

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

**DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA SEFALOMETRİK
REFERANS NOKTALARININ HEKİM VE YAPAY ZEKA
TARAFINDAN BELİRLENDİĞİ BİLGİSAYAR DESTEKLİ
SEFALOMETRİK ANALİZ YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Hazal KARAGÖZ

UZMANLIK TEZİ OLARAK HAZIRLANMIŞTIR.

ANKARA

2023

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

**DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA SEFALOMETRİK
REFERANS NOKTALARININ HEKİM VE YAPAY ZEKA
TARAFINDAN BELİRLENDİĞİ BİLGİSAYAR DESTEKLİ
SEFALOMETRİK ANALİZ YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Hazal KARAGÖZ

UZMANLIK TEZİ OLARAK HAZIRLANMIŞTIR.

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Bengisu AKARSU GÜVEN**

ANKARA

2023

ÖZET

KARAGÖZ , H. Dudak Damak Yarıklı Hastalarda Sefalometrik Referans Noktalarının Hekim Ve Yapay Zeka Tarafından Belirlendiği Bilgisayar Destekli Sefalometrik Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı,Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023.

Amaç: Çalışmanın amacı dudak damak yarıklı hastalarda yapay zeka ile otomatik sefalometrik analiz yapan OrthoDx programı ile hekimin referans noktalarını belirlediği Dolphin programı ölçümlerini kıyaslamak ve OrthoDx' in dudak damak yarıklı hastalarda uygulanabilirliğini test etmektir. **Bireyler ve Yöntem:** Hacettepe Üniversitesi Dışhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı hasta arşivinden seçilmiş ortalama yaş $9,176\pm 4,726$ yıl olan 188 dudak damak yarıklı hastanın lateral sefalometrik radyografileri çalışmaya dahil edilmiştir. 20 açısal, 8 doğrusal toplam 28 sefalometrik parametre kullanılmıştır. Araştırmacının Dolphin programı kullanarak yaptığı ölçümler referans ölçümleri olarak kabul edilmiş ve yapay zeka destekli OrthoDx programı ölçümleri ile hekim müdahalesiz ve hekim müdahaleli olarak karşılaştırılmıştır. **Bulgular:** Karşılaştırma sonucunda OrthoDx programının yaptığı ölçümlerde; Yüz Derinliği, Yüz Ekseni, Konik açı değerlerinde sınıf içi korelasyon katsayısı uyumu düşük gözlenmiştir. ANB açısı, FMA açısı, Mandibular düzlem açısı ve L1-NB mesafesi değerlerinde ölçümler arasındaki uyum çok yüksek çıkmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. **Sonuç:** Yapay zeka tabanlı OrthoDx programının mevcut sürümünde, dudak ve damak yarıklı hastalarda sefalometrik nokta tanımlama ve işaretleme için hekimin gözetiminde kullanılması şartıyla umut verici bir araç olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dudak ve Damak Yarığı, Yapay Zeka, Sefalometrik Anali

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir.

(No:20311)

ABSTRACT

KARAGÖZ , H. Comparison of Computer-Aided Cephalometric Analysis Methods in which Cephalometric Reference Points are Determined by Resident and Artificial Intelligence in Patients with Cleft Lip and Palate Hacettepe University Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Specialization Thesis, Ankara, 2023. **Aim:** The aim of this study is to compare the measurements of cleft lip and palate patients performed by artificial intelligence supported automatic cephalometric analysis tool OrthoDx and manual landmark identification based Dolphin software and thereby analyze the applicability of OrthoDx for cleft lip and palate patients. **Material and Method:** The lateral cephalometric radiographs of 188 cleft lip and palate patients with a mean age of $9,176 \pm 4,726$ years selected from the archives of Hacettepe University Faculty of Dentistry Department of Orthodontics were included in the study. 20 angular and 8 linear cephalometric parameters were used. The measurements made by the researcher using the Dolphin program were accepted as reference measurements and were compared with the artificial intelligence supported OrthoDx program measurements with and without intervention. **Results:** As a result of the comparison, the measurements made by the OrthoDx program; Intraclass correlation coefficient was observed to be low in the values of Face Depth, Face Axis, Facial Taper. ANB angle, FMA angle, Mandibular plane angle and L1-NB distance values were very high in agreement and no statistically significant difference was found. **Conclusion:** According to our analysis, in the current version of the artificial intelligence-based OrthoDx program, it is a promising tool for cephalometric landmark identification in patients with cleft lip and palate, provided that it is used under the supervision of an orthodontist .

Keywords: Cleft Lip and Palate, Artificial Intelligence, Cephalometric Analysis

This thesis was supported by Hacettepe University Scientific Research Unit.

(No:20311)

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sefalometrinin Gelişimi ve Tarihçesi	3
2.2. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Kullanım Alanları ve Önemi	4
2.3. Sefalometrik Analiz Yöntemleri	5
2.3.1. Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi	5
2.3.2. Bilgisayar Programı Destekli Sefalometrik Dijital Analiz Yöntemi	6
2.3.3. Yapay Zeka Destekli Dijital Sefalometrik Analiz Yöntemi	7
2.4. Sefalometrik Analiz İçin Kullanılan Yapay Zeka Algoritmaları	8
2.5. Dudak ve Damak Yarığı	11
2.5.1. Dudak Damak Yarığı Tanımı	11
2.5.2. Dudak ve Damak Yarıkları Prevalansı ve Etiyolojisi	11
2.5.3. Dudak Damak Yarığı Embriyolojisi	12
2.5.4. Yarık Dudak ve Damak Sınıflandırması	13
2.5.5. Dudak Damak Yarıklı Bireylerin Sefalometrik Özellikleri	16
3. BİREYLER VE YÖNTEM	18
3.1. Bireyler	18
3.2. Yöntemler	19
3.2.1. Lateral Sefalometik Analiz	19

	x
3.2.2. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Sefalometrik Referans Noktaları	22
3.2.3. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Açılar ve Mesafeler	23
3.3. İstatistiksel Analiz	27
4. BULGULAR	29
4.1. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısına Göre Uyumlu İskeletsel ve Dental Bulgular	31
4.2. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısına Göre Uyum Göstermeyen Bulgular	34
4.2.1. Yüz Derinliği Ölçümleri	34
4.2.2. Yüz Aksı Ölçümleri	34
4.2.3. Konik Açı Ölçümleri	35
5. TARTIŞMA	36
5.1. Çalışmanın Amacı	36
5.2. Bireyler	37
5.3. Yöntem	37
5.4. Bulgular	38
5.5. Limitasyonlar	42
6. SONUÇLAR	44
7. KAYNAKLAR	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ark	: Arkadaşları
AI	: Yapay zeka
CNN	: Evrişimli sinir ağı
DDY	: Dudak ve Damak Yarığı
DL	: Derin öğrenme
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
ML	: makine öğrenmesi
mm	: Milimetre
N	: Birey Sayısı
Ort	: Ortalama
SS	: Standart Sapma
°	: Derece

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. OrthoDx programındaki hazır analizler.	20
3.2. OrthoDx Programına ait otomatik işaretleme ekran görüntüsü.	20
3.3. Dolphin bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz programına ait ekran görüntüsü.	21
3.4. Çalışmamızda kullanılan sefalometrik referans noktaları.	23
3.5. Çalışmamızda kullanılan doğru ve düzlemler.	25
3.6. Çalışmamızda kullanılan bazı açısal ölçümler.	26
3.7. Çalışmamızda kullanılan bazı açısal ve doğrusal ölçümler.	27

TABLULAR

Tablo	Sayfa
4.1. Hastaların tanımlayıcı özelliklere göre dağılımı.	29
4.2. Gözlemci içi sınıf içi korelasyon katsayısı.	30
4.3. İskeletsel ve dişsel parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve ölçümler arası karşılaştırmalı sonuçlar.	31
4.4. Yüz derinliği ölçümleri.	34
4.5. Yüz aksı ölçümleri.	34
4.6. Konik açı ölçümleri.	35

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Doğru bir teşhis ve tedavi planlaması ortodontik tedavinin başarısının anahtarı olarak kabul edilir ve ortodontistin teşhis ve tedavi planlamasında çok hassas olması gerekir. Ortodontik tanı, esas olarak hastanın dental ve tıbbi geçmişine, klinik muayenesine, çalışma modellerine ve ortodontik tanı için en yararlı araç olarak kabul edilen sefalometrik radyografilere dayanmaktadır. Son yıllarda teknoloji alanında büyük bir devrim yaşandı. İnsan beyninin işleyişini taklit etme ilkelerine dayanan daha yeni teknolojiler geliştirildi. Bunlar esas olarak önemli bir katkı sağlayan yapay zeka (AI) teknolojilerine dayanmaktadır. Bu otomatikleştirilmiş teknolojiler, tanıyı tahmin etmede ve klinisyenlere tedavi planlamasında yardımcı olmada güçlü araçlar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zeka destekli sistemler, ortodontistlere standart bir hasta bakımı sağlamada ve belirlenen hedeflere ulaşma şansını en üst düzeye çıkarmada yardımcı olmak amacıyla da kullanılmıştır. Uzman, daha iyi klinik karar verme için yapay zekâ teknolojisini uygulayabilir. Yapay zeka teknolojisi, rasyonel düşünebilen ve hareket edebilen bir makine aracılığıyla insan zekasını taklit etmek olarak tanımlanabilir.[1] Bu sistemler, tanı doğruluğunu iyileştirerek, klinik karar vermeyi geliştirerek ve klinisyenlerin hastalarına en kaliteli bakımı sunmalarına yardımcı olabilecek tedavi prognozunu tahmin ederek klinik uygulamalara önemli katkı sağlamaktadır. [2] Literatürde herhangi bir kraniyofasiyal deformitesi bulunmayan hastaların sefalometrik kayıtları kullanılarak yapay zeka yazılımları ve hekim karşılaştırmalı sefalometrik analiz çalışmaları yapılmıştır. Kraniyofasiyal anomalisi bulunmayan hastaların sefalometrik radyograflerinde tekrarlayan ölçümlerde bile yapay zeka, uzman hekimlerle aynı doğrulukta anatomik referans nokta tespitlerini gerçekleştirmiştir.[3] Dudak ve damak yarıklı bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla üst çene ön bölgesinde genellikle kemik ve yumuşak doku hasarı mevcuttur. Sefalometrik ölçümlerde en sık kullanılan referans noktalarından biri üst çene kemiği üzerindeki A noktasıdır. Ayrıca üst çenenin ön ve arka sınırını gösteren ANS ve PNS noktaları sefalometrik tanıda önem arz etmektedir. Bu noktaların tespiti dudak damak yarıklı hastalarda zaman zaman zorlaşabilir. Bu nedenle literatürde tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda A noktasına ve damak sınırlarını gösteren referans noktalarına (ANS, PNS) alternatif referans noktaları üretilmeye çalışılmıştır.[4] Sağlıklı bireylerde yapılan sefalometrik analizler için güvenilir bulunan yapay zeka sistemlerinin en sık

karşılaşılan gelişimsel kraniyofasiyal defekt olan dudak damak yarıklarında kullanımı insan kaynaklı hataları ortadan kaldırması açısından faydalı olacaktır. Ancak yapay zeka sistemlerinin dudak damak yarıklarında referans nokta tespiti ve analizlerde kullanılabilirliği ile ilgili kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı; ortodontik popülasyonda hatırı sayılır derecede büyük bir hasta grubunu oluşturan dudak damak yarıklı hastalarda yapay zeka destekli otomatik sefalometrik analiz yapan OrthoDx programı ile hekimin referans noktalarını belirlediği Dolphin programı ölçümlerini kıyaslamak ve bu sistemin zorlu bir hasta grubu ile uygulanabilirliğini test etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sefalometrinin Gelişimi ve Tarihçesi

Eski uygarlıklar, özellikle Yunan ve Mısır uygarlıkları, yüz şekillerini incelemişlerdir. Kraniofasiyal araştırmalarda düzlemler ve ölçümler kullanan ilk modern çabalar, genellikle 13. ila 15. yüzyıl sanatçıları ve antropologlarında görülür. 1400'lerde Leonardo da Vinci, baş pozisyonunun önemini vurgulayarak yüz formunun özelliklerini, yüz karakterizasyonunun ilk uygulanabilir biçimini tanımlamıştır. Albrecht Durer, bir sanatçı olarak yaptığı araştırmalara dayanarak, kafa formunu bir koordinat sistemi kullanarak değerlendiren bir inceleme yayınlamıştır. Antropologlar, yüz şekli hakkında veri elde etmek için kafatasları üzerinde doğrudan ölçümler yapmışlardır. 16. yüzyılda, kafa formunun incelenmesi antropologlar arasında daha fazla ilgi çekmeye başladığından Spiegel, 4 düzlem (lineae cephalometricae) fikrini ortaya atmıştır. Sonraki 200 yıl boyunca yapılan çoğu kranioyometrik çalışma, kranial boyut ve şekle odaklanacaktır. Bu araştırmaların amacı, beyin büyüklüğü ve şekli ile fonksiyon arasında bağlantı kurmak amacıyla insan popülasyonları arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları karakterize etmektir. Tüm bunların sonunda, geliştirilen düzlemler ve açılar, sefalometrinin temelini oluşturmuştur. [5]

1926'da Broadbent tarafından sefalometrinin tanıtılmasından bu yana, lateral sefalometrik radyografi, ortodontik değerlendirme ve tedavi planlamasında standart bir araç haline gelmiştir. [6]

Hastanın maloklüzyonunu tespit edebilmek için hastayı normal bir referans grubu ile karşılaştırmak gerekmektedir. Böylece hastanın gerçek dentofasiyal ilişkilerini tespit edebilmek için yaş, cinsiyet ve etnik köken gibi özellikler de dikkate alınarak normal popülasyondan farkını belirlemek mümkün olmaktadır. Bu tip sefalometrik analiz ilk olarak II. Dünya Savaşı'ndan sonra Illinois Üniversitesi'nde geliştirilen ve ideal dental oklüzyonları nedeniyle seçilen 25 tedavi edilmemiş adolesan beyazlardan oluşan bir referans grubunun iskelet ve yüz oranlarına dayanan Downs analizi şeklinde popüler hale gelmiştir.[7]

Downs, Steiner ve Wits analizleri için geliştirilen standartlar hala faydalıdır, ancak yerlerini daha az katı bir şekilde seçilmiş gruplara dayanan daha yeni standartlar almıştır. Çağdaş analiz için önemli bir veri tabanı, Ann Arbor'da gerçekleştirilen hafif

ve orta maloklüzyonlu hastalar da dahil olmak üzere bir grup çocuğu içeren Michigan büyüme çalışmasıdır. [8] Diğer önemli kaynaklara Burlington büyüme çalışması[9], Cleveland'daki Bolton çalışması[10] ve sefalometrik metinlerde yer alan belirli ırksal ve etnik gruplar için standartlar geliştirilmek üzere üniversite projelerinden toplanan çok sayıda çalışma örnek olarak verilebilir.[11]

Ark telleri, braketler ve bantlardaki gelişmeler ortodontinin mekaniğini etkilemiştir. Görüntüleme alanındaki ilerlemeler ise tanı ve tedavi planlamasındaki görüşlerimizi değiştirmiş ve geliştirmiştir.[5]

2.2. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Kullanım Alanları ve Önemi

Lateral sefalometrik radyografiler; iskeletsel uyumsuzluk ve keser eğimlerinin tespit edilmesi, sürmemiş, süpernümerer veya ektopik dişlerin yerlerinin tespitinde ve değerlendirilmesinde, büyümeyi değerlendirmede, temporomandibular ekleme ait sert dokuların değerlendirmesinde, ortognatik cerrahi planlaması gibi geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Sefalometri, yani sefalometrik radyografi ve analiz, ortodontik tedavinin başlangıcında tanı için 'altın' standartların bir parçası olarak kabul edilir. Ortodontik tedavi planlaması için dental alçıların, ağız içi ve ağız dışı fotoğrafların, panoramik ve sefalometrik radyografilerin rutin olarak kullanılması tavsiye edilir.[7] Güvenilir bir sefalometrik analiz için sefalometrik radyografilerdeki anatomik referans noktalarının doğru tanımlanması kritik öneme sahiptir. [12] Sefalometrik analiz, ortodontik tanı ve tedavi planlamasında kullanılan önemli bir araç olduğu için analizin doğru yapılması büyük önem taşır. Doğru sefalometrik analizin ana hedefleri, ön-arka , vertikal, maksiller ve mandibular kaide uyumsuzluklarının belirlenmesini içerir. [13] Sefalometrik analizin değerlendirilmesi ile tedavi planlaması önemli ölçüde değişebilir.[14]

Büyüyen hastalarda servikal vertebraların boyut ve şeklindeki değişiklikler, bireysel iskelet olgunluğunun biyolojik bir göstergesi olarak son yıllarda artan bir ilgi kazanmıştır. Servikal vertebra olgunlaşma yöntemi altı olgunlaşma aşamasından oluşur. (servikal evre 1 ila servikal evre 6) Yöntemin artan popüleritesinin ana nedenlerinden biri, servikal vertebra olgunlaşmasının analizinin, ortodontik tanıda rutin olarak kullanılan sefalometrik radyografiler üzerinde yapılmasıdır. Yöntemin

dentofasiyal ortopedide klinik uygulaması, mandibular büyüme periyodundan yararlanılan fonksiyonel tedavi protokolleri için uygun maturasyon evresinin tespit edilebilmesidir.[15]

Çeşitli çalışmalar temporomandibular eklem (TME) iç düzensizliğinin manyetik rezonans (MR) görüntüleme bulguları ile spesifik sefalometrik parametreler arasındaki ilişkileri tanımlamıştır. [16-23] Ramus yüksekliğinde ve mandibular gövde uzunluğundaki azalmalar ve gonial ve artiküler açıdaki artışlar gibi mandibular morfolojideki değişikliklerin, TME bilateral disk yer değiştirmesinin ilerlemesiyle daha şiddetli hale geldiği tarif edilmiştir. [18]

Sefalometrik radyografi yumuşak doku değerlendirilmesinde rehber olarak kullanılan araçlardan biridir dolayısıyla ortognatik cerrahi planlamalarında sıkça kullanılmaktadır. Yüz deformitelerini başarılı bir şekilde teşhis etmek ve planlamak için yumuşak doku sefalometrik analizi ve klinik muayenenin bir kombinasyonu gereklidir. Arnett ve Bergman[24] yumuşak doku analizi ve üç boyutlu bir klinik planın tedavi planlamasında önemini vurgulamışlardır. Yumuşak doku profilinin, dişlerin yerleşiminin ve okluzal düzeltmelerin optimum yüz uyumu için kritik bir rehber olduğunu öne sürmüşlerdir. Optimum yüz uyumuna ulaşmak, bu yumuşak doku sefalometrik analizinin başlıca tedavi hedefidir. Klinisyene ortognatik cerrahi için yardımcı olur ve başarılı sonuç olasılığını artırmaktadır.

