



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Konvansiyonel ve Bilgisayarlı Sefalometrik Metotların Karşılaştırması

A Comparison of Conventional and Computerized Cephalometric Methods

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı konvansiyonel manuel sefalometrik analiz metodunun bilgisayarlı sefalometrik analiz metodunu karşılaştırmaktır. **Bireyler ve Yöntem:** 31 hastanın lateral sefalometrik radyografileri (15 erkek 16 kız) 2 metotla çizildi: 1-Konvansiyonel; 2-Bilgisayarlı sefalometrik analiz programı [Nemo Ceph NX 2006 (Nemo Tec, Madrid, İspanya)]. 4 dişsel, 7 iskeletsel ve 3 yumuşak doku parametresi 1 araştırmacı tarafından ölçüldü. Her iki metot için ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla Houston metoduna göre sınıf içi korelasyon katsayısı hesaplandı. Her metot için belirlenen ölçümler eşleştirilmiş t testi ile karşılaştırıldı. **Bulgular:** Birinci ve ikinci ölçümler arası korelasyon katsayısı konvansiyonel metot için 0,77-0,95 (ortalama 0,86), bilgisayarlı metot için 0,79-0,97 (ortalama 0,91) arasındadır. Eşleştirilmiş t testi sonuçları SNA (°) (P= 0,000), SNB (°) (P= 0,033), ANB (°) (P= 0,037), Witts ölçümü (mm) (P= 0,001), FMA (°) (P= 0,026), Overbite (mm) (P= 0,000), U1-PP (°) (P= 0,026), ve UL-E (mm) (P= 0,000) için önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. **Sonuç:** Her iki metot için de gözlemci içi güvenilirlik kabul edilebilirdi. Konvansiyonel ve bilgisayarlı metotlar arasında SNA, SNB, ANB, Witts ölçümü, FMA, Overbite, U1-PP, ve UL-E için önemli farklılıklar gözlenmiştir. (Türk Ortodonti Dergisi 2012;25:105-112)

Anahtar Kelimeler: Dental görüntüleme, Bilgisayarlı sefalometrik program.

Gönderim Tarihi: 03.01.2012

Kabul Tarihi: 04.04.2012

SUMMARY

Aim: The aim of the present study was to compare the conventional method of manual cephalometric analysis with a computerized cephalometric analysis method. **Subjects and Method:** Lateral cephalometric radiographs of 31 patients (15 males and 16 females) were traced by two methods: (1) conventional; (2) computerized [Nemo Ceph NX 2006 (Nemo Tec, Madrid, Spain)] cephalometric analysis program. Four dental, 7 skeletal, and 3 soft tissue parameters, were measured by one investigator. Intra-class correlation coefficients were performed for both methods to assess the reliability of the measurements according to Houston method. The measurements determined by each method were compared with a paired t-test. **Results:** The correlation coefficient between the first and second measurements ranged from 0.77 to 0.95 (average: 0.86) for the conventional method and from 0.79 to 0.97 (average: 0.91) for the computerized method. The results of paired t-test showed that significant differences were observed for SNA (°) (P= 0.000), SNB (°) (P= 0.033), ANB (°) (P= 0.037), Witts appraisal (mm) (P= 0.001), FMA (°) (P= 0.026), Overbite (mm) (P= 0.000), U1-PP (°) (P= 0.026), and UL-E (mm) (P= 0.000). **Conclusion:** Intra-observer reliability for both methods was acceptable. Significant differences between conventional and computerized methods were observed for SNA, SNB, ANB, Witts appraisal, FMA, Overbite, U1-PP, and UL-E. (Turkish J Orthod 2012;25:105-112)

Key Words: Digital imaging; Nemo Ceph; Computerized Cephalometric program.

