



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 2, Sayı 3, Eylül - Aralık 2023
Volume , Number 3, September - December 2023

Sefalometrik Radyografilerin Analizlerinde Kullanılan Dijital ve Manuel Metotların Karşılaştırılması

Comparison of Digital and Manual Methods Used in the Analysis of Cephalometric Radiographs

Dijital ve Manuel Sefalometrik Analiz

Ayla YILMAZ¹, Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ²

¹Dr., Özel Ortodontist, İstanbul, Türkiye
dtaylaylmz@gmail.com
ORCID: 0009-0003-9222-3163

²Doç. Dr., Ortodonti A.D., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Samsun, Türkiye
fethiye.cakmakozlu@omu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-1332-1378

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmaları olmadığını beyan eder.
Yazar Katkıları: Veri toplama, araştırma, kaynaklar, yazma-orijinal taslak A. Y. ; proje yönetimi, metodoloji, yazma-inceleme ve düzenleme ve makalenin teslimi F.Ç.Ö.

Bu çalışma Dr. Ayla YILMAZ' ın 'Sefalometrik Radyografilerin Analizlerinde Kullanılan Dijital ve Manuel Metotların Karşılaştırılması' başlıklı uzmanlık tezinden hazırlanmıştır.

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 24-12-2023

Kabul Tarihi / Accepted: 18-01-2024

Yıl / Year: 2023 | **Cilt – Volume:** 2 | **Sayı – Issue:** 3 | **Sayfa / Pages:** 241-250

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1407334>

Sefalometrik Radyografilerin Analizlerinde Kullanılan Dijital ve Manuel Metotların Karşılaştırılması

Comparison of Digital and Manual Methods Used in the Analysis of Cephalometric Radiographs

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, dijital sefalometrik çizim ve konvansiyonel manuel çizim metotlarının, güvenilirlik ve tekrar edilebilirliğinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Üç yüz adet ortodontik tedavi öncesi dijital lateral sefalometrik radyograf çalışmaya dahil edilmiştir. Dijital çizim metodu Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 çizim programı ile manuel çizim metodu ise dijital radyografların çıktuları üzerinde uygulanmıştır. Analiz için 24 anatomik nokta tanımlanmış ve 12 iskeletsel, 10 dişsel ve 3 yumuşak doku parametresi ölçülmüştür. Bütün ölçümler, rastgele seçilmiş 75 radyografi üzerinde, 1 ay aralıkla aynı araştırmacı tarafından tekrar yapılmıştır. Her bir metot için araştırmacı içi güvenilirlik ve metotlar arasında tüm ölçüm değerlerinin uyumunu belirlemek için Test-tekrar test ve sınıf içi korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Metotlar arası tekrar edilebilirlik Paired Sample T testi kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Bulgular: Her iki metot için araştırmacı içi güvenilirlik tüm ölçümlerde sınıf içi korelasyon katsayısı 0,90'ın üzerindedir (güçlü korelasyon). L1-NB açısı ($p=0,061$) ve Nasolabial açısı ($p=0,777$) haricinde açısal ve doğrusal ölçümlerin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Metotlar arasında, Gonial açısı ($SKK=0,751$) ve Nasolabial açısı ($SKK=0,780$) haricinde tüm ölçümlerde iyi bir uyum gözlenmiştir.

Sonuç: Çalışmamızın sonuçlarına göre, dijital ve manuel sefalometrik analiz metotlarının her ikisinde de yüksek güvenilirlik bulunmuştur. İki metot arasında tekrar edilebilirlikler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmesine rağmen, farklılıkların çoğu klinik olarak anlamlı değildir.

Anahtar Kelimeler: Sefalometri; Dijital çizim; Manuel çizim; Güvenilirlik; Tekrarlanabilirlik.

ABSTRACT

Aim: The purpose of this study was to evaluate the reliability and reproducibility of digital cephalometric tracing and conventional hand-tracing methods

Material and Method: Three hundred pretreatment lateral cephalometric radiographs were included in the study. Pre-treatment digital cephalometric radiographs were traced using Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 software programs and by hand tracing of the printouts. Twenty-four anatomic points were identified by the same investigator and 12 skeletal, 10 dental and 3 soft tissue parameters were measured. All measurements were repeated on the randomly selected 75 radiographs by the same investigator after 1 month interval. For each method, Test-retest and intraclass correlation coefficient (ICC) were calculated to determine the consistence of all measured values between intrainvestigator reliability and methods. The reproducibility between methods was calculated by paired t-test. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results: The intra-investigator reliability for all measurements were upon 0.90 ICC (strong correlation) for both methods. Significant differences between the two methods were observed for all angular and linear measurements except for L1-NB angle ($p=0,061$) and Nasolabial angle ($p=0,777$). Among these methods, good consistence was observed in all measurements except for the Gonial angle (ICC = 0.751) and Nasolabial angle (ICC = 0.780).

Conclusion: According to the results of this study, both methods of digital and manuel methods are highly reliable. Although there is a statistically significant difference between the reproducibility of the two methods, most of the differences are not clinically significant.