2.3. Sefalometrik Analiz Yöntemleri

Sefalometrik analiz ile hastada var olan maloklüzyonun iskeletsel ve dental ilişkileri tanımlanmaktadır.

2.3.1. Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi

Sefalometrik analiz uzun süre geleneksel yöntem kullanılarak yapılmıştır. Lateral Radyografi üzerine asetat kağıdı veya herhangi bir şeffaf plaka yerleştirilerek belirlenen anatomik noktalardan cetvel yardımıyla düzlemler belirlenmiş, düzlemlerin keşişmesi ile elde edilen açılar ise açı ölçeği yardımıyla hesaplanarak gerekli veriler elde edilmiştir.

Bir teşhis aracının değerli olması için kesin, güvenilir ve tekrarlanabilir olması gerekmektedir. Ancak, bu tür radyografileri analiz etmek için belirli anatomik yapıların

tanımlanması önemlidir. Analiz tecrübeli bir ortodontist gerektirir ve süreç zaman alıcıdır.[12] Ne yazık ki, bazı çalışmalara göre bazı noktaların ve dolayısıyla ölçümlerin tanısal güvenilirliği tatmin edici olmayabilir. Bu amaçla, güvenilirlik için artan hassasiyetle yeni sefalometrik ölçümler geliştirilmiştir.[13]

2.3.2. Bilgisayar Programı Destekli Sefalometrik Dijital Analiz Yöntemi

1980 yıllarından sonra dijital radyografik sistemlere geçilmeye başlanmıştır. Bu yeni sistemler ile görüntüler sensörler veya plaklar aracılığı ile alınarak dijital bilgisayar ortamlarına aktarılmaya başlanmıştır. Bu sayede geleneksel banyo sistemleri ve film ihtiyacı ortadan kaldırılmış ve radyografiler daha kolay ulaşılabilir hale gelmiştir. [25]

1970'lerin başında bilgisayarlı gama kamerasının ve bilgisayarlı tomografinin geliştirilmesi, dijital görüntülemenin ilk yaygın tıbbi uygulaması olmuştur. Dijital görüntüleme artık bilgisayarlı tomografi, ultrason, nükleer tıp, manyetik rezonans gibi çeşitli tanı ve görüntüleme yöntemlerini kapsamaktadır. Son zamanlarda, dijital görüntüleme geleneksel radyografiye uygulanmıştır ve görüntüyü kayıt altına alma, aktarma ve manipüle etmenin faydaları araştırılmıştır. Son yıllarda, geleneksel radyografilerin dijital olarak görüntülenmesine yönelik araştırmalar önemli ölçüde genişlemiştir ve dijital görüntülemenin kas-iskelet radyolojisi, mamografi ve diş radyografisi gibi birçok farklı geleneksel radyografi türüne uygulanmasında çok sayıda çalışma yapılmıştır bunlara sefalometrik radyografi de dahildir.

Dijital görüntü, orijinal görüntünün kare parçalarından veya resim öğelerinden (piksel) oluşan bir matristir. Radyografi gibi bir analog görüntü, her bir üyenin bir gri skala ile temsil edildiği, neredeyse sonlu sayıda üyeye sahiptir. Dijital bir görüntüdeki pikseller bir matris içinde sıralanır. Örneğin, 256 x 256 piksellik bir matris 65.536 piksel içermektedir. Bir görüntüyü temsil etmek için çok sayıda piksel varsa, görüntü belirginliği artar yani piksel sayısı arttıkça görüntünün çözünürlüğü artar. Her pikselin, o noktada dedektör tarafından kaydedilen verilerin yoğunluğunu temsil eden bir dijital değeri vardır. Her dijital değer ikili sayı olarak temsil edilir; bilgiler birler veya sıfırlar dizisi olarak kaydedilir. Her bir veya sıfıra "bit" adı verilir. Bir görüntünün kalitesi, hem piksel sayısına hem de görüntüyü oluşturan gri seviyelerin sayısına bağlıdır.[26]

Dijital ölçümler ile, açılar ve mesafeler otomatik olarak hesaplanır, bu da

anatomik noktalar arasındaki doğruların çizilmesindeki ve bir cetvel ile yapılan ölçümlerdeki hataları ortadan kaldırır. Ayrıca, dijital görüntü, görüntüyü işlemek ve anatomik nokta tanımlamasını kolaylaştırabilen görsel görünümünü değiştirmek için manipüle edilebilir.[27]

Literatürde Dolphin Imaging Software Ceph Smile Plus, Dentofacial Planner, Dentrax Image, Dr. Ceph, Dr.Ceph Jr., Dr.View, IOPS, JOE, Nemoceph, Niamtu Imaging Systems, Onyx Ceph, OPAL, Orthoview-Ceph, Prescription Planner/Portrait, Quick ceph 2000, Screenceph, T PhotoEze, Vistadent. vb dijital sefalometrik ölçüm yazılımlarının bir kısmını ve geleneksel yöntemle yapılan ölçümlerin geçerliliği ve tekrarlanabilirliği açısından karşılaştıran çok sayıda çalışma yapılmış ve yüksek oranda başarılı bulunmuşlardır. Dijital görüntülemenin arşivleme, iletme, zenginleştirme gibi avantajları göz önüne alındığında dijital yöntem günlük kullanımda tercih edilebilir. [28-38]

2.3.3. Yapay Zeka Destekli Dijital Sefalometrik Analiz Yöntemi

Ortodontik tanı, esas olarak hastanın dental ve tıbbi geçmişine, klinik muayenesine, çalışma modellerine ve ortodontik tanı için en yararlı araç olarak kabul edilen sefalometrik radyografilere dayanmaktadır.[2] Bununla birlikte, anatomik sefalometrik referans noktaların manuel olarak işaretlenmesi, operatörler ve operatörler arası tutarsızlığa yol açabilen bir işlemdir. Radyografilerdeki karmaşık süperimpozisyonlar ve dentofasiyal morfolojinin karmaşıklığı hastaya oldukça bağlıdır. Bu sorunları çözmek için çeşitli yarı otomatik ve tam otomatik sistemler geliştirilmiştir.[39]

Yapay zeka, “insan zekası süreçlerinin makineler, özellikle bilgisayar sistemleri tarafından simülasyonu” olarak tanımlanmıştır. Geleneksel olarak insan zekası gibi çalışan bilgisayar algoritmalarının geliştirilmesini içeren bilgisayar bilimidir.[40]

Makine öğrenimi (ML), “açıkça programlanmadan veri ve gözlemler yoluyla bilgisayarlara bilgi sağlamayı amaçlayan yapay zeka araştırmasının bir parçası” anlamına gelmektedir.[41]

1950'de Alan Turing makinelerin insanlarla aynı düzeyde düşünme yeteneğine sahip olup olmayacağını araştırmaya başladı. Turing, bir makinenin akıllı olup olmadığını belirlemede kullanılabilecek bir test olarak "Turing testi"ni 1950'de önerdi.

John McCarthy bu fikre 1956'da "Yapay Zeka" adını verdi. [42] Böylece 1950'lerden 1970'lere kadar süren önemli bir AI araştırması dönemini başladı. Prof. Dr. Cahit Arf, 1958'de Türkiye'de düzenlenen "Makineler Düşünebilir mi?" başlıklı konferansta kendi başına düşünebilen bir makine yaratma fikrini örneklendirdi.[43] 1950'lerdeki yapay zeka kavramının ardından, 1980'lerde "makine öğrenimi" kavramı ortaya çıkmış, bunu derin öğrenme ve yapay sinir ağları takip etmiştir. Ortodontistler arasındaki karmaşık hasta değerlendirme süreci sonucunda farklı tedavi planları ortaya çıkabilmektedir. Belirli bir standart olması hasta ve hekim açısından önemlidir. Bu bakımından yapay zeka teknolojilerinden yararlanılabilir.[44]

AI'nın klinik alanlarda ilerlemesi ve başarılı bir şekilde uygulanmasına rağmen, diş hekimliğinde AI uygulamaları şimdiye kadar az sayıdadır. Ağız içi radyografilerde otomatik diş çürüğü tanımlamasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.[45, 46] Broadbent ve Hofrath[10] 1931'de sefalometriyi tanıttığından bu yana sefalometrik analiz maloklüzyonların değerlendirilmesinde yardımcı bir araç olmuştur ve ortodontik uygulama ve araştırmalarda güvenilir bir tanı aracı olduğu kanıtlanmıştır .[47] Cohen ve ark.[48] 1984'te otomatik sefalogram işaretleme için ilk girişimi yapmışlardır. Anatomik referans noktalarının otomatik şekilde belirlenmesine ilişkin ikinci çalışma, 1986 yılında Levy-Mandel ve ark.[49] tarafından yapılmıştır. Son dönemde teknoloji alanında büyük bir devrim yaşandı. İnsan beyninin işleyişini taklit etme ilkelerine dayanan yapay zeka, tanıyı tahmin etmede ve klinisyenlere tedavi planlamasında yardımcı olmada kullanılmaya başlanmıştır ve bu sistemleri geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

2.4. Sefalometrik Analiz İçin Kullanılan Yapay Zeka Algoritmaları

Yapay zeka, hesaplama açısından birçok kategoriye sahip geniş bir konu olsa da, iki ana türü vardır: sembolik yapay zeka ve makine öğrenimi. Yapay zeka, algoritmaları insanlar tarafından anlaşılabilir bir şekilde oluşturmaya yönelik bir dizi yöntemi ifade eder.[50]

Makine öğrenimi,1952'de Arthur Samuel tarafından ortaya atılan bir terimdir. Sembolik yapay zeka ve makine öğrenmesi arasındaki temel fark, makine öğreniminde, insanlar tarafından tasarlanan bir kurallar sisteminden ziyade açıklamalardan bilgi edinilmesidir. [6] Makine öğreniminin amacı, makinelerin kayıtlardan bilgi edinmesini

ve insanların yardımı olmadan çözümler bulmasını kolaylaştırmaktır. [51] Algoritmanın öğrenme stiline ve başarılı sonuca bağlı olarak, Makine Öğrenimi üç kategoriye ayrılabilir: denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, ve pekiştirmeli öğrenme. [52]

Derin öğrenme (DL) bir bilgisayarın verilerdeki özellikleri tanıdığı bir tür makine öğrenimidir. DL'nin ilk versiyonu, 1900'lerde geliştirilmiştir. Hesaplama teknolojisi ve gücü katlanarak arttıkça, bilim adamları daha zorlu ve karmaşık sorunları çözmek için daha zor ve daha derin sinir ağı modelleri yarattılar. DL, sinir ağının yeni adıdır.[53]

Evrişimli sinir ağı(CNN) veriler arasında ayırım yapabilen bir derin öğrenme(DL) sistemi kullanır.[54] Diş hekimliğinde CNN, patolojileri tespit etmek, sefalometrik yer işaretlerini, dişlerin ve diğer yapıların otomatik olarak tanımlamak için programlar oluşturabilir.[55]

Son zamanlarda, evrişimli sinir ağları (CNN'ler) kullanan otomatik yöntemler geliştirilmiştir. Derin öğrenme tabanlı bir algoritmadır ve doğrulukları diğer ML (makine öğrenmesi) tabanlı yöntemlere benzemektedir. Genel olarak, DL tabanlı yöntemler yüksek özellikli donanım gerektirir. Bu nedenle DL tabanlı yöntemler için bir web uygulaması geliştirmek gerekmektedir.[37]

Yapay sinir ağı (YSA) harici bir uyarana yanıt olarak verileri işleyen ve yapay nöronlardan oluşan algoritmik bir sistemdir. [32] Yapay nöronlar, tıpkı biyolojik tamamlayıcıları gibi, aralarındaki veri hareketini kontrol eden ara bağlantılarla birbirine bağlanır. Engelleyici veya uyarıcı sinapslar veya ara bağlantılar uyarıcıyı bir işlem elemanından diğerine iletir. [56] Sinir ağlarının geleneksel programcılara göre bir avantajı vardır. Hesaplamalı bir çözümü olmayan veya mevcut çözümün bulunması çok karmaşık olan sorunları çözebilirler. Tanıma ve görüntü tahmini, YSA'ların çözmeye çok uygun olduğu sorunların örnekleridir. YSA'lar tıbbi alanda teşhis, görüntü ve sinyal yorumlama ve analizi ve ilaç keşfi için kullanılmıştır.[57]

Günümüze kadar geliştirilmiş olan yapay zeka destekli sefalometrik yazılımlara bakacak olursak;

Planmeca Romexis Sefalometrik Analiz Yazılımı: Saniyeler içinde otomatik sefalometrik nokta tespiti ve takibi sağlar; ancak yazılım, yalnızca otomatik olarak kalibre edildiği, yeniden boyutlandırıldığı ve yönlendirildiği Planmeca sefalometrik

görüntüleme ünitesinde bir lateral radyografinin alınmasını gerektirir.[58]

YOLOv3 Algoritması: Redmon et al.[59], ilk olarak 2015 yılında yayınlanan “Yalnızca Bir Kez Bakarsınız:” makalesinde açıklanan, üç versiyona ayrılır: YOLOv1, YOLOv2 ve YOLOv3. Ortodontik klinik uygulamada otomatik sefalometrik referans noktası tanımlaması için YOLOv3'ün daha umut verici olduğu görülmüştür. [60]

Otomatik Cephalon-Diyagnostik Çözümler (ACDS): Otomatik sefalometrik referans noktası tespiti, sefalometrik ölçümler ve sefalometrik analiz sağlayan AI tabanlı bir yazılımdır. Seul Ulusal Üniversitesi Diş Hastanesi'nde program geliştirmiştir. Üreticiye göre program, sefalometrik referans noktalarını tespit etmede yüksek bir doğruluk seviyesine sahiptir. 253 ardışık dijital lateral sefalometrik radyografide 80 noktanın değerlendirilmesine dayanarak, yazılımda kullanılan AI algoritması ile insan muayeneciler arasındaki hata 0,9 mm bulunmuştur. [3]

Otomatik Sefalometrik Analiz için Web Tabanlı Uygulamalar: AI motor sunucusu, otomatik sefalometrik analizi gerçekleştirir. Kullanıcı, tahmin edilen referans noktalarını düzeltmek için istemci web sayfası üzerinden de çalışabilir. Operatör bilgileri, sefalometrik referans noktası konumları ve sefalogramların tümü veritabanı sunucusunda saklanır. Bazı web tabanlı yazılım türleri CephX, WebCeph, Dolphin , Dentofacial Planner, Quick Ceph, FACAD, AudaxCeph ve OrisCeph.[39]

Literatürde yapay zeka yazılımları ve hekim karşılaştırmalı sefalometrik analizi karşılaştıran bir çalışmada tekrarlayan ölçümlerde bile yapay zeka analizleri hekimin geleneksel yazılım kullanarak yaptığı analizler ile çok benzer bulunmuştur.[61]

Paranasal ve üst dudak bölgelerini içeren orta yüzün klinik değerlendirmesi oldukça subjektif ve karmaşıktır. Geleneksel ve 3 boyutlu sefalometrik ölçümler, bu orta yüz bölgelerinin klinik görünümü göz önünde bulundurularak geliştirilmemiştir ve bu nedenle orta yüzün klinik görünümü için uygun olmayan sistemler olabilirler. Bu durum onları dentofasiyal deformitelerin teşhisinde yardımcı olarak uygun hale getirmeyebilir. Yeni ölçüm yöntemlerinin potansiyel faydasına rağmen, orta yüz teşhisinin oldukça öznel ve göreceli doğası gereği klinik yargı en önemlisidir.[62]

2.5. Dudak ve Damak Yarığı

2.5.1. Dudak Damak Yarığı Tanımı

Dudak ve damak yarıkları (DDY) insanlarda en sık görülen kraniyofasiyal doğum kusurları arasındadır. Dünya çapında 500 ila 1000 yenidoğandan 1'ini etkiler. Bu orofasiyal yarıklar birden fazla organı etkileyen bir sendromun parçası olarak veya başka tespit edilebilir kusurları olmayan izole yarıklar olarak ortaya çıkabilir. Etkilenen bireyler ve yakınları için ağır bir yük oluşturur. DDY' li bireyler cerrahi, ortodontik müdahaleler, konuşma ve psikolojik terapileri içeren uzun bir multidisipliner tedavi sürecinden geçerler. Tedavilerinde gözle görülür ilerlemeye rağmen, bu orofasiyal yarıklar uzun süreli anatomik, fonksiyonel ve psikolojik sekellere yol açabilir. [63]

2.5.2. Dudak ve Damak Yarıkları Prevalansı ve Etiyolojisi

Orofasiyal yarıkların insidansı, ırk ve etnik kökene ve coğrafi bölgeye bağlıdır. Beyaz ırkta yarıklı dudak, yarıklı dudak ve damak ve yarıklı damak insidansı 1000 doğumda 0.91 ila 2.69 arasında değişmektedir.[64]

Asya ve Amerikan Kızılderili popülasyonları 1000'de 0.79 ila 4.04 ile en yüksek insidansa sahiptir, Afrika popülasyonları 1000'de 0.18 ila 1.67 ile en düşük insidansa sahiptir.

