

Yapay Zekâ Algoritmasıyla Gerçekleştirilen Sefalometrik Analizlerin Güvenilirliği

Reliability of Cephalometric Analysis Performed with Artificial Intelligence Algorithm

Yasin HEZENCİ
Musa BULUT

<https://orcid.org/0000-0002-3701-3484>

<https://orcid.org/0000-0003-3624-566X>

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Bolu

Atf/Citation: Hezenci, Y., Bulut, M., (2024). Yapay Zekâ Algoritmasıyla Gerçekleştirilen Sefalometrik Analizlerin Güvenilirliği. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2024; 45_3, 141-146.

ÖZ

GİRİŞ ve AMAÇ: Çalışmamızın amacı, yapay zekâ ile elde edilen analiz sonuçlarının doğruluğunu belirlemek, zaman kazanımı ve kullanım kolaylığı açısından değerlendirmektir.

YÖNTEM ve GEREÇLER: Çalışmamızda rastgele seçilen 50 dijital sefalometrik radyografi incelendi. Bilgisayar destekli sefalometrik analizi temsilen Nemoceph ve yapay zekâ algoritması kullanan tam otomatik sefalometrik analizi temsilen WebCeph™ kullanıldı. Her bir sefalometrik görüntüden 12 açısal, 11 doğrusal olmak üzere 23 analiz ölçümü elde edildi. İki grubun karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem t testi kullanıldı. İki çizim yöntemi arasındaki korelasyon Sınıf içi korelasyon testi ile değerlendirildi.

BULGULAR: Bilgisayar destekli dijital çizim ölçümlerinin birinci ve ikinci ölçümler arasındaki kapa değerleri 0,828-0,990 arasında olduğu saptanmıştır. Yöntemler arasındaki sınıf içi korelasyon katsayıları 0,640-0,971 arasında bulunmuştur. Bütün sefalometrik ölçümler için $p < 0,001$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek korelasyon değeri L1-NB arası mesafe ölçümünde gözlenmiştir ($p < 0,001$). En düşük korelasyon ise AN-Perp(FH) arasında mesafe ölçümünde elde edilmiştir ($p < 0,001$). Analiz oluşturma sürelerinde anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ: Çalışmamız sonucunda yapay zekâ algoritmasıyla analiz sonuçları elde edilebilen Webceph programının ortodonti kliniklerinde güvenle kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Kalibrasyon aşamasının da yapay zekâ ile yapılabilir hale getirilmesi programın önemli bir artışı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, sefalometrik analiz, ortodontik teşhis

ABSTRACT

INTRODUCTION: Our study aims to determine the accuracy of the analysis results obtained with artificial intelligence and evaluate them in terms of time savings and ease of use.

METHODS: Randomly selected 50 digital cephalometric radiographs were examined. Nemoceph was used to represent computer-aided cephalometric analysis, and WebCeph™ was used to represent fully automatic cephalometric analysis using an artificial intelligence algorithm. Twenty-three analysis measurements, 12 angular and 11 linear, were obtained from each cephalometric image. An Independent Sample t-test was used to compare the two groups. The Intraclass correlation test evaluated the correlation between the two drawing methods.

RESULTS: For all cephalometric measurements, p was calculated as < 0.001 . The highest correlation value was observed in the distance measurement between L1 and NB ($p < 0.001$). The lowest correlation was obtained in the distance measurement between AN-Perp(FH) ($p < 0.001$). A significant difference was found in analysis creation times ($p < 0.05$).

DISCUSSION AND CONCLUSION: As a result of our study, it has been revealed that the Webceph program, which can obtain analysis results with the artificial intelligence algorithm, can be used safely in orthodontic clinics. Making the calibration phase possible with artificial intelligence will be a significant plus of the program.

