşağıdaki DFD'leri tedavi etmeyi amaçlamaktadır;

- Sınıf 2 ve 3 maloklüzyon, anterior openbite, artmış deepbite ve fasiyal asimetri dahil olmak üzere şiddetli iskeletsel kaynaklı maloklüzyonlar
- Temporomandibular eklem bozuklukları
- Obstruktif uyku apnesi ve hipopne sendromu
- Dudak damak yarığı gibi konjenital anomaliler
- Hemifasiyal mikrosomia gibi dentofasiyal bölgeyi ilgilendiren sendromlar
- Travma sonrası oluşan eklem deformitesi
- Travma sonrası oluşan maloklüzyonlar [58].

2.2.4. Ortognatik Cerrahi Teknikleri

Günümüz ortognatik cerrahi uygulamalarında en sık gerçekleştirilen teknik, maksillada le fort 1 osteotomisi ve mandibulada ise bilateral sagittal splint ramus osteotomisi'dir. Hem le fort 1 osteotomisinin hem de bilateral sagittal splint ramus osteotomisinin çeşitli dezavantajları ve kısıtlamalarının bulunmasına rağmen günümüzde ortognatik cerrahi de geniş bir kullanım alanı mevcuttur [57].

Le Fort 1 Osteotomi Tekniği

Le fort 1 osteotomisi maksillaya yönelik gerçekleştirilen ortognatik cerrahi uygulamalarında günümüzde en sık gerçekleştirilen cerrahi tekniktir. Bu cerrahi teknik, maksillanın uzayın üç boyutunda da hareketine olanak sağlayarak öngörülebilir ve stabil sonuçların edilmesini sağlamaktadır. Le fort 1 osteotomisi günümüzde maksiller retrüzyon vakalarında maksillar ilerletme, daralmış maksillanın segmental osteotomiler ile genişletilmesi, genişlemiş maksillanın segmental osteotomiler ile daraltılması, maksiller asimetri vakalarında rotasyon hareketi ile asimetrielerin düzeltilmesi, maksiller vertikal fazlalık durumlarında maksillanın gömülmesi ve maksillanın vertikal yetersizlik durumlarında maksillanın sarkıtılması başta olmak üzere maksiller kaynaklı dentofasiyal deformitelerin tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [1].

Le Fort 1 Osteotomi tekniğinin klinik uygulama prosedürü;

- Hastaya genel anestezi verilerek nazotrakeal yolla entübe edilir ve sterilizasyon kurallarına dikkat edilerek örtülür.
- Oral mukoza, submukoza ve bölgedeki kas yapıları vaskülerize alanlar olduğundan dolayı cerrahi operasyondan 10 dakika önce vazokonstrüktörlü lokal anestezi enjeksiyonu ile kanama kontrolü önemli ölçüde sağlanmış olur.
- Horizontal insizyon hattı, mukogingival birleşimin 3-5 mm üzerinden nonkeratinize mukozada birinci molar dişden başlayarak diğer birinci molar dişe uzanacak şekilde gerçekleştirilir.
- Horizontal insizyondan sonra subperiosteal diseksiyon ile aperture piriformis, foramen infraorbitalis bölgesi, lateral maksiller duvarlar, zigomatikomaksiller ve nazomaksiller buttress açığa çıkarılır. Nazal kavitenin submukozal diseksiyonu ile anterior nasal spina, nazal septum ve nazal mukoza arasındaki bağlantılar ayrılır.
- Bukkal osteotomi, oklüzal düzleme paralel olacak şekilde maksiller kanin apeksinin en az 5 mm yukarisından, bilateral olarak aperture piriformisten zigomatikomaksiller buttress bölgesine kadar gerçekleştirilir.
- Bukkal osteotomi tamamlandıktan sonra çeşitli osteotomlar kullanılarak pteryogid çıkıntılar maksiller tüber bölgesinden ayrılır.
- Piriform kenar üzerinden posteriora doğru lateral nasal osteotomi gerçekleştirilerek, nazal septum ve vomer maksilladan ayrılır.
- Tüm osteotomiler tamamlandıktan sonra, maksillanın anterior bölgesinden hook, spreader veya el kuvveti ile maksiller down fracture gerçekleştirilir.
- Maksiller down-fracture işlemi ile tüm osteotomi hatlarının ayrıldığıının kontrolünün ardından maksillanın tam mobilizasyonu gerçekleştirilir.
- Maksillanın son pozisyonlandırma aşamasından hemen önce kemik çıkıntıları redükte edilerek interferansların oluşumu engellenir.
- Cerrahi splintler kullanılarak elastik veya tel yardımı ile İMF gerçekleştirilir.
- Mandibular kondilin TME içerisinde ideal konumunun doğrulanmasından sonra, aperture piriformis ve zigomatikomaksiller buttress bölgelerinde mini plak ve/veya vidalar kullanılarak rijit fiksasyon sağlanır [44, 59].

Bilateral Sagittal Splint Ramus Osteotomisi (BSSRO)

Bilateral sagittal split ramus osteotomisi (BSSRO), mandibula kaynaklı dentofasiyal deformitelerin düzeltilmesinde günümüzde en sık tercih edilen cerrahi yöntemidir. Günümüzde kullanılan teknik Obwegeser'in tanımladığı, Dal Pont ve Hunsuck tarafından modifiye edilen BSSRO'dur. BSSRO günümüzde mandibullanın sagittal yöndeki protrüzyon, retrüzyon ve asimetri vakaları dahil olmak üzere konjenital veya kazanılmış mandibula kaynaklı dentofasiyal deformitelerin düzeltilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [55].

Bilateral Sagittal Splint Ramus Osteotomisinin klinik uygulama prosedürü;

- Hastaya genel anestezi verilerek nazotrakeal yolla entübe edilir ve sterilizasyon kurallarına dikkat edilerek örtülür.
- Oral mukoza, submukoza ve bölgedeki kas yapıları vaskülerize alanlar olduğundan dolayı cerrahi operasyondan 10 dakika önce vazokonstriktör içeren lokal anestezi enjeksiyonu ile kanama kontrolü sağlanmış olur.
- Yumuşak doku insizyonu, retromandibular fossadan başlayarak bukkal bölgede mandibular birinci molar dişin distaline kadar nonkeratenize mukozada gerçekleştirilir.
- Submukoza diseksiyonu subperiosteal olarak ilk önce bukkal sulkusta linea obliqua eksterna takip edilerek ramusun lateralinden posteriora doğru gerçekleştirilir ve görüşü artırmak amacı ile gerekiyorsa massater kasın ataçmanları kaldırılır. Lingual bölgedeki diseksiyon ise internal obliqua internadan başlayarak lingula mandibularis bölgesine kadar gerçekleştirilir.
- Submokoza diseksiyonu tamamlandıktan sonra medial ramus osteotomisi lingula mandibularis hizasında oklüzal düzleme paralel olacak şekilde mandibular ramusun medüller kemiğine kadar gerçekleştirilir.
- Vertikal ramus osteotomisi, medial ramus osteotomi hattının bittiği sınırdan başlayarak ikinci molar dişin mesialine kadar kemiğin dış kortikal sınırının iç yüzeyinden gerçekleştirilir.
- Mandibular korpus bukkal osteotomisi, mandibular basisten başlayarak yukarıda vertikal ramus osteotomi hattına kadar gerçekleştirilir.

- Osteotomi hatları çeşitli kalınlıklarda osteotom ve cerrahi çekiç kullanılarak belirginleştirildikten sonra kalın bir osteotom ve spread yardımı ile mandibular split işlemi gerçekleştirilir.
- Distal ve proksimal segmentlerin alt sınırından, elevator kullanılarak massater ve medial pterygomandibular kasların kemik ile bağlantısı ayrılır.
- Bilateral olarak proksimal ve distal segmentler ayrıldıktan sonra distal segment kemik pensi veya el kuvveti ile mobilize edilir.
- Cerrahi planlamaya göre hazırlanan cerrahi splint kullanılarak distal segment yeni konumunda konumlandırıldıktan sonra elastik veya tel kullanılarak intermaksiller fiksasyon gerçekleştirilir.
- İntermaksiller fiksasyon gerçekleştirildikten sonra proksimal ve distal segmentlerin teması değerlendirilerek segmentler arasındaki teması iyileştirmek için gerekli ise segmentlerin birbirine bakan yüzeylerinden kemik redükte edilir.
- Mandibular kondilin temporomandibular eklem ilişkisinde ideal yerinin doğrulanmasından sonra, eksternal oblik sırt bölgesinde bukkal kortikal tabakaya yerleştirilen mini plak veya vidalar kullanılarak rijit internal fiksasyon sağlanır [44, 59].

2.2.5. Ortognatik Cerrahi Hazırlığı

Ortognatik cerrahi öncesi hazırlık aşaması ortodontik tedavi, hasta değerlendirilmesi ve cerrahi planlama olmak üzere 3 ana aşamadan oluşmaktadır;

Ortognatik Cerrahi Öncesi Ortodontik Tedavi

Ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavi, tek başına gerçekleştirilen ortodontik tedaviden farklıdır. Şiddetli iskeletsel maloklüzyonu bulunan dental kompensasyon (uyum) mekanizmasının amacı iskeletsel maloklüzyonun şiddetini azaltarak fonksiyon kaybını azaltmaktır. Ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavi ile dental kompensasyon mekanizmasının dekompose edilmesi, dental kısıtlamaları ortadan kaldırarak ortognatik cerrahi operasyonu sonrasında optimal sonuçların elde edilmesine katkı sağlamaktadır [60].

Ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavinin temel amaçları;

- Çekimi gereken dişlere karar verilmesi.
- Ortodontik tedavide kullanılması düşünülen gömülü dişlerin sürdürülmesi.
- Dental ve iskeletsel kompensasyonların ortadan kaldırılması.
- Dişlerin bazal kaide üzerinde hizalanması.
- Dişlerin seviye farklılıklarının düzeltilmesi.
- Dişlerin aşırı intrüzyon veya ekstrüzyonlarının engellenmesi.
- Kesici diş eğimlerinin düzeltilmesi.
- Ark uzunluğunun ve ark genişliğinin düzeltilmesi.
- Ark uzunluğunun ve ark genişliğinin kalıcı olmasının sağlanması.
- Ortognatik cerrahi operasyonu ile iskeletsel komponentlerin doğru konumlandırılabilmesi için rehberlik yapacak bir oklüzyonun sağlanması.
- Stabil ortodontik tedavi sonuçlarının elde edilmesidir [55, 59].

Ortognatik Cerrahi Öncesi Hasta Değerlendirilmesi

Ortognatik cerrahi planlama aşamasından önce hastaların klinik ve radyografik verileri kullanılarak genel sistematik muayenesinin gerçekleştirilerek değerlendirilmesi, ortognatik cerrahi ile optimum fonksiyonel ve estetik sonuçların elde edilmesinde fayda sağlayacaktır.

Hastaların genel sistematik muayenesi:

- Medikal Hikaye
- Dental Muayene
- Psikososyal Değerlendirme
- Estetik ve Fasiyal Değerlendirme
- Radyolojik Değerlendirme
- Oklüzyonun Değerlendirilmesi
- Çalışma Modellerinin Değerlendirilmesi
- Temporomandibular Eklem Değerlendirilmesini içermektedir [44].

Ortognatik Cerrahi Planlama

Ortognatik cerrahi planlama aşaması konvansiyonel model cerrahisi ve bilgisayar destekli cerrahi planlama olarak iki farklı yöntem ile yapılabilmektedir.

Konvansiyonel Model Cerrahisi

Konvansiyonel model cerrahisi ile ortognatik cerrahi planının belirlenmesi öngürülebilir, hassas ve doğru cerrahi operasyonun gerçekleştirilebilmesi sağlamaktadır. Konvansiyonel model cerrahisi iki aşamadan oluşmaktadır; sefalometrik analiz ve sefalometrik analiz ile planlanan hareketlerin dental modellere fiziksel manipülasyonlar ile aktarılması. Bu iki aşamadan sonra maksilla ve mandibulanın planlanan şekilde cerrahi olarak yeniden konumlandırılmasını sağlayan akrilik cerrahi splintler üretilmektedir.

Konvansiyonel model cerrahisinin uygulama prosedürü;

- Klinik muayene gerçekleştirilerek veriler kayıt altına alınır.
- Maksilla ve mandibuladan ölçü alınarak alçı modeller elde edilir.
- Mandibular kondil glenoid fossa içerisinde artiküler eminensin arkasında en anterior-süperior pozisyonda olduğu sentrik ilişkide kapanış kaydı alınır.
- Yüz arkı transferi gerçekleştirilerek maksillanın konumu kayıt altına alınır.
- Elde edilen alçı modeller, yüz arkı kaydı ile birlikte sentrik ilişkide alınan kapanış kaydı kullanılarak yarı veya tam ayarlanabilir artikülatöre sabitlenir.
- Yarı veya tam ayarlanabilir artikülatöre sabitlenen alçı modeller üzerinde yatay ve dikey referans çizgileri çizilir.
- Maksiller ve mandibular alçı modeller üzerinde işaretlenen yatay ve dikey referans çizgilerinin arasındaki mesafeler kumpas, pergel yada cetvel kullanılarak ölçülür.
- Artikülatöre sabitlenen alçı modeller, artikülatörden kıl testere ile ayrılır.
- Kesilerek serbest hale getirilen alçı modeller yatay ve dikey referans çizgileri kullanılarak sefalometrik tahmin çiziminde planlanan hareketlere göre yeni konumlarında yeniden artikülatöre sabitlenir.
- Alçı modellerin yeni konumlarına göre akrilik cerrahi splintler hazırlanır [61].

Bilgisayar Destekli Cerrahi Planlaması

Bilgisayar destekli cerrahi planlama, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim teknolojilerini ortognatik cerrahi tedavi planlamasına entegre etmektedir. Bilgisayar destekli cerrahi planlama yumuşak ve sert doku anatomisini üç boyutlu olarak görselleştirmek, analiz etmek, iskeletsel ilişkileri iyileştirmek için yumuşak ve sert dokulara yönelik sanal cerrahi planlaması oluşturarak cerrahi planlama ile ilgili hastaları bilgilendirmek için kullanılmaktadır. Bigisayar destekli cerrahi planlama, özellikle karmaşık dentofasiyal deformiteleri olan hastalarda optimal fonksiyonel ve estetik sonuçları elde etmek için fayda sağlamaktadır [62].

Bilgisayar destekli model cerrahisinin uygulama prosedürü;

- Klinik muayene gerçekleştirilerek veriler kayıt altına alınır.
- Dijital intraoral fotoğraflar ve ekstraoral fotoğraflar çekilir.
- Maksiller ve mandibular dentisyon direk ağız içi optik tarayıcılar ile veya ölçü alınarak ağız dışı model tarayıcısı kullanılarak dijital ortama aktarılır.
- Mandibular kondil glenoid fossa içerisinde artiküler eminensin arkasında en anterior-süperior pozisyonda olduğu sentrik ilişkide kapanış kaydı alınır.
- Üç boyutlu bilgisayarlı tomografi çekilerek bilgisayar destekli cerrahi planlamanın gerçekleştirileceği programa aktarılır.
- Dijital ortama aktarılan üç boyutlu tomografi görüntüsü üzerine, elde edilen dijital fotoğraflar ve dijital hale dönüştürülen dental modeller oryante edilerek çakıştırılması gerçekleştirilir.
- Kondilin gleoid fossa içerisinde en superior anterior pozisyonda olduğu sentrik ilişkide olduğu kontrol edilir.
- Üç boyutlu tomografi görüntüleri üzerinde sefalometrik analiz gerçekleştirilir.
- Sanal osteotom hatları oluşturulur.
- Hastanın beklentileri, hastaya ait klinik antropometrik verileri, sefalometrik değerlendirme ve tedavi hedeflerine göre maksilla ve mandibulla sanal olarak yeniden konumlandırılır.
- Son olarak maksilla ve mandibulanın planlanan yeni konumlarına göre cerrahi operasyon sırasında kullanılacak olan akrilik cerrahi splintler hazırlanır [62].

2.3. Sefalometri

2.3.1. Sefalometri Tanımı

Sefalometri terimi latince kelimeler olan baş anlamına gelen ‘Cephalo’ ve ölçüm anlamına gelen ‘Metric’ kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır [63]. Sefalometri; baş boyun anatomisi ile ilgili çok önemli diyagnostik veriler sağlayan, diş hekimliğinde özellikle ortodonti alanında tanı, teşhis ve tedavi amacı ile sık kullanılan bir ekstraoral görüntüleme yöntemidir. Elde edilen sefalometrik radyografiler üzerinde kraniyofasial yapılara ilişkin sert ve yumuşak dokulara ilişkin landmarkların arasında doğrusal ve açısız ölçümlerin yapılmasına ise sefalometrik analiz denilmektedir [4].

2.3.2. Sefalometrinin Tarihçesi

Radyoloji biliminin ve sefalometrinin tarihsel gelişimi Prof. Dr. Wilhelm Conrad Roentgen’in 1895 yılında x ışınını bulması ile başlamıştır. Diş hekimliğindeki ilk radyografi 1896 yılında Prof. Dr. Otto Walkoff’un fizikçi arkadaşı Friedrich Giesel’in yardımıyla kendi diş röntgenini çekmesi ile elde edilmiştir [64]. Diş hekimliğindeki ilk intraoral röntgen cihazı ise Dr. Howard Raper tarafından 1909 yılında geliştirilmiştir [65].

X ışınlarının keşfinin ardından kısa bir süre sonra araştırmacılar bu keşfi kraniyofasial bölgedeki hastalıkların, deformitelerin ve gelişimsel sendromların tanı ve teşhisi amacı ile kullanmıştır. Ortodonti alanında tanı ve teşhis amacıyla profil radyografisi ilk kez Ketcham ve Ellis tarafından 1919 yılında ve ardından aynı teknikle Percy Brown tarafından 1921 yılında kullanılmıştır [64].

A.J. Pacini tarafından 1922 yılında yayınlanan ‘Kafatası Röntgen Işını Antropometrisi’ isimli makalede profil radyografilerinin insan gelişiminin incelenmesi, sınıflandırılması ve gelişim bozukluklarının teşhisinde yararlı olduğunu ve doğruluğunun standart antropometrik ölçümlere göre daha güvenilir olduğunu belirtilmiştir [66].

Charles McCowen tarafından 1923 yılında profilden çekilen radyografiler ortodontik tedavilerde sert ve yumuşak doku profili arasındaki ilişkiyi değerlendirmek

ve ortodontik tedavi ile yumuşak doku profilinde meydana gelen değişimleri değerlendirmek amacı ile kullanmıştır. McCowen bu çalışmada yapılan değerlendirmelerin güvenilirliğini artırmak için radyograflerin çekimi sırasında hasta pozisyonunun standardize edilmesini gerektiğini belirtmiştir [67].

Carrea J. 1924 yılında 'Teloradiofacie' adını verdiği yeni bir yöntem tanıtmıştır. Bu yöntemde sefalostat kullanılmamasına rağmen, ışın kaynağı ile obje arasındaki mesafe 2 metre olarak ayarlanarak magnifikasyon azaltılmıştır. Carrea, yumuşak doku profili tespiti için ince kurşun bir tel, porus acusticus externus'un tespiti için kulağa küçük borucuklar yerleştirmiştir [68].

Reisner ve Dewey tarafından 1926 yılında yapılan çalışmada tanı ve teşhis için dental modellerin ve fotoğrafların yetersiz olduğu, lateral sefalometrik radyograflerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir [64].