Sendromik olmayan dudak ve damak yarığının genetik ilişkisinin %20 ila %50 olduğu tahmin edilmektedir ve çevresel faktörlerin yarıklı gelişiminin geri kalanına katkıda bulunması muhtemeldir. Yarıklı dudak/damak gelişimi ile ilişkili çevresel faktörler arasında annenin sigara içmesi, annenin kortikosteroid kullanımı, folik asit eksikliği, yüksek irtifa ve artan ebeveyn yaşı sayılabilir. [65]

DDY bebeklerde eşlik eden malformasyonlar, sadece yarıklı damak olan bebeklerde (%46.7) DDY'li bebeklere (%36.8) veya izole dudak yarıklı bebeklere (%13.6) göre daha sıktır.[66, 67] Bu bulgu diğer epidemiyolojik çalışmalar tarafından da doğrulanmıştır.[68-70]

DDY ile ilişkili kromozomal bozukluklar dışında yaklaşık 300 ila 400 sendrom vardır.[71]

Şimdiye kadar insanlarda orofasiyal yarıkların gelişimi ile en az 263 gen ilişkilendirilmiştir. Bunların büyük çoğunluğu protein kodlayan genlerdir. Bu genlerin

ilk 10'una, MSX1, P63, PVRL1, CLPTM,1 TBX22, FOXE1, SATB2, TGFA, IRF6, MTHFR'yi genleri DDY ile ilişkili bulunmuştur.[72]

DDY için cinsiyet farklılaşması (erkek:kadın oranı) yaklaşık 2:1 ve damak yarığı için 1:2'dir.[73]

2.5.3. Dudak Damak Yarığı Embriyolojisi

İntraüterin dördüncü haftanın başlarında, stomodeum (ilkel ağız) çevresinde beş fasiyal çıkıntı gelişir: ön beyin ventralindeki mezenkim tarafından oluşturulan fronto-nazal çıkıntı ve birinci brankial ark mezenkiminden türetilen eşleştirilmiş maksiller ve mandibular çıkıntılar. Fronto-nazal çıkıntı alını, burnu ve ilkel ağzın tepesini oluşturacaktır. Maksiller çıkıntılar stomodeumun yan taraflarını oluşturacak ve mandibular çıkıntılar kaudal sınırları oluşturacaktır.

Dördüncü haftanın sonuna doğru frontonazal çıkıntının alt tarafında ilkel ağız çevresinde ektodermden nazal plakodlar gelişir. Bu ektodermal kalınlaşmaların periferindeki mezenkimal dokunun çoğalması medial ve lateral nazal çıkıntıları oluşturur. Medial burun çıkıntıları ve ilkel ağzın üzerindeki alan büyümeye devam eder ve sonunda filtrum olarak bilinen üst dudağın orta kısmını oluşturmak için birbiriyle birleşir. Beşinci ve altıncı haftalarda hızlı büyüme devam eder. Altıncı haftanın sonu ve yedinci haftanın başında maksiller çıkıntıların hızlı proliferasyonu, medial nazal çıkıntıların birbiriyle ve lateral nazal çıkıntıların lateral burnu ve yanak bölgelerini oluşturmak üzere birleşmesi ile sonuçlanır. Ağızın her iki tarafındaki maksiller çıkıntılar öne doğru büyür ve lateral nazal çıkıntıların alt kenarlarıyla birleşir. Üst dudağın oluşuna ulaşmak ve onunla birleşmek için burun çukurlarının altına uzanırlar, ağzın üzerinde üst dudağı oluşturan bir çıkıntı oluştururlar. Mezodermal doku birinci brankial arkta göç eder, bu işlem gecikirse veya bir kütle oluşmazsa maksiller çıkıntı, birleşen nazal çıkıntı ile birleşmezse tek taraflı bir yarık oluşur. Dokular her iki tarafta birleşemezse, iki oluk oluşur ve bu da çift taraflı bir dudak yarığı ile sonuçlanır.

Damak beşinci haftada oluşmaya başlar ve gebeliğin on ikinci haftasına kadar tamamlanması devam eder. En kritik aşama 6. ve 9. haftalar arasındadır. Bu aşamada maksiller çıkıntılar birleşir. Burun çukurlarının altındaki medial nazal çıkıntılar ile kama şeklinde bir mezenkimal doku kütlesi oluşturur. Bu doku kütlesi büyüdükçe, gelecekteki burun deliklerini üst dudaktan ayırır ve primer damak haline gelir. Primer

damak, diş etinin hemen arkasında yer alır ve insiziv foramene kadar uzanır. Sekonder damak, yanal damak çıkıntılarında gelişir. Bu raf benzeri mezodermal çıkıntılar, maksiller çıkıntılarının medial yönünden ortaya çıkar ve başlangıçta gelişen dilin her iki tarafında dikey olarak yönlendirilir. Dokuzuncu haftada damak rafları posteriora nazal septumun serbest kenarları ile birleşmeye başlar. On ikinci haftaya kadar, füzyon tamamlanır. Bu füzyon başarısız olduğunda damak yarığı oluşur.[73-75]

2.5.4. Yarık Dudak ve Damak Sınıflandırması

DDY'nin etimolojik geçmişinin izini sürmek zordur. İnsanlık tarihi kadar eski olan bu hastalık, her dönemin insanları tarafından farklı şekillerde tarif edilmiştir. İlk yazılı belgelerin çoğu yarık dudağı hayvan özellikleriyle benzeştirir. En popüler olanı tavşanın (*Lepus cinsi*) ağzına benzerliği nedeniyle "tavşan dudak" tır (*labium leporinum*).[76]

Temel olarak yarık dudak, bir tarafı veya her iki tarafı da etkileyip etkilemediğine göre tek taraflı veya çift taraflı olarak sınıflandırılır. Yarık damak, tek taraflı veya çift taraflı olarak sınıflandırılabilirdiği gibi tamamlanmış veya tamamlanmamış olarak da benzer bir şekilde tanımlanabilir. Tam damak yarığı, alveollerin yanı sıra hem primer hem de sekonder damağı içerir. [77]

Yarık dudak ve damak, çeşitli ve bazen çelişkili sınıflandırma sistemleri ile uzun bir sınıflandırma geçmişine sahiptir.

Davis ve Ritchie, tavşan dudak teriminin kaldırılmasını önermek ile başlamışlardır. Standart bir sınıflandırma sistemini savunan ilk kişiler arasında olmuşlardır. Davis ve Ritchie, alveolar prosesi kategorizasyon için bir ayırma çizgisi olarak kullanarak dudak, alveol ve damağıın ayrı ayrı tanımlanması şeklinde basit bir üç gruplu sistem önermişlerdir:[78]

Grup I: Prealveolar proses yarığı (dudağı etkileyen yarıklar)

- (1) Tek taraflı (sağ/sol: tam/eksik)
- (2) İki taraflı (sağ: tam/eksik; sol: tam/eksik)
- (3) Medyan (tam/eksik)

Grup II: Postalveolar proses yarığı (damağı etkileyen yarıklar)

- (1) Yumuşak damak
- (2) Sert damak

Grup III: Alveoler yarığı (alveolar prosesi içeren herhangi bir yarık)

- (1) Tek taraflı (sağ/sol: tam/eksik)
- (2) İkili (sağ: tam/eksik; sol: tam/eksik)
- (3) Medyan (tam/eksik)

Truman W. Chicago'dan Brophy,1921 ve 1923'te, yarık damak onarımı için 5076 operasyona ve yarık dudak onarımı için 2676 operasyona dayanan DDY formları üzerine kendi kapsamlı çalışmasını yayınlamıştır. Amacı, bu deformiteye dahil olan her kas ve kemiği açıklamaktı. Buna göre, sınıflandırması, yarık dudaklı/dudaksız 16 farklı morfolojik yarık damak formunu içermektedir. Brophy'nin sınıflandırmasını birçok cerrah aşırı derecede karmaşık ve kullanışsız bulmuştur.[79, 80]

1931'de Victor Veau, yarık damak değerlendirmesi ve yönetimine yaklaşımını açıklayan dönüm noktası niteliğindeki Palatine Bölümü'nü yayınlamıştır. Veau'nun büyük ölçüde basitleştirilmiş damak yarıkları sınıflandırması, dört morfolojik formdan oluşuyordu.

I. Yumuşak damak yarıkları

II. İnsiziv foramenlere kadar yumuşak ve sert damak yarıkları

III. Yumuşak ve sert damak yarıkları tek taraflı olarak alveoller boyunca uzanan.

IV. Alveoller boyunca iki taraflı uzanan yumuşak ve sert damak yarıkları[81]

Kopenhag'lı Poul Fogh-Andersen, alveoler proseten ziyade insiziv foramenleri embriyolojik açıdan daha iyi bir ayırma çizgisi olarak gören cerrahlardan biriydi. Fogh-Andersen, Davis ve Ritchie sınıflandırmasına dört gruptan oluşan bir alternatif önerdi:

- (1) Dudak yarığı(tek veya çift)
- (2) Yarık damaklı dudak yarığı
- (3) İzole yarık damak
- (4) Nadir atipik yarıklar, örneğin medyan yarık dudak[82]

New York'tan Desmond A. Kernahan ve Richard B. 1958'de, yüz embriyogenezinin en güncel anlayışından elde edilen kanıtlara atıfta bulunarak, Fogh-Andersen'in insiziv foramenleri embriyolojik olarak sağlam bir ayırım çizgisi olarak kullanılmasına destek sağladılar. Kernahan ve Stark, sınıflandırma için bir temel olarak tek başına morfoloji kullanımına karşı çıktılar. Deformiteye yol açan embriyolojik olayların primer ve sekonder damak için ayrı doğası ve oluşum zamanının iyi anlaşılması

olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle yarık dudak ve damağı ideal olarak bu temelde sınıflandırmayı önermişlerdir. Sınıflandırma şu şekildedir

- (1) İnsiziv foramenlerin önündeki yapı yarıkları
- (2) İnsiziv foramenlerin arkasındaki yapı yarıkları
- (3) İnsiziv foramenin anterior ve posterior yapılarını etkileyen yarıklar[83]

1960 yılında, Amerikan Yarık Damak Rehabilitasyon Derneğı bir sınıflandırma sistemi formüle etmek için bir İsimlendirme Komitesi atadı. Komite, "terimlerin yetersiz bir şekilde tanımlandığı ve sınıflandırmada fikir birliğine varılamadığı, iletişim ve anlayışa büyük bir engelin var olduğunu" kabul etti. Sadece cerrahları ve diş hekimlerini değil aynı zamanda konuşma ve dil patolojisi, genetik ve gelişim biyolojisi gibi diğer alanlardan yeni meslektaşları da içeren çok disiplinli ekiplerinin ortaya çıkmasıyla birlikte standart bir terminolojiye duyulan ihtiyaç giderek daha önemli hale gelmiştir.

ACPA (The American Cleft Palate Craniofacial Association) sınıflandırması:

- (1) Predamak yarıkları (dudak yarığı ve embriyolojik primer damak)
 - a. Yarık dudak (cheiloschisis)
 - b. Yarık alveol (alveoloschisis)
 - c. Yarık dudak, alveol ve primer damak (cheiloalveoloschisis)
- (2) Damak yarıkları (embriyolojik sekonder damak yarığı)
 - a. Sert damak yarığı (uranoschisis)
 - b. Yumuşak damak yarığı (staphyloschisis veya veloschisis)
 - c. Sert ve yumuşak damak yarığı (uranostaphyloschisis)
- (3) Predamak ve damak yarıkları (alveolocheilopalatoschisis)
- (4) Prepalatal ve damak dışındaki yüz yarıkları
 - a. Mandibular proses yarığı
 - b. Naso-oküler yarıklar
 - c. oro-oküler yarıklar
 - d. oroaural yarıklar[84]

1967'de Uluslararası Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Konfederasyonu Roma'da 4. Uluslararası Kongre'yi gerçekleştirmiştir. Burada dudak, alveol ve damak yarıklarını embriyolojik ilkelere ve nadir yüz yarıklarını topografik bulgulara göre sınıflandıran iki katmanlı bir sistem tasarlanmıştır. Uluslararası Sınıflandırmaya göre;

Dudak, alveol ve damak sınıflandırması (embriyolojik ilkelere dayalı):

- (1) Ön (birincil) damak yarıkları
- (2) Ön (birincil) ve arka (ikincil) damak yarıkları
- (3) Arka (ikincil) damak yarıkları

Nadir yüz yarıklarının sınıflandırılması (topografik bulgulara göre):

- A. Premaksilla hipoplazisi veya aplazisi olan/olmayan üst dudağın medyan yarıkları
- B. oblik yarıklar (oro-orbital)
- C. Transvers yarıklar (oroauriküler)
- D. Alt dudak yarıkları, burun ve diğer çok nadir yarıklar[85]

1973'te Victor Spina, terminolojiyi daha kesin hale getirmek amacıyla Uluslararası Sınıflandırmanın ilk aşamasına küçük bir revizyonunu önerdi. Spina, sırasıyla grup 1 ve grup 3'teki damak kusurlarını tanımlayan anterior ve posterior terimlerinin grup 1'i preforaminal yarıklar, grup 2'yi transforaminal yarıklar ve grup III'ü post-foraminal yarıklar olarak yeniden adlandırdı. Spina, terminolojiyi belirli bir anatomik yapıya atıfta bulunarak Latince 'ye dayandırmanın, disiplinler arası ve uluslararası iletişime daha uygulanabilir hale getireceğini savundu.

Kullanılan sistemden bağımsız olarak, ağız boşluğunun anatomisini anlamak, sınıflandırma sistemini anlamının temelidir.[86]

2.5.5. Dudak Damak Yarıklı Bireylerin Sefalometrik Özellikleri

Maksilla

Dudak damak yarığı olan bireylerin kraniyofasiyal morfolojisi yarıklı olmayan bireylerden farklıdır. Bilateral dudak ve damak yarığı olan kişilerde maksiller retrognatizm, daha büyük ön üst ve alt yüz yükseklikleri ve dikleşmiş maksiller kesici diş eğimleri görülebilir. [87] Kısalmış kraniyal bazal uzunluk ve burun boşluğu, maksillanın ön yüksekliği ve derinliğinde kısalma olduğundan, kafa tabanı ve üst yüzün büyümesi azalmıştır. Dudak Damak yarıklı bireylerde SNA açısı azalmıştır. Opere olan bireylerde maksilladaki ve dudaktaki skar dokusuna bağlı olarak maksilla bütün olarak geride konumlanmıştır. Posterior maksillada vertikal olarak yetersiz büyüme görülür.[88-92]

Mandibula

Mandibula ve SNB açısı ile ilgili tutarsızlıklar söz konusudur. Mandibulanın büyümesi çoğu çalışmada normal bulunmuştur ancak bazen skar dokusuna bağlı olarak maksiller keserler dikleşmiş olabilir bu durumda mandibulanın keserler tarafından sınırlandırılarak geride konumlanmasına sebep olabilir Bununla birlikte, mandibulanın konumu yetişkinlikte genellikle normal bulunmuştur.