Keywords: Cephalometry; Manual tracing; Digital Tracing; Reliability; Reproducibility.

Giriş

Lateral sefalometrik radyografi; kafanın lateralden görüntülediği, sagittal ve vertikal ilişkilerle ilgili bilgi sağlayan ortodontik kayıtlardan biridir. Ortodontide diagnostik olarak, hastanın tedavi öncesi dental ve fasiyal ilişkilerinin değerlendirilmesinde, tedavi esnasında oluşan değişiklikleri incelemeye ve tedavi sonunda fasiyal büyüme ve diş hareketlerini belirlemede kullanılır.¹

Elde edilme yöntemine göre; kaset içerisine yerleştirilen röntgen filmlerinin kullanıldığı konvansiyonel sefalometrik radyografi ve sensör yardımıyla radyografik imaj elde etmeyi, bu imajı elektronik parçalara ayırmayı, bilgisayarda göstermeyi ve saklamayı sağlayan Dijital sefalometrik radyografi olarak ikiye ayrılırlar². Dijital radyografiler, verilerin daha hızlı işlenmesi, kimyasalların kullanımını ortadan kaldırması, elde edilen görüntüyü değiştirme ve geliştirme imkanı sunması³, depolama, taşıma ve başka merkezlere iletme kolaylığı⁴ gibi avantajlara sahiptir.

Sefalometrik radyografiler üzerinde yapılan sefalometrik analiz, doğru ölçüldüğünde ve diğer teşhis araçlarıyla birlikte yorumlandığında ortodontik diaagnozun önemli bir parçasıdır. Sefalometrik değerlendirmede, radyografi üzerinde belirli noktalar lokalize edilerek lineer ve açısal ölçümler yapılır. Bu ölçümlerle iskelet boyutunun ve formunun analizleri üretilir.¹ Bunun için, radyografin manuel olarak çizildiği geleneksel sefalometrik analiz metodu, direkt ve indirekt görüntüleme yöntemleriyle elde edilen dijital sefalometrik röntgenler üzerinde landmarkların manuel olarak belirlendiği dijital sefalometrik analiz metodu ve sefalometrik görüntü bilgisayara aktarıldıktan sonra bilgisayarın landmarkları otomatik olarak belirlediği, otomatik landmark tanımlanması yöntemleri kullanılır.⁵⁻⁷

Ölçümlerin tekrar edilebilir olması, analiz metotlarından herhangi birinin doğruluğunu değerlendirmede ön koşuldur. Literatürde, taranmış, dijitalize edilmiş ve dijital olarak elde edilmiş radyografilerin doğruluğunun, analog metotlarla karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur.⁸⁻¹⁵ Klinik ortodontide, genellikle kullanılan sefalometrik çizim programlarının ve sefalometrik analizlerin etkinliğinin incelenmesine ve klinisyene uygun analiz programı ve analiz metodunu seçmesine olanak sağlayacak daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç vardır. Bu

nedenle, bu çalışmanın amacı; doğrusal ve açısal sefalometrik ölçümlerin, Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 sefalometrik analiz programı ile dijital çizim metodu ve geleneksel olarak manuel çizim metodunun karşılaştırılması ve gözlemci içi tekrar edilebilirliğin değerlendirilmesidir. Çalışmamızın H0 hipotezi; 'Dijital çizim metodu ve manuel çizim metodu ile elde edilen ölçümler arasında bir uyum yoktur.' olarak oluşturulmuştur.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma için Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 11.05.2016 tarih ve 2016/141 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Çalışma materyali, Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniğinde tedavisi devam eden ve/veya biten hastalardan elde edilen 2000 lateral sefalometrik radyografi arasından 300 adedinin seçilmesiyle oluşturulmuştur. Örneklerin çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Tüm lateral sefalometrik radyografiler aynı cihaz kullanılarak alınmış olması,
- Bireylerin, ortognatik cerrahi geçmişi olmaması,
- Daimi dişlenme döneminde olmaları,
- Röntgeni alınan hastada kraniofasiyal deformite ve asimetri bulunmaması,
- Gömülü, eksik diş ve herhangi bir patolojik durum bulunmaması,
- Ortodontik tedavi öncesi alınmış radyografiler olması,
- Anatomik noktaların belirlenmesini etkileyecek kalın yumuşak doku, netlik sorunu ya da artifakt olmaması olarak sıralanmıştır.

Örnek seçiminde hasta yaşı ve cinsiyet ayrımı uygulanmamıştır.

Radyografilerin tümü, Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda aynı röntgen cihazı (Gendex-9200 DDE, Orto Ralix) kullanılarak çekilmiştir. Radyografilerin çekimi için 72 kV ve 7mA güç ayarında ışınlama yapılmıştır.