Birdsall H. Broadbent 1931 yılında yayınladığı 'Yeni Bir X Işın Tekniği ve Ortodontiye Uygulanması' isimli çalışmada, kraniumun büyüme ve gelişimini incelemek amacı ile lateral ve frontal radyografleri kullanılmış olup, geliştirdiği sefalostat isimli aygıtı kullanarak geliştirdiği standardizasyon tekniğini tanıtmıştır. Broadbent yaptığı bu çalışmada lateral sefalometrik filmlerin standardizasyonu için porus acusticus externusa sefalostatın kulak çubukları yerleştirilmiş ve hastanın midsagittal düzlemi x ışına dik ve flim düzlemine paralel, hastanın frankfurt düzlemi ise yere paralel olacak şekilde ayarlanmıştır. Broadbent'in geliştirdiği bu standartizasyon tekniği ile sefalometri hızlı bir gelişim göstererek, giderek günümüzdeki güncel halini almıştır [69].

Broadbent'in geliştirdiği bu teknik ile sefalometri rutin ortodonti pratiğine girmiş ve farklı araştırmacılar tarafından çeşitli sefalometrik analiz yöntemleri geliştirilmiştir; Charles H. Tweed tarafından 1944 yılında Tweed Analizi [70], William B. Downs tarafından 1948 yılında Downs Analizi [71], Cecil Steiner tarafından 1953 yılında Steiner Analizi [72], Viken Sassouli tarafından 1955 yılında Sassouli Analizi [73], Robert M. Ricketts tarafından 1960 yılında Ricketts Analizi [74], James McNamara tarafından 1984 yılında McNamara Analizi [75], William Arnett tarafından 1999 yılında Arnett Analizi geliştirmiştir [76].

2.3.3. Sefalometrinin Kullanım Amaçları

Sefalometrinin ortodonti alanındaki kullanım amaçları 4 ana grupta sınıflandırılabilir [3];

A. Ortodontik Tanı

- Anomalinin dental veya iskeletsel kökenli olup olmadığının değerlendirilmesi
- Yumuşak doku profilinin incelenmesi
- Maksilla ve mandibulanın, birbirine ve kafa kaidesine göre konumlarının değerlendirilmesi
- Kemik büyüklüklerinin ölçülerinin karşılaştırılması
- Dişlerin apikal kemik kaide ile olan ilişkisinin incelenmesi

B. Büyüme ve Gelişimle Oluşan Değişikliklerin İncelenmesi

- Farklı yaş ve cinsiyetlerde büyüme-gelişim yönünün ve miktarının saptanması
- Büyüme-gelişimin yönü ve miktarı analiz edilerek bireysel tedavi planının oluşturulması

C. Aktif Ortodontik Tedavi Sırasında Oluşan Değişikliklerin İncelenmesi

- Tedavi edilmekte olan büyüme gelişim dönemindeki bireylerde hangi yönde ve hangi miktarda değişikliklerin olduğunun saptanması
- Ankraj kaybı olup olmadığının anlaşılması
- Kesici dişlerin eksen eğimlerinin kontrolü

D. Pekiştirme Tedavisi Esnasında Oluşan Değişikliklerin İncelenmesi

- Relapsın oluşup oluşmadığının değerlendirilmesi [3].

2.3.4. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Çekim Tekniği

Sefalometrik radyografilerin çekimi sırasında en önemli kural standardizasyondur. Sefalometrik analizlerin hassas bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve değerlendirilebilmesi için sefalometrik radyografilerin belirli standartlarda elde edilmesi gerekmektedir. Görüntülerdeki magnifikasyonu mümkün olduğunca azaltmak amacı ile ışık kaynağı ile birey arasındaki mesafenin fazla, film ile kaset

arasındaki mesafenin az olması gerekmektedir. Bu standardizasyonu gerçekleştirmek amacı ile Broadbent'in geliştirdiği sefalostat isimli cihaz kullanılmaktadır [69].

Sefalostat cihazı temel olarak başı sabit tutan bir düzenek, kulak çıkıntıları, alın ve burun kemerine dayanan çubuk, x ışını kaynağı ile film kasetini tutan kollar ve bunları birbirine bağlayan çeşitli parçalardan oluşmaktadır [69].

Sefalometrik radyografiler çekilirken sefalostatın kulak çıkıntıları dış kulak yoluna gelecek şekilde hastanın başı konumlandırılır. Hastanın başı frankurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırılmak isteniyorsa, orbita çubuğu sol orbita üzerine yerleştirilir ve burun çıkıntısı ise yumuşak doku nasionuna gelecek şekilde ayarlanarak sabitlenir. Böylelikle hastanın başına en fizyolojik konum verilmiş olunur [4].

X ışını kaynağı hasta ayakta veya oturken her zaman frankurt horizontal düzlemine göre orta aksal düzleme ve flim kasetine dik olmalıdır. Modern sefalometrik radyografi cihazlarında x ışını kaynağı ile birey arasındaki mesafe genellikle 1 metre 52 cm olarak, birey ile flim kaseti arasındaki mesafe 13 cm olarak ayarlanmaktadır [4].

Lateral sefalometrik radyografiler alınırken x ışını kaynağı, her iki kulak çıkıntısı ve flim kaseti aynı ekseninde yer almalı ve bu radyografik görüntüde her iki kulak çıkıntısının süperimpozisyonu ile doğrulanmalıdır [4].

2.3.5. Lateral Sefalometrik Analiz Yöntemleri

Lateral sefalometrik analiz günümüzde geleneksel (elle) sefalometrik analiz yöntemi, bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz yöntemi ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz yöntemi olmak üzere üç yöntemle gerçekleştirilebilmektedir.

Geleneksel (Elle) Sefalometrik Analiz Yöntemi

Geleneksel (elle) sefalometrik analiz yöntemi, sefalometrik analiz için ilk geliştirilen yöntem olup, tekniğin zaman alıcı olması [6], çizim hassasiyetinin fazla olması [77], operatör tarafından landmarkların manuel olarak işaretlenmesi sırasında [9] ve landmarkların aralarında gerçekleştirilen ölçümlerin gerçekleştirilmesi

sırasında hata payının yüksek olması [78] gibi çeşitli dezavantajlarından dolayı günümüzde çoğunlukla eğitim amaçlı kullanılmaktadır.

Geleneksel (elle) sefalometrik analiz çizim yöntemi için soğuk ışık kaynağı olan negatoskop, şeffaf (asetat) çizim kağıdı, kalem, silgi, yapıştırıcı band, cetvel, açı ölçer, trasparant template malzemeleri gerekmektedir [4].

Geleneksel (elle) sefalometrik analizini gerçekleştirmek için genel prosedür:

Sefalometrik film, hastanın profili sağa bakacak şekilde negatoskop cihazının üzerine yerleştirilir. İnce uçlu siyah bir kalem veya asetat kalemi ile sefalometrik flim üzerinde ikisi kraniumda ve biri servikal vertebralarda olmak üzere üç çarpı işareti çizilir. Bu çarpı işaretleri, asetat kağıdının hareket etmesi halinde, eski konumuna yerleştirmek için kullanılır. Daha sonra asetat çizim kağıdı sefalometrik flim üzerine bant ile sabitlenir. Hastanın adı soyadı, kayıt numarası, yıl ve ay olarak kronolojik yaşı, sefalometrik flimin çekildiği tarih ve hekimin adı asetat kağıdı üzerinde sol alt köşeye yazılır. Templateler kullanılarak ilk olarak yumuşak dokular çizildikten sonra sırasıyla kranium, kranial kaide, maksilla ve son olarak mandibullaya ilişkin anatomik landmarklar işaretlenir. İşaretlenen anatomik landmarklar arasında cetvel ve açı ölçer kullanılarak açısız ve doğrusal ölçümler gerçekleştirilir [79].

Bilgisayar Tabanlı Sefalometrik Analiz Yöntemi

Geleneksel (elle) sefalometrik analiz yönteminin yukarıda bahsedilen çeşitli dezavantajlarından dolayı ve klinisyenlerin değişen ihtiyaçlarından kaynaklı gelişen bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak çeşitli bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz yöntemi zaman içerisinde gösterdiği gelişim sürecine göre üç jenerasyon altında sınıflandırılabilir.

A. Birinci Jenerasyon Sistemler

Birinci jenerasyon sistemlerde, landmarkları dijital ortama aktarmak için dijitizer ve cursor denilen ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Dijitizer landmarkları x ve y koordinat düzleminde dijital ortama aktarmak için kullanılmaktadır. Cursor ise dijitizer üzerine temas ettirildiğinde oluşan elektrik akımını landmarkları işaretleme

sırasında kayıt analizi için kullanılmaktadır. Dijitizer asetat kağıdı kullanılmadan çizimi radyograftan dijital hale dönüştürerek, asetat kağıdı üzerinde elle çizime bağlı oluşabilecek çizim hatalarını elimine etmektedir [9].

Dijitizer ekipmanı iki çeşittir;

- Off-line Dijitizer: Bu sistemde ilk olarak radyografiler dijitalize edilmekte ve daha sonra veriler sabit diske kaydedilmektedir. Sabit diske kaydedilen veriler üzerinden analiz gerçekleştirilmektedir.
- On-line Dijitizer: Dijitizer ekipmanı direk bilgisayara bağlı olup, dijitalize edilen anatomik landmarklar direk bilgisayara aktarılarak, analiz doğrudan ekrandan izlenebilmektedir [9].

İki çeşit dijitalizasyon modeli ile veriler dijital olarak kaydedilmektedir;

- Point mode dijitalizasyon: Bu yöntemde anatomik landmarklar ayrı ayrı ve tek tek belirlenmektedir. Klinisyen önceden tanımlanmış landmarkların konumlarını, cursor ekipmanını kullanarak tespit etmektedir. Her bir landmarkın koordinatı x ve y koordinat düzlemine uygun olacak şekilde bilgisayar ortamına aktarılır. Dijital ortamda radyografinin görsel temsili, radyografinin orijinal konturlarına uygun olacak şekilde işaretlenen landmarkların birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır [80].
- Stream mode dijitalizasyon: Bu sistemde radyografik konturlar manuel olarak çizilmektedir. Birbirine yakın landmarkların büyük bir kısmı dijital ortama aktarıldığı zaman radyografik konturlar izlenmeye başlanmaktadır. Stream mode dijitalizasyon modeli, point mode dijitalizasyon modeline göre daha az zaman alıcı olmasına rağmen daha fazla tecrübeye ihtiyaç duymaktadır [80]. Geleneksel sefalometrik çizim yöntemi gibi stream mode dijitalizasyon modelinde de operator kaynaklı hataların büyük bir kısmı landmarkların yanlış konumlandırılmasından kaynaklanmaktadır [81].

B. İkinci Jenerasyon Sistemler

İkinci jenerasyon sistemler, dijitizer ve cursor kullanım ihtiyacını ortadan kaldırmıştır. Radyografiler dijital kamera veya tarayıcı kullanılarak bilgisayar

ortamına aktarılmaktadır. Bilgisayar ortamına aktarılan radyografik görüntüler üzerinden direk fare kontrolündeki imleç kullanılarak işaretleme yapılmaktadır [82].

C. Üçüncü Jenerasyon Sistemler

Üçüncü jenerasyon sistemler dijital radyografilerin diş hekimliğinde kullanılmaya başlanması ile geliştirilen sistemdir. Radyografiler direk bilgisayar ortamına aktarılmakta olup, dijital hale dönüştürmek için dijital kamera veya tarayıcı gibi ek bir ekipmana ihtiyaç duyulmamaktadır. Dijital radyografilerin kullanılması karanlık oda ve banyo prosedürlerini ortadan kaldırarak buna bağlı oluşan artefaktların elimasyonu, radyasyon dozunu azaltması, görüntülerin arşivlenmesi ve transferinin kolay olması gibi çeşitli avantajları vardır [82].

Yapay Zeka Tabanlı Sefalometri Analiz Yöntemi

Dijital radyografilerin rutin klinik pratiğine girmesi ile birlikte, otomatik ve yarı otomatik landmark tanımlanmasına yönelik araştırmalara başlanılmıştır. Landmarkların otomatik olarak tanımlanması ile, radyografilerde landmarkların manuel olarak işaretlenme ihtiyacını azaltarak, operatörün öznelliğini ortadan kaldırmakta ve bu sayede tanı değeri daha yüksek sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır [83]. Yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programlarında, dijital ortama aktarılan radyografiler yazılıma yüklendikten sonra landmarklar yazılım tarafından otomatik olarak tanımlanmakta ve aralarındaki açısız ve doğrusal ölçümler program tarafından otomatik olarak yapılmaktadır.

Landmarkların otomatik olarak tanımlanmasına yönelik ilk yöntem Levy-Mandel ve ark. tarafından 1986 yılında geliştirmiştir. Bu yöntem üç temel aşama ile gerçekleştirilmektedir; (1) sınır belirginleştirme, bir medyan-düzleştirme filtresi ve ardından Mero-Vassy sınır operatörü (sınırların belirginleştirmeyi sağlamak için) kullanılmıştır (2) hat çıkarımı, bilgiye dayalı bir hat izleme algoritması kullanılarak, bu görüntüden çıkarılan çizgileri beklenen çizgilerin bir modeliyle karşılaştırılır ve (3) tespit edilen hatlardan anatomik landmarkın tanımlanır. Levy Mandelin yaptığı bu çalışmada 36 landmarktan 23'ü başarılı bir şekilde doğru konumlarında tespit edilmiş

ve radyograflerin görüntü kalitesi az olduğu durumlarda bu sistemin başarı oranı düşük olduğu bildirilmiştir [84].

Otomatik sefalometrik analiz yönteminde kullanılan yapay zeka programları kullandığı yönteme göre sekiz kategoride sınıflandırılmaktadır;

A. Makine Öğrenimi

Mevcut paradigma, 1952' de Arthus Samuel tarafından ortaya atılan bir terim olan makine öğrenimidir. Sembolik yapay zeka ve makina öğrenimi arasındaki temel fark, makine öğreniminde özelliklerin insanlar tarafından tasarlanan bir kurallar sisteminden ziyade açıklamalardan bilgi edinilmesidir. Makine öğreniminin amacı, makinelerin kayıtlardan bilgi edinmesi ve insanların yardımı olmadan çözümler bulmasını kolaylaştırmasıdır [85].

B. Derin Öğrenme

Derin öğrenme, bir bilgisayarın verilerdeki özellikleri tanıdığı bir tür makine öğrenimidir. Derin öğrenme'nin ilk versiyonu, 1900'lerde geliştirilen bir yapay zeka sistemidir. Hesaplama teknolojisi ve gücü katlanarak artıkça, bilim adamları daha zorlu ve karmaşık sorunları çözmek için daha zor ve daha derin sinir ağı modelleri tasarlamıştır. Derin öğrenme, sinir ağının yeni adıdır. Derin öğrenme methodu kullandığı algoritmaların öğrenme tarzına ve sonuçlarına göre kendi içerisinde organize öğrenme, organize olmayan öğrenme ve destekli öğrenme olarak üç kategoride sınıflandırılmaktadır [86].

C. Yapay Sinir Ağı

Yapay sinir ağı, harici bir uyarana yanıt olarak verileri işleyen ve tamamen bağlantılı yönetim öğeleri olan yapay nöronlardan oluşan algoritmik bir sistemdir. Yapay nöron, biyolojik sinir ağlarının mesaj özümseme ve bırakma davranışını taklit etmek için aritmetik yapıları kullanan basitleştirilmiş bir modeldir [87]. Yapay nöronlar, tıpkı biyolojik tamamlayıcıları gibi aralarındaki veri hareketini kontrol eden ara bağlantılarla birbirine bağlanır. Engelleyici sinapslar, uyarıcı sinapslar veya ara bağlantılar uyarıyı bir işlem elemanından diğerine iletmektedir [88]. Sinir ağlarının

geleneksel programlara göre bir avantajı hesaplamalı bir çözümü olmayan veya mevcut çözümün bulunması çok karmaşık olan sorunları çözebilir. Tanıma ve örüntü tahmini, yapay sinir ağlarının çözmeye çok uygun olduğu sorunların örnekleridir. Yapay sinir ağı tıp alanında diagnoz, görüntü yorumlama, analiz ve ilaç keşfinde kullanılmıştır [89, 90].

D. Evrişimsel Sinir Ağı

Evrişimsel sinir ağı, bir kayıt resmi çekmeye başlayabilen ve bunların çeşitli yönlerine dikkat ederken aynı zamanda aralarında ayırım yapabilen bir derin öğrenme sistemini kullanmaktadır. Derin öğrenme, evrişimsel sinir ağının bir görüntünün farklı yönlerini öğrenme veya görüntünün özelliklerini normal sınıflandırma algoritmalarından daha iyi ele alması beklenen yeteğini ifade etmektedir. Evrişimsel sinir ağının işlevi, temel ayrıntıları korurken resimleri yönetmesi için daha basit bir şablona sıkıştırmaktır. Daha derin bir diş hekimliği anlayışı ile evrişimsel sinir ağı patolojileri tespit etmek ve sefalometrik landmarkları otomatik olarak tanımlamak için programlar oluşturmakta kullanılabilir [91].

E. Planmeca Romexis Sefalometrik Analiz Yazılımı

Planmeca romexis sefalometrik analiz yazılımı otomatik sefalometrik landmark tespiti ve sefalometrik çizimini yapmaktadır. Bu yazılımın kullanılabilmesi için sefalogrametrik filmlerin otomatik olarak standart bir şekilde kalibre edildiği, yeniden boyutlandırılarak oryante edildiği Planmeca Sefalometri Cihazında alınmasını gerektirir [92].

F. YOLOv3 Algoritması

Redmon ve ark., 2015 yılında yayınladığı ‘Yalnızca Bir Kez Bakarsınız: Gerçekten Birleşik, Gerçek Nesne Tanıma’ makalesinde açıkladığı, hızlı nesne algılama için YOLO (Yalnızca Bir Kez Bakarsınız) ailesini tanıtmıştır [93]. Yöntem üç versiyona ayrılmıştır: YOLOv1, YOLOv2 ve YOLOv3 olarak. İlk versiyon genel bir çerçeve olarak geliştirilmiştir, ikinci versiyon ise tasarımı daha geliştirmiş ve üçüncü versiyon ise ağ modelini ve eğitim yönetimini daha da geliştirmiştir. Ortodonti

klirik pratiğinde otomatik sefalometrik landmark tanımlaması için YOLOv3'ün daha umut verici olduğu görölmektedir [94].

G. Otomatik Cephalon-Diyagnostik Çözümler

Otomatik Cephalon-Diyagnostik Çözümler, otomatik sefalometrik landmark tespiti, sefalometrik çizim, ölçümler ve sefalometrik analiz sağlayan yapay zeka tabanlı bir yazılımdır. Seul Ulusal Üniversitesi Diş Hastanesindeki araştırmacılar tarafından geliştirmiştir. Araştırmacılara göre otomatik cephalon-diyagnostik çözümler, sefalometrik landmark tespitinde yüksek bir doğruluk düzeyine sahiptir. Araştırmacıların 253 ardışık dijital lateral sefalometrik radyografi üzerinde 80 landmarkın konum tespit edilmesinin değerlendirilmesine dayanarak otomatik cephalon-diyagnostik çözümlerin yazılımında kullanılan yapay zeka algoritması ile operatör tarafından manuel olarak tanımlanan landmark konumları arasındaki hata payı ortalama 0.9 mm olup klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu ifade edilmiştir [95].