Maksilomandibular ilişki için, erken dönemde cerrahi müdahale yapılmış çift taraflı dudak damak yarıklı bireylerin ANB açıları normal bireylere göre artmışken; müdahale edilmiş veya edilmemiş tek taraflı dudak damak yarıklı ve izole damak yarıklı hastalarda normal bireylere göre azalmıştır. [88, 91, 93]

Yüzün Büyüme Yönü

Dudak damak yarıklı bireylerde normal bireylere göre ön yüz yüksekliğinin arttığını, azaldığını ve değişmediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Dudak ve damak yarıklı hastaların büyüme yönünün çeşitliliğinin normal bireylere göre benzer olduğu ve popülasyon ile paralellik gösterdiği gösterilmiştir. [94]

Keser Eğimleri

Erken dönemde opere edilmiş dudak damak yarıklı bireylerin alt ve üst kesici dişlerinde dikleşme görülmektedir.[95, 96]. Üst kesici dişlerdeki palatal eğim skar dokusuna, alt kesici dişlerdeki lingual eğim ise üst kesici dişlerin etkisine bağlanmaktadır. Bazı durumlarda üst kesici dişlerle teması olmayan alt kesici dişlerde ekstrüzyon gösterilmiştir. [96]

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışmamızın etik kurul onayı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 21 Haziran 2022 tarihli 2022/11-59 sayılı raporu ile alınmıştır.

Çalışmamız retrospektif arşiv çalışmasıdır.

3.1. Bireyler

Bu çalışmanın materyalini Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi görmüş dudak ve damak yarıklı hastaların tedavi başlangıcında alınan dijital sefalometrik radyografiler oluşturmaktadır. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Eylül 2007 (dijital arşive geçiş) ile Aralık 2022 tarihleri arasında 15 yıllık süre içerisinde tedaviye alınan toplam 686 hasta kaydına ulaşılmıştır. Hastalara ait demografik veriler hasta dosyalarından elde edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Dudak ve/ veya Damak yarığı bulunması
- Tedavi başlangıcı, herhangi bir distorsiyonu olmayan, magnifikasyon hatası olmayan, hasta konumlandırma hataları olmayan lateral sefalometrik radyografin bulunması
- Eşlik eden kraniyofasiyal sendromun bulunmaması

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Tedavi başlangıcı dijital sefalometrik radyografinin bulunmaması
- Daha önce ortodontik veya ortognatik tedavi görmüş olması
- Referans noktalarını etkileyebilecek gömülü dişlerin bulunması

Dahil edilme ve edilmeme kriterlerinin sağlayan toplam 188 hastaya ait dijital sefalometrik radyograf çalışmaya dahil edilmiştir.

Tüm lateral sefalometrik radyografiler aynı röntgen teknisyeni tarafından aynı röntgen cihazı kullanılarak alınmıştır (crandex soredux tuusula finland). Dijital sefalometrik radyografiler üzerinde bilgisayar destekli dijital sefalometrik programı olan Dolphin Imaging Version 11.95(Dolphin Imaging, Chatsworth, California, USA) kullanılarak hekim tarafından sefalometrik ölçüm ve analizler yapılmıştır ve 'Araştırmacı' ölçümü olarak isimlendirilmiştir. Aynı radyografiler üzerinde yapay zekâ

destekli OrthoDx™(Phimentum Corporation, Boston, USA) programı standart internet tarayıcısı olarak Google Chrome (Google LLC, California, ABD) kullanılarak sefalometrik ölçüm ve analizler otomatik olarak yapılmıştır ve 'OrthoDx' ölçümü olarak isimlendirilmiştir. Yapay zekâ algoritmasına sahip tam otomatik sefalometrik analiz programının yaptığı işaretlemeler araştırmacı tarafından değerlendirilerek hatalı görülen yerlere müdahale edilmiştir. 'Müdahaleli OrthoDx' ölçümü olarak kaydedilmiştir.

3.2. Yöntemler

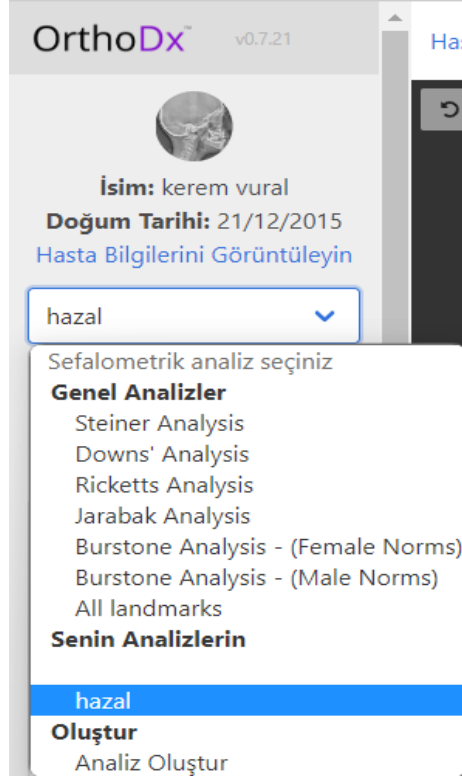
3.2.1. Lateral Sefalometik Analiz

Lateral sefalometrik analizler için Dolphin Imaging Programı ve OrthoDx Programı kullanılmıştır.

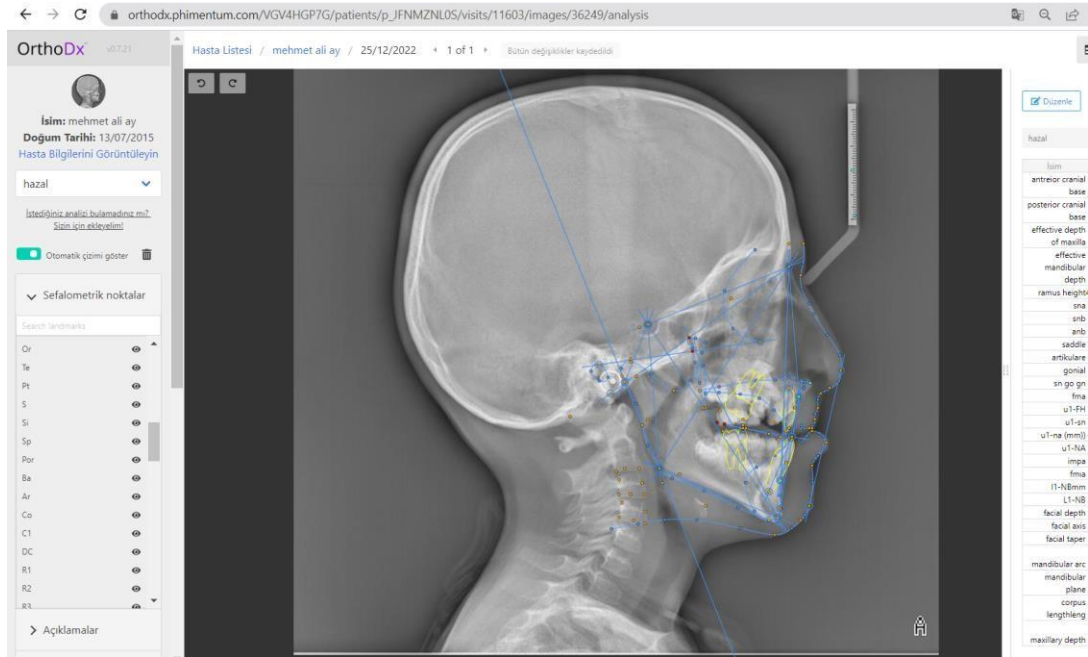
Dolphin Imaging programı 1988 yılında Chatsworth, Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri'nde kurulmuş olan Dolphin Software şirketi tarafından tasarlanmış bilgisayar destekli dijital sefalometrik ölçüm ve analiz programıdır. Sefalometrik analizlerde kullanılmak üzere seçilen anatomik referans noktaları, programa JPEG formatında yüklenen sefalometrik radyografiler üzerinde araştırmacı tarafından işaretlenebilmektedir. Anatomik referans noktalarının tespitinden sonra gerekli ölçüm ve analiz program tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. İşaretlemeler sonucu oluşan referans düzlemleri otomatik olarak program tarafından çizilmektedir ve oluşan açılar yine program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. Dolphin Imaging Version 11.95 (Dolphin Imaging, Chatsworth, California, USA) programı bölümümüzde 3 bilgisayarda kurulu olarak bulunmaktadır.

OrthoDx programı 2019 yılında Boston, Amerika Birleşik Devletleri'nde kurulmuş Phimentum yazılım şirketi tarafından tasarlanmış tam otomatik dijital sefalometrik analiz programıdır. Yapay zekâ algoritmasına sahip olan program, sefalometrik analizde kullanılmak üzere seçilen anatomik referans noktalarını, programa yüklenen JPEG formatında dijital sefalometrik radyografi üzerinde otomatik olarak tespit edip gereken ölçüm ve açı hesaplamalarını otomatik olarak yapabilmektedir. Programı kullanabilmek için bilgisayar kurulumu gerekmemektedir. İnternet tabanlı olan OrthoDx programına '<https://www.phimentum.com/>' internet adresi üzerinden erişim sağlanabilir. Programın kendisinde hazır olarak Steiner,

Downs, Ricketts, Jarabak, Burstone analizleri bulunmaktadır. Kullanıcıya özel analiz de yapılabilmektedir.

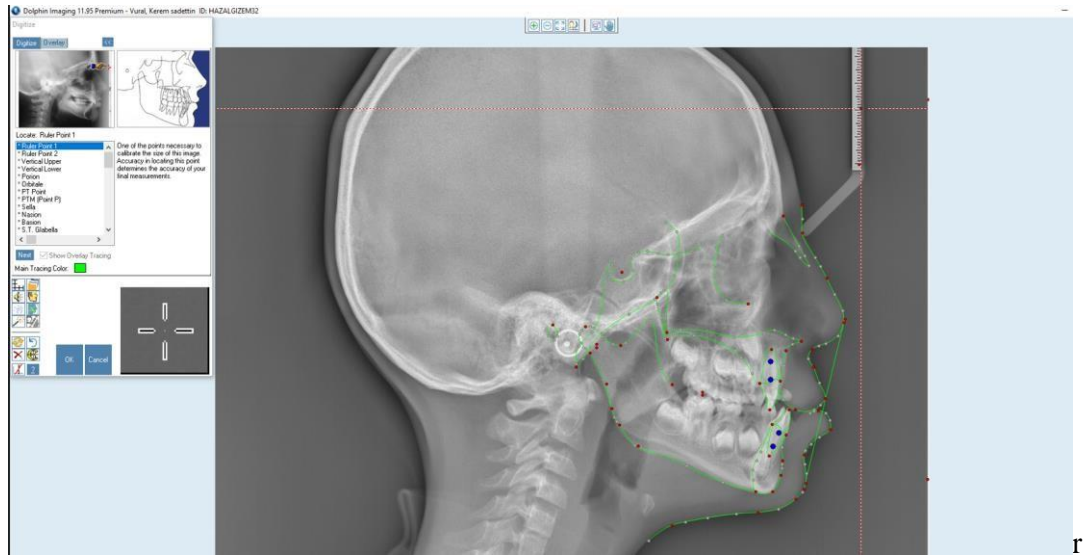


Şekil 3.1. OrthoDx programındaki hazır analizler.



Şekil 3.2. OrthoDx Programına ait otomatik işaretleme ekran görüntüsü.

Dolphin bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz programı ölçümleri aynı araştırmacı tarafından aynı şartlar altında ve aynı bilgisayar kullanılarak yapılmıştır. jpeg dosyası olarak kaydedilen dijital radyografiler Dolphin Imaging 11.95 yazılımına (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif, USA) ve OrthoDx programına aktarıldı. Dosyalar gri tonlamalı formattaydı ve filmin görüntü özellikleri 2.884×2.304 piksel, 301 dpi ve 24 bit idi. Dijital radyografiler, dijital görüntü içindeki cetvel üzerinde 2 nokta (20 mm) belirlenerek kalibre edilmiştir. Referans noktası tanımlaması, fareyle çalıştırılan bir imleç kullanılarak manuel olarak gerçekleştirildi. Araştırmacının manuel işaretlemesi sonucu elde edilen açısal ölçümleri kesin referans değerleri olarak kabul edilmiş, yapay zekâ algoritmasına sahip programın ölçümleri sonucu elde edilen açısal değerler bu referans değerler ile karşılaştırılmıştır. Yapay zekâ algoritmasına sahip tam otomatik sefalometrik analiz programının yaptığı nokta belirlemeleri araştırmacı tarafından kontrol edilerek hatalı görülen yerlere müdahale edilmiş, araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen ölçüm değerleri Dolphin ölçümleri ve müdahalesiz OrthoDx ölçümleri ile karşılaştırılmıştır.

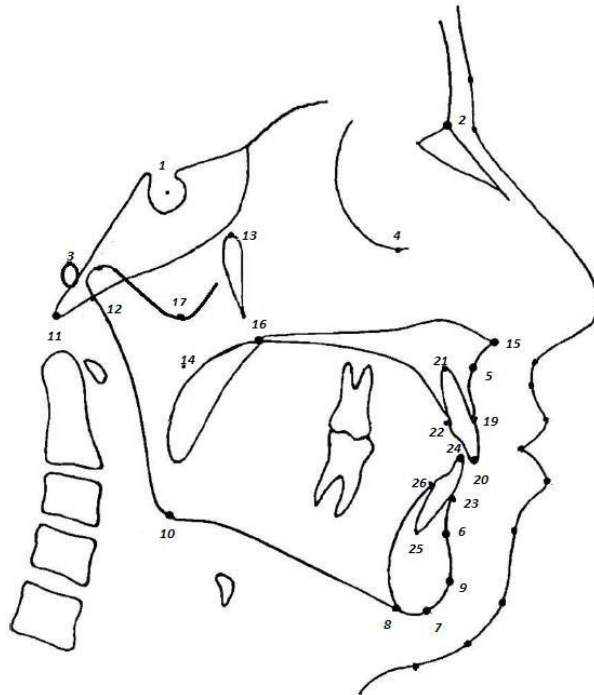


Şekil 3.3. Dolphin bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz programına ait ekran görüntüsü.

3.2.2. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Sefalometrik Referans Noktaları

1. Sella noktası: Sella turcica'nın geometrik ortasıdır.
2. Nasion noktası: Frontoasal suturun midsagital en ileri noktasıdır
3. Porion noktası: Meatus acusticus externusun en üst noktasıdır.
4. Orbita noktası: Orbitanın inferior kenarının en alt noktasıdır.
5. A noktası: Spina nasalis anterior'dan üst kesici dişe uzanan kemik konkavitesinin en derin noktasıdır.
6. B noktası: Alt kesici dişten çene ucuna uzanan kemik konkavitesinin en derin noktasıdır.
7. Gnathion noktası: Mandibular simfizinin dış konturu üzerindeki en ileri ve en alt noktadır.
8. Menton noktası: Mandibular simfizinin dış konturu üzerindeki en alt noktadır.
9. Pogonion noktası: Mandibular simfizinin dış konturu üzerindeki en ileri noktadır.
10. Gonion noktası: Ramus mandibulanın arka kenarına ve korpus mandibulanın alt kenarına çizilen teğetlerin oluşturduğu açının açısı ortayının alt çene kemiğinin dış sınırını kestiği noktadır.
11. Basion noktası: Basis occipitalisin iki yanını sınırlayan endokranial ve ekzokranial yüzlerin birleşim yerinde, norma lateraliste en alt ve en arka noktadır.
12. Artikular nokta: Ramusun posterior kenarı ile posterior kranial kaidenin (occipital kemik) inferior sınırının kesişim noktasıdır.
13. Pterigoid nokta: Foramen rotundum'un alt kenarı ile pterygoid maksiller fossanın kesişim noktasıdır. Pterygomaksiller fossanın en superior ve posterior noktası
14. Xi noktası: Mandibula ramusunun merkezidir
15. Ans noktası: anterior nasal spinanın en ön noktası
16. Pns noktası: sert damağın en arka noktası
17. Sigmoid notch: kondil ve processus coronoideusun orta en derin noktası
18. CC noktası: Basion-Nasion düzlemi ile yüz düzleminin (Nasion-pogonion) kesişme noktasıdır
19. Üst keser labial gingival sınır: üst keser dişin labial gingival sınırının en sagittal noktası
20. Üst keser ucu: üst keser dişin insizal ucu

21. Üst keser apex:üst keser dişin kök ucu
22. Üst keser palaninal gingival sınır :üst keser dişin palatinal bölgedeki dişeti sınırı
23. Alt keser labial gingival sınır: alt keser dişin labial gingival sınırının en sagittal noktası
24. Alt keser ucu: alt keser dişin insizal ucu
25. Alt keser apex: alt keser dişin kök ucu
26. Alt keser lingual gingival sınır: alt keser dişin lingual bölgedeki dişeti sınırı