Keywords: Artificial intelligence, cephalometric analysis, orthodontic diagnosis

Sorumlu yazar/Corresponding author*: yasinhezenci@hotmail.com

Başvuru Tarihi/Received Date: 05.10.2023

Kabul Tarihi/Accepted Date: 15.03.2024

GİRİŞ

Sefalometrik radyograflar, Broadbent¹ tarafından tanıtılmasından bu yana, ortodontide teşhis, tedavi planlaması, iskeletsel büyüme tahmini ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Baş boyun bölgesinde radyograflar üzerinde belirli anatomik yapıların işaretlenmesi, planlama sürecinin önemli bir parçasıdır. İşaretlenen bu sefalometrik noktalar, bir dizi mesafe ve açı ölçümünün değerlendirildiği çeşitli sefalometrik analizler için kullanılır. Anatomik noktaların konumlarının doğruluğu, gerçekleştirilen analizlerin sonuçları ve sonuçta ortaya çıkan tedavi planı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir.²

Önceki dönemlerde manuel olarak yapılan sefalometrik analizler günümüzde dijital olarak gerçekleştirilmektedir. Bilgisayar destekli dijital programlar sefalometrik analiz konvansiyonel yöntemlere göre oldukça hızlı yapılmasını sağlamıştır.³

Bugüne kadar dijital sefalometrik analiz yapan Dolphin Imaging, Dentofacial Planner, Quick Ceph®, FACAD® gibi birçok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Birçok bilimsel çalışmada konvansiyonel sefalometrik analiz ve bilgisayar destekli sefalometrik analiz yöntemlerini doğruluk ve güvenilirlik açısından kıyaslanmış ve bu iki metodu birbirine yakın bulunmuştur.^{4,5}

Ortodontide günümüz teknolojisiyle, analiz için gereken noktalar araştırmacı tarafından işaretlenmekte ve gereken tüm hesaplamalar bilgisayar programları tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Bilim insanları, ortodontik analizi gerçekleştirmek için gereken noktaların bilgisayar tarafından otomatik olarak işaretlendiği, böylece insan kaynaklı hataları tamamen ortadan kaldı-

rıldığı ve işlemi çok daha kısa sürede gerçekleştirmeyi amaçlayan programlar üretmek amacıyla çalışmaktadır.⁶⁻⁸

Yapay zekâ teknolojisinin hızla gelişmesi günümüzde, 'tam otomatik' bir sefalometrik analiz gerçekleştirme düşüncesini mümkün kılmıştır. WebCeph, OrthoDx, Ceph-X, AudaxCeph, WeDoCeph, CareStream Imaging gibi yapay zekâ teknolojilerini kullanarak, sefalometrik noktaların işaretlenmesini ve analiz hesaplamalarını otomatik olarak gerçekleştiren programlar geliştirilmiştir.

Yapay zekâ algoritmasıyla gerçekleştirilen sefalometrik analizlerin ortodonti kliniğinde kullanımının, günümüzde yaygın olarak kullanılan bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz yöntemi kadar güvenilir olup olmadığı henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu çalışmada amaç; yapay zekâ teknolojisiyle birlikte ortaya çıkan otomatik sefalometrik analiz yapabilen programların, günümüzde kullanılmakta olan ve doğruluğu bilimsel yayınlarca kanıtlanmış olan bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz programları kadar doğru sonuçlar verip vermediğini gözlemlemek, zaman kazınımı ve kullanım kolaylığı açısından değerlendirmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedaviyi kabul eden hastalardan, tedavi başlangıcında alınan dijital sefalometrik radyograflar oluşturmaktadır. Çalışmamızda rastgele seçilen 50 dijital sefalometrik radyograf incelendi. Çalışmamızda her bir sefalometrik görüntüden 36 anatomik nokta kullanılarak, 12 açısız, 11 doğrusal olmak üzere 23 analiz değeri ölçüldü (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan sefalometrik parametreler