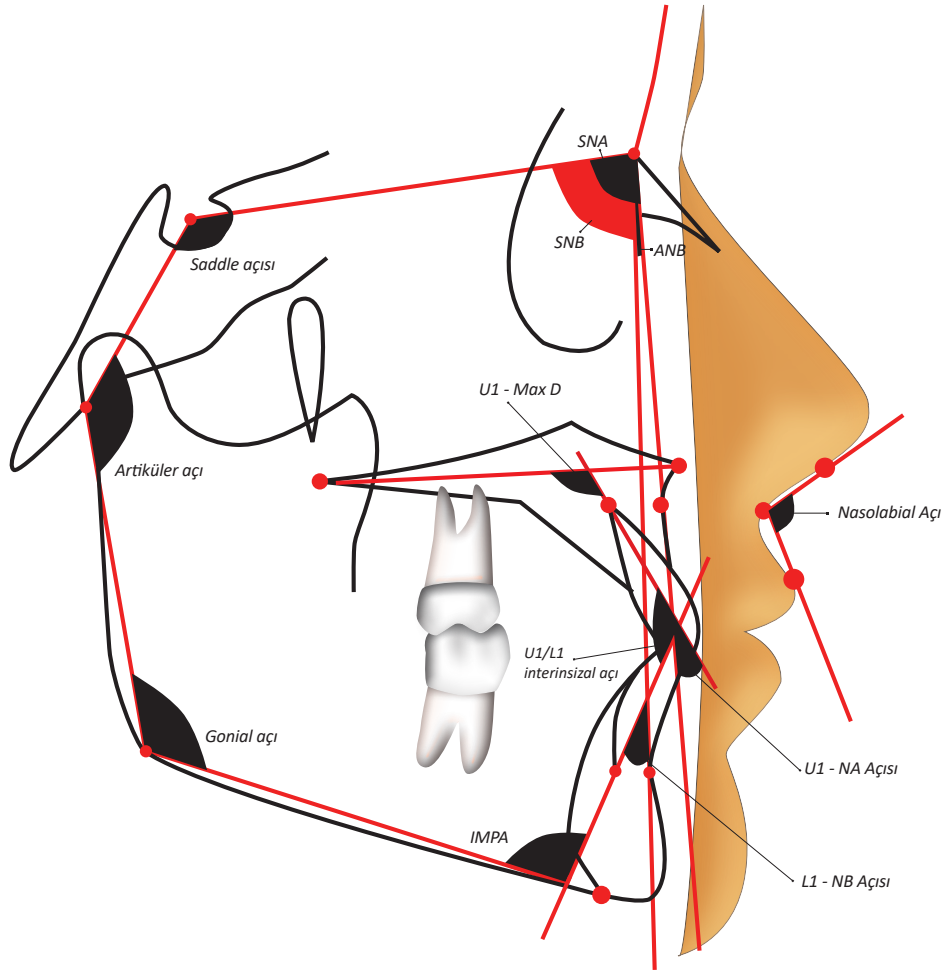
Lateral sefalometrik radyografi çekimlerinde hastanın baş pozisyonu; kafasının sol tarafı film kasetine karşı olacak şekilde, mid sagittal düzlemi yere dik ve film kasetine paralel olacak şekilde ayarlanmaktadır. Hastanın kafası, kulak, orbita ve nasion noktalarından sefalostatlar yardımıyla sabitlenmektedir. Dişler oklüzyonda iken

film çekilmektedir.

Tüm kayıtlar dijital ortamda “BMP” formatında dosyalar olarak arşivlenmiştir. Manuel metotta kullanılacak olan dijital radyografiler, Adobe Photoshop programı ile normal sefalometrik film boyutlarına getirilmiş, A4 büyüklüğünde kağıda, yazıcı ile basılmıştır. Röntgen kasetinin sağ köşesinde bulunan cetvel ile hem dijital hem de manuel çizim yapılırken, lineer ölçümlerde kalibrasyon yapılmıştır.

Nemoceph NX 2006 (Madrid, İspanya) model çizim

programı kullanılarak dijital rayograflar üzerinde landmarklar tanımlanmıştır. Manuel çizim metodu için yazıcı (hp Laser Jet Pro 400 m401 dn) ile çıktısı elde edilen röntgen filmleri üzerine yarı şeffaf asetat çizim kağıdı (G&H Wire Company) yerleştirilerek, 0,3 mm kalınlığındaki çizim kalemi (rotring Tikky 0,35) ile çizim yapılmıştır. Ölçümler cetvel ve açıölçer kullanılarak yapılmıştır. Bütün ölçümler tek bir araştırmacı tarafından (AY) gerçekleştirilmiştir (Şekil).



Şekil. Çalışmamızda kullanılan sefalometrik ölçümler: SNA açısı; SN ve NA doğruları arasında yer alan açıdır. SNB açısı; SN ve NB doğruları arasında yer alan açıdır. ANB açısı; SNA ve SNB açılarının farkı. U1-NA açısı; üst kesici uzun eksenine ile NA doğrusu arasında yer alan açıdır. L1-NB açısı; alt kesici uzun eksenine ile NB doğrusu arasında yer alan açıdır. U1- Maksiller düzlem açısı. IMPA; alt kesici dişin uzun eksenine ile mandibular düzlem arasında oluşan açıdır. U1/L1- interinsizal açı; alt ve üst kesici diş uzun eksenleri arasında oluşan açıdır. Nasolabial açı; Columella, Subnasal ve Labiale superior arasında oluşan açıdır. Saddle açısı; Nasion, Sella ve Articulare noktaları arasındaki açıdır. Artiküler açı; Sella, Articulare ve Gonion noktaları arasındaki açıdır. Gonial açı; Articulare, Gonion ve Menton noktaları arasında kalan açıdır. SN/ GoGn açısı; Gonion- Gnathion noktaları arasındaki doğru parçası ile ön kafa kaidesi arasında oluşan açıdır. SN/ Oklüzal düzlem; ön kafa kaidesi ile oklüzal düzlem arasında kalan açıdır. SN/ ANS-PNS; ön kafa kaidesi ile maksiller düzlem arasında kalan açıdır. ANS- PNS/ GoMe açısı; maksiller ve mandibular düzlem arasında kalan açıdır.