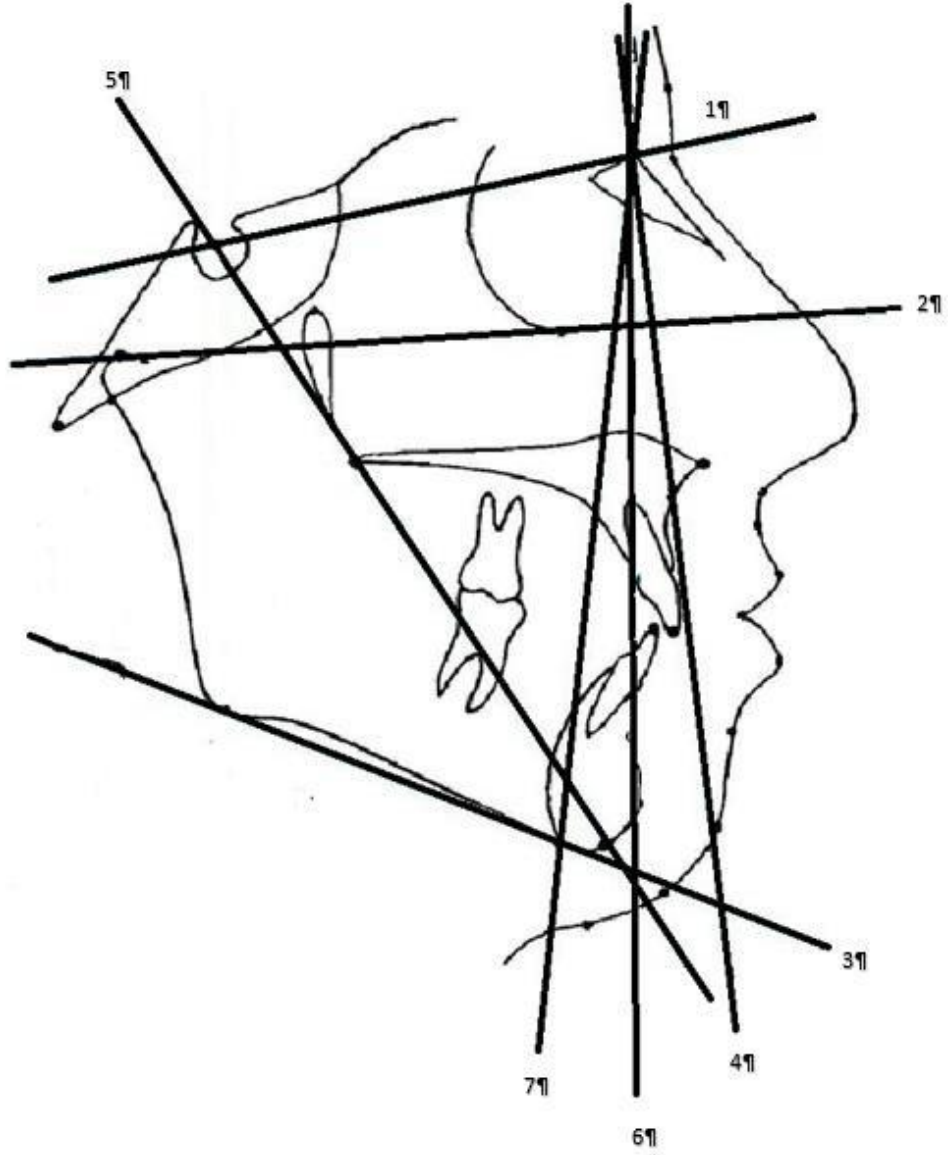


Şekil 3.4. Çalışmamızda kullanılan sefalometrik referans noktaları.

3.2.3. Lateral Sefalometrik Analizde Kullanılan Açılar ve Mesafeler

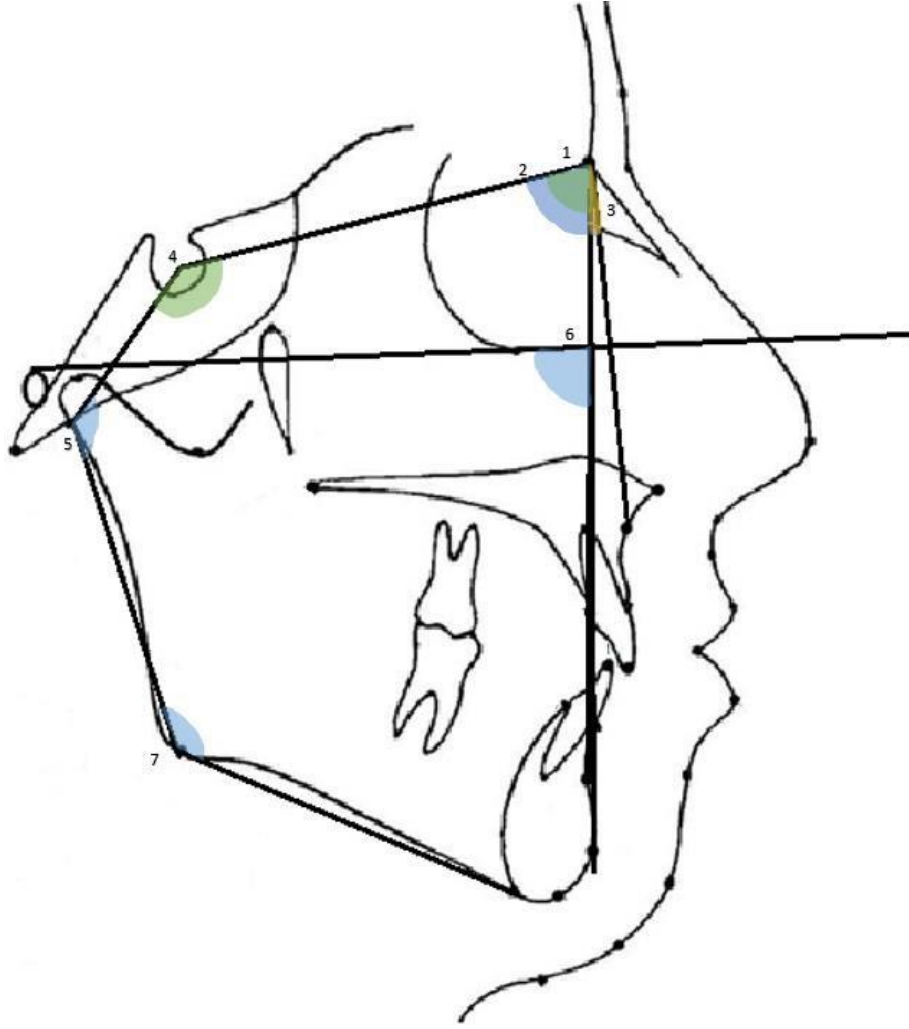
1. SNA açısı (80°): Sella-Nasion ve Nasion-A noktası doğrularının oluşturduğu açı
2. SNB açısı(78°):Sella-Nasion(SN) ve Nasion-B noktası doğrularının oluşturduğu açı
3. ANB açısı(2°):Nasion-A ve Nasion-B (NB)doğruları arasında yer alan açıdır
4. Saddle açısı(123°):SNdoğrusu ile sella ve articulare noktalarından geçen doğru arasında oluşan açıdır.
5. Artiküler açı(143°):Sella ve articulare noktalarından geçen doğru ile articulare ve gonion noktalarından geçen doğru arasında oluşan açıdır.

6. Gonial açı(130°): Articulare ve gonion noktalarından geçen doğru ile gonion ve menton noktalarından geçen doğru arasında oluşan açıdır.
7. Go-Gn-SN açısı(32°):Sella-Nasion ile Gonion-Gnathion doğruları arasındaki açıdır
8. FMA açısı(25°): Frankfurt Horizontal(FH) düzlemi ile mandibular düzlem arasındaki açı
9. Üst keser -SN(103°) açısı:Üst keser aksı ile SN doğruları arasındaki açı
10. Üst keser-FH(112°) açısı:Üst keser aksı ile FH düzlemi arasındaki açı
11. Üst keser- NA mesafesi(4mm) :Üst keser dışın NA doğrusunda olan uzaklığıdır
12. Üst keser NA açısı
13. IMPA açısı(90°):alt keser diş uzun aksı ile mandibular düzlem arasındaki açı
14. FMIA açısı(65°):alt keser diş uzun aksı ile Frankfurt Horizontal düzlemi arasındaki açı
15. Alt keser NB açısı(25°):Alt keser uzun aksı ile NB doğruları arasında kalan açı
16. Alt keser NB mesafesi(4mm):Alt keser dışın NB doğrusuna olan uzaklığıdır.
17. Yüz derinliği(88°):Yüz düzlemi (nasion-pogonion) ile Frankfurt Horizontal düzlemi arasındaki açıdır.
18. Yüz ekseni(90°):Yüz ekseni ile Basion-Nasion doğruları arasındaki açıdır
19. Konik açı(67°):Mandibular düzlem ile yüz düzlemi arasında kalan açıdır.
20. Mandibular düzlem (25°):Mandibular düzlem ile Frankfurt Horizontal düzlemi arasındaki açıdır.
21. Mandibular ark açısı (27°):Mandibulanın kondil ve korpus eksenleri arasında yer alan açıdır.
22. Anterior kranial uzunluk (58mm)Sella-Nasion uzaklığı ile ölçülür
23. Korpus uzunluğu (65mm):Xi- pogonion uzunluğu ile belirlenir.
24. Posterior kranial uzunluk : Artikülare noktası ve Sella noktası arasındaki mesafe
25. Efektif maksiller uzunluk(42mm):condilyon A noktası arasındaki uzunluk
26. Efektif mandibular uzunluk:condilyon Pogoion arasındaki uzunluk
27. Ramus uzunluğu(41mm):Artikülare noktası ile Gonion noktası arası mesafe
28. Maksilla derinliği:(90°)Nasion- A noktası düzleminin Frankfurt Horizontal düzlemi ile yaptığı açıdır.



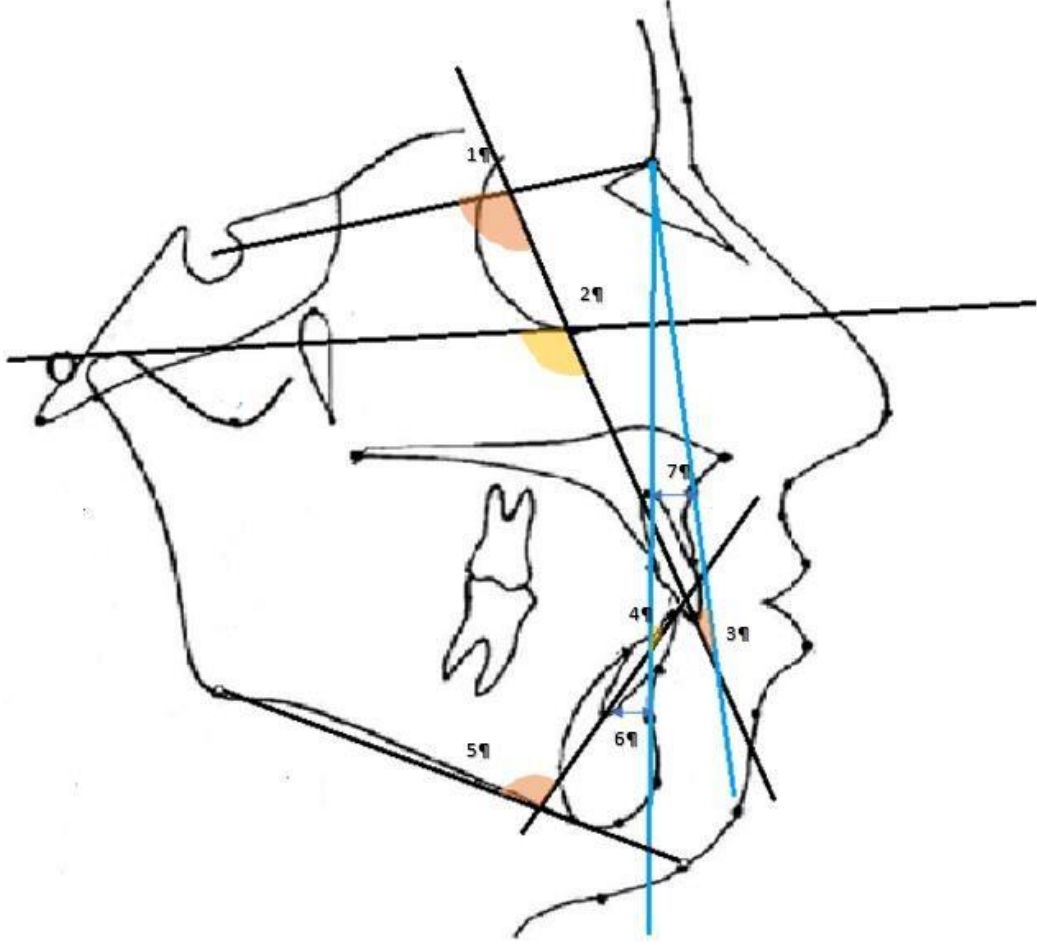
Şekil 3.5. Çalışmamızda kullanılan doğru ve düzlemler.

1.SN (ön kafa kaidesi), 2. FH(Frankfurt horizontal düzlemi), 3. Go-Me(mandibuler düzlem), 4. NA doğrusu, 5. S-Gn(Y eksen), 6. NB doğrusu, 7. N-Me(ön yüz yüksekliği)



Şekil 3.6. Çalışmamızda kullanılan bazı açısal ölçümler.

1.SNA°, 2.SNB°, 3. ANB°, 4. Saddle°, 5. Artiküler°, 6. Yüz Derinliği°, 7. Gonial°



Şekil 3.7. Çalışmamızda kullanılan bazı açısal ve doğrusal ölçümler.

1. U1-FH°, 2. U1-SN°, 3. U1-NA°, 4. L1-NB°, 5. IMPA°, 6. L1-NB mesafesi 7. U1-NA mesafesi

3.3. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemleri olarak sayı, yüzde, ortalama, standart sapma kullanılmıştır. Müdahaleli ölçüm ve yapay zeka arasındaki uyumu belirlemek üzere sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient) ICC kullanıldı. Ölçümler arası güvenilirliğin kabul edilebilir olması için ICC değerinin (sınıf içi korelasyon katsayısının) ,70 ve üzerinde olması gerekmektedir (Alpar 2014). Ölçümler arası fark tekrarlı ölçümler anova testi ile analiz edilmiştir. Farkların belirlenmesinde tamamlayıcı analiz olarak bonferroni testi kullanılmıştır.[97]

Gözlemci içi güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini değerlendirmek için rastgele

48 radyograf seçildi, bu sefalometrik radyografiler aynı araştırmacı tarafından Dolphin programı ile yapılan ilk ölçümden 10 gün sonra Dolphin programı ile tekrar çizildi. Sınıf içi korelasyon katsayısı ve yüzde %95 güven aralığı hesaplanarak gözlemci içi güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza dâhil edilen 188 radyograf üzerinde ölçülen 28 parametreye ait ölçüm değerlerinin tanımlayıcı istatistik bilgileri ve ölçüm değerlerinin karşılaştırılmalı sonuçları tablolar halinde verilmiştir. Karşılaştırmalar Yapay zekâ programı OrthoDx ölçümleri (OrthoDx), araştırmacı tarafından müdahale edilmiş yapay zekâ ölçümleri (müdahaleli OrthoDx) ve dijital sefalometrik analiz programı Dolphin programına ait sonuçlar (Dolphin) arasında yapılmıştır.

Hastaların dudak damak yarığı tipine göre 98'i (%52,1) tek taraflı dudak ve damak yarığı 84'ü (%44,7) çift taraflı dudak ve damak yarığı, 4'ü (%2,1) dudak ve alveol yarığı, 2'si (%1,1) izole yumuşak veya sert damak olarak dağılmaktadır. Hastaların “yaş” ortalaması $9,176 \pm 4,726$ (Min=2; Maks=34) olarak saptanmıştır. (Tablo 4.1.) 188 hastanın 73'ü kadın(%38,8) 115'i erkektir(%61,2).

Tablo 4. 1. Hastaların tanımlayıcı özelliklere göre dağılımı.

Örneklem	Frekans(n)	Yüzde (%)
1	98	52,1
2	84	44,7
3	4	2,1
4	2	1,1
Toplam	188	100
	Ort	Ss
Yaş	9,176	4,726

Ort: Ortalama, Ss: standart sapma

1: tek taraflı dudak ve damak yarığı

2: çift taraflı dudak ve damak yarığı

3: dudak ve alveol yarığı

4: izole sert veya yumuşak damak yarığı

Gözlemci içi güvenilirliğin ve tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesinde ölçümler arasında sınıf içi korelasyon katsayısı bütün değişkenler için uyum göstermiştir. Eşleştirilmiş iki örnek testinin parametrik olmayan halinin Wilcoxon testi sonucunda ölçümler arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (%95 güven düzeyinde).

Kalan tüm değerler için üç veri grubunda araştırmacının dolphin programında ölçtüğü değerler ile yapay zeka programı OrthoDx programının ölçümleri arasında anlamlı fark gözlenmiştir. Ölçümler arasındaki uyumu belirlemek için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır. ICC değeri $< 0,70$, zayıf uyum olarak kabul edilirken, $0,70$ ile $0,90$ arasındaki bir ICC değeri iyi uyum olarak kabul edildi. Uyum, ICC değeri $> 0,90$ elde edildiğinde mükemmel olarak derecelendirildi.

Tablo 4.2. Gözlemci içi sınıf içi korelasyon katsayısı.