SNA	SN ve NA düzlemlerinin Nasion noktasında oluşturdukları açıdır.
SNB	SN ve NB düzlemlerinin Nasion noktasında oluşturdukları açıdır.
ANB	NA ve NB düzlemlerinin oluşturdukları açıdır
Wits	A ve B noktalarından oklüzal düzleme inilen dikmeler arası mesafedir.
AN-Perp(FH)	Nasion ve A noktalarından Frankfurt horizontal düzleme indirilen dikmeler arasında kalan mesafedir.
PogN-Perp(FH)	Nasion dik çizgisinden Pogonion'a doğrusal ölçüm. Maksillayı kranial kaide ile ilişkilendirir.
CoA	Kondil ile A noktası arasındaki uzaklıktır.
CoGn	Condylion ile gnathion arasındaki mesafedir.
Alt anterior yüz yüksekliği	Anterior nasal spine ile menton arasındaki uzaklıktır. Alt yüz yüksekliği olarak adlandırılır.
Ramus yüksekliği	Ar noktasının Go noktasına olan uzaklığıdır.
Posterior yüz yüksekliği	S noktasının Go noktasına olan uzaklığıdır.
Posterior Açılar Toplamı	Saddle, Artiküler ve Gonial açıların toplamıdır.
SN-GoMe	SN ve GoMe düzlemleri arasında ölçülen ve dik yönde meydana gelen değişiklikleri gösteren açıdır.
Y Ekseni Açısı	SGn ve Frankfurt Horizontal Düzlemi arasında ölçülen açıdır.
UI-SN	Ön kafa kaidesi ile maksiller santral keser dişin uzun eksenini arasında oluşan açıdır.
IMPA	Alt orta kesici dişlerin uzun ekseninin alt çene doğrusu ile yaptığı açıdır.
UI-NA(mm)	Maksiller santral keser diş kronunun en ucundaki nokta ile Nasion ve A noktalarından geçen doğru arasındaki doğrusal uzaklıktır.
UI-NA(deg)	Maksiller santral keser dişin uzun eksenini ile Nasion ve A noktalarından geçen doğrunun arasında oluşan açıdır.
L1-NB(mm)	Mandibuler santral keser diş kronunun en ucundaki nokta ile Nasion ve B noktalarından geçen doğru arasındaki doğrusal uzaklıktır.
L1-NB(deg)	Mandibuler santral keser dişin uzun eksenini ile Nasion ve B noktaları arasından geçen doğru arasında oluşan açıdır.
Keserler Arası Açı	Maksiller ve mandibuler keser dişlerin uzun eksenleri arasından oluşan açıdır.
Nasolabial Açı	Üst dudak çıkıntısı ile columella'nın burnun en alt noktasında oluşturduğu açıdır.
Konveksite Açısı	A, Nasion ve Pogonion noktalarının oluşturduğu açıdır.

Çalışmamızda, bilgisayar destekli dijital sefalometrik analizi temsilen Nemoceph (Nemotec, Madrid, İspanya) ve yapay zekâ algoritması kullanan tam otomatik sefalometrik analizi temsilen WebCephTM (A.I. Web Based Orthodontic and Orthognatic Platform, Gyeonggi, South Korea) kullanıldı.

Radyografların tümü, 78 kV ve 6 mA güç seviyesinde aynı röntgen cihazı (Pax uni 3D; Vatech, Seoul, Korea) kullanılarak elde edilmiştir. Sefalometrik film alınırken, hastanın başının sol kısmı film kasetine karşı ve mid-sagittal düzlemi yere dik olacak şekilde pozisyonlandırılmıştır. Hastanın başı sefalostatlar yardımıyla sabitlenmiştir. Dişler kapanış ilişkisinde iken görüntüler alınmıştır. İki analiz ile elde edilen iskeletsel ve dişsel değerler kaydedildi.

Çalışmamıza dahil edilecek sefalometrik filmlerin seçiminde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır:

- Tüm radyografların aynı röntgen cihazı kullanılarak elde edilmiş olması
- Radyografra anatomik noktaların teşhisini engelleyecek artefakt ve patolojik bir durumun olmaması
- Hastaların daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması.
- Gömülü veya eksik keser dişlerin bulunmaması.
- Radyografik görüntüsü kalitesinin çalışmada kullanılacak anatomik noktaların tespiti için yeterli olması.
- Anatomik noktaların teşhisini etkileyecek kraniofasial deformiteye sahip olmaması

İstatistiksel Analiz

Kullanılan sefalometrik örnek sayısı G*Power Ver. 3.1.9.2 (Heinrich-Heine- University, Düsseldorf, Almanya) kullanılarak $\alpha=0,05$ ve %99 güven düzeyinde, 0,25 etki alanında 50 adet olarak belirlendi.