Date Submitted: 03.01.2012

Date Accepted: 04.04.2012



Yrd.Doç.Dr. Mevlüt
ÇELİKOĞLU*
Dr. Doğan KILKIŞ*

*Karadeniz Teknik Üniv. Dişhek.
Fak. Ortodonti A.D. Trabzon /
*Karadeniz, Technical Univ. Faculty
of Dentistry, Dept of Orthodontics,
Trabzon, Turkey

**Yazışma Adresi/
Corresponding Author:**
Dr Mevlüt ÇELİKOĞLU
Ortodonti Bölümü,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Karadeniz Teknik Üniversitesi,
61080, Trabzon, Turkey
Tel: 0462 377 47 47
Faks: 0462 325 30 17
E-posta:
mevlutcelikoglu@hotmail.com





GİRİŞ

Sefalometri ortodontik teşhis, tedavi planı, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi ve büyüme tahmininde önemli bir ayardır (1). Halen bir sefalogram almak ve sefalometrik analiz kullanmak tedavi prosedürlerinin değerlendirilmesi için kaçınılmazdır (2). Fakat konvansiyonel metotlarla analiz yapmak klinisyen ve ortodontistlerin çok vaktini alır ve çizimde, nokta belirlemede ve değişkenlerin ölçümünde yüksek hata riski içerir (3, 4).

Son zamanlarda, teknolojik gelişmeler bilgisayar kullanarak sefalometrik çizim yapmayı mümkün kılmaktadır. Bilgisayarların tedavi planında kullanımı bireysel hata insidansını düşürmekle kalmaz, yüksek oranda tekrarlanabilirlikle birlikte standardize edilmiş, hızlı ve doğru değerlendirme sağlar (5). Sonuç olarak birçok klinisyen teşhis, tedavi planı ve gelişim tahmininde bilgisayar kullanımına başvurmaktadır.

Bugüne kadar çeşitli bilgisayarlı sefalometrik program tanıtılmıştır ve bu programların ölçümlerinin doğruluğunu karşılaştırmak için çeşitli raporlar yayınlanmaktadır (1,5-7). Roden-Johnson ve arkadaşlarına göre (6) sefalometrik noktaların elle ya da Quick Ceph 2000 ile dijital olarak belirlenmesinde hiçbir farklılık yoktur. Polat-Özsoy ve arkadaşları (5) direk dijital radyografilerin bilgisayarlı çizimini, dijital radyografi çıktılarının elle çizilmiş olanları ile karşılaştırarak sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu değerlendirmiştir ve 2 metot arasındaki farklılıkların minimal ve klinik olarak kabul edilebilir olduğunu bulmuşlardır.

Bu çalışmanın amacı konvansiyonel sefalometrik analizin konvansiyonel metodu ile Nemo Ceph NX 2006 kullanılan bilgisayarlı sefalometrik analiz metodunu karşılaştırmaktır.

BİREYLER ve YÖNTEM

31 hastanın lateral sefalometrik radyografisi (15 erkek 16 kız) Karadeniz Teknik Üniversitesi Ortodonti bölümü arşivinden rastgele seçildi. Filmlerin tümü iyi kalitedeydi ve anatomik noktaların yerini belirlemeye engel olabilen herhangi bir artefakt yoktu. Filmler tek operatör tarafından aynı X-ray

INTRODUCTION

Cephalometry is an important tool in orthodontic diagnosis, treatment planning, evaluation of treatment results and prediction of growth (1). Currently, taking a cephalogram and using cephalometric analysis are inevitable for evaluation of treatment procedure (2). However, analyses done with conventional methods take a lot of time for clinicians and orthodontists and include a high risk of error in tracing, landmark identification and measuring the variables (3, 4).

Recently, technological advances have made it possible to perform cephalometric tracing using computers. The use of computers in treatment planning is not only expected to decrease the incidence of individual error but also to provide standardized, fast, and accurate evaluation with a high rate of reproducibility (5). Thus, many clinicians have turned to use computers for diagnosis, treatment planning and prediction of the growth.