H. Otomatik Sefalometri Analiz için Web Tabanlı Uygulamalar

Yapay zeka motor sunucusu, otomatik sefalometrik analizi gerçekleştirmektedir. Operatör, tahmin edilen landmarkları düzeltmek için web sayfası veya bilgisayara indirilen programı kullanarak işlem yapabilir. Operatör bilgileri, sefalometrik landmark konumları ve sefalogramların tümü veritabanı sunucusunda saklanmaktadır. Bu web tabanlı otomatik sefalometri analiz programlarından bazıları; Webceph, CephX, WeDoCeph, Carestream Dental İmaging, AudaxCeph, OrthoDx'dir [96].

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışmayı yürütmek için öncelikle Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 06.09.2022 tarihli değerlendirmesinde GO 22/767 proje numaralı 2022/13-15 kararı ile etik olarak uygunluk raporu alınmıştır (Ek-1).

3.1. Bireyler

Çalışmaya dahil edilen bireyler, bölümün dijital arşivinde dahil etme kriterlerine uyan 01 Haziran 2017 ile 30 Haziran 2022 tarihleri arasında ortodontik tedavisi Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda, ortognatik cerrahi operasyonu ise Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda veya Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiş hastalar arasından seçilmiştir.

Çalışma öncesi yapılan güç analizinde araştırmaya dahil edilecek olan birey sayısı, 0,95 etki büyüklüğü, %90 güç ve %5 hata payı ile en az 50 kişi olarak hesaplanmıştır.

Bu bireylerin araştırmaya dahil edilme kriterleri şu şekildedir:

1. El bilek radyografisine göre büyüme ve gelişim dönemini tamamlamış,
2. Dentofasiyal bölgeyi ilgilendiren DDY gibi kraniofasiyal anomalisi olmayan,
3. Dentofasiyal bölgeyi etkileyen cruzon gibi herhangi bir sendromu bulunmayan,
4. Kraniofasiyal bölgede daha önce geçirilen bir cerrahi işlemi olmayan,
5. Kesici dişlerinde ve birinci molarlarında eksikliği olmayan,
6. Ortognatik cerrahi operasyonundan 1 ay önce ve operasyondan 1 ay sonraki süreç içerisinde kontrol amacı ile alınan lateral sefalometrik radyografileri olan,
7. Ortognatik cerrahi işlemi sırasında ve sonrasında landmarkların tanımlanmasını etkileyen herhangi bir komplikasyon gerçekleşmeyen,
8. Tüm lateral sefalometrik radyografileri aynı cihaz ve aynı standart koşullar altında elde edilen bireyler araştırmaya dahil edilmiştir.

Bu bireylerin araştırmaya dahil edilmeme kriterleri şu şekildedir:

1. Lateral sefalometrik radyografileri üzerinde çalışmada kullanılacak olan landmarkların tanımlanmasını etkileyecek artifakt bulunan,
2. Lateral sefalometrik radyografilerinde değerlendirmeyi zorlaştıran netlik ve parlaklık problemleri olan,
3. Lateral sefalometrik radyografileri standart ekspraşür koşullarında alınmayan,
4. Lateral sefalometrik radyografilerin çekimi sırasında uygun olmayan hasta konumlandırılmasından kaynaklı magnifikasyonu fazla olan,
5. Ortognatik cerrahi operasyonundan 1 ay önce veya 1 ay sonra alınan lateral sefalometrik radyografileri bulunmayan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Dijital arşiv kayıtlarının incelenmesi sonucu dahil edilme kriterlerine uyan ortalama yaşı $22,760 \pm 3,041$ olan (Min=18; Maks=32) 23'ü erkek 27'si kadın olmak üzere toplam 50 hastanın ortognatik cerrahi öncesi 1 ay içerisinde ve ortognatik cerrahi sonrası 1 ay içerisinde çekilen lateral sefalometrik radyografileri çalışmada kullanılmıştır.

3.2. Verilerin Toplanması

Çalışmada dahil edilme kriterlerine uyan bireylerin aynı standart koşullarda Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda bulunan dijital sefalometrik röntgen cihazı Soredex-Cranex[®]'da çekilen dijital lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Elde edilen tüm dijital lateral sefalometrik radyografiler DICOM formatında SCANORA bilgisayar programında kaydedilmiş olup, JPEG formatına çevrilerek mevcut çalışmada kullanılan programlara aktarılmıştır. Tüm hastaların lateral sefalometrik radyografileri standart koşullarda elde edilebilmesi için kafaları frankurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırılmış, dişleri sentrik oklüzyonda ve dudaklar gerilimsizdir. Dijital sefalometrik cihazın da x işını kaynağı ile hasta arasındaki mesafe 155 cm ve flim ile hasta arasındaki mesafe 12,5 cm standart olarak ayarlanmıştır. Lateral sefalometrik radyografiler çekilirken sefalometrik röntgen cihazının gücü 73 kilowatt ve 12 miliamper olup, 20 saniye süre ile x işını verilmiştir. Kullanılan lateral sefalometrik cihazının magnifikasyon oranı ise 1.1'dir.

3.3. Yöntem ve Gereç

3.3.1. Yöntem

Mevcut çalışmada araştırmacı tarafından landmarkların manuel olarak tanımlandığı bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programı ve yapay zeka tarafından landmarkların otomatik olarak tanımlandığı tabanlı sefalometrik çizim programı kullanılarak gerçekleştirilen iki farklı yöntem ile sefalometrik analizler gerçekleştirilmiştir.

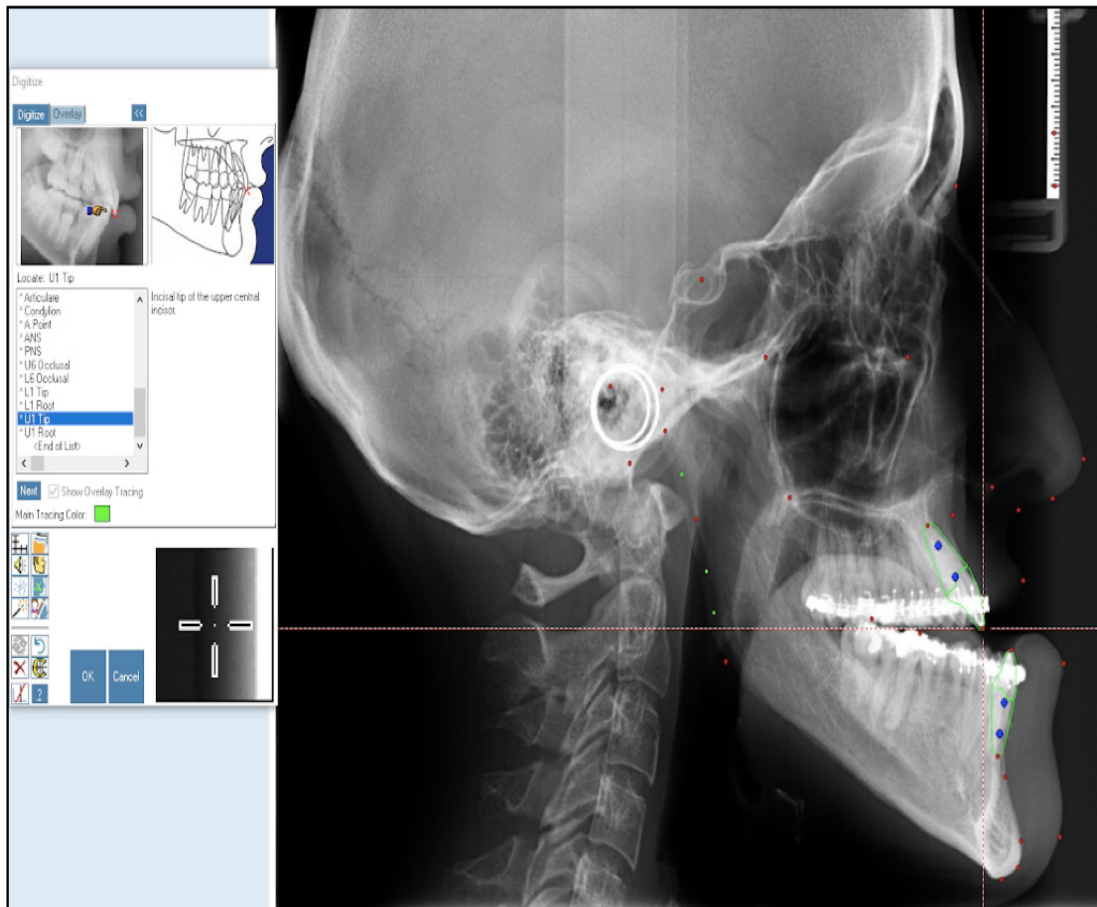
Bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programı kullanılarak gerçekleştirilen çizim yönteminde çalışmaya dahil etme kriterlerine uyan hastaların Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın dijital arşivinde DICOM formatında depolanan lateral sefalometrik radyografiler JPEG formatında masaüstüne kaydedilerek Dolphin Imaging programı versiyon 11.95'e aktarılmıştır. Programa aktarılan tüm lateral sefalometrik radyografilerde bulunan cetvel üzerindeki sabit iki kalın çizgi arasındaki mesafe 10 mm olarak kalibre edilmiştir. Fare imleci ile direk olarak programa aktarılan dijital sefalometrik radyografiler üzerinde araştırmacı tarafından landmarklar işaretlenmiş olup, aralarındaki açısal ve düzlemsel ölçümler program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen sefalometrik analiz sonuçları tez takip formuna kaydedilmiştir.

Yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programı kullanılarak gerçekleştirilen çizim yönteminde çalışmaya dahil etme kriterlerine uyan hastaların Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın dijital arşivinde DICOM formatında depolanan lateral sefalometrik radyografiler JPEG formatında masaüstüne kaydedilerek WebCeph programı versiyon 1.5.0'a aktarılmıştır. Programa aktarılan tüm lateral sefalometrik radyografilerde bulunan cetvel üzerindeki sabit iki kalın çizgi arasındaki mesafe 10 mm olarak kalibre edilmiştir. WebCeph programına aktarılan lateral sefalometrik radyogramlardaki landmarklar program tarafından otomatik olarak tespit edilmiş olup, aralarındaki açısal ve düzlemsel ölçümler program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Program tarafından tespit edilen landmark konumlarına araştırmacı tarafından müdahale edilmemiştir. Daha sonra elde edilen sefalometrik analiz sonuçları tez takip formuna kaydedilmiştir.

3.3.2. Gereç

Dolphin Imaging Programı

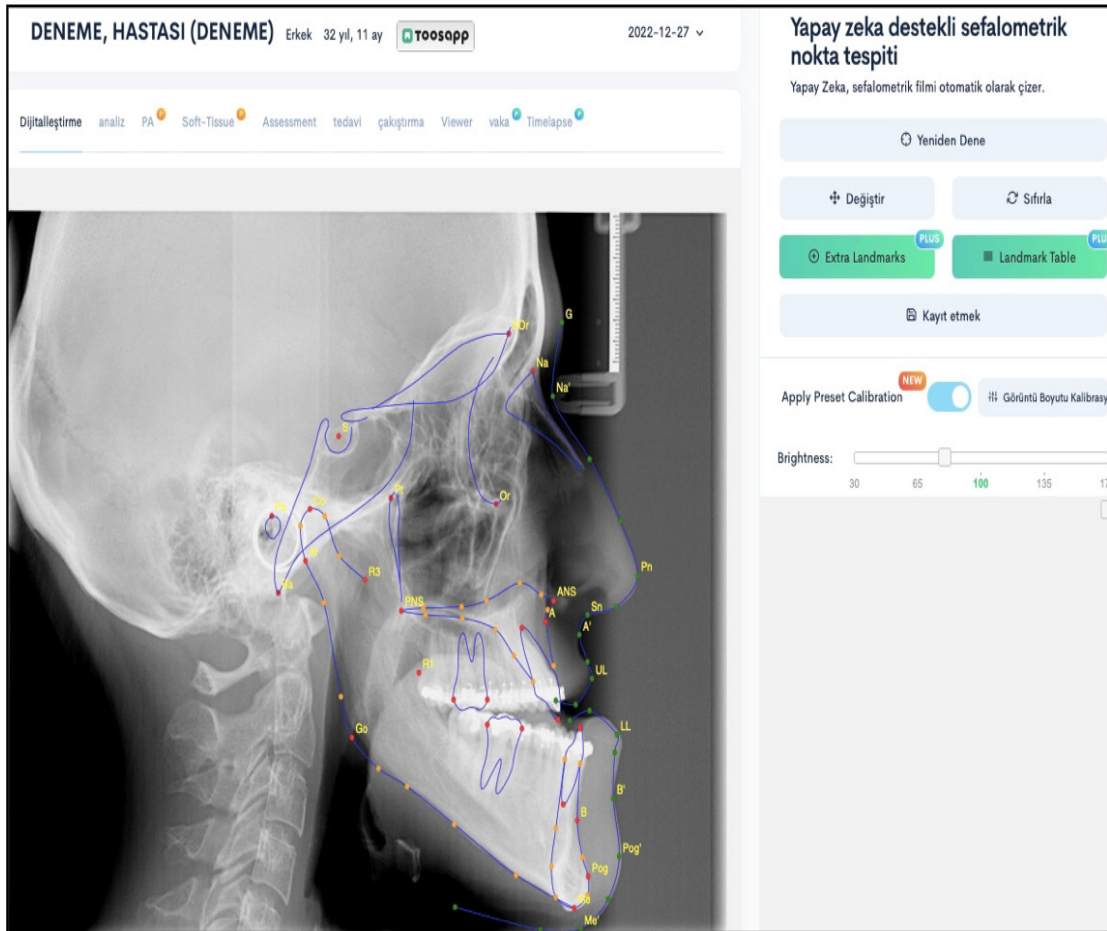
Mevcut çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometri analiz programı olarak Dolphing Imaging programı version 11.95 (Dolphin Software, Patterson Dental, CA, ABD) kullanılmıştır. Dolphing Imaging programı, Dolphin Software şirketi tarafından 1988 yılında geliştirilmiş windows destekli bilgisayar tabanlı dijital sefalometrik analiz programıdır. Sefalometrik analizde gerekli olan anatomik landmarklar, araştırmacı tarafından dijital sefalometrik radyografiler üzerinde manuel olarak işaretlenmekte, bu landmarklar arasındaki ölçüm ve hesaplamalar program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Sefalometrik analizin yanı sıra, büyüme tahmini, sanal ortognatik cerrahi planlaması, üst üste çakıştırma ve görsel tedavi simülasyonunda yapılabilmektedir. Dolphing Imaging programında manuel landmark işaretlenmesi Resim 3.1.'de gösterilmektedir.



Resim 3.1. Dolphin Imaging Programında Manuel Landmark İşaretlenmesi.

WebCeph Programı

Mevcut çalışmada, yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programı olarak web tabanlı WebCeph programı versiyon 1.5.0. kullanılmıştır. WebCeph programı 2019 yılında Assemble Circle (Gyeonggi, Güney Kore Cumhuriyeti) firması tarafından tanıtılmıştır. WebCeph program sefalometrik radyografiler üzerinde anatomik landmarkları otomatik olarak tanımlamakta, ölçüm ve hesaplamaları otomatik olarak yapmaktadır. Operatör programın tahmin ettiği landmarkların konumunda programı kullanarak değişiklik yapabilmektedir. Sefalometrik analize ek olarak, ortognatik cerrahi planlaması, büyüme tahmini, görsel tedavi simülasyonu ve üst üste çakıştırma gibi rutin ortodontik tedavi uygulamalarında kullanılan özelliklere sahiptir. WebCeph programına 'https://webceph.com/en/' web adresinden ulaşılabilir ve kullanımı için bilgisayara kuruluma ihtiyaç yoktur. WebCeph programında landmarkların otomatik işaretlenmesi Resim 3.2.'de gösterilmektedir



Resim 3.2. WebCeph Programında Otomatik Landmark İşaretlenmesi.

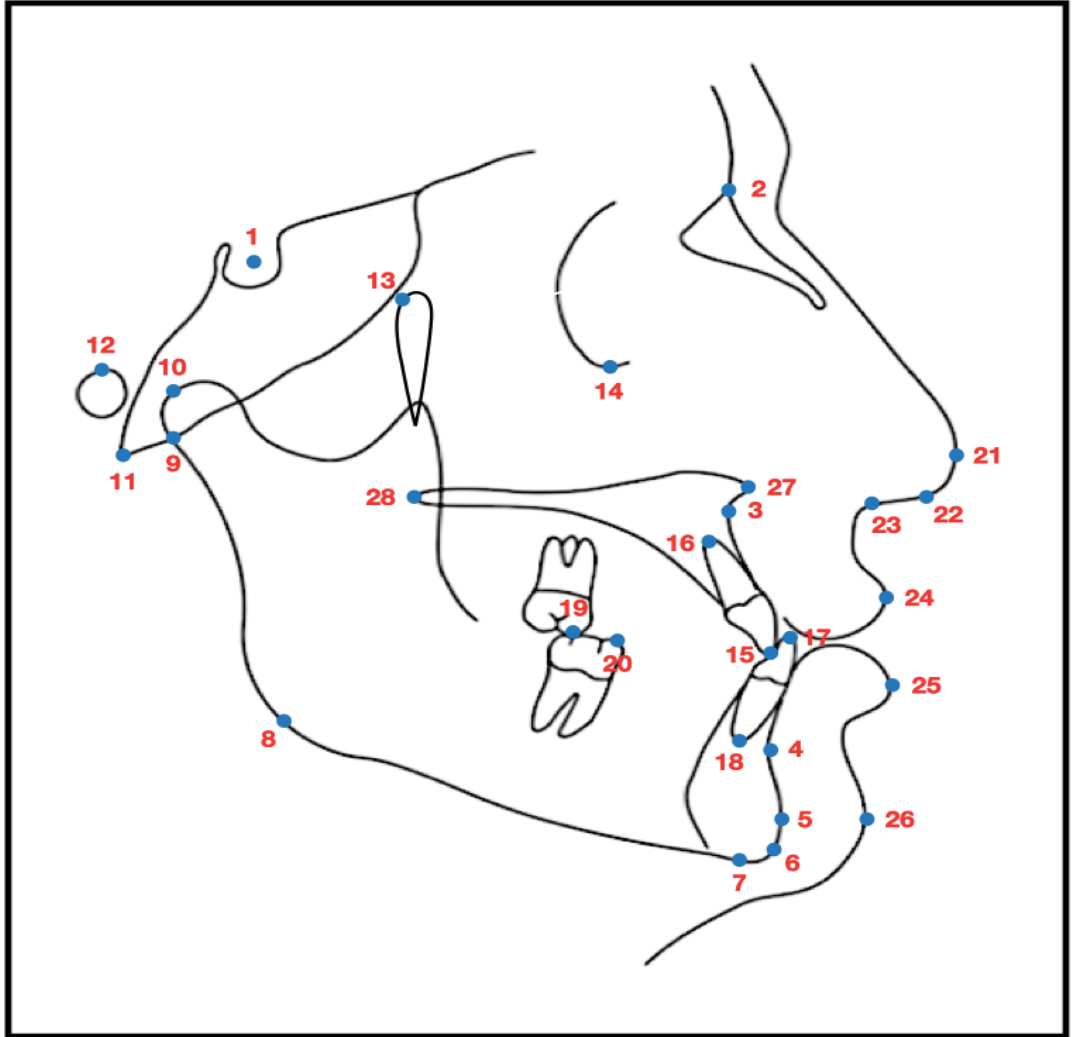
3.4. Lateral Sefalometrik Flim Analizi

3.4.1. Lateral Sefalometrik Flim Analizinde Kullanılan Landmarklar

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan landmarklar açıklamaları ile birlikte aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