Çalışmamızda verilerin istatistiksel analizi için SPSS 26 paket programı (IBM, Armonk, New York, Amerika Birleşik Devletleri) kullanıldı. Verilerin Shapiro-Wilk testine göre normal dağıldığı belirlendi. İki grubun karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem t testi kullanıldı. İki çizim yöntemi arasındaki korelasyon Sınıf içi korelasyon testi ile değerlendirildi. Gözlemci içi güvenilirliğin kontrol edilmesi için rastgele seçilen 30 çalışma örneği aynı araştırmacı tarafından 1 ay sonra dijital program ile tekrar çizildi. Ölçüm hatası kappa testi ile değerlendirildi ve sonuçlar Landis ve Koch yöntemi ile yorumlandı.⁹

BULGULAR

Yaş ortalamaları $14,10\pm 3,46$ olan 50 hastanın sefalometrik ölçümleri değerlendirildi. Bilgisayar destekli dijital çizim ölçümlerinin birinci ve ikinci ölçümler arasındaki kappa değerleri 0,828-0,990 arasında olduğu

saptanmıştır. Bu sonuca göre tüm çalışmada ölçülen değişkenlerin yüksek ve mükemmel güvenilirlik gösterdiği belirlenmiştir. Yöntemler arasındaki sınıf içi korelasyon katsayıları 0,640-0,971 arasında bulunmuştur (Tablo 2). Bütün sefalometrik ölçümler için $p<0,001$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek korelasyon değeri L1-NB arası mesafe ölçümünde gözlenmiştir ($p<0,001$). En düşük korelasyon ise AN-Perp (FH) arasında mesafe ölçümünde elde edilmiştir ($p<0,001$). Sefalometrik değerler arasında ANB, Wits ve CoGn değerleri arasında anlamlı fark görülmüşken ($p<0,05$), diğer ölçümler arasında fark bulunmamıştır (Tablo 3).

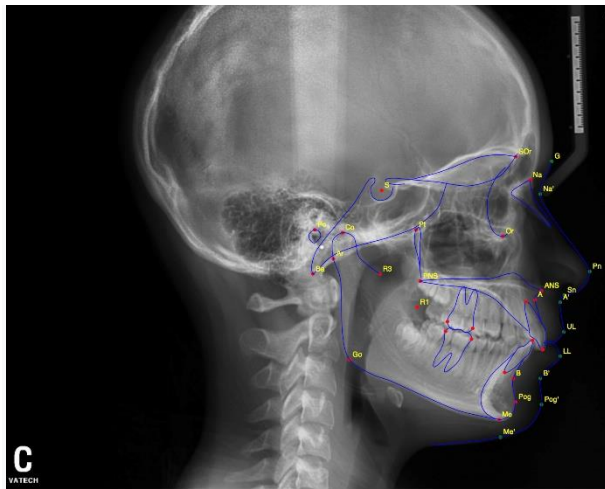
Tablo 2. Sefalometrik ölçümlerin sınıf içi korelasyon katsayısı ve %95 güven aralığı

	Korelasyon	95% Güven Aralığı		p
		Alt Sınır	Üst Sınır	
SNA	.923	.863	.956	.000
SNB	.957	.925	.976	.000
ANB	.941	.897	.967	.000
Wits	.956	.922	.975	.000
AN-Perp(FH)	.640	.366	.796	.000
PogN-Perp(FH)	.718	.504	.840	.000
CoA	.890	.807	.938	.000
CoGn	.935	.885	.963	.000
Alt Anterior Yüz Yüksekliği	.948	.908	.970	.000
Ramus Yüksekliği	.711	.490	.836	.000
Posterior Yüz Yüksekliği	.901	.825	.944	.000
Posterior Açılar Toplamı	.961	.932	.978	.000
SN-GoMe	.946	.905	.969	.000
Y Eksenı Açısı	.716	.500	.839	.000
U1-SN	.961	.931	.978	.000
IMPA	.940	.894	.966	.000
U1-NA(mm)	.782	.616	.876	.000
U1-NA(deg)	.947	.907	.970	.000
L1-NB(mm)	.971	.948	.983	.000
L1-NB(deg)	.952	.915	.973	.000
Keserler Arası Açı	.969	.946	.982	.000
Nasolabial Açı	.893	.812	.939	.000
Konveksite Açısı	.948	.909	.971	.000

Analiz oluşturma süreleri değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bilgisayar destekli programla analiz ortalama 112,58 saniyede elde edilirken yapay zekâ ile 38,85 saniyede analiz sonuçları görüntülenebilmiştir. Bilgisayar destekli programda ilave yumuşak doku çizgilerinin düzenlenme süresi de dahil edildiğinde süre 275,84 saniyeye uzamıştır. Yumuşak doku düzenlemesi dahil edildiğinde yaklaşık 7 kat, dahil edilmediğinde ise yaklaşık 3 kat daha uzun sürede bilgisayar destekli programla analiz yapılabilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Sefalometrik ölçümlerin ortalama ve standart sapmaları