Metot Hatası

Rastgele seçilen 75 radyografin hem dijital hem de manuel çizimleri ilk çizimlerden 1 ay sonra tekrarlanarak metot hatası hesaplanmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme:

Dijital ve manuel çizim değerlerinin kendi içerisinde sınıf içi korelasyonunun ölçülebilmesi için Test-tekrar test yöntemi kullanılmış, bu yöntemle tüm hastalara ilişkin radyografi çizimleri karşılaştırılarak kabul düzeyleri saptanmıştır.

Dijital ve manuel çizim sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının saptanması için Paired Sample T testi kullanılmış ve bu tekniklerle elde edilen değerler arasındaki farklılıklar istatistikî olarak yorumlanmıştır.

Dijital ve manuel çizim sonuçlarının uyumluluğunun saptanması amacıyla sınıf içi korelasyon katsayıları saptanmış, ortalama ile standart sapma değerleri belirlenmiş ve her iki çizim sonucunda elde edilen değerler arasındaki değişim oranları tespit edilmiştir.

Bulgular**Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin****Değerlendirilmesi**

Test-tekrar test yöntemi kullanılarak elde edilen

Table I. Ölçümcü içi güvenilirlik

	Elle Çizim		Nemoceph Çizim	
	SKK	% 95 GA	SKK	% 95 GA
SNA°	0,987	(0,979 – 0,992)	0,981	(0,970 – 0,988)
SNB°	0,991	(0,986 – 0,994)	0,991	(0,986 – 0,994)
ANB°	0,955	(0,929 – 0,972)	0,950	(0,921 – 0,969)
Wits (mm)	0,986	(0,978 – 0,991)	0,993	(0,989 – 0,995)
SGo (mm)	0,987	(0,980 – 0,992)	0,989	(0,982 – 0,993)
NMe (mm)	0,982	(0,972 – 0,989)	0,978	(0,966 – 0,986)
Saddle açısı°	0,975	(0,960 – 0,984)	0,963	(0,942 – 0,977)
Artiküler açı°	0,929	(0,887 – 0,955)	0,955	(0,929 – 0,972)
Gonial açı°	0,959	(0,936 – 0,974)	0,914	(0,864 – 0,946)
SN-GoGn°	0,977	(0,963 – 0,985)	0,989	(0,983 – 0,993)
Max.D-Mand.D°	0,986	(0,977 – 0,991)	0,988	(0,980 – 0,992)
SN-Max.D°	0,977	(0,963 – 0,985)	0,979	(0,967 – 0,987)
U1-Max.D°	0,961	(0,944 – 0,978)	0,985	(0,976 – 0,990)
U1-NA°	0,976	(0,963 – 0,985)	0,992	(0,987 – 0,995)
U1-NA (mm)	0,941	(0,907 – 0,963)	0,961	(0,939 – 0,976)
IMPA°	0,985	(0,976 – 0,991)	0,986	(0,977 – 0,991)
L1-NB°	0,981	(0,970 – 0,988)	0,985	(0,976 – 0,990)
L1-NB (mm)	0,968	(0,949 – 0,980)	0,983	(0,973 – 0,989)
SN-Okl.D°	0,977	(0,963 – 0,986)	0,981	(0,971 – 0,988)
Overjet (mm)	0,974	(0,959 – 0,984)	0,992	(0,987 – 0,995)
Overbite (mm)	0,981	(0,970 – 0,988)	0,978	(0,965 – 0,986)
U1-L1°	0,978	(0,964 – 0,986)	0,985	(0,977 – 0,991)
Üst Dudak Prot. (mm)	0,951	(0,921 – 0,969)	0,982	(0,971 – 0,988)
Alt Dudak Prot. (mm)	0,980	(0,969 – 0,988)	0,983	(0,973 – 0,989)
Nasolabial Açı°	0,923	(0,878 – 0,952)	0,959	(0,935 – 0,974)

sonuçlar Tablo 1’de yer almaktadır. Manuel çizim metodu analiz değerlerinin tümünün sınıf içi korelasyon katsayısının 0,923 ile 0,991 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, dijital çizim metodu ile yapılan analiz değerlerinin tümünün sınıf içi korelasyon katsayısının 0,914 ile 0,993 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Dijital ve manuel çizim metotlarıyla yapılan analizlerin karşılaştırılması

Sefalometrik çizim değerlerine yönelik analizler Tablo 2’de sunulmuştur. L1- NB° ve Nasolabial açı° değerleri haricindeki diğer tüm ölçümler çizim tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir.