1. Sella (S): Sella tursikanın geometrik merkezi.
2. Nasion (N): Sutura nasofrontalisin midsagittal düzlemde en ön noktası.
3. A Noktası (A): Anterior nasal spinanın altındaki iç bükeyliğin en derin noktası.
4. B Noktası (B): Pogonionun üzerindeki iç bükeyliğin en derin noktası.
5. Pogonion (Pog): Mandibular simfizin sagittal planda en ön noktası.
6. Gnathion (Gn): Mandibular simfizin sagittal planda en ön ve en alt noktası.
7. Menton (Me): Mandibular simfizin en alt noktası.
8. Gonion (Go): Mandibular ramusun arka kenarına çizilen teğet ile mandibular korpusun alt kenarına çizilen teğetlerin oluşturduğu açının mandibuladaki izdüşümü.
9. Artikulare (Ar): Post. kranial kaide ile kondilin arka yüzeyinde kesiştiği nokta.
10. Condylion (Co): Mandibular kondilin en üst ve en arka noktası.
11. Basion (Ba): Foramen oksipital magnum’un anterior kenarının en ön noktası.
12. Porion (Po): Meatus acustikus eksternus’un en üst noktası.
13. Pterygoid nokta (Pt): Fissura pterygomaksillars’in en arka ve üst noktasıdır.
14. Orbita (Or): Fossa orbitalisin alt kenarının en derin noktası.
15. Üst 1 Kesici İnsizali (U1i): Üst orta kesici dişin kesici kenarının orta noktası.
16. Üst 1 Kesici Kök Ucu (U1a): Üst orta kesici diş kökünün uç kısmı.
17. Alt 1 Kesici İnsizali (L1i): Alt orta kesici dişin kesici kenarının orta noktası.
18. Alt 1 Kesici Kök Ucu (L1a): Alt orta kesici diş kökünün uç kısmı.
19. Üst 1. Molar Kuron (U6): Üst birinci molar dişin mesiobukkal tüb. tepe noktası
20. Alt 1. Molar Kuron (L6): Alt birinci molar dişin mesiobukkal tüb. tepe noktası.
21. Pronasale (Pn): Burun ucunun sagittal düzlemde en ön ve en orta noktası.
22. Columella (Cm): Burun columellasının sagittal düzlemde en ön noktası.
23. Subnasale (Sn): Columella ile üst dudağın birleştiği yerin en derin noktası.
24. Üst Dudak Ucu (UL): Üst dudağın sagittal düzlemde en ön noktası.
25. Alt Dudak Ucu (LL): Alt dudağın sagittal düzlemde en ön noktası.
26. Yumuşak Doku Pogonion (Pg’): Yumuşak doku çene ucunun en ön noktası.

27. Anterior Nasal Spina (ANS): Anterior nasal spinanın en ön ve en uç noktası.
28. Posterior Nasal Spina (PNS): Sert damağın sagittal düzlemde en arka noktası.



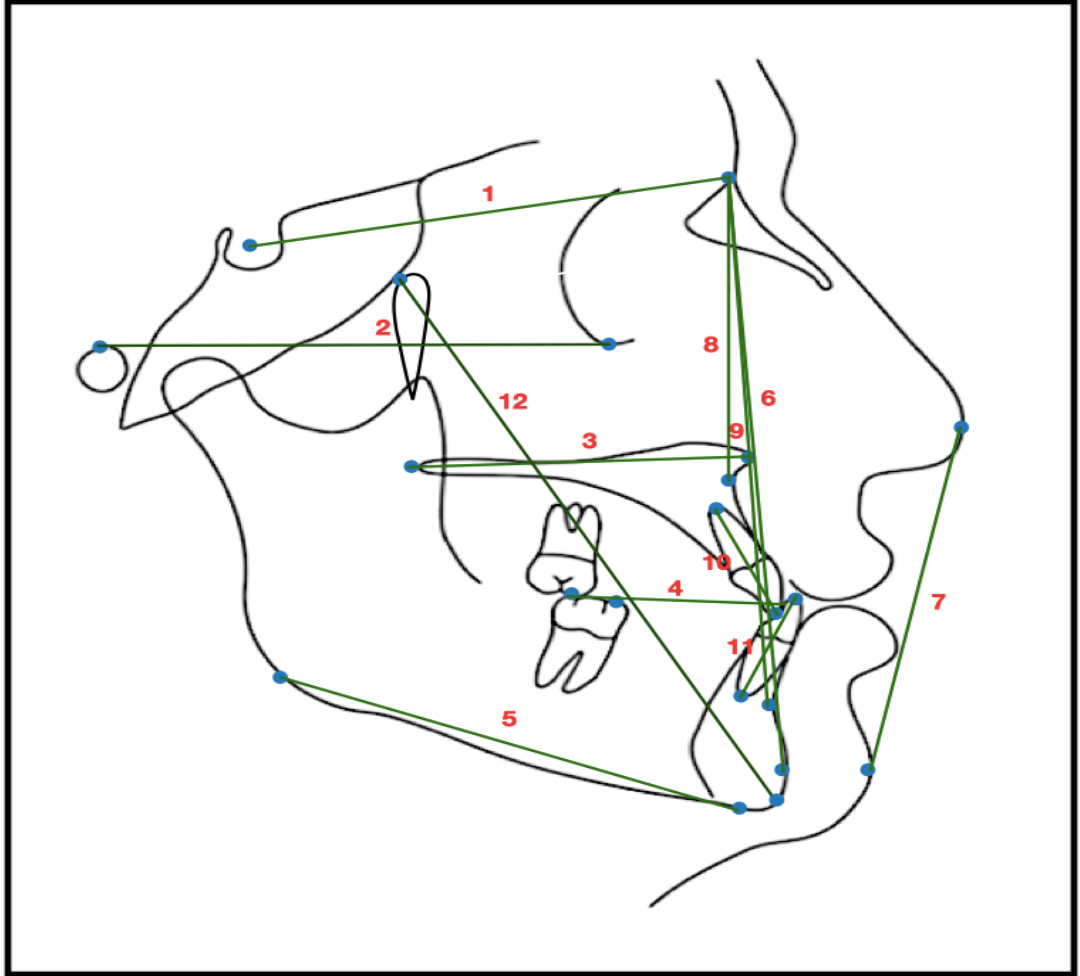
Şekil 3.1. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Landmarklar.

3.4.2. Lateral Sefalometrik Flim Analizinde Kullanılan Düzlemler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan düzlemler açıklamaları ile birlikte aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

1. SN Düzlemi (SN): S ve N noktalarından geçen düzlem.
2. Frankurt Horizontal Düzlemi (FH): Or ve Po noktalarından geçen düzlem.
3. Palatal Düzlem (PD): ANS ve PNS noktalarından geçen düzlem.

4. Oklüzal Düzlem (OD): Alt ve üst birinci molar dişlerin mesiobukkal türberkül tepe noktaları ile alt ve üst santral dişlerin insizal orta noktalarından geçen düzlem.
5. Mandibular Düzlem (MD): Go ve Me noktalarından geçen düzlem.
6. Yüz Düzlemi (NPg): N ve Pog noktalarından geçen düzlem.
7. E Düzlemi (E): Pn ve Pg' noktalarından geçen düzlem.
8. NA Doğrusu (NA): N ve A noktalarından geçen doğru.
9. NB Doğrusu (NB): N ve B noktalarından geçen doğru.
10. Üst Kesici Ekseni (U1E): Üst orta kesici dişin insizal kenarının orta noktası ile üst orta kesici dişin kök apeksini birleştiren eksen.
11. Alt Kesici Ekseni (L1E): Alt orta kesici dişin insizal kenarının orta noktası ile alt kesici dişin kök apeksini birleştiren eksen.
12. Yüz Ekseni (PGn): Pt ve Gn noktalarını birleştiren eksen.



Şekil 3.2. Lateral Sefalometrik Analizinde Kullanılan Düzlemler.

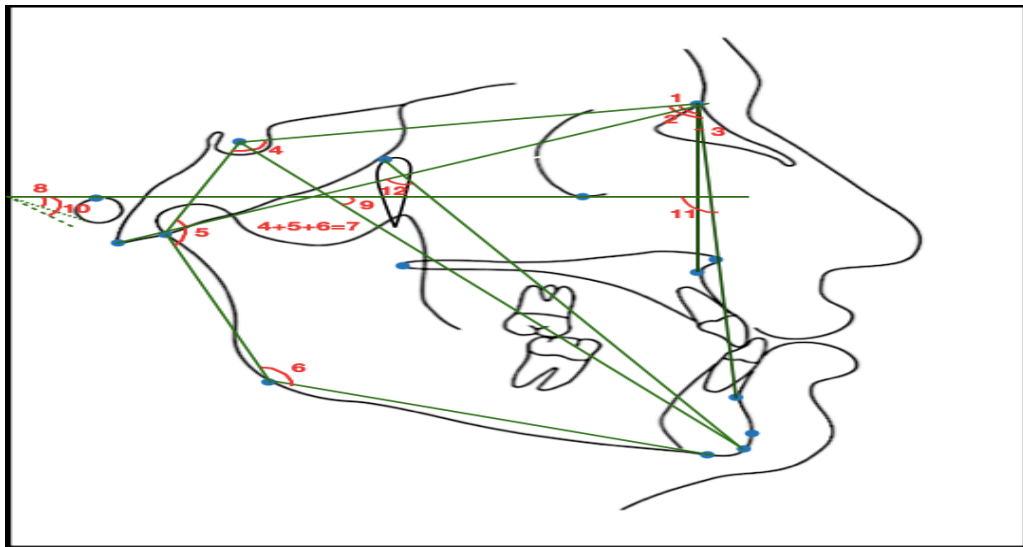
3.4.3. Lateral Sefalometrik Flim Analizinde Değerlendirilen Parametreler

Açısal Parametreler

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametreler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametreler açıklamaları ile aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

1. SNA ($^{\circ}$): S-N-A noktalarını birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
2. SNB ($^{\circ}$): S-N-B noktalarını birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
3. ANB ($^{\circ}$): A-N-B noktalarını birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
4. Saddle Açısı ($^{\circ}$): N-S-Ar noktalarını birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
5. Artiküler Açık ($^{\circ}$): S-Ar-Go nokt. birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
6. Gonial Açık ($^{\circ}$): Ar-Go-Me nokt. birleştiren doğrular arasında oluşan açı.
7. Bjork Sum ($^{\circ}$): Saddle açısı, Artiküler açı ve Gonial açıların toplamı.
8. FMA Açısı ($^{\circ}$): FH düzlemi ile MD arasında oluşan açı.
9. Y Aksı Açısı ($^{\circ}$): FH düzlemi ile S-Gn nokt. arasındaki doğru arasında oluşan açı.
10. Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$): FH düzlemi ile PD arasında oluşan açı.
11. Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$): FH düzlemi ile yüz düzlemi arasında oluşan açı.
12. Fasiyal Eksen ($^{\circ}$): PT ve Gn ile Ba ve Na noktalarını birleştiren doğrular arasında oluşan açı.

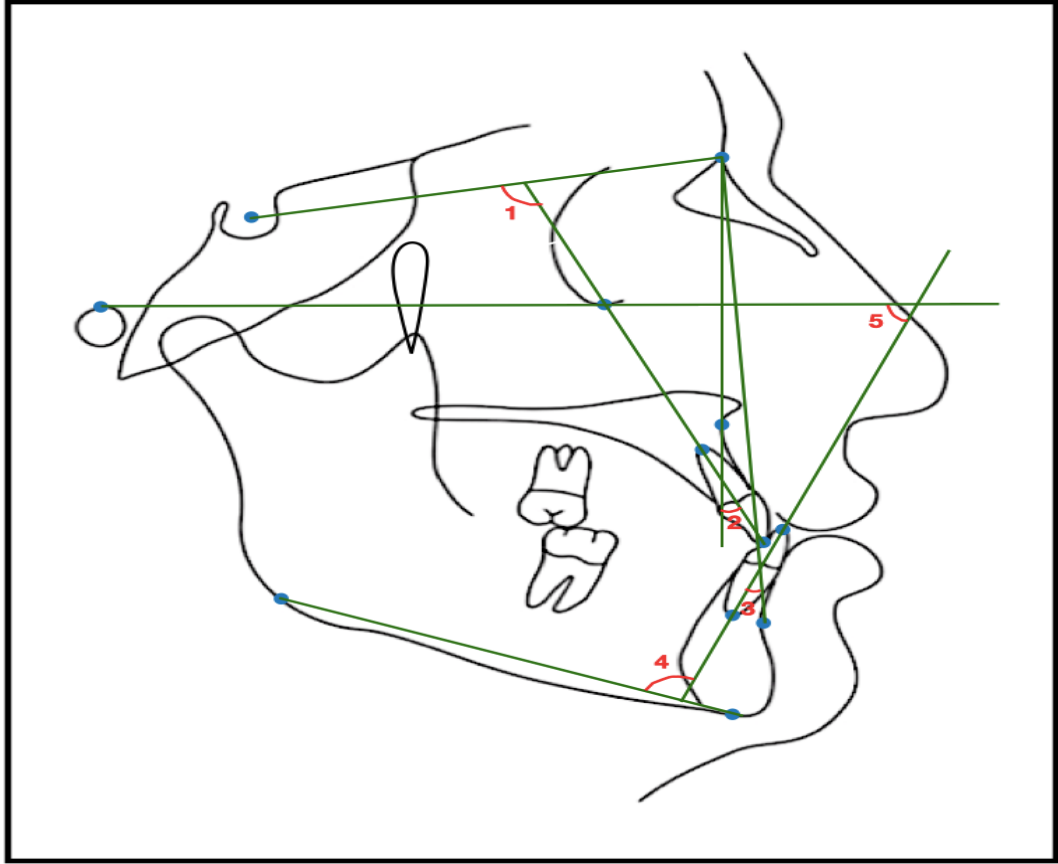


Şekil 3.3. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametreler.

B. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametreler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan dental yapılara ilişkin açısal parametreler açıklamaları ile aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.4’de gösterilmiştir.

1. U1-SN ($^{\circ}$): Üst orta kesici dişin insizal kenarı ile kök ucunu birleştiren uzun eksenini ile SN düzlemi arasında oluşan açı.
2. U1-NA ($^{\circ}$): Üst orta kesici dişin insizal kenarı ile kök ucunu birleştiren birleştiren uzun eksenini ile NA düzlemi arasında oluşan açı.
3. L1-NB ($^{\circ}$): Alt orta kesici dişin insizal kenarı ile kök ucunu birleştiren birleştiren uzun eksenini ile NB düzlemi arasında oluşan açı
4. IMPA ($^{\circ}$): Alt orta kesici dişin insizal kenarı ile kök ucunu birleştiren birleştiren uzun eksenini ile MD arasında oluşan açı.
5. FMIA ($^{\circ}$): Alt orta kesici dişin insizal kenarı ile kök ucunu birleştiren uzun eksenini ile FH düzlemi arasında oluşan açı.

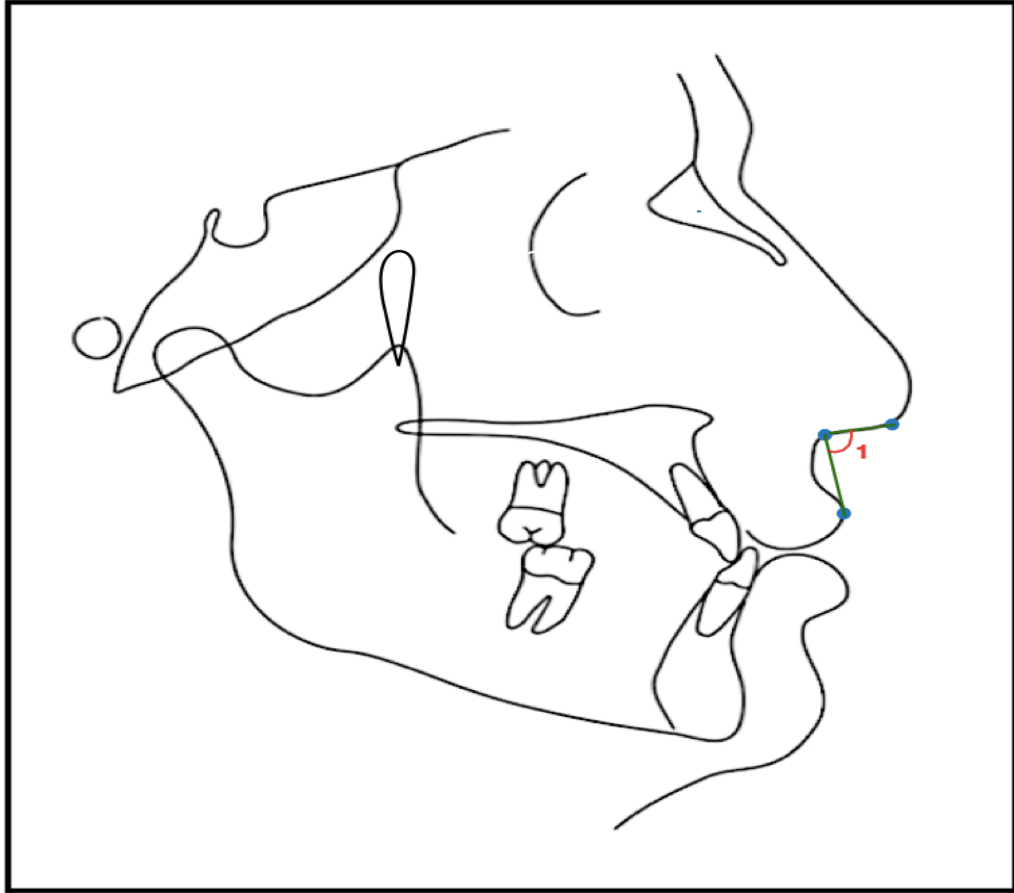


Şekil 3.4. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametreler.