To date, several computerized cephalometric programs were introduced and several reports have been published for the comparison of accuracy of the measurements with those programs (1, 5-7). According to Roden-Johnson et al (6), there was no difference in the identification of cephalometric landmarks made manually vs digitally with Quick Ceph 2000. Polat-Ozsoy et al (5) evaluated the accuracy of cephalometric measurements using computerized tracing of direct digital radiographs in comparison with hand tracing of digital radiographic printouts and they found that the differences between both methods were minimal and clinically acceptable.

The aim of the present was to compare the conventional method of conventional cephalometric analysis with a computerized cephalometric analysis method using Nemo Ceph NX 2006.

SUBJECTS and METHOD

Lateral cephalometric radiographs of 31 patients (15 males and 16 females) were randomly selected from the archive of the



makinesi ve sefalostat (Veraviewepocs; Morita, Kyoto, Japan) kullanılarak standart koşullarda alındı ve her metot aynı araştırmacı (DK) tarafından değerlendirildi.

Filmler aynı tarayıcı kullanılarak (Epson Perfection V700) 300 dpi dijital formatta tarandı. Sefalogramların değerlendirilmesinde 2 metot kullanıldı: 1) Konvansiyonel; 2) Nemo Ceph NX 2006 (Nemo Tec, Madrid, Spain) sefalometrik analiz program. 6 boyutsal ve 8 açısal ölçümden oluşan 4 dişsel, 7 iskeletsel ve 3 yumuşak doku parametresi ölçüldü (Şekil 1). Aynı radyografiler aynı araştırmacı tarafından 0,3 mm 2H kurşun kalem ile mat asetat kâğıt üzerine çizildi ve cetvel ile ölçüldü.

İstatistiksel Analiz

Radyografik ölçümler ile ilgili hataları belirlemek için 15 radyografi rastgele seçildi. Noktaların belirlenmesi, çizim ve ölçümler aynı yazar tarafından ilk ölçümden 2 hafta sonra tekrarlandı. Sınıf içi korelasyon katsayısı ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek için Houston tarafından tanımlandığı şekilde kullanıldı.

Verilere Kolmogorov-Smirnov testi uygulandı ve tüm veriler normal dağılım göstermişti ($P > 0,05$). Sonuç olarak her metodun ölçümleri eşleştirilmiş t testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel analizler Windows için SPSS yazılımı kullanılarak (version 12.0, SPSS, Chicago, Ill) yapıldı. Tüm testler için önemlilik derecesi $P < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Sınıf içi korelasyon katsayısı Houston metoduna göre ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek için yapıldı ve tablo 1 de gösterildi. Intra-observer güvenilirlik hem konvansiyonel hem Nemo Ceph metodları için kabul edilebilirdi. Her iki metoda denk gelen intra-observer korelasyon katsayısı $r^2 = 0,77$ 'den büyüktü. Birinci ve ikinci ölçümler arası korelasyon katsayısı konvansiyonel metotta 0,77-0,95 (ortalama 0,86), Nemo Ceph metodunda 0,79-0,97 (ortalama 0,91) arasındaydı.

Bu çalışmada kullanılan Ölçümlerin ortalama ve standart sapması tablo 2 de gösterilmiştir. Metotlar arası istatistiksel karşılaştırmaya göre, SNA ($^{\circ}$) ($P = 0,000$), SNB

Department of Orthodontics of Karadeniz Technical University. All of the films were of good quality and had no artefacts that might interfere with the location of the anatomical points. The films were taken in a standard condition by one operator using the same X-ray machine and cephalostat (Veraviewepocs; Morita, Kyoto, Japan) and were evaluated by the same investigator for each method. The films were scanned into digital format at 300 dpi using the same scanner (Epson Perfection V700). For the evaluation of the cephalograms, two methods were used: 1) Conventional; 2) Nemo Ceph NX 2006 (Nemo Tec, Madrid, Spain) cephalometric analysis program. Four dental, 7 skeletal, and 3 soft tissue parameters, were measured that consisted of 6 linear and 8 angular measurements (Figure 1). The same radiographs were then traced by the same examiner with a 0.3 mm 2H pencil on matte acetate paper and measured using a ruler protractor.