Dijital ve manuel çizim metoduyla ölçülen sefalometrik çizim değerleri arasındaki sınıf içi korelasyon değerleri Tablo 3’de verilmiştir. Gonial açı° ve Nasolabial açı° haricindeki ölçülen değerlerin tümü için sınıf içi korelasyon katsayısı 0,809 ile 0,977 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, Gonial açı° ve Nasolabial açı° değerlerinin ise sınıf içi korelasyon katsayısının 0,700’den yüksek olduğu ve kabul edilebilir uyumluluğa sahip olduğu saptanmıştır.

Table II. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılması.

	Elle Çizim	Nemoceph Çizim	E / N
	Ortalama±SD	Ortalama±SD	p
İSKELETSEL ÖLÇÜMLER			
SNA°	78,38±4,10	78,86±3,74	0,000
SNB°	75,71±3,84	76,00±3,67	0,000
ANB°	2,67±2,46	2,82±2,34	0,027
Wits (mm)	0,11±3,34	0,73±3,32	0,000
SGo (mm)	72,55±5,69	73,95±5,61	0,000
NMe (mm)	113,52±7,09	112,96±6,99	0,000
Saddle açısı°	125,18±6,28	127,75±5,78	0,000
Artiküler açı°	144,65±7,03	142,25±7,70	0,000
Gonial açı°	125,48±8,90	124,69±8,08	0,000
SN-GoGn°	33,22±5,41	33,84±5,27	0,000
Max.D-Mand.D°	25,99±5,07	24,06±4,96	0,000
SN-Max.D°	10,36±3,44	9,82±3,22	0,000
DIŞSEL ÖLÇÜMLER			
U1-Max.D°	113,33±8,17	110,68±7,70	0,000
U1-NA°	24,85±7,83	22,02±7,64	0,000
U1-NA (mm)	6,29±2,34	4,76±2,62	0,000
IMPA°	95,13±7,32	95,52±7,68	0,015
L1-NB°	26,26±6,35	26,51±6,49	0,061*
L1-NB (mm)	5,66±2,13	4,94±2,33	0,000
SN-Max.D°	18,24±4,41	17,25±4,30	0,000
Overjet (mm)	3,07±2,28	3,80±3,30	0,000
Overbite (mm)	2,81±2,00	2,34±1,91	0,000
U1-L1°	126,24±10,78	128,59±10,77	0,000
YUMUŞAK DOKU ÖLÇÜMLERİ			
Üst Dudak Prot. (mm)	-1,21±2,11	-1,45±2,14	0,000
Alt Dudak Prot. (mm)	0,04±2,36	-1,41±2,44	0,000
Nasolabial Açı°	108,69±10,35	108,84±10,48	0,777*
* p>0.05			

Table III. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında sınıf içi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

	Elle Çizim / Nemoceph Çizim		
	SKK	% 95 GA	Değişim Katsayısı
SNA°	0,955	(0,944 - 0,964)	2,1
SNB°	0,974	(0,967 - 0,979)	1,6
ANB°	0,941	(0,926 - 0,953)	42,4*
Wits (mm)	0,942	(0,927 - 0,953)	180,6*
SGo (mm)	0,966	(0,957 - 0,973)	2,8
NMe (mm)	0,974	(0,967 - 0,979)	2,0
Saddle açısı°	0,909	(0,886 - 0,927)	2,8
Artiküler açı°	0,809	(0,761 - 0,848)	4,1
Gonial açı°	0,751	(0,687 - 0,801)	3,6
SN-GoGn°	0,977	(0,972 - 0,982)	4,9
Max.D-Mand.D°	0,975	(0,969 - 0,980)	6,5*
SN-Max.D°	0,952	(0,940 - 0,962)	16,4*
U1-Max.D°	0,955	(0,943 - 0,964)	3,0
U1-NA°	0,938	(0,923 - 0,951)	29,5*
U1-NA (mm)	0,884	(0,855 - 0,908)	74,6*
IMPA°	0,966	(0,957 - 0,973)	2,9
L1-NB°	0,966	(0,957 - 0,973)	10,1*
L1-NB (mm)	0,972	(0,965 - 0,978)	59*
SN-OkI.D°	0,953	(0,941 - 0,963)	12,0*
Overjet (mm)	0,975	(0,968 - 0,980)	30,6*
Overbite (mm)	0,966	(0,958 - 0,973)	64,5*
U1-L1°	0,969	(0,961 - 0,975)	3,0
Üst Dudak Prot. (mm)	0,923	(0,903 - 0,938)	209,7*
Alt Dudak Prot. (mm)	0,954	(0,942 - 0,963)	102,7*
Nasolabial Açı°	0,780	(0,724 - 0,824)	8,0*

Tartışma

Sefalometrik radyografiler üzerinde yapılan analizler büyümenin incelenmesinde, maloklüzyonların teşhisinde, tedavinin takibi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılır.