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametreler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan yumuşak dokulara ilişkin açısal parametre açıklamaları ile aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

1. Nasolabial Açı ($^{\circ}$): Columella, Subnasale ve üst dudak arasında oluşan açı.



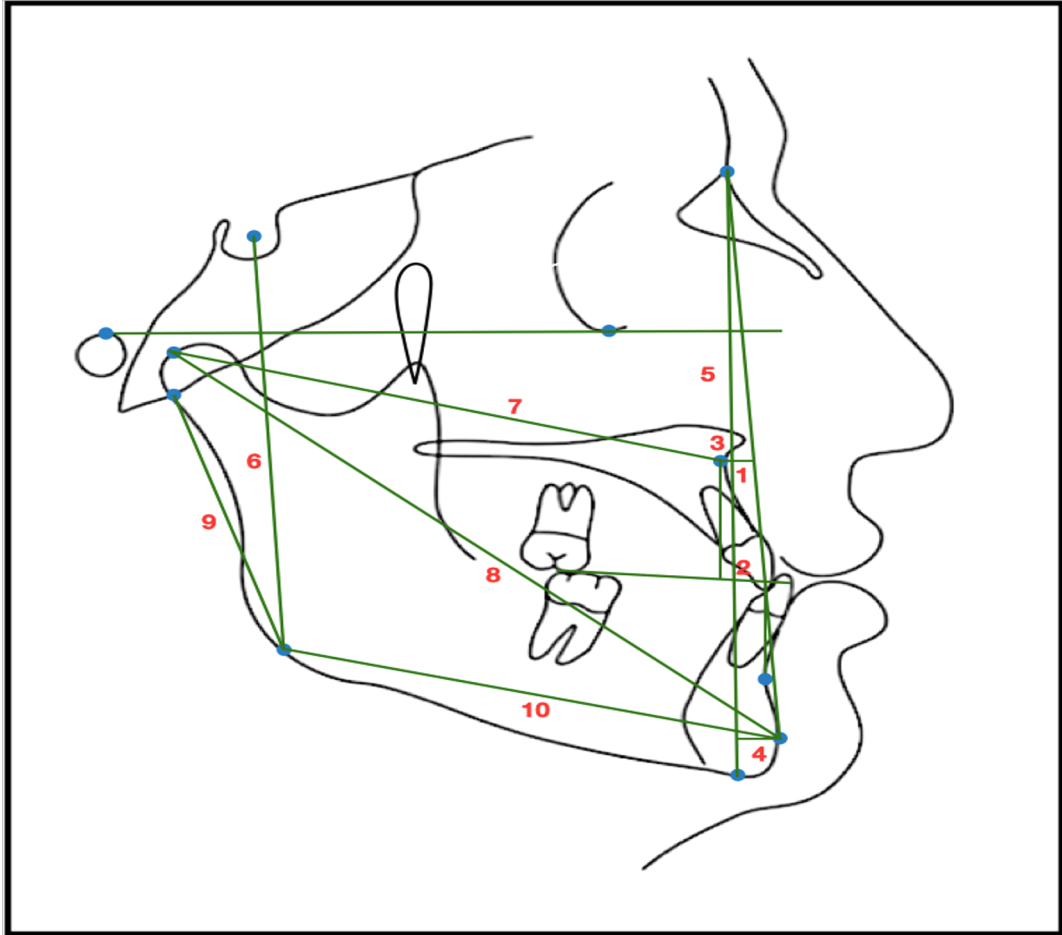
Şekil 3.5. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametreler

Doğrusal Parametreler

A. İskeletsel Dokulara İlişkin Doğrusal Parametreler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan iskeletsel dokulara ilişkin doğrusal parametreler açıklamaları ile aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.6’de gösterilmiştir.

1. Fasiyal Konveksitite (mm): Yüz düzlemi ile A noktası arasındaki yatay mesafe.
2. Witts Değeri (mm): A noktasının oklüzal düzlemdeki izdüşümü ile B noktasının oklüzal düzlemdeki izdüşümü arasındaki yatay mesafe.
3. A-NPerp. (FH) (mm): A noktasının, N noktasından frankurt horizontal düzlemine dik olan doğruya olan mesafesi.
4. Pog-NPerp. (FH) (mm): Pog noktasının, N noktasından frankurt horizontal düzlemine dik olan doğruya olan mesafesi.
5. Anterior Yüz Yüksekliği (mm): Na ile Me noktası arasındaki mesafe.
6. Posterior Yüz Yüksekliği (mm): S ile Go noktası arasındaki mesafe.
7. Efektif Maksilla Uzunluğu (mm): Co ile A noktası arasındaki mesafe.
8. Efektif Mandibula Uzunluğu (mm): Co ile Po noktası arasındaki mesafe.
9. Mandibular Ramus Uzunluğu (mm): Ar ile Go noktası arasındaki mesafe.
10. Mandibular Korpus Uzunluğu (mm): Go ile Me noktası arasındaki mesafe.

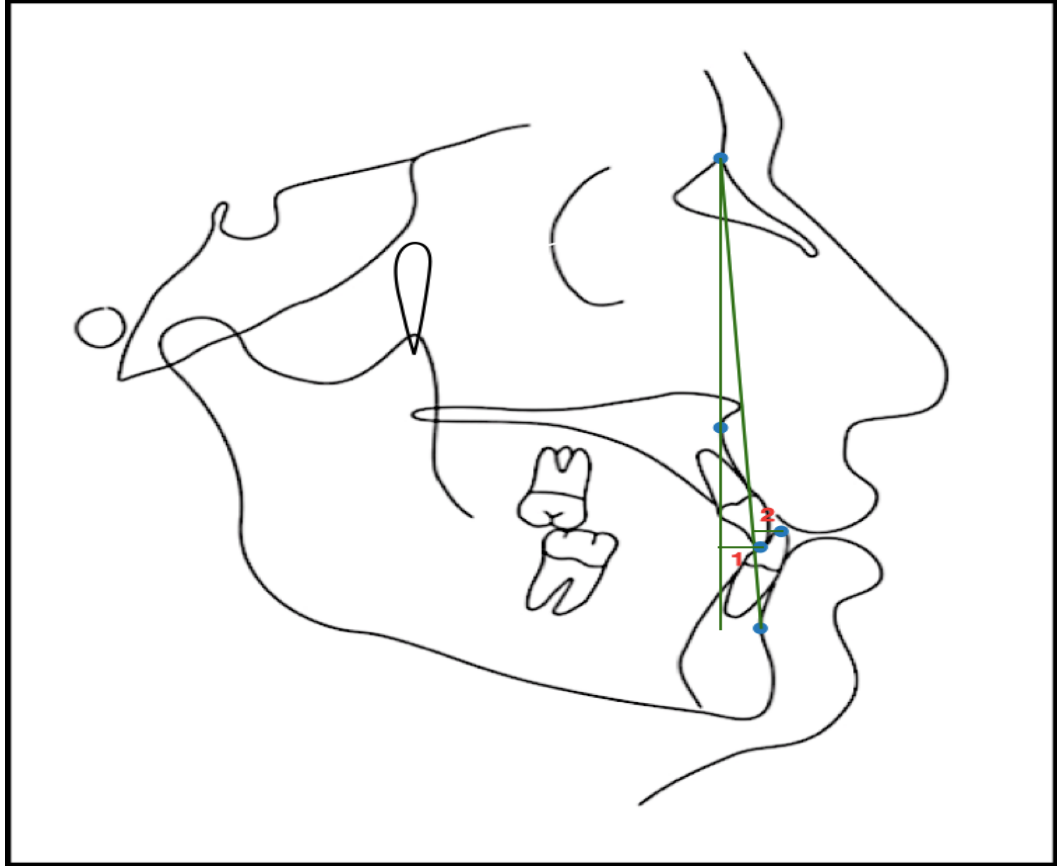


Şekil 3.6. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametreler.

A. Dental Dokulara İlişkin Doğrusal Parametreler

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan dental dokulara ilişkin doğrusal parametreler aşağıda belirtilmiş olup Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

1. U1-NA Mesafe (mm): Üst santral diş insizalinin NA doğrusuna olan uzaklığı.
2. L1-NB Mesafe (mm): Alt santral diş insizalinin NB doğrusuna olan uzaklığı.

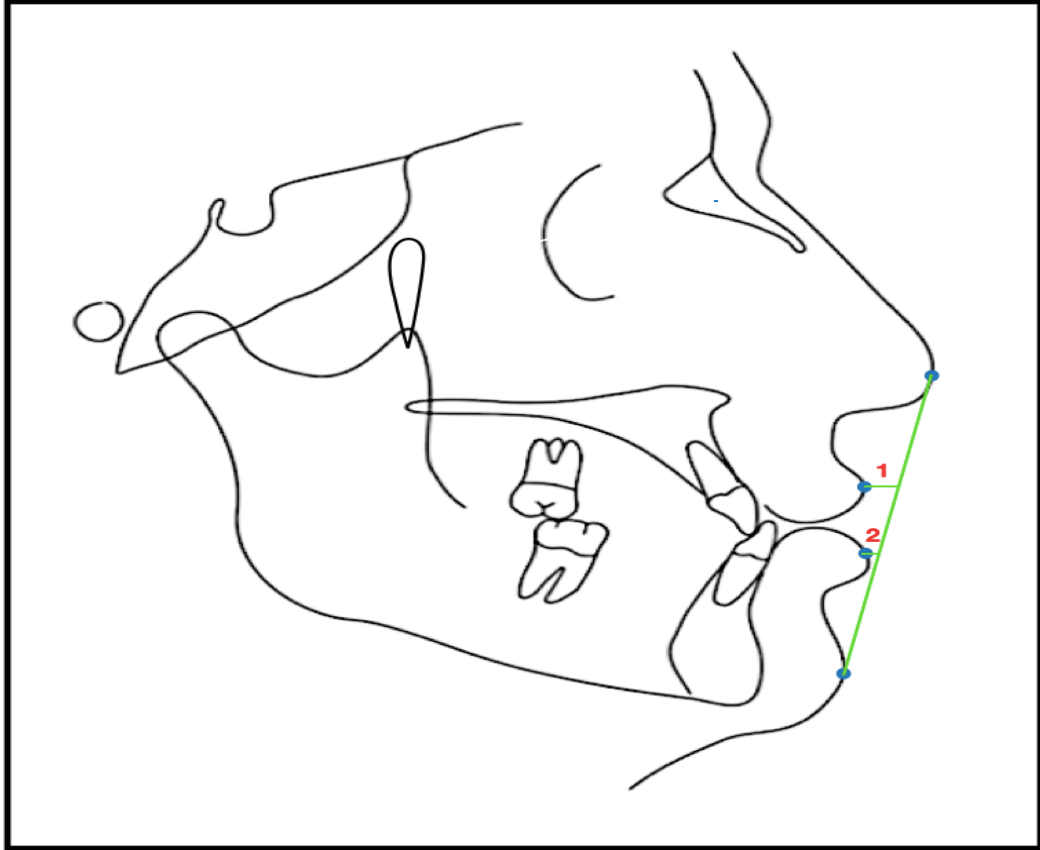


Şekil 3.7. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametreler.

B. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametreleri

Lateral sefalometrik flim analizinde kullanılan yumuşak dokulara ilişkin doğrusal parametreler açıklamaları ile belirtilmiş olup Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

1. Üst Dudak-E Düzlemi (mm): Üst dudağın sagittal düzlemde en ön noktası ile E düzlemi arasında sagittal düzlemdeki mesafe.
2. Alt Dudak-E Düzlemi (mm): Alt dudağın sagittal düzlemde en ön noktası ile E düzlemi arasında sagittal düzlemdeki mesafe.



Şekil 3.8. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametreler.

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemler olarak sayı, yüzde, ortalama, standart sapma kullanılmıştır. Metodlar arasındaki uyumu belirlemek üzere bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır ve $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir [97].

Metod hatasının değerlendirilmesi için örneklem büyüklüğünün %25'inin sefalometrik radyografi üzerindeki ölçümler iki hafta sonra tekrar gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Örneklem Büyüklüğü Hesaplanması

Örneklem büyüklüğü PASS 11 programı kullanılarak hesaplanmıştır. Referans alınan çalışmanın yöntemine göre [98] %90 güç, %5 hata payı düzeyinde gerekli örneklem büyüklüğü 50 kişi olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmaya dahil edilen toplam 50 hastanın cinsiyet, kronolojik yaş ve ameliyat tipine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1. sunulmuştur.

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Erkek	23	46,0
Kadın	27	54,0
Ameliyat Tipi		
Çift Çene	24	48,0
Maksilla	9	18,0
Mandibulla	17	34,0
	Ort	Ss
Yaş	22,760	3,041

Tablo 4.1. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Tanımlayıcı İstatistikleri.

Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyete göre 23'ü (%46,0) erkek, 27'si (%54,0) kadın olarak dağılmaktadır.

Çalışmaya dahil edilen hastalar ameliyat tipine göre 24'ü (%48,0) çift_çene, 9'u (%18,0) maksilla, 17'si (%34,0) mandibula olarak dağılmaktadır.

Çalışmaya dahil edilen hastaların "yaş" ortalaması $22,760 \pm 3,041$ (Min=18; Maks=32) olarak saptanmıştır.

4.2. Method Hatası

Randomize bir şekilde seçilen 15 hastanın lateral sefalometrik flimlerinin birinci ölçümleri yapıldıktan sonra iki hafta sonra tekrar ölçümleri yapılmıştır. Dahlberg formülü kullanılarak elde edilen metot hatası değerleri 0,413 ile 0,762 arasında değişmiştir. Ölçümlerin tekrarlanabilirliği, metod hatası değerlerinin 0 sayısına yakınlığı ile değerlendirilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde ölçümlerin tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu bulunmuştur.

4.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları

4.3.1. Preoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları

Açısal Parametrelere İlişkin Preoperatif Bulgular

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametrelere ait preoperatif bulgular Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
SNA (°)	80,471	4,456	79,922	4,604	50	1,680	0,099
SNB (°)	81,044	6,493	81,362	6,537	50	-1,631	0,109
ANB (°)	-0,518	4,675	-0,648	4,835	50	1,509	0,103
Saddle Açısı (°)	123,347	6,579	123,624	6,917	50	-0,592	0,556
Artiküler Açısı (°)	146,518	6,558	142,622	7,755	50	5,951	0,000
Gonial Açığı (°)	124,713	7,713	134,044	9,092	50	-9,896	0,000
Bjork Sum (°)	394,605	8,699	395,398	8,356	50	-2,018	0,049
FMA (°)	24,451	8,050	25,148	7,485	50	-3,369	0,171
Y Aksı Açısı (°)	59,235	3,982	59,349	7,515	50	-0,129	0,898
Palatal Düzlem Eğimi (°)	0,790	4,086	0,294	2,561	50	1,097	0,278
Fasiyal Derinlik (°)	113,263	6,592	112,546	13,858	50	0,350	0,728
Fasiyal Eksen (°)	88,194	9,440	89,166	7,389	50	-1,782	0,081

Tablo 4.2. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.

WebCeph SNA ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=80,471$) göre Dolphin SNA ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=79,922$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph SNB ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=81,044$) göre Dolphin SNB ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=81,362$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph ANB ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=-0,518$) göre Dolphin ANB ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=-0,648$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Saddle Açısı ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=123,347$) göre Dolphin Saddle Açısı ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=123,624$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Artiküler Açığı ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=146,518$) göre Dolphin Artiküler Açığı ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=142,622$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=5,951$; $p=0,000<0,05$). Webceph Gonial Açığı ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=124,713$) göre Dolphin Gonial Açığı ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=134,044$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-9,896$; $p=0,000<0,05$). Webceph Bjork Sum ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=394,605$) göre Dolphin Bjork Sum ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=395,398$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-2,018$; $p=0,049<0,05$). Webceph FMA ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=24,451$) göre Dolphin FMA ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=25,148$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=59,235$) göre Dolphin Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=59,349$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=0,790$) göre Dolphin Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=0,294$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=113,204$) göre Dolphin Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=112,546$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) değerine ($\bar{x}=88,194$) göre Dolphin Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) değerindeki ($\bar{x}=89,166$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Preoperatif değerlendirilen parametrelerden SNA ($^{\circ}$), SNB ($^{\circ}$), ANB ($^{\circ}$), Saddle Açısı ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), Y Aksı Açısı ($^{\circ}$), Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$), Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametreleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

B. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen dental yapılara ilişkin açısal parametrelere ait preoperatif bulgular Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
U1-SN Aç1 (°)	103,773	8,325	106,606	8,779	50	-5,002	0,000
U1-NA Aç1 (°)	23,324	7,036	26,618	7,324	50	-6,730	0,000
L1-NB Aç1 (°)	24,575	7,574	22,924	8,886	50	3,877	0,000
IMPA (°)	89,124	7,638	92,311	6,052	50	-4,808	0,000

Tablo 4.3. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.

Webceph U1-SN Aç1 (°) değerine ($\bar{x}=103,773$) göre Dolphin U1-SN Aç1 (°) değerindeki ($\bar{x}=106,606$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-5,002$; $p=0,000<0,05$). Webceph U1-NA Aç1 (°) değerine ($\bar{x}=23,324$) göre Dolphin Webceph U1-NA Aç1 (°) değerindeki ($\bar{x}=26,618$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-6,730$; $p=0,000<0,05$). Webceph L1-NB Aç1 (°) değerine ($\bar{x}=24,575$) göre Dolphin L1-NB Aç1 (°) değerindeki ($\bar{x}=22,924$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,877$; $p=0,000<0,05$). Webceph IMPA (°) değerine ($\bar{x}=89,124$) göre Dolphin IMPA (°) değerindeki ($\bar{x}=92,311$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-4,808$; $p:0,000<0,05$).

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen yumuşak dokulara ilişkin açısal parametrelere ait preopreatif bulgular Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	T	P
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Nazolabial Aç1 (°)	92,478	14,510	102,234	12,965	50	-3,229	0,000

Tablo 4.4. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.

Webceph Nazolabial Aç1 (°) değerine ($\bar{x}=92,478$) göre Dolphin Nazolabial Aç1 (°) değerindeki ($\bar{x}=102,234$) artış anlamlı bulunmuştur ($t:-3,229$; $p:0,000<0,05$).

Doğrusal Parametrelere İlişkin Preoperatif Bulgular

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen iskeletsel yapılarla ilişkin doğrusal parametrelere ait preoperatif bulgular Tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Fasiyal Konveksitite (mm)	-1,335	8,582	-2,418	6,303	50	0,486	0,629
Witts Değeri (mm)	-6,854	6,830	-6,762	8,229	50	-0,191	0,849
A-NPerp (FH) (mm)	0,351	2,988	-2,002	3,756	50	7,556	0,000
Pog-NPerp (FH) (mm)	3,526	11,199	1,626	11,652	50	4,638	0,000
Anterior Yüz Yüksekliği (mm)	120,339	8,638	120,240	8,608	50	0,334	0,740
Posterior Yüz Yüksekliği (mm)	78,032	11,966	80,764	6,665	50	-1,780	0,081
Efektif Maks. Uzunluğu (mm)	79,951	4,857	80,284	4,991	50	-0,797	0,429
Efektif Mand. Uzunluğu (mm)	116,760	8,891	116,964	9,403	50	-0,567	0,573
Mand. Ramus Uzunluğu (mm)	49,800	6,285	50,242	6,383	50	-1,040	0,304
Mand. Korpus Uzunluğu (mm)	72,879	6,760	72,530	8,801	50	0,378	0,707

Tablo 4.5. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.

Webceph Fasiyal Konveksitite (mm) değerine ($\bar{x}=-1,335$) göre Dolphin Fasiyal Konveksitite (mm) değerindeki ($\bar{x}=-2,418$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Witts Değeri (mm) ($\bar{x}=-6,854$) göre Dolphin Witts Değeri (mm) değerindeki ($\bar{x}=-6,762$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph A-NPerp (FH) (mm) değerine ($\bar{x}=0,351$) göre Dolphin A-NPerp (FH) (mm) değerindeki ($\bar{x}=-2,002$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=7,556$; $p=0,000<0,05$). Webceph Pog-NPerp (FH) (mm) değerine ($\bar{x}=3,526$) göre Dolphin Pog-NPerp (FH) (mm) değerindeki ($\bar{x}=1,626$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=4,638$; $p=0,000<0,05$). Webceph Anterior Yüz Yüksekliği (mm) değerine ($\bar{x}=120,339$) göre Dolphin Anterior Yüz Yüksekliği (mm) değerindeki ($\bar{x}=120,240$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Posterior Yüz

Yüksekliği (mm) değerine ($\bar{x}=78,032$) göre Dolphin Posterior Yüz Yüksekliği (mm) değerindeki ($\bar{x}=80,764$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=79,951$) göre Dolphin Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=80,284$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=116,760$) göre Dolphin Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=116,964$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=49,800$) göre Dolphin Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=50,242$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=72,879$) göre Dolphin Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=72,530$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Witts Değeri (mm), A-N Perp (FH) (mm), Pog-N Perp (FH) (mm), Anterior Yüz Yüksekliği (mm), Efektif Maksilla Uzunluğu (mm), Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm), Mandibular Ramus Uzunluğu (mm), Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. Fasial Konveksite (mm), Posterior Yüz Yüksekliği (mm) değerlerinde uyum olmadığı belirlenmiştir.

B. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen dental yapılarla ilişkin doğrusal parametrelere ait preoperatif bulgular Tablo 4.6.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
U1-NA Mesafe (mm)	3,377	1,886	4,586	2,408	50	-4,792	0,000
L1-NB Mesafe (mm)	5,103	2,771	5,090	3,424	50	0,064	0,950

Tablo 4.6. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular.

Webceph U1-NA Mesafe (mm) değerine ($\bar{x}=3,377$) göre Dolphin U1-NA Mesafe (mm) değerindeki ($\bar{x}=4,586$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-4,792$;

$p=0,000<0,05$). Webceph L1-NB Mesafe (mm) değerine ($\bar{x}=5,103$) göre Dolphin L1-NB Mesafe (mm) değerindeki ($\bar{x}=5,090$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

U1-NA Mesafe (mm) ve L1-NB Mesafe (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptandı.

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen yumuşak dokulara ilişkin doğrusal parametrelere ait preoperatif bulgular Tablo 4.7.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Üst Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm)	-6,884	3,999	-7,184	4,141	50	3,295	0,002
Alt Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm)	-2,307	3,690	-1,924	3,829	50	-3,451	0,001

Tablo 4.7. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Preop. Bulgular.

Webceph Üst Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerine ($\bar{x}=-6,884$) göre Dolphin Üst Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm) değerindeki ($\bar{x}=-7,184$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,295$; $p=0,002<0,05$). Webceph Alt Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm) değerine ($\bar{x}=-2,307$) göre Dolphin Alt Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm) değerindeki ($\bar{x}=-1,924$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-3,451$; $p=0,001<0,05$).

Preoperatif değerlendirilen parametrelerden Üst Dudak-E Düzlemi Mesafesi (mm), Alt-Dudak E Düzlemi Mesafesi (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

4.3.2. Postoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları

Açısal Parametrelere İlişkin Postoperatif Bulgular

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen iskeletsel yapılarla ilişkin açısal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.8.de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
SNA (°)	83,398	4,634	82,977	4,585	50	1,653	0,105
SNB (°)	80,286	5,923	80,310	5,335	50	-0,068	0,946
ANB (°)	3,352	2,636	3,431	2,618	50	0,059	0,933
Saddle Açısı (°)	123,017	5,997	123,002	6,776	50	0,031	0,975
Artiküler Açığı (°)	145,928	6,130	143,640	8,614	50	3,252	0,002
Gonial Açığı (°)	126,618	7,023	134,534	8,947	50	-7,994	0,000
Bjork Sum(°)	394,993	6,882	396,748	6,445	50	-5,385	0,000
FMA (°)	25,808	6,037	28,518	5,598	50	-6,139	0,000
Y Aksı Açısı (°)	57,972	5,498	59,262	5,616	50	-6,984	0,000
Palatal Düzlem Eğimi (°)	2,549	8,217	0,874	2,565	50	1,443	0,155
Fasiyal Derinlik (°)	113,263	6,295	109,204	15,544	50	2,070	0,044
Fasiyal Eksen (°)	87,696	5,269	88,100	5,205	50	-1,830	0,073

Tablo 4.8. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.

Webceph SNA (°) değerine (\bar{x} =83,398) göre Dolphin SNA (°) değerindeki (\bar{x} =82,977) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph SNB (°) değerine (\bar{x} =80,286) göre Dolphin SNB (°) değerindeki (\bar{x} =80,310) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph ANB (°) değerine (\bar{x} =3,352) göre Dolphin ANB (°) değerindeki (\bar{x} =3,431) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Saddle Açısı (°) değerine (\bar{x} =123,017) göre Dolphin Saddle Açısı (°) değerindeki (\bar{x} =123,002) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Artiküler Açığı (°) değerine (\bar{x} =145,928) göre

Dolphin Artiküler Açığı (°) değerindeki (\bar{x} =143,640) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,252$; $p=0,002<0,05$). Webceph Gonial Açığı (°) değerine (\bar{x} =126,618) göre Dolphin Gonial Açığı (°) değerindeki (\bar{x} =134,534) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-7,994$; $p=0,000<0,05$). Webceph Bjork Sum (°) değerine (\bar{x} =394,993) göre Dolphin Bjork Sum (°) değerindeki (\bar{x} =396,748) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-5,385$; $p=0,000<0,05$). Webceph FMA (°) değerine (\bar{x} =25,808) göre Dolphin FMA (°) değerindeki (\bar{x} =28,518) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-6,139$; $p=0,000<0,05$). Webceph Y Aksı Açığı (°) değerine (\bar{x} =57,972) göre Dolphin Y Aksı Açığı (°) değerindeki (\bar{x} =59,262) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-6,984$; $p=0,000<0,05$). Webceph Palatal Düzlem Eğimi (°) değerine (\bar{x} =2,549) göre Dolphin Palatal Düzlem Eğimi (°) değerindeki (\bar{x} =0,874) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Fasiyal Derinlik değerine (°) (\bar{x} =113,263) göre Dolphin Fasiyal Derinlik (°) değerindeki (\bar{x} =109,204) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,252$; $p=0,002<0,05$). Webceph Fasiyal Eksen (°) değerine (\bar{x} =87,696) göre Dolphin Fasiyal Eksen (°) değerindeki (\bar{x} =88,100) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

SNA (°), SNB (°), ANB (°), Saddle Açığı (°), Artiküler Açığı (°), Gonial Açığı (°), Bjork Sum (°), FMA (°), Y Aksı Açığı (°), Fasiyal Eksen (°) değerleri arasında mükemmel uyum olduğu saptandı. Palatal Düzlem Eğimi (°), Fasiyal Derinlik (°), değerlerinde uyum olmadığı belirlenmiştir.

B. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen dental yapılara ilişkin açısal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.9.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
U1-SN Açığı (°)	103,040	8,353	107,040	8,918	50	-7,550	0,000
U1-NA Açığı (°)	19,636	6,663	24,398	7,338	50	-10,043	0,000
L1-NB Açığı (°)	23,512	6,898	21,742	7,341	50	4,605	0,000
IMPA (°)	88,407	8,168	84,642	8,788	50	7,462	0,000

Tablo 4.9. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.

Webceph U1-SN Açığı (°) değerine ($\bar{x}=103,040$) göre Dolphin U1-SN Açığı (°) değerindeki ($\bar{x}=107,040$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-7,550$; $p=0,000<0,05$). Webceph U1-NA Açığı (°) değerine ($\bar{x}=19,636$) göre Dolphin U1-NA Açığı (°) değerindeki ($\bar{x}=24,398$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-10,043$; $p=0,000<0,05$). Webceph L1-NB Açığı (°) değerine ($\bar{x}=23,512$) göre Dolphin L1-NB Açığı (°) değerindeki ($\bar{x}=21,742$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=4,605$; $p=0,000<0,05$). Webceph IMPA (°) değerine ($\bar{x}=88,407$) göre Dolphin IMPA (°) değerindeki ($\bar{x}=84,642$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=7,462$; $p=0,000<0,05$).

U1-SN Açığı (°), U1-NA Açığı (°), L1-NB Açığı (°), IMPA (°) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen yumuşak dokulara ilişkin açısal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.10.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Nazolabial Açığı (°)	93,189	11,493	94,816	11,811	50	-2,808	0,007

Tablo 4.10. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.

Webceph Nazolabial Açığı (°) değerine ($\bar{x}=93,189$) göre Dolphin Nazolabial Açığı (°) değerindeki ($\bar{x}=94,816$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-2,808$; $p=0,007<0,05$).

Nazolabial Açığı (°) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

Doğrusal Parametrelere İlişkin Postoperatif Bulgular

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen iskeletsel yapılara ilişkin doğrusal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.11.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Fasial Konveksitite (mm)	4,913	6,101	2,152	3,564	50	5,777	0,000
Witts Değeri (mm)	-1,750	3,218	-1,998	3,363	50	1,377	0,175
A-NPerp (FH) (mm)	2,733	3,582	1,490	3,826	50	3,259	0,002
Pog NPerp (FH) (mm)	0,372	8,064	-0,948	7,819	50	2,911	0,005
Anterior Yüz Yüksekliği (mm)	120,406	7,262	120,008	7,585	50	1,133	0,263
Posterior Yüz Yüksekliği (mm)	79,280	6,598	79,597	6,742	50	-0,538	0,593
Efektif Maks. Uzunluğu (mm)	82,859	5,441	83,176	5,669	50	-0,992	0,326
Efektif Mand. Uzunluğu (mm)	115,339	7,573	115,344	7,921	50	-0,011	0,991
Mand. Ramus Uzunluğu (mm)	48,749	5,070	48,290	6,375	50	0,953	0,345
Mand. Korpus Uzunluğu (mm)	71,313	4,547	70,618	12,023	50	0,467	0,642

Tablo 4.11. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postop. Bulgular.

Webceph Fasial Konveksitite (mm) değerine ($\bar{x}=4,913$) göre Dolphin Fasial Konveksitite (mm) değerindeki ($\bar{x}=2,152$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=5,777$; $p=0,000<0,05$). Webceph Witts Değeri (mm) değerine ($\bar{x}=-1,750$) göre Dolphin Witts Değeri (mm) değerindeki ($\bar{x}=-1,998$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph A-N Perp (FH) (mm) değerine ($\bar{x}=2,733$) göre Dolphin A-N Perp (FH) (mm) değerindeki ($\bar{x}=1,490$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,259$; $p=0,002<0,05$). Webceph Dolphin Pog-N Perp (FH) (mm) değerine ($\bar{x}=0,372$) göre Dolphin Dolphin Pog-N Perp (FH) (mm) değerindeki ($\bar{x}=-0,948$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=2,911$; $p=0,005<0,05$). Webceph Anterior Yüz Yüksekliği (mm) değerine ($\bar{x}=120,406$) göre

Dolphin Anterior Yüz Yüksekliği (mm) değerindeki ($\bar{x}=120,008$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Posterior Yüz Yüksekliği (mm) değerine ($\bar{x}=79,280$) göre Dolphin Posterior Yüz Yüksekliği (mm) değerindeki ($\bar{x}=79,597$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=82,859$) göre Dolphin Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=83,176$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm)

değerine ($\bar{x}=115,339$) göre Dolphin Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=115,344$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=48,749$) göre Dolphin Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=48,290$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Webceph Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerine ($\bar{x}=71,313$) göre Dolphin Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerindeki ($\bar{x}=70,618$) düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Fasial Konveksitite (mm), Witts Değeri (mm), A-N Perp (FH) (mm), Pog-N Perp (FH) (mm), Anterior Yüz Yüksekliği (mm), Posterior Yüz Yüksekliği (mm), Efektif Maksilla Uzunluğu (mm), Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm), Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) değerlerinde uyum olmadığı belirlenmiştir

B. Dental Yapılarla İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen dental yapılarla ilişkin doğrusal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.12.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	WebCeph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
U1-NA Mesafe (mm)	2,825	1,659	4,078	2,236	50	-5,399	0,000
L1-NB Mesafe (mm)	4,804	2,865	4,902	2,813	50	-0,669	0,507

Tablo 4.12. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular.

Webceph U1-NA Mesafe (mm) değerine ($\bar{x}=2,825$) göre Dolphin U1-NA Mesafe (mm) değerindeki ($\bar{x}=4,078$) artış anlamlı bulunmuştur ($t=-5,399$; $p=0,000<0,05$). Webceph L1-NB Mesafe (mm) değerine ($\bar{x}=4,804$) göre Dolphin L1-NB Mesafe (mm) değerindeki ($\bar{x}=4,902$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

U1-NA Mesafe (mm), L1-NB Mesafe (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

C. Yumuşak Dokularla İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postoperatif Bulgular

Çalışmada değerlendirilen yumuşak dokulara ilişkin doğrusal parametrelere ait postoperatif bulgular Tablo 4.13.'de gösterilmiştir.

Ölçümler	Webceph		Dolphin		N	t	p
	Ort	Ss	Ort	Ss			
Üst Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm)	-4,646	2,507	-4,899	2,581	50	3,061	0,004
Alt Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm)	-2,308	2,422	-2,299	2,463	50	-0,109	0,914

Tablo 4.13. Yumuşak Dokulara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Postop. Bulgular.

Webceph Üst Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerine ($\bar{x}=-4,646$) göre Dolphin Üst Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerindeki ($\bar{x}=-4,899$) düşüş anlamlı bulunmuştur ($t=3,061$; $p=0,004<0,05$). Webceph Alt Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerine ($\bar{x}=-2,308$) göre Dolphin Alt Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerindeki ($\bar{x}=-2,299$) artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Üst Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm),

Alt Dudak- E Düzlemi Mesafesi (mm) değerleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacı

Şiddetli iskeletsel ve dental maloklüzyonu bulunan büyüme gelişim dönemini tamamlamış bireylerin tedavisi için genellikle ‘Ortognatik Cerrahi’ olarak tanımlanan ortodontik tedavi uygulamaları ile birlikte gerçekleştirilen çene cerrahisi uygulamaları gerekmektedir. [2].

Ortognatik cerrahi tedavisinde teşhis, cerrahi planlama, operasyon ile meydana gelen değişimlerin analizi amacıyla çeşitli sefalometrik analiz yöntemlerine başvurulmaktadır [1]. Sefalometrik analiz günümüzde geleneksel (elle) sefalometrik analiz yöntemi, bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz yöntemi ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz yöntemi olmak üzere üç farklı yöntem ile gerçekleştirilebilmektedir.

Konvansiyonel (elle) ve bilgisayar tabanlı sefalometri analiz yöntemlerinde, operatör kaynaklı landmarkların konumlarının hatalı tespit edilmesi ve buna bağlı oluşan ölçüm hatalarını azaltarak tanı ve teşhis aşamalarının doğruluğunu artırmak amacı ile çeşitli yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programları geliştirilmiştir. [12].

Ortognatik cerrahi uygulanan hastalarda operasyon ile landmarkların konumunun değişmesinden dolayı çeşitli algoritmalar kullanarak landmarkları otomatik olarak tespit eden yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programlarında landmarkların konumlarının hatalı tespiti ve buna bağlı olarak hatalı ölçümlerin gerçekleştirilmesi muhtemeldir. Literatür incelendiğinde yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programlarını bilgisayar tabanlı dijital çizim programları kullanarak güvenilirliği değerlendiren çeşitli çalışmalar olmasına rağmen [99-108], şiddetli dentofasiyal deformiyesi olan ortognatik cerrahi uygulanan hastalarda operasyon öncesi ve sonrasında yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programlarının güvenilirliğini, bilgisayar tabanlı sefalometri programı kullanılarak operatör tarafından manuel olarak anatomik landmarkların tespit edilmesi ile karşılaştıran herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışma ile alandaki belirtilen bu boşluğu doldurmaya yönelik katkı sağlanması beklenmektedir.

5.2. Gereç ve Yöntem

Mevcut çalışmada, çalışmaya dahil etme kriterlerine uyan ortognatik cerrahi operasyonu olan 50 hastanın operasyon öncesi 1 aylık süreç içerisinde ve sonrasında 1 aylık süreç içerisinde alınan lateral sefalometrik flimleri kullanılmıştır. Çalışmamızda bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programı olarak Dolphin Imaging programı versiyon 11.95., web tabanlı sefalometrik çizim programı olarak WebCeph programı versiyon 1.5.0. kullanılmış olup, ortognatik cerrahi ile değişmesi muhtemel 15'si açısız 14'ü doğrusal olmak üzere toplam 29 parametre değerlendirilmiştir.

Shettigar ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada ortodontik tedavi amacı ile başvuran 50 hastanın lateral sefalometrik flimlerini kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Dolphin Imaging programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen OneCeph programı kullanılmış olup, 11'i açısız 4'ü doğrusal olmak üzere toplam 15 parametre değerlendirilmiştir [102].

Meriç ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen 40 hastanın ortodonti tedavi öncesi lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Dolphin Imaging programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen CephX programı kullanılmış olup, 8'i açısız 4'ü doğrusal olmak üzere toplam 12 parametre değerlendirilmiştir [13].

Jeon ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen ortodontik tedavi görmeyen 35 bireyin lateral sefalometrik flimlerini kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen V-Ceph programı ve yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programını temsilen CephX programı kullanılmış olup, 18'i açısız 8'i doğrusal olmak üzere toplam 26 parametre değerlendirilmiştir [100].

Çoban ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen 105 hastanın lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Dolphin Imaging programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen WebCeph programı kullanılmış

olup, 12'si açısız 10'u doğrusal olmak üzere toplam 22 parametre değerlendirilmiştir [99].

Tsolakis ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen 100 hastanın lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Dolphin Imaging programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Carestream Imaging programı kullanılmış olup, 16'sı açısız 2'si doğrusal olmak üzere toplam 18 parametre değerlendirilmiştir [105].

Hemeda ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen 50 hastanın lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen Romexis programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen WebCeph programı kullanılmış olup, 17'si açısız 5'i doğrusal olmak üzere toplam 22 parametre değerlendirilmiştir [104].

Katyal ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada randomize olarak seçilen 25 hastanın ortodontik tedavi öncesi lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen FACAD programı ve yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programını temsilen WebCeph programı kullanılmış olup, 12'ü açısız 8'u doğrusal olmak üzere 20 parametre değerlendirilmiştir [101].

Literatürde bulunan yapay zeka tabanlı sefalometrik analiz programının güvenilirliğini bilgisayar tabanlı sefalometrik analiz programı kullanılarak değerlendirilen diğer çalışmalara [13, 99-102, 104, 105] bakıldığında mevcut çalışma örneklem büyüklüğü ve değerlendirilen parametre sayısı açısından kapsamlıdır.

Mevcut çalışmada yapay zeka tabanlı sefalometri çizim programını temsilen WebCeph programının kullanılmasının nedeni ücretsiz kullanım imkanının olmasından dolayı klinisyenler tarafından sık tercih edilmesi, bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programını temsilen Dolphin Imaging programının kullanılmasının nedeni daha önce yapılan çeşitli çalışmalar [99, 101, 104, 107, 109-112] ile güvenilirliğinin kanıtlanmasıdır.

5.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması

5.3.1. Preoperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması

Açısal Parametrelerin Bulguları

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametre olarak SNA ($^{\circ}$), SNB ($^{\circ}$), ANB ($^{\circ}$), Saddle Açısı ($^{\circ}$), Artiküler Açığı ($^{\circ}$), Gonial Açığı ($^{\circ}$), Bjork Sum ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), Y Aksı Açığı ($^{\circ}$), Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$), Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$), Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametreleri değerlendirilmiştir.