	SKK	Alt Sınır	Üst Sınır
Ön Kafa Kaidesi Uzunluğu	,840c	0,712	0,911
Arka Kafa Kaidesi Uzunluğu	,744c	0,539	0,858
Efektif Maksilla Uzunluğu	,818c	0,671	0,899
Efektif Mandibula Uzunluğu	,856c	0,741	0,920
Ramus Yüksekliği	,917c	0,850	0,954
SNA	,732c	0,517	0,851
SNB	,792c	0,626	0,885
ANB	,786c	0,614	0,881
Saddle Açısı	,801c	0,642	0,889
Artiküler Aç	,813c	0,663	0,896
Gonial Aç	,693c	0,447	0,829
GoGnSN	,824c	0,683	0,902
FMA	,809c	0,657	0,894
U1-FH	,874c	0,774	0,930
U1-SN	,846c	0,724	0,914
U1-NA	,872c	0,770	0,929
U1-NA (mm)	,827c	0,690	0,904
IMPA	,697c	0,456	0,831
FMIA	,723c	0,500	0,846
L1-NB	,832c	0,697	0,907
L1-NB (mm)	,728c	0,510	0,849
Yüz Derinliği	,792c	0,627	0,884
Yüz Eksen	,865c	0,757	0,925
Konik Aç	,879c	0,783	0,933
Mandibular Ark Açısı	,717c	0,490	0,842
Mandibular Düzlem Açısı	,795c	0,631	0,886
Korpus Uzunluğu	,961c	0,929	0,978
Maksilla Derinliği	,716c	0,490	0,842

SKK:Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

4.1. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısına Göre Uyumlu İskeletsel ve Dental Bulgular

Tablo 4.3. İskeletsel ve dişsel parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve ölçümler arası karşılaştırmalı sonuçlar.

	Araştırmacı müdahaleli	OrtdoDX	Dolphin	P	Bonferonni	ICC (95%)
Ön kafa kaidesi uzunluğu	60,86(4,50)	61,33(6,50)	61,52(4,97)	0,197		0,789(0,730-0,836)
Arka kafa kaidesi uzunluğu	28,094(3,54)	28,259(4,01)	28,947(4,14)	0,006	1<3; 2<3	0,827(0,779-0,866)
Efektif Maksilla uzunluğu	44,871(6,54)	50,005(8,50)	41,631(5,30)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,733(0,659-0,793)
SNA Açısı	77,582(5,29)	76,692(4,98)	77,58(5,74)	<0,001	1>2; 2<3	0,942(0,926-0,955)
Maksilla Derinliği	86,309(5,06)	85,719(5,01)	87,2(5,25)	<0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,92(0,897-0,938)
Efektif Mandibula Uzunluğu	62,988(8,24)	60,849(10,37)	65,487(9,51)	<0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,722(0,645-0,784)
Ramus Yüksekliği	35,69(6,47)	36,957(7,61)	36,122(6,24)	0,024	1<2	0,823(0,774-0,863)
SNB Açısı	74,769(7,78)	74,212(7,89)	74,975(7,85)	0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,984(0,979-0,987)
Mandibular Ark Açısı	24,469(9,64)	18,317(4,60)	29,473(10,88)	<0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,752(0,683-0,807)
Mandibular Düzlem Açısı	21,107(6,18)	20,887(5,69)	21,115(6,26)	0,645		0,875(0,840-0,903)
Korpus Uzunluğu	59,02(8,24)	57,725(7,46)	61,892(9,33)	<0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,885(0,854-0,911)
ANB Açısı	3,092(10,49)	2,631(10,44)	2,821(10,40)	0,064		0,99(0,987-0,992)
Saddle Açısı	123,036(11,69)	126,401(6,41)	123,31(7,43)	<0,001	1<2; 2>3	0,736(0,664-0,796)
Artiküler Açı	143,362(8,42)	140,734(7,33)	143,102(9,19)	<0,001	1>2; 2<3	0,88(0,847-0,907)
Gonial Açı	126,446(10,32)	129,619(9,78)	123,668(10,45)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,946(0,931-0,958)
GoGnSN Açısı	34,172(5,86)	34,437(5,84)	34,797(6,25)	0,024	1<3	0,952(0,939-0,963)
FMA Açısı	28,516(8,38)	28,496(8,48)	28,029(8,16)	0,123		0,967(0,958-0,975)
U1-NA Açısı	-1,124(19,06)	9,94(15,98)	-3,207(22,65)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,853(0,812-0,886)
U1-SN Açısı	75,546(18,51)	85,688(14,93)	73,567(21,61)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,849(0,807-0,883)

Tablo 4.3. (Devam) İskeletsel ve dişsel parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve ölçümler arası karşılaştırmalı sonuçlar.

	Araştırmacı müdahaleli	OrtdoDX	Dolphin			
				P	Bonferonni	ICC (95%)
U1-NA Mesafesi	-1,957(5,77)	0,408(5,23)	-3,302(5,34)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,81(0,757-0,853)
U1- FH Açısı	84,723(17,62)	95,331(13,31)	83,757(20,41)	<0,001	1<2; 2>3	0,825(0,777-0,864)
IMPA Açısı	87,983(6,98)	90,059(6,24)	85,245(7,06)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,700(0,617-0,768)
FMIA Açısı	64,331(8,24)	62,363(7,84)	66,81(8,64)	<0,001	1<3; 1>2; 2<3	0,937(0,920-0,951)
L1-NB Mesafesi	2,361(1,88)	2,432(2,04)	2,294(2,02)	0,331		0,917(0,894-0,936)
L1-NB Açısı	18,767(6,84)	21,136(6,42)	17,902(7,01)	<0,001	1<2; 1>3; 2>3	0,931(0,911-0,946)

Ön kafa kaidesi uzunluğu, L1-NB mesafesi, FMA Açısı, ANB Açısı, Mandibular düzlem açısı ölçümleri gruplar arasında anlamlı fark göstermemiştir ($p < 0,05$). Araştırmacı müdahaleli Orthodx ölçümleri, müdahalesiz Orthodx ölçümleri, Dolphin ölçümleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

Arka kafa kaidesi uzunluğu için Dolphin ölçümlerine göre, araştırmacı müdahaleli OrthoDx ve OrthoDx ölçümleri arasında anlamlı fark görülmüştür. ($p < 0,05$). Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümleri, OrthoDx ölçümleri, Dolphin ölçümleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

SNA Açısı, Saddle Açısı, Artiküler Açısı, U1-FH Açısı ölçümleri için OrthoDx ölçümlerine göre Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümleri ve Dolphin ölçümleri arasındaki fark anlamlıdır ($p < 0,05$). Tüm bu parametreler için üç ölçüm arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

Ramus yüksekliği değerinde Araştırmacı müdahaleli ve müdahalesiz OrthoDx ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Tüm Ramus Yüksekliği ölçümleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

GoGnSN açısı değeri için Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx programı ölçümleri ile dolphin ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$) Tüm GoGnSN açısı ölçümleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

Gonial Açısı, Efektif Maksilla uzunluğu, U1-NA açısı, U1-SN açısı, U1-NA mesafesi, IMPA, L1-NB açısı değerleri ölçümleri incelendiğinde araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümlerine göre OrthoDx ve Dolphin ölçümleri arasında anlamlı fark görülmüştür. Dolphin ölçümleri ile OrthoDx ölçümleri arasında da fark anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$). Tüm bu parametre ölçümleri arasında mükemmel uyumun olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3)

Efektif Mandibula uzunluğu, SNB açısı, Mandibular ark açısı, Korpus uzunluğu, FMIA açısı, Maksilla derinliği ölçüm değerleri incelendiğinde Dolphin ölçümlerine göre Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümleri ve OrthoDx ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümlerine göre OrthoDx ölçümlerinde istatistiksel anlamlı fark görülmüştür. ($p < 0,05$). Tüm bu parametre ölçümleri arasında

mükemmel uyum olduğu saptanmıştır.(Tablo 4.3)

4.2. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısına Göre Uyum Göstermeyen Bulgular

4.2.1. Yüz Derinliği Ölçümleri

Yüz derinliği değeri için OrthoDx ölçümleri ile Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ve Dolphin ölçümleri arasında fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Yüz Derinliği değerlerinde 3 ölçüm arasında uyum olmadığı belirlenmiştir. (Tablo 4.4)

Tablo 4.4. Yüz derinliği ölçümleri.

	Ort	Ss	ICC	%95 Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Araştırmacı müdahaleli OrthoDx	74,303	10,520	0,124	-0,118	0,320
OrthoDx	84,578	4,464			
Dolphin	69,622	47,168			
p	0,000				
Bonferroni	1<2; 2>3				

Ort: Ortalama, Ss: standart sapma ICC:Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

4.2.2. Yüz Aksı Ölçümleri

Yüz aksı ölçümleri kıyaslandığında Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümleri ile OrthoDx ölçümleri ve Dolphin ölçümleri arasında anlamlı fark gözlenmiştir. ($p<0,05$). Tüm Yüz Aksı değerlerinde 3 ölçüm arasında uyum olmadığı belirlenmiştir.(Tablo 4.5)

Tablo 4.5. Yüz aksı ölçümleri.

	Ort	Ss	ICC	%95 Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Araştırmacı müdahaleli OrthoDx	89,591	4,290	0,224	-1,832	-0,721
OrthoDx	91,321	4,653			
Dolphin	90,421	4,712			
p	0,009				
Bonferroni	1<2,3				

Ort: Ortalama, Ss: standart sapma ICC:Sınıf İçi Korelasyon Kat

4.2.3. Konik Açı Ölçümleri

Konik açı değeri OrthoDx ölçümleri, Araştırmacı müdahalesi sonrası elde edilen OrthoDx ölçümleri ve Dolphin ölçümleri arasında anlamlı fark göstermiştir ($p<0,05$). Tüm Konik Açı ölçümlerinde uyum olmadığı saptanmıştır. (Tablo 4.6)

Tablo 4.6. Konik açı ölçümleri.

	Ort	Ss	ICC	%95 Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Araştırmacı müdahaleli OrthoDx	69,318	4,679	0,359	-0,735	-0,054
OrthoDx	72,275	4,727			
Dolphin	66,720	4,525			
p	0,000				
Bonferroni	1<2; 1>3; 2>3				

Ort: Ortalama, Ss: standart sapma ICC :Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacı

Dudak ve damak yarıklı bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla üst çene ön bölgesinde genellikle kemik ve yumuşak doku hasarı mevcuttur. DDY hastaları yarık tipi ve yarık şiddetine göre dental ark formunda anormallikler, diş eksiklikleri, dental anomaliler, maloklüzyonlar, yüz deformitesi, burun ve dudak şekil bozuklukları, transvers, sagittal, vertikal yönlerde olmak üzere üç boyutlu maksilla deformitesi, çiğneme ve konuşma disfonksiyonu ile karakterize edilir. Bu sebeplerin sonucu olarak dudak damak yarıklı hastaların hem yüz estetiği hem de yutkunma, çiğneme, konuşma gibi fonksiyonları kötü etkilenmektedir. DDY’li hasta grubunda yaşam kalitesinin ve estetiğin azalmasına bağlı psikolojik ve sosyal problemleri de beraberinde getirmektedir. Orta yüz gelişim geriliğinin bu hasta popülasyonunda yaygın olarak bulunduğu belirtilmiş ve çok sayıda çalışmada rapor edilmiştir.[88, 93, 95, 96]

İskeletsel olarak üst çene bölgesi etkilendiği için sefalometrik ölçümlerde en sık kullanılan referans noktalarından biri olan üst çene kemiği üzerindeki A noktası, ayrıca üst çenenin ön ve arka sınırını gösteren ANS ve PNS noktaları tespiti zorlaşmaktadır. Sağlıklı bireylerde yapılan yapay zeka sistemleri çalışmaları literatürde mevcuttur. Ancak en sık karşılaşılan gelişimsel kraniyofasiyal defekt olan dudak damak yarıklı popülasyonda kullanımı açısından ulusal bir tez çalışmasında bildirilen sınırlı sayıdaki DDY hasta grubu dışında literatürde kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.[98]

Son yıllarda ortodontik teşhis ve tanıda kullanılmak üzere insan beyninin işleyişini taklit etme ilkelerine dayanan yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bunlar ağırlıklı olarak yapay zeka (AI) teknolojilerine dayanmaktadır. Yapay zeka teknolojisi, rasyonel düşünebilen ve hareket edebilen bir makine aracılığıyla insan zekasını taklit etmek olarak tanımlanabilir. Bu otomatikleştirilmiş teknolojiler, tanıyı tahmin etmek ve klinisyenlere tedavi planlamasında yardımcı olmak amacıyla kullanılmıştır. Uzman, daha iyi klinik karar verme için yapay zeka teknolojilerinden faydalanabilir. [99-103]

Bu çalışmanın amacı ortodontik popülasyonda zorlu bir hasta grubu olan dudak ve damak yarıklı hastalarda yapay zeka destekli sefalometrik ölçüm yapan OrthoDx ölçümleri ile araştırmacının belirlediği sefalometrik noktalara göre ölçüm yapan Dolphin programının ölçümlerini kıyaslamak ve DDY’li hastalarda bu yapay zeka

destekli sefalometrik ölçüm programının kullanılabilir olup olmadığına ışık tutmaktır.

5.2. Bireyler

Çalışmamızda tedavi için başvurmuş 1 başlangıç sefalometrik radyografisi bulunan 188 hasta dijital arşivden seçilmiştir. Ortalama yaş 9,17 (min 2-maks 34) yıldır. Hasta yaşları sefalometrik radyografinin alındığı tarih üzerinden hesaplanmıştır. Başlangıç radyografileri uygun görülen 188 hastanın %52,1 i tek taraflı dudak ve damak yarığı, %44,7 si çift taraflı dudak ve damak yarığı %2,1 i izole dudak ve alveol yarığı ve %1,1 i izole damak yarığına sahiptir.

Bu çalışma farklı dudak damak yarık tipleri arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için tasarlanmamıştır. Chaisrisookumporn ve ark[104] tek ve çift taraflı dudak ve damak yarıklı hastalarda sefalometrik ölçüm değerlerini norm değerleri ile kıyasladıkları çalışmada tek taraflı ve çift taraflı yetişkin tam yarık- dudak- damak yarıklı kişilerde iskelet ilişkileri arasında çok az fark olduğunu bulmuşlardır. Öncelikli farkın, üst dudak uzunluğu ve alt yüzdeki dikey orantısızlık ile olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızın amacı ddy'li bireylerin sefalometrik özelliklerini kıyaslamaktan ziyade yapay zeka destekli sefalometrik bir programın dudak damak yarıklarında sefalometrik analizde kullanılabilirliğini göstermek olduğundan örneklem sayısını küçültmemek adına bireyler yarık tiplerine göre ayrılmamıştır.

5.3. Yöntem

Daha önce yapılan araştırmalar, araştırmacılar arası hatanın araştırmacı içi hatadan daha çok olduğunu göstermiştir.[105-107] Bu tür bir hatayı önlemek için, bu çalışmadaki dijital ölçümler tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Tam otomatik sefalometrik ölçüm sistemleri deterministik olduğundan, yani aynı görüntü her seferinde aynı sonucu vereceğinden, bu çalışmada OrthoDx ölçümleri için gözlemci içi güvenilirliğe bakılmadı. Gözlemci içi güvenilirlik Dolphin ölçümlerinin aynı araştırmacı tarafından 10 gün sonra tekrarlanması ile değerlendirildi. Wilcoxon testi ve sınıf içi korelasyon ölçümlerine göre gözlemci içi güvenilirlik yüksek bulundu.

De Queiroz ve ark.[98] 2023 yılı Ocak ayında yayınladıkları bir meta analizde sefalometrik referans noktalarını tespit etmek için yapay zeka uygulamasına ilişkin mevcut literatürü heterojen bulmuşlardır. Yaptıkları derlemede, dijital görüntüleme

incelemelerinde sefalometrik referans noktalarını saptamak için yapay zekanın kullanımını değerlendirmişlerdir ve referans noktalarının manuel olarak belirlenen noktalar ile karşılaştıran çalışmaları incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yapay zeka algoritmaları kullanılarak yapılan ölçümler başarılı bulunmuştur ancak sefalometrik referans noktalarını belirlemek için bir altın standart eksikliğinin sınırlamalarının üstesinden gelmeyi amaçlayan daha ileri çalışmalar yapılması gerektiği sonucuna da varılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda 2 mm ve 2°den küçük farklar klinik olarak kabul edilebilir olarak değerlendirilir.[28, 105] Ancak De Querioz ve arkadaşları bu değerlendirme için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu görüşündedirler. Çalışmamızda sefalometrik referans noktası tespiti yerine dudak damak yarıklı bireylerde belirli sefalometrik açı ve mesafeleri değerlendirdik, literatürde bu konuda başka bir çalışma bulunmamaktadır. Literatürde CephX , CEFBOT ve WebCeph kullanılarak yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır[108-111]. Çalışmamızda dudak damak yarıklı bireylerde sefalometrik ölçümlerde yapay zeka programlarının güvenilirliğinin belirlenmesinde, OrthoDx programını kullanarak belirli sefalometrik açı ve mesafeleri değerlendirdik.

Phimentum firması tarafından yaratılan Ortho Dx sistemi, hasta görüntülerini ile röntgenleri yönetmek ve tüm verileri analiz etmek için harcanan zamanı azaltarak klinik verimliliği artırmak için tasarlanmıştır. OrthoDx, Ortodontik teşhis ve tedavi planlaması için gereken süreçleri otomatikleştirmek için son teknoloji Yapay Zeka algoritmalarını kullanan ve otomatik sefalometrik analiz yapan web tabanlı bir programdır.