Sefalometrik analizlerin doğru bir şekilde yapılması temeldir. Son yıllara kadar, konvansiyonel manuel çizim metodu, sefalometrik analiz için doğru bir şekilde yapılmasında en iyi yöntem olarak kabul edilmiştir. Günümüzde ise bilgisayar yazılım programlarının yaygın bir şekilde kullanılması, dijital analiz yöntemlerini manuel yöntemle karşılaştırma ve tutarlılıklarını değerlendirme ihtiyacı oluşmuştur. Mevcut çalışmalar dijital ve manuel çizim metodlarını güvenilirlik (aynı objenin iki ölçümü arasındaki uyum) ve tekrar edilebilirlik (iki metodun iki ölçümü arasındaki uyum) açısından karşılaştırmışlardır.¹⁶ Güvenilirlik, ölçümlerin sürekli olarak tekrar edilebilir olması anlamına gelmektedir. Maloklüzyon gibi düzensizliklerin ya da hastalıkların teşhisinde kullanılan çeşitli teknolojilerin güvenilirliğinin yüksek olması gerekir.¹⁷

Seçilen yöntemin manuel mi yoksa dijital mi olduğuna bakılmaksızın, doğruluk, kesinlik ve yüksek tekrar edilebilirlik oranının elde edilmesi açısından, hem analiz hem de çizim aşamalarında hataların en az seviyede tutulması gereklidir.¹⁸ Analizde yapılan hataların majör kaynağı olarak görülen landmark tanımlaması, operatör deneyiminden büyük oranda etkilenmektedir. İki farklı araştırmacı tarafından yapılan analizler arasındaki hata oranı, genelde, tek araştırmacının yaptığı analizdeki hata oranından daha yüksektir.¹² Çalışmamızda, hataları en az seviyeye indirmek amacıyla, tüm landmark tanımlamaları, çizimler ve ölçümler tek bir araştırmacı tarafından uygulanmıştır.

Daha önceki çalışmalar landmark tanımlanmasını değerlendirirken, son zamanlarda yapılan çalışmalar sefalometrik ölçümlere odaklanmıştır.^{11,19} Çalışmamızda da landmark tanımlanması yerine, sefalometrik çizim sonucu elde edilen ve tedavi planlaması için kullanılan ölçümler tercih edilmiştir.

Mevcut çalışmalarda, manuel çizim, dijital radyografilerin 1:1 oranda yüksek çözünürlükte çıktıları alınarak uygulanmıştır. Çalışmamızda kullanılan radyografilerin tümü direkt dijital radyografilerdir. Elle çizim yapılabilmesi için çıktıları alınmıştır. Dijital görüntünün çıktısının

alınması aşamasında, hafif genişlemeler gözlenmesine rağmen, farklılıklar minimaldir.

Mevcut diğer çalışmaların sonuçlarına göre lineer parametrelerdeki ölçüm farklılıkları açışal ölçümlerden daha fazladır. Ayrıca kalibrasyonun yapılmaması değerlerde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir.^{14,20} Mevcut çalışmada her iki metotta da görüntüler üzerindeki cetvel ile kalibrasyon yapılmıştır.

Yapılan araştırmalarda, kullanılan yöntemlerin daha iyi değerlendirilmesi için birden fazla parametrenin kullanılması tavsiye edilmektedir.²¹ Gelen ve ark.²² 21 anatomik nokta, Sayınsu ve ark.¹² 9 dişsel, 21 iskeletsel ve 3 yumuşak dokuda olmak üzere toplam 33 adet ölçüm, Naoumova²³ 25 anatomik nokta ve Polat-Özsoy ve ark.²⁴ 26 anatomik nokta kullanarak ölçüm yapmışlardır. Bu çalışmada ise 12 iskeletsel, 10 dişsel ve 3 yumuşak doku parametresi değerlendirilmiştir.

İşeri ve ark.²⁵ geleneksel yöntem ile bilgisayar yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında iki yöntemin tekrar edilebilirlik katsayısını değerlendirmişler ve tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli düzeyde tekrarlanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır. Buna karşın, Sarı ve arkadaşlarının Quick Ceph programı, Joe Dijital ve manuel çizim tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında Porion ve Orbitale noktalarının oluşturduğu Frankfurt düzlemi ve Nasolabial açıda önemli farklılıklar tespit etmişlerdir.²⁶

Diğer çalışmalar ise, çizim metodları arasında, keser pozisyonları ve keser açılarıyla ilgili ölçümlerin zorluklarından bahsetmişlerdir.²⁷

Sekiguchi ve Savara²⁸, nasofrontal suturun net bir şekilde görülmediği durumlarda nasion noktasının tanımlanmasının zor olacağını göstermişlerdir. Ayrıca, Posterior Nasal Spina (PNS) ve Anterior Nasal Spina (ANS) noktalarının belirlenmesindeki hatalardan söz etmişlerdir. Bununla birlikte, oklüzal düzlem belirlenirken molarların kapanış fazlalıkları arasındaki süperpozisyonu nedeniyle hatalar olabileceğini belirtmişlerdir ve overbite ölçümünün tekrarlama katsayısının düşük olmasını bu duruma bağlamışlardır.²⁸

Santoro ve ark.²⁰ ve Chen ve ark.²⁹ gonion noktasının tanımlanmasının, kötü belirlenmiş anatomik sınırlar, çift görüntü ve midsagittal düzlemden uzak bir lokalizasyon nedeniyle zor olduğunu vurgulamışlardır.