	Nemoceph		Webceph		p
	Ortalama	Ss	Ortalama	Ss	
SNA	80.30	4.57	81.59	4.18	.145
SNB	77.34	4.49	76.85	4.53	.591
ANB	2.98	2.77	4.73	2.68	.002
Wits	-0.71	3.40	2.11	3.95	.000
AN-Perp(FH)	-0.17	4.56	0.81	2.81	.201
PogN-Perp(FH)	-4.00	8.80	-5.12	5.99	.458
CoA	81.82	6.10	79.78	4.76	.065
CoGn	107.20	7.22	103.88	6.12	.015
Alt Anterior Yüz Yüksekliği	62.36	5.35	61.25	4.98	.284
Ramus Yüksekliği	45.84	5.36	43.93	4.21	.050
Posterior Yüz Yüksekliği	74.26	6.42	73.55	6.21	.574
Posterior Açılar Toplamı	393.22	6.17	392.84	6.91	.768
SN-GoMe	34.06	5.77	32.84	6.91	.339
Y Eksenı Açısı	59.26	4.93	59.23	3.38	.970
U1-SN	101.26	7.98	101.99	7.94	.646
IMPA	93.84	6.91	96.49	7.09	.061
U1-NA(mm)	3.72	3.20	2.90	1.96	.126
U1-NA(deg)	20.94	7.79	20.44	7.13	.737
L1-NB(mm)	4.40	2.68	4.85	2.32	.372
L1-NB(deg)	25.22	6.93	26.23	6.11	.440
Keserler Arası Açı	130.92	11.80	128.68	11.20	.333
Nasolabial Açı	101.88	13.53	99.40	11.00	.317
Konveksite Açısı	4.16	6.10	7.84	6.30	.004
Analiz süresi	112.58 sn	7.26	38.85 sn	4.17	.000
Analiz Düzeltme Süresi	275.84 sn	13.25	38.85 sn	4.17	.000

**Resim 1** Yapay zekâ ile oluşturulan sefalometrik çizim**Resim 2** Ölçülen parametrelerin sefalometrik çizimde gösterilmesi

TARTIŞMA

Sefalometrik analizler ortodonti alanında teşhis aşamasında, tedavi yaklaşımlarında, büyüme tahmini

veya tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Başlangıçta el ile manuel olarak sefalometrik ölçümler gerçekleştirilmiş daha sonra bilgisayar destekli analizler yüksek güvenilirlik ile ortodontide geniş kullanım alanı oluşturmuştur.10,11 Kullanılacak sefalometrik değerlerin doğru ve güvenilir olması tercih edilen çizim yönteminden çok daha önemlidir. Çalışmamızda sefalometrik ölçümlerin yapay zekâ ile güvenilir olarak elde edilebilirliği, zaman kazanımı ve kullanım kolaylığı değerlendirilmiştir.

Mosleh ve ark.12, CephX adlı tam otomatik dijital sefalometrik analiz programı için 1 derece ve 0,5 mm ye kadar çizim hatalarının kabul edilebileceğini ve manuel çizime göre %96,6 güvenilir olarak bulmuşlardır.

Alqahtani ve ark.13 8 açısız ve 8 doğrusal ölçüm için yarı otomatik dijital bir sefalometrik analiz programı (FACAD) ile tam otomatik dijital bir sefalometrik analiz programını (CephX) karşılaştırmışlardır. SNA (°) ve FMA (°) açı ölçümleri ile Pog-NB (mm) noktaları arasındaki doğrusal ölçüm dışında iki analiz arasında istatistiksel olarak fark bulmamışlardır.

Meriç ve Naumova14 çalışmalarında yarı otomatik dijital, yarı otomatik mobil uygulama, tam otomatik ve el ile çizim yöntemini analiz sürelerini de dahil ederek değerlendirmişlerdir. Tam otomatik yöntemde analiz süresini en kısa olsa da araştırmacı müdahalesi sonrası ölçümlerde benzerlik elde etmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalarda 30, 35, 40, 50 gibi farklı sayılarda sefalometrik radyograflar incelenmiştir.13-17 Çalışmamızda da 50 adet sefalometrik radyograf analiz edilmiştir. Ayrıca farklı doğrusal, açısız, iskeletsel, dental ve yumuşak doku ölçümleri çalışmalarda analiz edilmiştir.