5.4. Bulgular

Maksilla ve mandibulaya ait SNA ve SNB açıları, Yüz Derinliği açısı, Maksilla Derinliği açısı maksillomandibuler ilişkiyi gösteren ANB açısı, yüzün büyüme yönünün tespiti için FMA açısı GoGnSN açısı Saddle açısı Artiküler açı, Gonial açı, alt ve üst keser eğimlerinin belirlenmesi için IMPA , FMIA, L1-NB mesafesi L1-NB açısı, U1-SN, U1-FH ,U1-NA açısı , U1-NA mesafesi kullanılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre Arka kafa kaidesi uzunluğu, Efektif maksilla uzunluğu, Efektif mandibula uzunluğu, SNA açısı, SNB açısı, Saddle açısı, Artiküler açı, Gonial açı, U1-FH açısı, U1-SN açısı, U1-NA açısı, U1-NA mesafesi, FMIA açısı, IMPA açısı, L1-

NB açısı, Yüz derinliği, Maksilla derinliği, Yüz eksenini, Konik açı, Mandibular ark açısı, Korpus uzunluğu ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. OrthoDx programında referans noktalarının düzeltilmesinden sonra, araştırmacının Dolphin programı kullanarak elde ettiği verilere yaklaşılmıştır. Ön kafa kaidesi uzunluğu, ANB açısı, FMA açısı, L1-NB mesafesi, Mandibular düzlem açısı, GoGnSN açısı, Ramus yüksekliği ölçümleri için yapay zeka ve araştırmacı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Sınıf içi korelasyon katsayısına göre Ön kafa kaidesi uzunluğu, Arka kafa kaidesi uzunluğu, Efektif maksilla uzunluğu, Efektif mandibula uzunluğu, Saddle açısı, U1-FH açısı, U1-SN açısı, U1-NA mesafesi, IMPA açısı, L1-NB açısı, Mandibular ark açısı orta derecede uyum göstermiştir. SNA açısı, Artiküler açı, Gonial açı, U1-SN açısı, U1-NA açısı, FMIA açısı, L1-NB açısı, L1-NB mesafesi, Mandibular düzlem açısı, Korpus uzunluğu, Maksilla derinliği ölçümleri yapay zeka ile iyi derecede uyum göstermiştir. SNB açısı, ANB açısı, FMA açısı, GoGnSN açısı yapay zeka ile mükemmel uyum göstermiştir. Yüz derinliği, Yüz eksenini, Konik açı değerleri arasında düşük uyum göstermiştir.

Sınıf içi korelasyon katsayısı en yüksek çıkan ölçüm 0.99 ile ANB açısı olmuştur. SNB açısı 0.98 ile ANB açısından sonra en yüksek değeri almıştır. SNA açısı 0.94 ICC değeri ile nispeten daha düşük uyum göstermiştir. A noktası referans noktasının dudak ve damak yarıklı hastalarda tespitinin zorluğundan kaynaklanmış olabilir. U1-FH, U1-SN, U1-NA açısı ve U1-NA mesafesi ölçümleri araştırmacı müdahalesinden sonra araştırmacının Dolphin programı ölçüm değerlerine yaklaşmıştır. Bu sonuç da üst keser bölgesinin dudak ve damak yarıklı hastalarda üst keser konum ve morfolojisinden etkilenmiş olduğundan yapay zeka programının anterior bölgede referans noktalarının belirlemede zorluk yaşıyor olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Yüz derinliği, Yüz eksenini, Konik açı ölçümleri ve araştırmacı ölçümleri ve yapay zeka arasında sınıf içi korelasyon katsayısı düşük uyum göstermiştir. Ayrıca IMPA açısı için sınıf içi korelasyon katsayısı orta düzeyde uyum göstermiştir. Yapay zeka destekli sefalometrik analiz pogonion noktası ve çene ucunu ilgilendiren referans noktaları tespitinde nispeten başarısız olduğu düşünülebilir.

Meriç ve ark. [109] yapay zeka destekli CephNinja 3.51 programı ve Dolphin

programını kullanarak iskeletsel deformitesi bulunmayan hastalardan elde ettikleri 40 sefalogram üzerinde yaptıkları karşılaştırma çalışmasında U1-NA açısı, L1-NB açısı, L1-NB mesafesi, GoGnSN açısı değerleri için yapay zeka ile anlamlı fark bulmuşlardır. GoGnSN açısı ve L1-NB mesafesi ölçümleri bizim çalışmamızda da anlamlı fark göstermemiştir. SNA, SNB ve ANB açıları ölçümleri için anlamlı fark bulamamışlardır. Çalışmamızda dudak damak yarıklı bireylerde SNA ve SNB açısı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olsa da sınıf içi korelasyon katsayısına göre ölçümler arasında iyi uyum gözlenmiştir.

Kunz ve ark [112] CNN algoritması kullanarak kendi oluşturdukları yapay zeka destekli sefalomerik analiz programını sağlıklı 50 hastanın lateral sefalometrik radyografisinde kullanmışlardır. 12 parametre kullanarak hekim ölçümleri ile yapay zeka algoritmasını karşılaştırmışlardır. SNA açısı, SNB açısı, ANB açısı, Wits değeri, SN-PP açısı, SN-MeGo açısı, PP-MeGo açısı, yüz derinliği, U1-SN açısı, L1-MeGo açısı, L1-NP mesafesi ölçümlerini kıyaslamışlardır. Tüm parametreler için anlamlı fark bulamamışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak çalışmamızdaki dudak damak yarıklı bireylerde yüz derinliği ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuş ve düşük uyum gözlenmiştir.

Mahto ve ark.[111] sağlıklı bireylerden alınmış 30 sefalometrik radyografi kullanarak yaptıkları çalışmada WebCeph web tabanlı otomatik sefalometrik programını kullanmışlardır. 8 açısal ve 4 doğrusal olmak üzere toplam 12 parametreyi değerlendirmişlerdir. Tüm ölçümlerin karşılaştırılmasında sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değerini 0.75'in üzerinde ölçmüşlerdir. ANB açısı, FMA açısı, IMPA açısı, L1-MP açısı, LL – E mesafesi, L1 - NB mesafesi, L1 - NB açısı , SNGo-Gn açısı olmak üzere yedi parametre için ICC değerini 0,90'nın üzerinde elde etmişlerdir. UL -E mesafesi, U1 - NA mesafesi, SNA açısı, SNB açısı ve U1 - NA açısında 0,75 ile 0,90 arasında ICC değeri elde etmişlerdir. ANB açısı , FMA açısı, L1-NB mesafesi, GoGn-SN açısı ölçümleri çalışmamızda da 0.90'nın üzerinde ICC değeri göstermiştir. Çalışmamızda hasta grubumuz keser bölgesi değerlendirmesi daha zorlayıcı olan dudak damak yarıklı hastalar olmasına rağmen gruplar arasında üst keser eğimlerini gösteren ölçümlerin karşılaştırılmasında sağlıklı bireylerle benzer şekilde 0 ,75 ile 0,90 arasında ICC değeri gözlenmiştir. SNA ve SNB açısı ölçümlerine baktığımızda da bu çalışmada ölçümler arasındaki uyumu gösteren ICC değeri daha yüksek bulunmuştur.

Silva ve ark.[110] CEFBOT web tabanlı yapay zeka destekli otomatik sefalometrik ölçüm yapan programın ölçümlerini hekim ölçümleri ile kıyaslamışlardır. 66 referans noktası ve 10 sefalometrik açı ve mesafe ölçümlerini karşılaştırmışlardır.

Toplam 28 sağlıklı hastadan alınmış sefalometrik radyografiyi çalışmaya dahil etmişlerdir. Arnett'in yumuşak doku analizi sefalometrik noktalarını değerlendirmişlerdir. Glabella noktası tespiti hariç ICC değeri yüksek uyum göstermiştir. Bu çalışmada herhangi bir yumuşak doku ölçüm değeri kullanılmamıştır.

Tsolakis ve ark.[113] sağlıklı hastadan alınmış 100 sefalometrik radyografi kullanarak yaptıkları karşılaştırma çalışmasında Dolphin ve Artificial Intelligence CS imaging V8 software programlarını karşılaştırmışlardır. 16 açısal ve 2 düzlemsel ölçüm değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre SNA, SNB, ANB, SN-MP, U1-SN,

U1-NA, L1-MP ve L1-NB ölçümlerinde iki yöntem arasında anlamlı fark bulamamışlardır. FMA ve L1-MP ölçümleri için iki yöntem arasında anlamlı fark tespit etmişlerdir. Tüm ölçümler için, iki yöntem arasında yüksek bir sınıf içi korelasyon gözlemişlerdir. ANB açısı için sonuçları bizim çalışmamızla uyumludur. Çalışmamızda farklı olarak FMA açısı ölçümünde iki yöntem arasında anlamlı fark gözlemlenmedi.

SNA, SNB, U1-NA, L1-NB açıları ölçümlerinde çalışmamızda anlamlı fark görülmemiştir ancak yüksek korelasyon gözlenmiştir bu anlamda çalışmamız ile uyumludur.

Gaziantep üniversitesinde 2021 yapılan tez çalışmasında 30 dudak ve damak yarıklı hastada OrthoDx ve Dolphin programı kullanılarak sefalometrik nokta ve ölçüm karşılaştırması yapılmıştır. Fasiyal açı, Y aksı açısı, U1-NA (mm) değerlerinde anlamlı fark görmüşlerdir. OrthoDx programının ölçümlerini Dolphin programın ölçümleri ile karşılaştırdıklarında parametrelerin %95'inde uyumlu sonuç verdiğini görmüşlerdir. Sonuçları çalışmamız ile uyumludur.[115]

Kullandığımız bazı mesafe ve açı ölçümleri orijinal olarak OrthoDx tarafından sunulan önerilen yapay zeka yazılım analizleri listesinde olmadığını belirtmek önemlidir. Bu ölçüm değerlerinin OrthoDx platformuna dahil edilmesi araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Bu nedenle, OrthoDx programı U1-SN açısı, U1-FH açısı, FMA açısı ve FMIA açısı ölçümlerini gerçekleştirmek için hiçbir zaman eğitilmemişti. Buna rağmen FMA açısı hariç diğer parametreler istatistiksel olarak anlamlı fark gösterse de gruplar arası ölçümlerdeki sınıf içi korelasyon uyumlu çıkmıştır.

Yapay zeka, doğru yer tespiti, hızlı dijital sefalometrik analiz, klinik karar verme ve tedavi tahmini için yapay zeka özellikli bilgisayarlı programlama yazılımında kullanılabilecek gelişmiş bir teknoloji sağlar. Dentofasiyal deformite olan dudak ve damak yarığının sefalometrik değerlendirmesi ortodontistler ve ağız ve çene-yüz cerrahları için kritik bir adım olmaya devam etmektedir. Dudak ve damak yarığı olan çocuklarda yapay zeka, gelecekteki ortognatik cerrahi ihtiyacının sefalometrik belirteçlerini saptamaya yardımcı olabilir.[114]

Yapay zeka tabanlı bir yazılım kullanmanın bariz avantajlarından biri, son derece zaman kazandırabilmesidir. Bu çalışmada, 26 sefalometrik noktanın tanımlanması ve işaretlenmesi bir saniye kadar sürmektedir. Bu başarı, referans noktalarının hekim tarafından belirlendiği konvansiyonel dijital analiz programlarında elde edilemez.

Araştırmacı müdahalesi sonucu elde edilen çoğu ölçüm, araştırmacı ölçümlerine, müdahalesiz yapay zeka ölçümlerine göre daha yakındır. İnsan ve yapay zekanın hibrit olarak kullanılmasının hem zaman hem de sonuçların doğruluğu anlamında daha güvenilir olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın amacı, bir makinenin deneyimli profesyonellerin yerine geçebileceğini söylemek değil, yazılım tarafından gerçekleştirilen hızlı bir referans noktası tanımlamasından sonra, denetleyici hekimin tutarsızlıkları tespit etmesi ve gerekli düzeltmeleri yapması sonrası başarılı bir sefalometrik analizin hızlıca gerçekleştirilmesini sağlamaktır.

Kısacası ve metodolojinin sınırlamaları dahilinde, sonuçlarımız, yapay zeka tabanlı OrthoDx yazılımının mevcut sürümünde, yaptığımız analizine göre sefalometrik nokta tanımlama ve işaretleme için hekimin gözetiminde kullanılması şartıyla umut verici bir araç olduğunu göstermektedir. Ayrıca program bireysel analizlerin geliştirilmesinde, verilerin dışa kolayca aktarılmasında, hastaların fotoğraflarını ve radyografilerini depolamada kullanılabilir.

5.5. Limitasyonlar

Çalışmamızın limitasyonlarından biri dudak ve damak yarığı hasta grubunu yarık tipine göre ayrılmamış olmasıdır. Bilateral dudak ve damak yarığı grubu deformiteden daha çok etkilendiği için farklı yarık grupları arasında anlamlı bir fark

çıkabilir.

Dudak ve damak yarıklı hasta popülasyonunda özellikle üst dudak ve burun bölgeleri defektli olduğu için bu bölgelerdeki yumuşak doku referans noktalarını belirlemek zor olabilmektedir. Çalışmamızda herhangi bir yumuşak doku ölçümünün değerlendirilmemiş olması bu çalışmanın bir diğer limitasyonudur. Bu bağlamda yumuşak doku profilini değerlendiren çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

6. SONUÇLAR

1. OrthoDx programı ölçümü Dolphin ölçümü ile karşılaştırıldığında Dudak ve Damak Yarıklı hastalarda Yüz derinliği Açısı, Yüz Ekseni Açısı ve Konik aç ölçümleri için anlamlı fark göstermiş ve sınıf içi korelasyon katsayısında ölçümler arasında düşük uyum görülmüştür. Yapay zeka destekli bu programda çene ucunu ilgilendiren noktaların belirlenmesine yönelik iyileştirmelere ihtiyacı olduğu düşünülmektedir.
2. Ölçüm yapılan diğer parametrelerde Ön kafa kaidesi uzunluğu, FMA Açısı, ANB Açısı, Mandibular düzlem açısı, GnGoSN açısı, Ramus yüksekliği ve L1-NB mesafesi hariç anlamlı fark göstermemiştir. Ancak Arka kafa kaidesi uzunluğu, Efektif Maksilla uzunluğu, Maksillar derinlik ,SNA Açısı, SNB Açısı, Efektif Mandibula uzunluğu, Korpus uzunluğu, Mandibular düzlem açısı, U1-FH açısı, U1-SN açısı, U1-NA açısı, U1-NA mesafesi, FMIA açısı, IMPA açısı, L1-NB açısı, Saddle Açısı, Artiküler Açığı, Gonial Açığı dışındaki ölçümlerde anlamlı fark görülmesine rağmen sınıf içi korelasyon katsayısı iyi uyum göstermiştir. Bu parametreler için ölçümler arasında istatistiksel olarak fark görülmesine rağmen ölçüm değerlerinin birbirine yakınlığı nedeniyle klinik olarak anlamlı olduğu düşünülmemektedir.
3. OrthoDx yazılımının mevcut sürümünde, sefalometrik nokta tanımlama ve işaretleme için hekimin gözetiminde kullanılması şartıyla umut verici bir araç olduğu görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

1. Khanagar, S.B., et al., *Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry - A systematic review*. J Dent Sci, 2021. **16**(1): p. 508-522.
2. Khanagar, S.B., et al., *Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making - A systematic review*. Journal of Dental Sciences, 2021. **16**(1): p. 482-492.
3. Hwang, H.-W., et al., *Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human?* The Angle Orthodontist, 2020. **90**(1): p. 69-76.
4. Bongaarts, C.A., et al., *Identification of cephalometric landmarks in unilateral cleft lip and palate patients: are there alternatives for point A, ANS, and PNS?* The Cleft palate-craniofacial journal, 2008. **45**(1): p. 81-86.
5. Hans, M.G., J.M. Palomo, and M. Valiathan, *History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2015. **148**(6): p. 914-921.
6. Devereux, L., et al., *How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning?* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2011. **139**(2): p. e175-e181.
7. Proffit, W.R., et al., *Contemporary Orthodontics - E-Book*. 2018: Elsevier Health Sciences.
8. *Atlas of Craniofacial Growth*. 1979: University of Michigan Center for.
9. Popovich, F. and G.W. Thompson, *Craniofacial templates for orthodontic case analysis*. Am J Orthod, 1977. **71**(4): p. 406-20.
10. Broadbent, B.H. and W.H. Golden, *Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth*. 1975: Mosby.
11. Davies, J., *Radiographic cephalometry: from basics to 3D imaging, 2nd edition (2006)*. European Journal of Orthodontics, 2007. **29**(6): p. 660-660.
12. Jeon, S. and K.C. Lee, *Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network*. Prog Orthod, 2021. **22**(1): p. 14.
13. Kotuła, J., et al., *New Sagittal and Vertical Cephalometric Analysis Methods: A Systematic Review*. Diagnostics, 2022. **12**(7): p. 1723.
14. Nijkamp, P.G., et al., *The influence of cephalometrics on orthodontic treatment planning*. The European Journal of Orthodontics, 2008. **30**(6): p. 630-635.
15. Baccetti, T., L. Franchi, and J.A. McNamara Jr. *The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics*. in *Seminars in Orthodontics*. 2005. Elsevier.