Manuel metotta, farklı referans düzlemler oluşturularak elde edilen gonion, gnation gibi noktalar ve kurvaturün en derin noktası referans alınarak belirlenen nasolabial açı gibi ölçümler farklı sonuçlar verebilmektedir.²⁰ Bu çalışmalarla uyumlu olarak, bizim çalışmamızda da gonial açı° ve nasolabial açı° haricindeki tüm ölçümlerin sınıf içi korelasyon katsayısının 0,809 ile 0,977 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, gonial açı° ve nasolabial açı° değerlerinin ise sınıf içi korelasyon katsayısının sırasıyla 0,751 ve 0,780 olduğu ve kabul edilebilir uyumluluğa sahip olduğu saptanmıştır.

Manuel ve dijital çizim yöntemlerinde tekrarlanan ölçümler arasında SKK; sırasıyla, 0,923 ile 0,991 ve 0,914 ile 0,993 arasında ve kabul düzeyinin yüksek olması, çalışmacının ölçümleri doğru bir şekilde tekrarlamakta zorlanmadığını ve landmarkların her bir metotta kolayca tanımlanabildiğini göstermektedir. Bu bulgular, ölçümlerde yüksek güvenilirlik gösteren daha önceki çalışmalarla uyumludur.^{20,22,23,29}

Santoro ve ark.²⁹ geleneksel yöntem ve Dolphin sefalometrik çizim programlarını karşılaştırmışlar ve tekrar edilebilirliği diğer çalışmalarda olduğu gibi yüksek bulunurken, metotlar karşılaştırıldığında ise ölçülen 13 parametrenin 6'sında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Araştırmacı, klinik olarak bu farklılığın önemini az olduğunu bildirmiştir.

Bruntz ve ark.³⁰ yaptıkları çalışmada, orijinal radyografik film, dijital görüntü ve görüntünün film olarak yeniden çıkarılması ile elde edilen röntgenler üzerinde, manuel ve dijital çizim (Dolphin Imaging Software) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Orijinal filmler ve dijital görüntüleri arasında Frankfurt horizontal(FH)- oklüzal düzlem, U1- FH, fasiyal düzlem, y-aksı açısı, FMA, FH-NA ölçümlerinde, dijital görüntü ve çıktıları karşılaştırıldığında ise y-aksı açısı, FMA ve FH-NA ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak bu farklılıkların, klinik olarak anlamlı fark oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Sayinsu ve ark.¹² 33 sefalometrik ölçüm yaptıkları çalışmalarında, gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği oldukça yüksek bulmuşlardır. Rutin kullanım ve bilimsel çalışma amacıyla bilgisayarlı sefalometrik çizim programlarının tercih edilebileceğini bildirmişlerdir.

Polat-Özsoy ve ark.²⁴ ise, direkt dijital radyografiler ve

radyografilerin çıktıları üzerinde bilgisayarlı sefalometrik analiz programlarının ve geleneksel yöntemin tekrar edilebilirliği ve güvenilirliğini değerlendirmişler ve özellikle C Gn, Go, Po, ANS, L1 Apeks ve Me ile ilgili sefalometrik ölçümlerde metotlar arasında istatistiksel fark bulmuşlardır. Çelik ve ark.¹⁸ çalışmalarında, elle çizim ve 2 farklı dijital çizim (Vistadent 2.1 AT ve Jiffy Orthodontic Evaluation (JOE)) yöntemlerini karşılaştırmışlar ve Nasolabial açı, ANS-Me, APFH, L1-NB, Nperp-Pog, Go-Me ve U1-NA ölçümlerinde fark bulmuşlardır. Ancak bilgisayarlı sefalometrik analizlerin kullanıcı dostu ve zaman kazandırıcı özellikleri dolayısıyla geleneksel sefalometrik analiz yöntemine göre tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Naoumova ve Lindman²³ genel olarak, dijital sefalometrik ölçümlerde daha büyük değişkenlik bulmuşlardır. İki metot arasında Gn', Li, Si, ve Ii – Li ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır ancak klinik olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.²³

Uysal ve ark.³¹ çalışmalarında, radyografik filmler ve filmlerin taranmış görüntüleri ile elle çizim ve dijital çizim (Dolphin Imaging Software) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacı içi tekrar edilebilirlik yüksek olduğu halde, metotlar karşılaştırıldığında Na[⊥]A, Na[⊥]Pog, ve U1-NA ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır. Bilgisayar destekli çizim programlarının analizde hataları artırmadığını ve geleneksel yöntemine göre süre avantajı sağladığı için klinisyenler için faydalı olacağını öne sürmüşlerdir.