SNA ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] SNA ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

SNB ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] SNB ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

ANB ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] ANB ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Saddle Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] methodlar arasında Saddle Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş, Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] Saddle Açısı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Artiküler Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Hemeda ve ark. (2022) Romexis ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Artiküler Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [104] , Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Artiküler Açısı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [101], Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Bjork Sum ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında mevcut çalışmamızdan farklı olarak Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] Bjork Sum ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

FMA ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında mevcut çalışmanın sonuçlarından farklı olarak, Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] ve Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada FMA ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında mevcut çalışmadan farklı olarak, Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Hemedda ve ark. (2022) Romexis ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [104] Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında mevcut çalışmadan farklı olarak, Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını

kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [113] Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Santoro ve ark. (2006) [114] ve Chen ve ark. (2000) [115] yaptıkları çalışmalarında gonion noktasının bulunduğu konumun anatomik sınırlarının belirgin olmaması, sağ ve sol gonion noktalarının birbiri üzerine süperpozisyonu ve konumunun midsagital düzlemden uzak olması nedeni ile tespit edilmesinin hataya açık olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları mevcut çalışmada gonion noktasının kullanıldığı Artiküler Açık ($^{\circ}$), Gonial Açık ($^{\circ}$), Björk Sum ($^{\circ}$) parametrelerinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasını destekler niteliktedir.

Baumrind ve ark. (1971) yaptıkları çalışmada gnathion ve pogonion noktası gibi kurvatür üzerinde bulunan anatomik noktaların düz alanlarda bulunan anatomik noktalardan daha yüksek değişkenliğe sebep olduğu belirtilmiştir [7]. Bu çalışmanın sonucu mevcut çalışmada gnathion noktasının kullanıldığı Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) ve pogonion noktasının kullanıldığı Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasını destekler niteliktedir.

B. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada dental yapılara ilişkin açısal parametreler olarak U1-SN ($^{\circ}$), U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$) parametreleri değerlendirilmiştir.

U1-SN ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında U1-SN ($^{\circ}$) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada U1-SN ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99], Tsolakis ve ark. (2022)

Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise U1-SN (°) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

U1-NA (°) parametresinde çalışmamızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında U1-NA (°) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada U1-NA (°) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99] ve Tsolakis ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise U1-NA (°) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

L1-NB (°) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında L1-NB (°) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada L1-NB (°) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99] ve Tsolakis ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise L1-NB (°) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

IMPA (°) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında IMPA (°) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada IMPA (°) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99], Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada IMPA (°) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Houston ve ark (1986) yaptıkları çalışmada kesicilerin insizal ucu ve kök ucu noktalarının süperpozisyon nedeni ile tespit edilmesinin hataya açık olduğunu belirtilmiştir [9]. Bu çalışmanın sonuçları mevcut çalışmadaki kesici insizal ucu ve kesici kök ucu noktalarının kullanıldığı U1-NA (°), L1-NB (°), U1-SN (°), IMPA (°)

parametrelerinde methodlar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkı destekler niteliktedir.

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada yumuşak dokulara ilişkin açısal parametre olarak Nazolabial Açı ($^{\circ}$) parametresi değerlendirilmiştir.

Nazolabial Açı ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99], Playfair (2013) tarafından Dolphin Imaging ve Kodak Orthodontic Imaging programları kullanılarak yapılan çalışmada [106] Nazolabial Açı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Sommer ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında nasolabial açı parametresinde kullanılan columnella, subnasale ve üst dudak ucu noktalarının sefalometrik radyografinin çekilmesi sırasındaki ekpraşür faktörlerinden kaynaklı her zaman açıkça seçilemediğinden dolayı nasolabial açının ölçümler sırasında hataya açık olduğu belirtmiştir [116]. Bu çalışma mevcut çalışmadaki Nazolabial Açı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkı destekler niteliktedir.

Doğrusal Parametrelerin Tartışılması

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametreler olarak Fasiyal Konveksitite (mm), Witts Değeri (mm), A- NPerp(FH) (mm), Pog- NPerp(FH) (mm), Anterior Yüz Yüksekliği (mm), Posterior Yüz Yüksekliği (mm), Efektif Maksilla Uzunluğu (mm), Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm), Mandibular Ramus Uzunluğu (mm), Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

Fasiyal Konveksitite (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları

A-Nperp (FH) (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında A-Nperp (FH) (mm) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada A-Nperp (FH) Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [101], Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada A-Nperp (FH) (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Pog-Nperp (FH) (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında Pog-Nperp (FH) (mm) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup, Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] A-Nperp (FH) Mesafesinde (mm) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [101], Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Pog-Nperp (FH) (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Witts Değeri (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Witts Değeri (mm) parametresi için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Witts Değeri (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [103], Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup çalışmamızın verileri ile uyumludur [100].

Anterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Alt Yüz Yüksekliği (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Posterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [113] Posterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) parametresinin için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [103], Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir [99].

Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) parametresi için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103], Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir [99].

Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Mosleh ve ark. (2016) CephX programını kullanarak yaptıkları çalışmada Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit etdirmiştir [117].

Houston ve ark (1986) yaptıkları çalışmada nasion noktasının nasofrontal sütünun kontüründeki değişkenlikten dolayı tespit edilmesinin hataya açık olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucu mevcut çalışmadaki nasion noktasının kullanıldığı A-NPerp (FH) (mm) ve Pog-NPerp (FH) (mm) parametrelerindeki methodlar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkı destekler niteliktedir.

A. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada dental yapılara ilişkin doğrusal parametreler olarak U1-NA Mesafe (mm) ve L1-NB Mesafe (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

U1-NA Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Anuwongnkroh ve ark. (2018) Dolphin Imaging ve Carestream Dental Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [108] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] U1-NA Mesafe (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın verileri ile uyumludur.

L1-NB Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Anuwongnkroh ve ark. (2018) Dolphin Imaging ve Carestream Dental Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [108] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] L1-NB Mesafes (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın verileri ile uyumludur.

Meriç ve ark (2020) yaptıkları çalışmada bazı sefalometrik analiz programlarında keserler ile ilişkili ölçümlerde insizal uç referans alınırken, bazı

programlarda kron insizalinin sagittal düzlemde en ön noktasının referans olarak alınması nedeniyle methodlar arasında farklılık oluşabileceğini belirtilmiştir. Meriç ve ark (2020) yaptıkları çalışmanın sonuçları mevcut çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte olup, mevcut çalışmada U1-NA Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenirken, L1-NB Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmemesinin nedeni çalışmaya dahil edilen hastaların ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavisi görmesinden dolayı kesici açılarının ideale yakın olması ve alt kesicilerin insizal uç noktası ile insizalinin sagittal düzlemde en ön noktası arasındaki mesafenin önemseyecek düzeyde düşük olması ile ilişkili gibi gözükmektedir.

B. Yumuşak Dokularla İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada yumuşak dokulara ilişkin doğrusal parametre olarak Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm), Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99] ve Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını

kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın sonucu ile uyumludur.

Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99] ve Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Joshi ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada üst dudak ucu ve alt dudak ucu noktaları da dahil olmak üzere yumuşak dokuya ait noktaların kesici diş konumu, açılanması ve iskeletsel maloklüzyon gibi birçok faktörden etkilendiğini belirtmiştir [118]. Mevcut çalışmada Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasının nedeni çalışmaya dahil edilen hastaların 24'ünün (%48,0) çift çene ortognatik cerrahi olması ve ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavi aşamasında ortognatik cerrahi sırasında hareket miktarının artırılması amacı ile maksiller premolar çekimli tedavi görmelerinden kaynaklı yumuşak doku profili ile iskeletsel maloklüzyonu arasındaki uyumsuzluktan dolayı WebCeph programının kullandığı yapay zeka algoritmasının üst dudak ucu landmarkını hatalı tespit etmesi ile ilişkili olabilir.

5.3.1. Postperatif Lateral Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması

Açısal Parametrelere Ait Bulgular

A. İskeletsel Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametre olarak SNA ($^{\circ}$), SNB ($^{\circ}$), ANB ($^{\circ}$), Saddle Açısı ($^{\circ}$), Artiküler Açığı ($^{\circ}$), Gonial Açığı ($^{\circ}$), Bjork Sum ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), Y Aksı Açığı ($^{\circ}$), Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$), Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$), Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametreleri değerlendirilmiştir.

SNA ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] SNA ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

SNB ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx

programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] SNB ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

ANB ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] ANB ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Saddle Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] methodlar arasında Saddle Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Artiküler Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Hameda ve ark. (2022) Romexis ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında FMIA ($^{\circ}$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [104], Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Artiküler Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [101], Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada

methodlar arasında Gonial Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Bjork Sum ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] methodlar arasında Bjork Sum ($^{\circ}$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir .

FMA ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında uyumsuzluk söz konusu olup; Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında FMA ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [101], Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında FMA ($^{\circ}$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [103] ve Hemeda ve ark. (2022) Romexis ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [104] methodlar arasında Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Palatal Düzlem Eğimi ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmamın sonuçları ile uyumludur [100].

Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametresinde mevcut çalışmada methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ve Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada methodlar arasında Fasiyal Eksen ($^{\circ}$) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Santoro ve ark. (2006) ve Chen ve ark. (2000) yaptıkları çalışmalarında gonion noktasının bulunduğu konumun anatomik sınırlarının belirgin olmaması, sağ ve sol gonion noktalarının birbiri üzerine süperpozisyonu ve konumunun mid-sagittal düzlemden uzak olması nedeni ile tespit edilmesinin hataya açık olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları mevcut çalışmada gonion noktasının kullanıldığı Artiküler Açık ($^{\circ}$), Gonial Açık ($^{\circ}$), Björk Sum ($^{\circ}$) parametrelerinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasını destekler niteliktedir.

Baumrind ve ark. (1971) yaptıkları çalışmada gnathion ve pogonion noktası gibi kurvatür üzerinde bulunan anatomik noktaların düz alanlarda bulunan anatomik noktalardan daha yüksek değişkenliğe sebep olduğu belirtilmiştir [7] ve bu çalışmanın sonuçları mevcut çalışmada gnathion noktasının kullanıldığı FMA ($^{\circ}$), Y Aksı Açısı ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasını destekler niteliktedir.

B. Dental Yapılara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada dental yapılara ilişkin açısal parametreler olarak U1-SN ($^{\circ}$), U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$), FMIA ($^{\circ}$) parametreleri değerlendirilmiştir.

U1-SN ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında U1-SN ($^{\circ}$) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada U1-SN ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99], Tsolakis ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise U1-SN ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

U1-NA ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında U1-NA ($^{\circ}$) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada U1-NA ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99] ve Tsolakis ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise U1-NA ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

L1-NB ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında L1-NB ($^{\circ}$) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada L1-NB ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99] ve Tsolakis ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve Carestream Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ise L1-NB ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [105].

IMPA ($^{\circ}$) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında IMPA ($^{\circ}$) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada IMPA ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [99], Jeon ve ark. (2021) V-Ceph ve Cephx programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada IMPA ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [100].

Houston ve ark (1986) yaptıkları çalışmada [9] kesicilerin insizal ucu ve kök ucu noktalarının süperpozisyon nedeni ile tespit edilmesinin hataya açık olduğunu belirtmiştir [9]. Bu çalışmanın sonuçları mevcut çalışmadaki insizal ucu ve kök ucu noktalarının kullanıldığı U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), U1-SN ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$) methodlar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkı destekler niteliktedir

C. Yumuşak Dokulara İlişkin Açısal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada yumuşak dokulara ilişkin açısal parametre olarak Nazolabial Açığı ($^{\circ}$) parametresi değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda olarak Nazolabial Açısında ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99] ve Playfair (2013) tarafından Dolphin Imaging ve Kodak Orthodontic Imaging programları kullanılarak yapılan çalışmada [106] Nazolabial Açısında ($^{\circ}$) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın sonucu ile uyumludur.

Sommer ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında nasolabial açı parametresinde kullanılan columnella, subnasale ve üst dudak ucu noktalarının sefalometrik radyografinin çekilmesi sırasındaki ekpraşür faktörlerinden kaynaklı her zaman açıkça seçilemediğinden dolayı nasolabial açının ölçümler sırasında hataya açık olduğu belirtmiştir [116]. Bu çalışma mevcut çalışmadaki Nazolabial Açığı ($^{\circ}$) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkı destekler niteliktedir.

Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

C. İskeletsel Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada iskeletsel yapılara ilişkin açısal parametreler olarak Fasiyal Konveksite (mm), Witts Değeri (mm), A-Nperp (FH) (mm), Pog-Nperp (FH) (mm), Anterior Yüz Yüksekliği (mm), Posterior Yüz Yüksekliği (mm), Efektif Maksilla Uzunluğu (mm), Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm), Mandibular Ramus Uzunluğu (mm), Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

Fasiyal Konveksitite (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada[113] Fasiyal Konveksitite (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

A-Nperp (FH) (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında A-Nperp (FH) (mm) parametresi için sonuçlarda uyumsuzluk söz konusu olup; Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada A-Nperp (FH) Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [101], Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada A-Nperp (FH) (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Pog-Nperp (FH) (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında Pog-Nperp (FH) (mm) parametresi için çalışmaların sonuçlarında uyumsuzluk söz konusu olup, Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] A-Nperp (FH) Mesafesinde (mm) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş [101], Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Pog-Nperp (Fh) (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103].

Witts Değeri (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Witts Değeri (mm) parametresi için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Witts Değeri (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [103], Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup çalışmamızın verileri ile uyumludur [100].

Anterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Alt Yüz Yüksekliği (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Posterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Bonetti ve ark. (2023) OpenCeph ve OrthoCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [113] Posterior Yüz Yüksekliği (mm) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) parametresin için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş [103], Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir [99].

Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) parametresi için çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluk söz konusu olup; Mahto ve ark. (2016) Dolphin Imaging ve AutoCEPH programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Mandibulla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir [103], Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada Efektif Maksilla Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir [99].

Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Jeon ve ark. (2021) V-ceph ve CephX programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [100] Mandibular Ramus Uzunluğu (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Mosleh ve ark. (2016) CephX programını kullanarak yaptıkları çalışmada Mandibular Korpus Uzunluğu (mm) parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit etdirmiştir [117].

D. Dental Yapılara İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada dental yapılara ilişkin doğrusal parametreler olarak U1-NA Mesafe (mm) ve L1-NB Mesafe (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

U1-NA Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Anuwongnkroh ve ark. (2018) Dolphin Imaging ve Carestream Dental Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [108] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] U1-NA Mesafe (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın verileri ile uyumludur.

L1-NB Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Anuwongnkroh ve ark. (2018) Dolphin Imaging ve Carestream Dental Imaging programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [108] ve Katyal ve ark. (2022) FACAD ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [101] L1-NB Mesafes (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın verileri ile uyumludur.

Meriç ve ark (2020) yaptıkları çalışmada bazı sefalometrik analiz programlarında keserler ile ilişkili ölçümlerde insizal uç referans alınırken, bazı programlarda kron insizalinin sagittal düzlemde en ön noktasının referans olarak alınması nedeniyle methodlar arasında farklılık oluşabileceğini belirtilmiştir. Meriç ve ark (2020) yaptıkları çalışmanın sonuçları mevcut çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte olup, mevcut çalışmada U1-NA Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenirken, L1-NB Mesafesinde (mm) methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmemesinin nedeni çalışmaya dahil edilen hastaların ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavisi görmesinden dolayı kesici açılarının ideale yakın olması ve alt kesicilerin insizal uç noktası ile insizalinin sagittal düzlemde en ön noktası arasındaki mesafenin önemseyecek düzeyde düşük olması ile ilişkili gibi gözükmektedir.

E. Yumuşak Dokularla İlişkin Doğrusal Parametrelere Ait Bulgular

Mevcut çalışmada yumuşak dokulara ilişkin doğrusal parametre olarak Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm), Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametreleri değerlendirilmiştir.

Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99] ve Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup mevcut çalışmanın sonucu ile uyumludur.

Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde çalışmamızda methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatüre bakıldığında; Çoban ve ark. (2022) Dolphin Imaging ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [99] ve Yassir ve ark. (2022) Autocad ve WebCeph programlarını kullanarak yaptıkları çalışmada [107] Alt Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup mevcut çalışmanın sonucu ile uyumludur.

Joshi ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada üst dudak ucu ve alt dudak ucu noktaları da dahil olmak üzere yumuşak dokuya ait noktaların kesici diş konumu, açılanması ve iskeletsel maloklüzyon gibi birçok faktörden etkilendiğini belirtilmiştir [118]. Mevcut çalışmada Üst Dudak-E Düzlemi Mesafe (mm) parametresinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasının nedeni çalışmaya dahil edilen hastaların 24'ünün (%48,0) çift çene ortognatik cerrahi olması ve ortognatik cerrahi öncesi ortodontik tedavi aşamasında ortognatik cerrahi sırasında hareket miktarının artırılması amacı ile maksiller premolar çekimli tedavi görmelerinden kaynaklı yumuşak doku profili ile iskeletsel maloklüzyonu arasındaki uyumsuzluktan dolayı WebCeph programının kullandığı yapay zeka algoritmasının üst dudak ucu landmarkını hatalı tespit etmesi ile ilişkili olabilir.

6. SONUÇLAR

Mevcut çalışmada ortognatik cerrahi uygulanan 50 hastanın operasyon öncesi ve sonrasına ait lateral sefalometrik radyografileri kullanılarak landmarkların otomatik olarak tanımlandığı yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programı olan WebCeph'in güvenilirliğini, operatör tarafından landmarkların manuel olarak tanımlandığı bilgisayar tabanlı sefalometrik çizim programı olan Dolphin Imaging kullanılarak değerlendirilmiştir.

Ortognatik cerrahi operasyonu öncesinde Artiküler Açığı ($^{\circ}$), Gonial Açığı ($^{\circ}$), Bjork Sum ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), U1-SN ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$), Nasolabial Açığı ($^{\circ}$), A-Nperp(FH) (mm), Pog-Nperp(FH) (mm), U1-NA (mm) ve Üst Dudak-E Düzlemi (mm) parametrelerinde methodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Ortognatik cerrahi operasyonu sonrasında Artiküler Açığı ($^{\circ}$), Gonial Açığı ($^{\circ}$), Bjork Sum ($^{\circ}$), FMA ($^{\circ}$), Y Aksı ($^{\circ}$), Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$), U1-NA ($^{\circ}$), L1-NB ($^{\circ}$), U1-SN ($^{\circ}$), IMPA ($^{\circ}$), Nasolabial Açığı ($^{\circ}$), A-Nperp(FH) (mm), Pog-Nperp(FH) (mm), U1-NA (mm) ve Üst Dudak-E Düzlemi (mm) parametrelerinde metodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmanın sıfır hipotezi kısmen ispatlanmıştır. FMA ($^{\circ}$), Y Aksı Açığı ($^{\circ}$), Fasiyal Derinlik ($^{\circ}$) parametrelerinde ortognatik cerrahi operasyonu öncesi metodlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcut olmamasına rağmen ortognatik cerrahi operasyonu sonrası metodlar arasında anlamlı farklılık mevcut olup bu sonucun genioplasty sonrası yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programı olan WebCeph'in kullandığı algoritmanın genioplasti sonrası ilgili bölgedeki landmarkları doğru tespit edememesi ile ilişkili gözükmektedir.