Livas ve ark.17 6 iskeletsel ve 6 dental olmak üzere toplam 12 anatomik nokta kullanarak Steiner analizinde yer alan 2 doğrusal ve 7 açısız değeri elde etmişlerdir. Bu ölçümlerin 5 tanesi dental, 4 tanesi ise iskeletsel sefalometrik parametredir. Alqahtani ve ark.13 12 iskeletsel ve 4 dental olmak üzere toplam 16 anatomik nokta kullanarak 8 doğrusal ve 8 açısız değer elde etmişlerdir. Bu ölçümlerin 3 tanesi dental, 13 tanesi ise iskeletsel sefalometrik parametredir. Sayar ve ark 18 15 iskeletsel ve 6 dental olmak üzere toplam 21 anatomik nokta kullanarak 4 doğrusal ve 8 açısız değer elde etmişlerdir. Bu ölçümlerin 5 tanesi dental, 5 tanesi iskeletsel ve 2 tanesi yumuşak doku sefalometrik parametredir. Meriç ve Naumova14 10 iskeletsel ve 7 dental olmak üzere toplam 17 anatomik nokta kullanarak 4 doğrusal ve 8 açısız değer elde etmişlerdir. Bu ölçümlerin 5 tanesi dental, 4 tanesi iskeletsel ve 2 tanesi yumuşak doku sefalometrik parametredir. Jeon ve ark 1512 iskeletsel ve 4 dental olmak üzere toplam 16 anatomik nokta kullanarak 9 doğrusal ve 17 açısız değer elde etmişlerdir. Bu ölçümlerin 9 tanesi dental, 15 tanesi

iskeletsel ve 2 tanesi yumuşak doku sefalometrik parametredir.

Çalışmamızda her bir sefalometrik görüntüden 36 anatomik nokta kullanılarak, 12 açısız, 11 doğrusal olmak üzere 23 analiz ölçümü elde edildi. Bunların 7'si dental, 15'i iskeletsel ve 1'i ise yumuşak doku ölçümleriydi.

Chen ve ark 19 Nasion, Orbitale, Porion noktalarının belirlenmesinin hem manuel ve hem de yarı otomatik analiz yöntemlerinde zor olduğunu belirtmişlerdir.

Meriç ve ark.14, bazı analiz programlarında dental parametreler için kesici dişlerin insizal ucu referans alınırken, bazılarında dişin insizalinin sagittal olarak en öndeki noktasının referans alınması nedeniyle hataya açık olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda belli bir analiz yöntemine bağlı kalmadan klinisyenlerin teşhis ve tedavi planını etkileyecek sefalometrik parametreler, ölçüm hatası ihtimali düşünülmeden dahil edildi. Ayrıca literatürde sınırlı sayıda çalışmada incelenmiş olan analiz oluşturma süresi ve sefalometrik çizimlerin yumuşak dokuya göre modifiye edilme süreleri araştırıldı.

Sefalometrik analiz yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmalarda bazı araştırmacılar anatomik noktaların konumlarını dikkate alırken, bazıları ise elde edilen doğrusal veya açısız ölçümleri temel almıştır. Santoro ve ark.20 göre, dijital programların değerlendirildiği çalışmalarda sefalometrik parametreler kullanılmalıdır. Çalışmamızda yarı ve tam otomatik yöntemler incelendiğinden bu görüş dikkate alınarak elde edilen sefalometrik ölçümler kullanılmıştır.

Anuwongnukroh ve ark.21 10 adet iskeletsel parametrenin 5'inde (SNA (°), SN-MP (SN düzlemi-Mandibular düzlem) (°), Pog-NB (mm), Co-A (mm), Co-Gn (mm)) istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır. Alqahtani 13 SNA (°) ve FMA (°) değerlerinde, Meriç ve Naumova 14 SN-GoGN (°) değerinde, Jeon ve Lee 15 Saddle Açısı (°)'nda ve Shettigar ve ark.16 SNB (°) ve FMA (°) ölçümlerinde istatistiksel olarak fark bulmuşlardır. Çalışmamızda ise değerlendirilen 23 parametreden ANB, Wits, CoGn ve Konveksite değerleri dışındaki ölçümlerde fark bulunmadı.