Chen ve ark.²⁰ dijitalize edilmiş ve konvansiyonel radyografilerle yaptıkları çalışmada tüm iskeletsel ve dental ölçümlerde anlamlı farklılık bulmuşlardır. Bu farklılıkları landmark tanımlanmasıyla açıklanmışlardır. Çalışmamızda tüm radyografiler karşılaştırıldığında, manuel ve dijital yöntemler arasında L1-NB° ve Nasolabial açı değerleri haricindeki diğer tüm ölçümlerin çizim tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği saptanmıştır. Her iki metotta gözlemci içi tekrar edilebilirlik (güvenilirlik) yüksek olmasına rağmen, konvansiyonel ve dijital değerlerdeki uyumsuzluklar bazı anatomik yapıların çıktısı alınmış görüntü üzerinde farklı yorumlanmasından kaynaklanabilir. Dijital çizim yöntemleri görüntünün iyileştirilmesiyle bazı landmarkların daha net belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca ma-

manuel çizim metodunda bazı noktalar referans düzlemler oluşturularak belirlenebilirken, dijital çizimde bu mümkün olmamaktadır.

Gregston ve ark.⁸ ortodontide, tedavi kararı ve sınıflamalarda kullanılan pek çok parametrede 2° ya da 2 mm'lik değişimin klinik olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını vurgulamışlardır. Bu çalışmadaki her iki metotla elde edilen ölçümlerin ortalamalarına baktığımızda, aradaki farkın parametrelerin çoğunda 2° ya da 2 mm'den küçük olduğu görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmanın sonuçlarına göre;

1. Yokluk hipotezi, Gonial açı° ve Nasolabial açı° değerleri için kabul edilmiştir, diğer tüm ölçümler için reddedilmiştir.

2. Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 analiz programı ile dijital olarak yapılan ve konvansiyonel olarak manuel yapılan sefalometrik analiz metotlarının her ikisinde de yüksek güvenilirlik bulunmuştur.

3. Dijital ve manuel çizim metotları arasında parametrelerin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Ancak bu fark klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir.

Kaynaklar

1. Phulari B. An atlas on cephalometric landmarks: JP Medical Ltd; 2013.
2. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *Journal of Orthodontics*. 2002;29(1):66-9.
3. Carlos Quintero J, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(6):491-506.
4. Näslund E, Kruger M, Petersson A, Hansen K. Analysis of low-dose digital lateral cephalometric radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1998;27(3):136-9.
5. Houston W. The analysis of errors in orthodontic measurements. *American journal of orthodontics*. 1983;83(5):382-90.
6. Midtgård J, Björk G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *The Angle Orthodontist*. 1974;44(1):56-61.
7. Rudolph D, Sinclair P, Coggins J. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;113(2):173-9.
8. 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. *Seminars in Orthodontics*; 2004: Elsevier.
9. Macri V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *The European Journal of Orthodontics*. 1993;15(2):137-48.
10. Nimkarn Y, Miles P. Reliability of computer-generated cephalometrics. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*. 1995;10(1):43-52.
11. Ongkosuwito E, Katsaros C, Van't Hof M, Bodegom J, Kuijpers-Jagtman A. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2002;24(6):655-65.
12. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(1):105-8.
13. Liu J-K, Chen Y-T, Cheng K-S. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(5):535-40.
14. Chen Y-J, Chen S-K, Chung-Chen Yao J, Chang H-F. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2004;74(2):155-61.
15. Oliver RG. Cephalometric analysis comparing five different methods. *British Journal of orthodontics*. 1991;18(4):277-83.
16. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2005;34(6):619-26.
17. Kublashvili T, Kula K, Glaros A, Hardman P, Kula T, editors. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: II. Soft tissue. *Seminars in Orthodontics*; 2004: Elsevier.
18. Celik E, Polat-Ozsoy O, Toygar Memikoglu TU. Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(3):241-6.
19. Sandler P. Reproducibility of cephalometric measurements. *British journal of orthodontics*. 1988;15(2):105-10.
20. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2000;70(5):387-92.
21. Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2000;61(2):91-9.
22. Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson L. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *The European Journal of Orthodontics*. 1998;20(3):331-40.
23. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(3):247-53.
24. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Toygar Memikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison

- of digital versus hand-tracing methods. The European Journal of Orthodontics. 2009;31(3):254-9.
25. İşeri H, Açıkbaş A, Yılmaz O. Bilgisayar metodu ve geleneksel metod ile yapılan sefalometrik ölçümlerin hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman açısından değerlendirilmesi. Türk Ortod Derg 1992;5: 1-6.
 26. Sarı Z, Başçiftçi FA, Uysal T, Malkoç S. Üç farklı sefalometrik film çizim yönteminde araştırmacılar ve tekniklerin karşılaştırılması. Türk Ortod Derg 2002;15(2):99-107.
 27. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 1. Landmark identification. American journal of orthodontics. 1971;60(2):111-27.
 28. Sekiguchi T, Savara BS. Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. American journal of orthodontics. 1972;61(6):603-18.
 29. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2006;129(3):345-51.
 30. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2006;130(3):340-8.
 31. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. The European Journal of Orthodontics. 2009;31(5):523-8.