16. Schellhas, K.P., M.A. Piper, and M.R. Omlie, *Facial skeleton remodeling due to temporomandibular joint degeneration: an imaging study of 100 patients*. CRANIO®, 1992. **10**(3): p. 248-259.
17. Schellhas, K.P., S.R. Pollei, and C.H. Wilkes, *Pediatric internal derangements of the temporomandibular joint: effect on facial development*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1993. **104**(1): p. 51-59.
18. Brand, J.W., et al., *Lateral cephalometric analysis of skeletal patterns in patients with and without internal derangement of the temporomandibular joint*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1995. **107**(2): p. 121-128.
19. Nebbe, B., P. Major, and N. Prasad, *Male adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: part II*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 1999. **116**(3): p. 301-307.
20. Gidarakou, I.K., et al., *Comparison of skeletal and dental morphology in asymptomatic volunteers and symptomatic patients with bilateral disk displacement with reduction*. The Angle orthodontist, 2002. **72**(6): p. 541-546.
21. Ahn, S.-J., T.-W. Kim, and D.-S. Nahm, *Cephalometric keys to internal derangement of temporomandibular joint in women with Class II malocclusions*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2004. **126**(4): p. 485-493.
22. Byun, E.-S., S.-J. Ahn, and T.-W. Kim, *Relationship between internal derangement of the temporomandibular joint and dentofacial morphology in women with anterior open bite*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2005. **128**(1): p. 87-95.
23. Ahn, S.-J., S.-P. Lee, and D.-S. Nahm, *Relationship between temporomandibular joint internal derangement and facial asymmetry in women*. American Journal of Orthodontics and dentofacial orthopedics, 2005. **128**(5): p. 583-591.
24. Arnett, G.W. and R.T. Bergman, *Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1993. **103**(4): p. 299-312.
25. Jacobson, A. *Radiographic Cephalometry: From Basics to 3-d Imaging*. 2006.
26. Forsyth, D.B., W.C. Shaw, and S. Richmond, *Digital imaging of cephalometric radiography, Part 1: Advantages and limitations of digital imaging*. Angle Orthod, 1996. **66**(1): p. 37-42.
27. Jackson, P.H., G.C. Dickson, and D.J. Birnie, *Digital image processing of cephalometric radiographs: a preliminary report*. Br J Orthod, 1985. **12**(3): p. 122-32.
28. Chen, Y.J., et al., *The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry*. Angle Orthod, 2004. **74**(2): p. 155-61.

29. Baumrind, S. and D.M. Miller, *Computer-aided head film analysis: the University of California San Francisco method*. Am J Orthod, 1980. **78**(1): p. 41-65.
30. Doll, G.M., et al., *Reliability and validity of the Digigraph 100 in orthodontic diagnosis*. J Orofac Orthop, 2001. **62**(2): p. 116-32.
31. Hing, N.R., *The accuracy of computer generated prediction tracings*. Int J Oral Maxillofac Surg, 1989. **18**(3): p. 148-51.
32. Lowey, M.N., *The development of a new method of cephalometric and study cast mensuration with a computer controlled, video image capture system: Part I*. Br J Orthod, 1993. **20**(3): p. 203-14.
33. Nagasaka, S., T. Fujimura, and K. Segoshi, *Development of a non-radiographic cephalometric system*. Eur J Orthod, 2003. **25**(1): p. 77-85.
34. Oliver, R.G., *Cephalometric analysis comparing five different methods*. Br J Orthod, 1991. **18**(4): p. 277-83.
35. Power, G., et al., *Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2005. **34**(6): p. 619-26.
36. Richardson, A., *A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis*. Eur J Orthod, 1981. **3**(1): p. 15-20.
37. Sandler, P.J., *Reproducibility of cephalometric measurements*. Br J Orthod, 1988. **15**(2): p. 105-10.
38. Aharon, P.A., S. Eisig, and G.J. Cisneros, *Surgical prediction reliability: a comparison of two computer software systems*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1997. **12**(1): p. 65-78.
39. Kim, H., et al., *Web-based fully automated cephalometric analysis by deep learning*. Computer methods and programs in biomedicine, 2020. **194**: p. 105513.
40. Rj, S., *Artificial intelligence: In modern dentistry*. Journal of Dental Research and Review, 2020. **7**.
41. Tang, A., et al., *Canadian Association of Radiologists White Paper on Artificial Intelligence in Radiology*. Can Assoc Radiol J, 2018. **69**(2): p. 120-135.
42. Houston, W.J., et al., *Sources of error in measurements from cephalometric radiographs*. Eur J Orthod, 1986. **8**(3): p. 149-51.
43. Alam, M.K. and A.A. Alfawzan, *Evaluation of Sella Turcica Bridging and Morphology in Different Types of Cleft Patients*. Front Cell Dev Biol, 2020. **8**: p. 656.
44. Murata, S., et al., *Towards a Fully Automated Diagnostic System for Orthodontic Treatment in Dentistry*. 2017. 1-8.
45. Dreyer, K.J. and J.R. Geis, *When Machines Think: Radiology's Next Frontier*. Radiology, 2017. **285**(3): p. 713-718.

46. Lee, J.H., et al., *Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm*. J Dent, 2018. **77**: p. 106-111.
47. Leonardi, R., et al., *Automatic cephalometric analysis*. Angle Orthod, 2008. **78**(1): p. 145-51.
48. Cohen, A.M., H.H. Ip, and A.D. Linney, *A preliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis*. Br J Orthod, 1984. **11**(3): p. 143-54.
49. 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.
50. Vellino, A., *Artificial intelligence: The very idea: J. Haugeland, (MIT Press, Cambridge, MA, 1985); 287 pp*. Artificial Intelligence, 1986. **29**: p. 349–353.
51. Subramanian, A.K., et al., *Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence-A Comprehensive Review*. BioMed research international, 2022. **2022**: p. 1880113-1880113.
52. Bishop, C.M., *Pattern Recognition and Machine Learning: All "just the Facts 101" Material*. 2013: Springer (India) Private Limited.
53. 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.
54. Brownlee, J., *How do convolutional layers work in deep learning neural networks*. Machine Learning Mastery, 2019. **17**.
55. Talaat, S., et al., *Improving the accuracy of publicly available search engines in recognizing and classifying dental visual assets using convolutional neural networks*. Int J Comput Dent, 2020. **23**(3): p. 211-218.
56. Haykin, S., *Redes neurais: princípios e prática*. 2001: Bookman Editora.
57. 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**(1): p. 57-70.
58. Bulatova, G., et al., *Assessment of automatic cephalometric landmark identification using artificial intelligence*. Orthodontics & Craniofacial Research, 2021. **24**: p. 37-42.
59. Redmon, J., et al. *You only look once: Unified, real-time object detection*. in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2016.
60. Park, J.-H., et al., *Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1—Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD*. The Angle Orthodontist, 2019. **89**(6): p. 903-909.
61. 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.

62. Han, M.D., et al., *Three-dimensional cephalometric analysis of the maxilla: Analysis of new landmarks*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2019. **156**(3): p. 337-344.
63. Gritli-Linde, A., *The etiopathogenesis of cleft lip and cleft palate: usefulness and caveats of mouse models*. Curr Top Dev Biol, 2008. **84**: p. 37-138.
64. Huddart, A. and R. Bodenham, *The evaluation of arch form and occlusion in unilateral cleft palate subjects*. The Cleft palate journal, 1972. **9**(3): p. 194-209.
65. WB, M.P.A.D.C., et al., *Strasberg SM Meakins JL Ashby D Black N Bunker J Burton M Campbell M Chalkidou K Chalmers I de Leval M Deeks J Ergina PL Grant A Gray M Greenhalgh R Jenicek M Kehoe S Lilford R Littlejohns P Loke Y Madhock R McPherson K Meakins J Rothwell P Summerskill B Taggart D Tekkis P Thompson M Treasure T Trohler U Vandenbroucke J; Balliol Collaboration. No surgical innovation without evaluation: the IDEAL recommendations*. Lancet, 2009. **374**(9695): p. 1105-12.
66. Qureshi, W.A., S. Beiraghi, and V. Leon-Salazar, *Dental anomalies associated with unilateral and bilateral cleft lip and palate*. Journal of dentistry for Children, 2012. **79**(2): p. 69-73.
67. Kraus, B.S., R.E. Jordan, and S. Pruzansky, *Dental abnormalities in the deciduous and permanent dentitions of individuals with cleft lip and palate*. Journal of dental research, 1966. **45**(6): p. 1736-1746.
68. Dixon, D., *Defects of structure and formation of the teeth in persons with cleft palate and the effect of reparative surgery on the dental tissues*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 1968. **25**(3): p. 435-446.
69. Hovorakova, M., et al., *Origin of the deciduous upper lateral incisor and its clinical aspects*. Journal of dental research, 2006. **85**(2): p. 167-171.
70. Hansen, K. and M. Mehdinia, *Isolated soft tissue cleft lip: the influence on the nasal cavity and supernumerary laterals*. The Cleft palate-craniofacial journal, 2002. **39**(3): p. 322-326.
71. Vieira, A., *Oral clefts and syndromic forms of tooth agenesis as models for genetics of isolated tooth agenesis*. Journal of Dental Research, 2003. **82**(3): p. 162-165.
72. Sivertsen, Å., et al., *Prevalence of major anatomic variations in oral clefts*. Plastic and reconstructive surgery, 2008. **121**(2): p. 587-595.
73. Bernheim, N., et al., *Embryology and epidemiology of cleft lip and palate*. B ENT, 2006. **2**: p. 11-19.
74. Kirschner, R.E. and D. LaRossa, *Cleft lip and palate*. Otolaryngologic Clinics of North America, 2000. **33**(6): p. 1191-1215.
75. Bender, P.L., *Genetics of cleft lip and palate*. Journal of pediatric nursing, 2000. **15**(4): p. 242-249.
76. Allori, A.C., et al., *Classification of cleft lip/palate: then and now*. The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 2017. **54**(2): p. 175-188.

77. Geneser, M.K. and V. Allareddy, 5 - *Cleft Lip and Palate*, in *Pediatric Dentistry (Sixth Edition)*, A.J. Nowak, et al., Editors. 2019, Elsevier: Philadelphia. p. 77-87.e2.
78. Davis, J.S. and H.P. Ritchie, *Classification of congenital clefts of the lip and palate: with a suggestion for recording these cases*. Journal of the American Medical Association, 1922. **79**(16): p. 1323-1327.
79. Brophy, T., *Cleft Lip and Palate*, Philadelphia: P. Blakiston's Son & Co, 1923.
80. Brophy, T.W., *Cleft palate and harelip procedures*. International Journal of Orthodontia and Oral Surgery (1919), 1921. **7**(6): p. 319-330.
81. Veau, V., *Division palatine: Anatomie—chirurgie phonétique*. By Victor Veau, *Chirurgien de l'Hôpital des Enfants assistés, with the collaboration of Mme. S. Borel*. Large 8vo. viii, with, 1931. **786**: p. 568.
82. Fogh-Andersen, P., *Epidemiology and etiology of clefts*. Birth Defects Orig Artic Ser, 1971. **7**(7): p. 50-3.
83. Kernahan, D.A. and R.B. Stark, *A new classification for cleft lip and cleft palate*. Plastic and Reconstructive Surgery, 1958. **22**(5): p. 435-441.
84. Harkins, C.S., et al., *A classification of cleft lip and cleft palate*. Plastic and Reconstructive Surgery, 1962. **29**(1): p. 31-39.
85. Broadbent, T., et al., *Report of the subcommittee on nomenclature and classification of clefts of lip, alveolus and palate and proposals for further activities*. Newsletter of the International Confederation of Plastic and Reconstructive Surgery [Monograph]. Excerpta Medica Foundation, Amsterdam, 1969.
86. Talmant, J., J. Deniaud, and M.-H. Nivet, *Ventilation fœtale, ventilation postnatale et morphogénèse*. L'Orthodontie Française, 2003. **74**(2): p. 147-200.
87. Akarsu-Guven, B., et al., *Growth-related changes of skeletal and upper-airway features in bilateral cleft lip and palate patients*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2015. **148**(4): p. 576-586.
88. Xu, Y., et al., *Cephalometric analysis of craniofacial morphology and growth in unrepaired isolated cleft palate patients*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2014. **42**(8): p. 1853-1860.
89. Ravi, M., *Oral and craniofacial characteristics of untreated adult unilateral cleft lip and palate individuals*. Journal of Health and Allied Sciences NU, 2012. **2**(03): p. 16-20.
90. Tinano, M.M., et al., *Base of the skull morphology and Class III malocclusion in patients with unilateral cleft lip and palate*. Dental press journal of orthodontics, 2015. **20**: p. 79-84.
91. Jahanbin, A., et al., *Comparative evaluation of cranial base and facial morphology of cleft lip and palate patients with normal individuals in cone beam computed tomography*. Journal of Craniofacial Surgery, 2015. **26**(3): p. 785-788.

92. Bishara, S.E., W.H. Olin, and C.J. Krause, *Cephalometric findings in two cases with unrepaired bilateral cleft lip and palate*. The Cleft palate journal, 1978. **15**(3): p. 233-238.
93. Khanna, R., et al., *Maxillo-mandibular relationship in untreated and surgically treated patients with unilateral complete cleft lip and palate: A cephalometric evaluation*. European Journal of Plastic Surgery, 2013. **36**(12): p. 739-748.
94. Capelozza Filho, L., et al., *Facial pattern of patients with post-foramen incisor cleft*. Dental Press Journal of Orthodontics, 2012. **17**: p. 35-42.
95. Corbo, M., et al., *Dentocraniofacial morphology of 21 patients with unilateral cleft lip and palate: a cephalometric study*. Cleft Palate Craniofac J, 2005. **42**(6): p. 618-24.
96. Ufuk Toygar, T., M. Okan Akçam, and A. Arman, *A cephalometric evaluation of lower lip in patients with unilateral cleft lip and palate*. The Cleft palate-craniofacial journal, 2004. **41**(5): p. 485-489.
97. Alpar, R., *Uygulamalı İstatistik ve Geçerlilik-Güvenirlilik: SPSS'de Çözümleme Adımları İle Birlikte, 3. Baskı*, Detay Yayıncılık, Ankara, 2014.
98. de Queiroz Tavares Borges Mesquita, G., et al., *Artificial Intelligence for Detecting Cephalometric Landmarks: A Systematic Review and Meta-analysis*. J Digit Imaging, 2023.
99. Nilsson, N.J. and N.J. Nilsson, *Artificial intelligence: a new synthesis*. 1998: Morgan Kaufmann.
100. Katne, T., et al., *Artificial intelligence: demystifying dentistry—the future and beyond*. Int J Contemp Med Surg Radiol, 2019. **4**(4): p. D6-D9.
101. Redelmeier, D.A. and E. Shafir, *Medical decision making in situations that offer multiple alternatives*. Jama, 1995. **273**(4): p. 302-305.
102. Luger, G.F. and A. William, *Stubblefield, WA, Artificial Intelligence*. 1993, New York, NY: Benjamin/Cummings.
103. Schaeffer, J., et al., *A world championship caliber checkers program*. Artificial Intelligence, 1992. **53**(2-3): p. 273-289.
104. Chairsisookumporn, N., J.P. Stella, and B.N. Epker, *Cephalometric profile evaluations in patients with cleft lip and palate*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 1995. **80**(2): p. 137-144.
105. Schulze, R.K.W., M.B. Gloede, and G.M. Doll, *Landmark identification on direct digital versus film-based cephalometric radiographs: a human skull study*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2002. **122**(6): p. 635-642.
106. Paixão, M.B., et al., *Comparative study between manual and digital cephalometric tracing using Dolphin Imaging software with lateral radiographs*. Dental Press Journal of Orthodontics, 2010. **15**: p. 123-130.
107. Lagravère, M.O., et al., *Intraexaminer and interexaminer reliabilities of landmark identification on digitized lateral cephalograms and formatted 3-*

- dimensional cone-beam computerized tomography images*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. **137**(5): p. 598-604.
108. Alqahtani, H., *Evaluation of an online website-based platform for cephalometric analysis*. Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 2020. **121**(1): p. 53-57.
109. Meriç, P. and J. Naoumova, *Web-based fully automated cephalometric analysis: comparisons between app-aided, computerized, and manual tracings*. Turkish journal of orthodontics, 2020. **33**(3): p. 142.
110. Silva, T.P., et al., *Artificial intelligence-based cephalometric landmark annotation and measurements according to Arnett's analysis: can we trust a bot to do that?* Dentomaxillofacial Radiology, 2022. **51**(6): p. 20200548.
111. Mahto, R.K., et al., *Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform*. BMC Oral Health, 2022. **22**(1): p. 1-8.
112. Kunz, F., et al., *Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network*. J Orofac Orthop, 2020. **81**(1): p. 52-68.
113. Tsolakis, I.A., et al., *Comparing a Fully Automated Cephalometric Tracing Method to a Manual Tracing Method for Orthodontic Diagnosis*. J Clin Med, 2022. **11**(22).
114. Huq, M.Z.U., et al., *Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate-A Systematic Review*. Int J Environ Res Public Health, 2022. **19**(17).
115. Gören,H.(2021) yapay zekâ algoritmasıyla gerçekleştirilen sefalometrik analizin bilgisayar destekli dijital sefalometrik analizle kıyaslaması (Tez No:688107) [Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi].Yök Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>