Yapılan çalışmalarda belirli ölçümlerde farklılıklar gözlenmesinden ziyade her araştırmada farklı parametrelerde anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Literatüre göre, sefalometrik analizlerde yapılan ölçüm farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı olsa bile, 2 ölçü birimini aşmayan farklar (2 derece veya 2 mm) klinik olarak benzer kabul edilmektedir.19, 22 Kabul edilebilir sınırlarda olsa da hangi program veya yöntemin güvenilir olduğu-nun, anatomik noktaların CBCT ile kesin olarak belirlenmesi sonrası yapılan kıyaslama sonucu yorumlanmasının daha doğru olacağını düşünmekteyiz.

SONUÇ

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre yapay zeka algoritmasını kullanan Webceph programı ortodonti kliniklerinde kullanılabilen güvenilir bir programdır. Kliniklerin yoğun iş akışında basit ve

kullanımı kolay olan bu ve benzeri dijital çözümlerin kullanılması hekimlere pozitif yönde katkı sağlayacaktır. Bu programlarda yer alan kalibrasyon aşaması da yapay zeka tarafından yapıldığı takdirde sefalometrik analiz süreci oldukça kolay ve hızlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1:45-66.
2. Athanasiou AE. *Orthodontic cephalometry*: Mosby-Wolfe London; 1995.
3. Chen SK, Chen YJ, Yao CC, Chang HF. Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. *Angle Orthod.* 2004;74:501-7.
4. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 2009;31:247-53.
5. Albarakati SF, Kula KS, Ghoneima AA. The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of conventional and digital methods. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41:11-7.
6. Cardillo J, Sid-Ahmed MA. An image processing system for locating craniofacial landmarks. *IEEE Trans Med Imaging.* 1994;13:275-89.
7. Grau V, Alcaniz M, Juan MC, Monserrat C, Knoll C. Automatic localization of cephalometric Landmarks. *J Biomed Inform.* 2001;34:146-56.
8. Davis DN, Taylor CJ. A blackboard architecture for automating cephalometric analysis. *Med Inform (Lond).* 1991;16:137-49.
9. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.
10. Devereux L, Moles D, Cunningham SJ, McKnight M. How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:e175-e81.
11. Keim RG, Gottlieb EL, Vogels DS, 3rd, Vogels PB. 2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, Part 1: results and trends. *J Clin Orthod.* 2014;48:607-30.
12. Mosleh MA, Baba MS, Malek S, Almaktari RA. Ceph-X: development and evaluation of 2D cephalometric system. *BMC Bioinformatics.* 2016;17:499.
13. Alqahtani H. Evaluation of an online website-based platform for cephalometric analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2020;121:53-7.
14. Meriç P, Naoumova J. Web-based fully automated cephalometric analysis: comparisons between app-aided, computerized, and manual tracings. *Turk J Orthod.* 2020;33:142.
15. Jeon S, Lee KC. Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network. *Prog Orthod.* 2021;22:1-8.
16. Shettigar P, Shetty S, Naik RD, Basavaraddi SM, Patil AK. A comparative evaluation of reliability of an android-based app and computerized cephalometric tracing program for orthodontic cephalometric analysis. *Biomed Pharmacol J* 2019;12:341-6.
17. Livas C, Delli K, Spijkervet FKL, Vissink A, Dijkstra PU. Concurrent validity and reliability of cephalometric analysis using smartphone apps and computer software. *Angle Orthod.* 2019;89:889-96.
18. Sayar G, Kilinc DD. Manual tracing versus smartphone application (app) tracing: a comparative study. *Acta Odontol Scand.* 2017;75:588-94.
19. Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod.* 2004;74:155-61.
20. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:345-51.
21. Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S, Damrongsri S, Nilwarat C, Pudpong N, Radomsutthisarn W, et al. Assessment of the reliability of automatic cephalometric analysis software. *Int J Mech Eng Robot Res* 2018;7.
22. Gregston MD, Kula T, Hardman P, Glaros A, Kula K, editors. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: I. hard tissue. *Semin Orthod*; 2004: Elsevier.