Yapay zeka tabanlı sefalometrik çizim programları araştırmacı kaynaklı ölçüm farklılığını standardize etmek amacı ile geliştirilmesine rağmen rutin ortodonti pratiğinde kullanılabilmesi için araştırmacının müdahalesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Proffit WR, Fields Jr. HW, and Sarver D.M, *Contemporary Ortodontics:Elvesier Health Sciences*, Sixth ed. 2020.
2. Selber, J.C. and H.M. Rosen, *Aesthetics of facial skeletal surgery. Clin Plast Surg*, 2007. **34**(3): p. 437-45.
3. ÜLGEN, P.D.M., *ORTODONTİ Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı*. 2015, Diyarbakır.
4. ÜZER, İ. and A. ENACAR, *ORTODONTİDE SEFALOMETRİ*. 2. ed. 2000.
5. Bjork, A. and B. Solow, *Measurement on radiographs. J Dent Res*, 1962. **41**: p. 672-83.
6. Liu, J.K., Y.T. Chen, and K.S. Cheng, *Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2000. **118**(5): p. 535-40.
7. Baumrind, S. and R.C. Frantz, *The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. Am J Orthod*, 1971. **60**(2): p. 111-27.
8. Sandler, P.J., *Reproducibility of cephalometric measurements. Br J Orthod*, 1988. **15**(2): p. 105-10.
9. Houston, W.J., et al., *Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. Eur J Orthod*, 1986. **8**(3): p. 149-51.
10. Turner, P.J. and S. Weerakone, *An evaluation of the reproducibility of landmark identification using scanned cephalometric images. J Orthod*, 2001. **28**(3): p. 221-9.
11. ÖZKESİCİ, M.Y. and S. YAZICI, *ORAL VE MAKSİLLOFASİYAL RADYOLOJİ'DE YAPAY ZEKA. Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2021. **3**(30): p. 346-351.
12. Richardson, A., *A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. Eur J Orthod*, 1981. **3**(1): p. 15-20.
13. Meriç, P. and J. Naoumova, *Web-based Fully Automated Cephalometric Analysis: Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings. Turk J Orthod*, 2020. **33**(3): p. 142-149.
14. Tanikawa, C., M. Yagi, and K. Takada, *Automated cephalometry: system performance reliability using landmark-dependent criteria. Angle Orthod*, 2009. **79**(6): p. 1037-46.
15. Chew, M.T., *Spectrum and management of dentofacial deformities in a multiethnic Asian population. Angle Orthod*, 2006. **76**(5): p. 806-9.
16. LM, W. and F. RT, *Maxillofacial Surgery*. 1st ed. 1999, London.
17. Naini, F.B. and D.S. Gill, *Orthognathic Surgery Principles, Planning and Practice*. 2017, UK.
18. Kiyak, H.A., et al., *Predicting psychologic responses to orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg*, 1982. **40**(3): p. 150-5.
19. Shah, N., *Oral and dental diseases: Causes, prevention and treatment strategies. NCMH Background Papers: Burden of Disease in India*, 2003.
20. Mossey, P.A., *The heritability of malocclusion: Part 1--Genetics, principles and terminology. Br J Orthod*, 1999. **26**(2): p. 103-13.
21. Varrel, J., *Genetic and epigenetic regulation of craniofacial development. Proc Finn Dent Soc*, 1991. **87**(2): p. 239-44.

22. Mossey, P.A., The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *Br J Orthod*, 1999. **26**(3): p. 195-203.
23. Moss, M.L., Genetics, epigenetics, and causation. *Am J Orthod*, 1981. **80**(4): p. 366-75.
24. Golan, I., et al., Early craniofacial signs of cleidocranial dysplasia. *Int J Paediatr Dent*, 2004. **14**(1): p. 49-53.
25. Ortiz-Posadas, M.R., L. Vega-Alvarado, and B. Toni, A similarity function to evaluate the orthodontic condition in patients with cleft lip and palate. *Med Hypotheses*, 2004. **63**(1): p. 35-41.
26. Proffit, W.R., On the aetiology of malocclusion. The Northcroft lecture, 1985 presented to the British Society for the Study of Orthodontics, Oxford, April 18, 1985. *Br J Orthod*, 1986. **13**(1): p. 1-11.
27. Defabianis, P., Post-traumatic TMJ internal derangement: impact on facial growth (findings in a pediatric age group). *J Clin Pediatr Dent*, 2003. **27**(4): p. 297-303.
28. Vittek, J., et al., Analysis of orthodontic anomalies in mentally retarded developmentally disabled (MRDD) persons. *Spec Care Dentist*, 1994. **14**(5): p. 198-202.
29. Matsumoto, S., T. Morinushi, and T. Ogura, Time dependent changes of variables associated with malocclusion in patients with Duchenne muscular dystrophy. *J Clin Pediatr Dent*, 2002. **27**(1): p. 53-61.
30. Singh, G.D., J. Rivera-Robles, and J. de Jesus-Vinas, Longitudinal craniofacial growth patterns in patients with orofacial clefts: geometric morphometrics. *Cleft Palate Craniofac J*, 2004. **41**(2): p. 136-43.
31. Mg'ang'a, P.M. and M.L. Chindia, Dental and skeletal changes in juvenile hypothyroidism following treatment: case report. *Odontostomatol Trop*, 1990. **13**(1): p. 25-7.
32. Kerosuo, H., The role of prevention and simple interceptive measures in reducing the need for orthodontic treatment. *Med Princ Pract*, 2002. **11 Suppl 1**: p. 16-21.
33. Iwamoto, J., et al., Differential effect of vitamin K and vitamin D supplementation on bone mass in young rats fed normal or low calcium diet. *Yonsei Med J*, 2004. **45**(2): p. 314-24.
34. Chen, Q.R. and H.L. Zhong, [Lower lip biting habits and malocclusions]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*, 1994. **3**(1): p. 3-6.
35. Hawkins, A.C., MOUTH BREATHING AS THE CAUSE OF MALOCCLUSION AND OTHER FACIAL ABNORMALITIES. *Tex Dent J*, 1965. **83**: p. 10-5.
36. Popovich, F., The prevalence of sucking habit and its relationship to oral malformations. *Appl Ther*, 1966. **8**(8): p. 689-91.
37. Massler, M., Oral habits: development and management. *J Pedod*, 1983. **7**(2): p. 109-19.
38. daCosta, O.O. and O.O. Orenuga, Dentofacial anomalies related to the digit sucking habit. *Afr J Med Med Sci*, 2002. **31**(3): p. 239-42.
39. Yamaguchi, H. and K. Sueishi, Malocclusion associated with abnormal posture. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2003. **44**(2): p. 43-54.
40. Forsberg, C.M. and G. Tedestam, Etiological and predisposing factors related to traumatic injuries to permanent teeth. *Swed Dent J*, 1993. **17**(5): p. 183-90.

41. Nik-Hussein, N.N., Supernumerary teeth in the premaxillary region: its effects on the eruption and occlusion of the permanent incisors. *Aust Orthod J*, 1990. **11**(4): p. 247-50.
42. Northway, W.M., R.L. Wainright, and A. Demirjian, Effects of premature loss of deciduous molars. *Angle Orthod*, 1984. **54**(4): p. 295-329.
43. Basdra, E.K., M.N. Kiokpasoglou, and G. Komposch, Congenital tooth anomalies and malocclusions: a genetic link? *Eur J Orthod*, 2001. **23**(2): p. 145-51.
44. Reyneke, J., *Essentials of Orthognathic Surgery*. Third ed. 2022: Quintessence Publishing.
45. Pancherz, H. and S. Ruf, The Herbst appliance: Research-based updated clinical possibilities. *World J Orthod*, 2000. **1**: p. 17-31.
46. Jena, A.K., R. Duggal, and H. Parkash, Skeletal and dentoalveolar effects of Twin-block and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion: a comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006. **130**(5): p. 594-602.
47. Fränkel, R., Maxillary retrusion in Class 3 and treatment with the function corrector 3. *Rep Congr Eur Orthod Soc*, 1970: p. 249-59.
48. Gallagher, R.W., F. Miranda, and P.H. Buschang, Maxillary protraction: treatment and posttreatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1998. **113**(6): p. 612-9.
49. Hullihen, S.P., Case of Elongation of the under Jaw and Distortion of the Face and Neck, Caused by a Burn, Successfully Treated. *Am J Dent Sci*, 1849. **9**(2): p. 157-165.
50. Blair, V., Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible. *Dent Cosmos*, 1906. **48**:817.
51. B., B., Operations on the jaw bone and face. *Surgery Gynecol Obstet*, 1907. **4**: p. 67-68.
52. A., L., Treatment of open-bite by means of plastic oblique osteotomy of the ascending rami of the mandible. *Dent Cosmos*, 1925. **67**.
53. Caldwell, J.B. and G.S. Letterman, Vertical osteotomy in the mandibular ramal for correction of prognathism. *J Oral Surg (Chic)*, 1954. **12**(3): p. 185-202.
54. Hebert, J.M., J.N. Kent, and E.C. Hinds, Correction of prognathism by an intraoral vertical subcondylar osteotomy. *J Oral Surg*, 1970. **28**(9): p. 651-3.
55. M, M., et al., *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. 2004, USA.
56. Axhausen, G., Zur Behandlung veralteter disloziert geheilter Oberkieferbrüche. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk*, 1934. **1**(7): p. 334-39.
57. Rosen, H.M., Aesthetic orthognathic surgery. *Plastic Surgery*, 2006. **2**: p. 649-686.
58. Laresen, M.K., *Indications for Orthognathic Surgery-A Review*. OHDSM, 2017.
59. Fonseca, R.J., R.D. Marciani, and T.A. Turvey, *ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY*. Vol. 2. 2017: Saunders.
60. Jamilian, A., a. darnahal, and L. Perillo, *Orthodontic Preparation for Orthognathic Surgery*. 2015. p. 105-119.
61. Proffit, W.R., H.W. Fields, and D.M. Sarver, *Surgical and Orthodontic Treatment*. 2006: Elsevier Health Sciences.

62. Gelesko, S., et al., Computer-aided orthognathic surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2012. **20**(1): p. 107-18.
63. SC, W. and P. MJ, *Oral Radiology: principles and interpretation*. 7th ed. 2014: Elsevier.
64. Allen, W.I., Historical aspects of roentgenographic cephalometry. *American Journal of Orthodontics*, 1963. **49**: p. 451-459.
65. Raper, H.R., Notes on the early history of radiodontia; with special attention to its relation to the Indiana University School of Dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1953. **6**(1): p. 70-81.
66. Pacini and A.J., A System Roentgen Anthropometri. *J Radiol*, 1992: p. 230-238, 322-331, 418-426.
67. Mc Cowen and C. S., Usefulness of an X-ray Machine in Orthodontia. *International Journal of Orthodontia*, 192. **9**(3): p. 230-235.
68. J, C., Radiofacies deline en Orthodontometrie. *Semine Dent*, 1924: p. 412-419
69. Broadbent, B.H., A NEW X-RAY TECHNIQUE and ITS APPLICATION TO ORTHODONTIA. *Angle Orthodontist*, 2009. **1**: p. 45-66.
70. Tweed, C.H., The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis. *Am J Orthod Oral Surg*, 1946. **32**: p. 175-230.
71. Downs, W.B., Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod*, 1948. **34**(10): p. 812-40.
72. Steiner, C.C., Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 1953. **39**: p. 729-755.
73. Sassouni, V., Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. *American Journal of Orthodontics*, 1958. **44**: p. 433-463.
74. Ricketts, R.M., A principle of arcial growth of the mandible. *Angle Orthod*, 1972. **42**(4): p. 368-86.
75. McNamara, J.A., Jr., A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*, 1984. **86**(6): p. 449-69.
76. Arnett, G.W., et al., Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1999. **116**(3): p. 239-53.
77. Chen, S.K., et al., Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. *Angle Orthod*, 2004. **74**(4): p. 501-7.
78. Midtgård, J., G. Björk, and S. Linder-Aronson, Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod*, 1974. **44**(1): p. 56-61.
79. Jacobson, A. and R.L. Jacobson, *Radiographic Cephalometry: From Basics to 3-D Imaging*. 2nd ed. 2013: Quintessence.
80. Baumrind, S., Integrated three-dimensional craniofacialmapping: Background, principles, and perspectives. *Seminars in Orthodontics*, 2001. **7**: p. 223-232.
81. Tsang, K.H. and M.S. Cooke, Comparison of cephalometric analysis using a non-radiographic sonic digitizer (DigiGraph Workstation) with conventional radiography. *Eur J Orthod*, 1999. **21**(1): p. 1-13.

82. Celik, E., O. Polat-Ozsoy, and T.U. Toygar Memikoglu, Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *Eur J Orthod*, 2009. **31**(3): p. 241-6.
83. Forsyth, D.B. and D.N. Davis, Assessment of an automated cephalometric analysis system. *Eur J Orthod*, 1996. **18**(5): p. 471-8.
84. Lévy-Mandel, A.D., A.N. Venetsanopoulos, and J.K. Tsotsos, Knowledge-based landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res*, 1986. **19**(3): p. 282-309.
85. Faber, J., C. Faber, and P. Faber, Artificial intelligence in orthodontics. *APOS Trends in Orthodontics*, 2019. **9**: p. 201-205.
86. Bichu, Y.M., et al., Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. *Progress in Orthodontics*, 2021. **22**(1): p. 18.
87. Mario, M.C., et al., Paraconsistent Artificial Neural Network as Auxiliary in Cephalometric Diagnosis. *Artificial Organs*, 2010. **34**(7): p. E215-E221.
88. Haykin, S., *Redes neurais: princípios e prática*. 2001: Bookman Editora.
89. Baxt, W.G., Application of artificial neural networks to clinical medicine. *The Lancet*, 1995. **346**(8983): p. 1135-1138.
90. Subasi, A., et al., Neural Network Classification of EEG Signals by Using AR with MLE Preprocessing for Epileptic Seizure Detection. *Mathematical and Computational Applications*, 2005. **10**: p. 57-70.
91. Talaat, S., et al., Improving the accuracy of publicly available search engines in recognizing and classifying dental visual assets using convolutional neural networks. *International journal of computerized dentistry*, 2020. **23**: p. 211-218.
92. Bulatova, G., et al., Assessment of automatic cephalometric landmark identification using artificial intelligence. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 2021. **24**(S2): p. 37-42.
93. Redmon, J., et al. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. in *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. 2016.
94. Hwang, H.-W., et al., Automated Identification of Cephalometric Landmarks: Part 2- Might It Be Better Than human? *The Angle Orthodontist*, 2019. **90**.
95. Hwang, H.W., et al., Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human? *Angle Orthod*, 2020. **90**(1): p. 69-76.
96. Kim, H., et al., Web-based fully automated cephalometric analysis by deep learning. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2020. **194**: p. 105513.
97. ALPAR, P.D.R., SPOR, SAĞLIK VE EĞİTİM BİLİMLERİNDEN ÖRNEKLERLE UYGULAMALI İSTATİSTİK VE GEÇERLİK-GÜVENİRLİK. 3. Baskı ed. 2022: DETAY YAYINCILIK.
98. GÜLLÜK, S., CEPHNİNJA VE WEBCEPH SEFALOMETRİK ANALİZ UYGULAMASININ GELENEKSEL YÖNTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI, in *ORTODONTİ ANABİLİM DALI. 2022, İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ*.
99. Çoban, G., et al., Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 2022. **27**: p. 222112.

100. Jeon, S. and K. Lee, Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network. *Progress in Orthodontics*, 2021. **22**.
101. Katyal, D. and N. Balakrishnan, Evaluation of the accuracy and reliability of WebCeph – An artificial intelligence-based online software. *APOS Trends in Orthodontics*. **12**.
102. Shettigar P, S.S., Naik R. D, Basavaraddi S. M, Patil A. K, A Comparative Evaluation of Reliability of an Android-based App and Computerized Cephalometric Tracing Program for Orthodontic Cephalometric Analysis. *Biomed Pharmacol J*, 2019. **12**.
103. Mahto, R.K., et al., A comparison of cephalometric measurements obtained from two computerized cephalometric softwares with manual tracings. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 2016. **50**: p. 162 - 170.
104. Hemeda, M.G., et al., Effect of Artificial Intelligence versus guided Landmarks identification on the accuracy of the Lateral Cephalometric Analysis. *Egyptian Orthodontic Journal*, 2022. **61**(6): p. 46-59.
105. Tsolakakis, I.A., et al., Comparing a Fully Automated Cephalometric Tracing Method to a Manual Tracing Method for Orthodontic Diagnosis. *Journal of Clinical Medicine*, 2022. **11**(22): p. 6854.
106. Playfair, N.G., Determination of the accuracy of semi-automatic and fully automatic 2D lateral cephalometric analysis programs. 2013, University of Manitoba (Canada): Ann Arbor. p. 120.
107. Yassir, Y.A., A.R. Salman, and S.A. Nabbat, The accuracy and reliability of WebCeph for cephalometric analysis. *J Taibah Univ Med Sci*, 2022. **17**(1): p. 57-66.
108. Anuwongnukroh, N., et al. Assessment of the Reliability of Automatic Cephalometric Analysis Software. 2017.
109. Ahmad, S., Reliability and Accuracy of Dolphin Software Compared with Conventional Method for Cephalometric Evaluation. *Journal of Clinical Medicine Research*, 2016. **1**: p. 11-16.
110. Power, G., et al., Dolphin Imaging Software: An analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2005. **34**(6): p. 619-626.
111. Paixão, M.B., et al. Comparative study between manual and digital cephalometric tracing using Dolphin Imaging software with lateral radiographs. 2010.
112. Gregston, M.D., et al., A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: I. hard tissue. *Seminars in Orthodontics*, 2004. **10**: p. 204-211.
113. Alessandri-Bonetti, A., et al., Reliability of Artificial Intelligence-Assisted Cephalometric Analysis—A Pilot Study. *BioMedInformatics*, 2023. **3**(1): p. 44-53.
114. Santoro, M., K. Jarjoura, and T.J. Cangialosi, Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006. **129**(3): p. 345-51.
115. Chen, Y.J., et al., Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod*, 2000. **70**(5): p. 387-92.

116. Sommer, T., et al., Precision of cephalometric analysis via fully and semiautomatic evaluation of digital lateral cephalographs. *Dentomaxillofac Radiol*, 2009. **38**(6): p. 401-6.
117. Mosleh, M.A., et al., Ceph-X: development and evaluation of 2D cephalometric system. *BMC Bioinformatics*, 2016. **17**(Suppl 19): p. 499.
118. Joshi, M., et al., Sagittal lip positions in different skeletal malocclusions: a cephalometric analysis. *Prog Orthod*, 2015. **16**: p. 8.

EK-2: Hasta Takip Formu

Değerlendirilen Parametreler	WebCeph (Ameliyat Öncesi)	Dolphin (Ameliyat Öncesi)	WebCeph (Ameliyat Sonrası)	Dolphin (Ameliyat Sonrası)
SNA (°)				
SNB (°)				
ANB (°)				
Saddle Açısı (°)				
Artiküler Açığı (°)				
Gonial Açığı (°)				
Bjork Sum (°)				
FMA Açısı (°)				
Y Aksı Açısı (°)				
Palatal Düzlem Eğimi (°)				
Fasiyal Derinlik (°)				
U1-SN (°)				
U1-NA (°)				
L1-NB (°)				
IMPA (°)				
Nasolabial Açığı (°)				
Fasiyal Konveksite (mm)				
Witts Değeri (mm)				
A-Nperp(FH) (mm)				
Pog-Nperp(FH) (mm)				
Anterior Yüz Yüksekliği (mm)				
Posterior Yüz Yüksekliği (mm)				
Efektif Maksilla Uzunluğu (mm)				
Efektif Mandibula Uzunluğu (mm)				
Mandibular Ramus Uzunluğu (mm)				
Mandibular Korpus Uzunluğu (mm)				
U1-NA (mm)				
L1-NB (mm)				
Üst Dudak-E Düzlemi (mm)				
Alt Dudak-E Düzlemi (mm)				