Statistical Analysis

To determine the errors associated with radiographic measurements, 15 radiographs were selected randomly. Landmark identification, tracing, and measurements were repeated two weeks after the first measurements by the same author. Intra-class correlation coefficients were performed to assess the reliability of the measurements as described by Houston (8).

Kolmogorov-Smirnov test was applied to the data, and all data were found normally distributed ($P > 0,05$). Thus, the measurements of each method were compared with a paired t-test. Statistical analyses were performed using the SPSS software for Windows (version 12.0, SPSS, Chicago, Ill). The level of significance for all tests was set at $P < 0,05$.

RESULTS

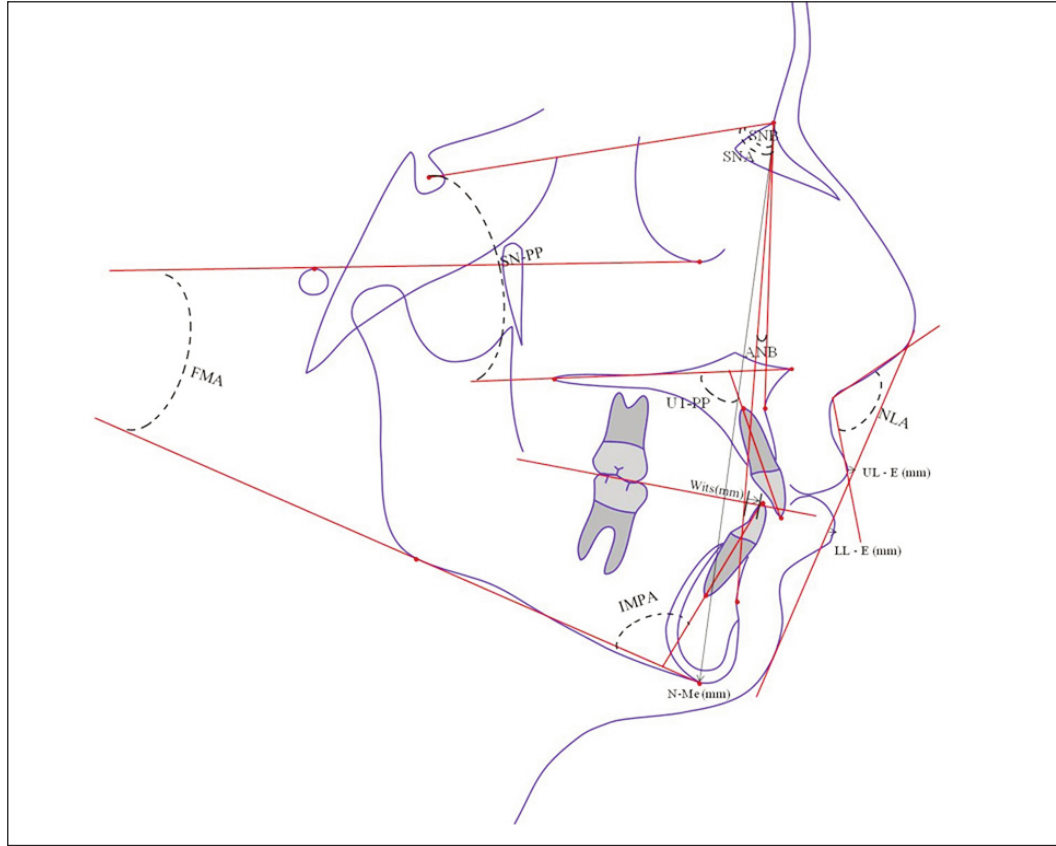
Intra-class correlation coefficients that were performed to assess the reliability of the measurements according to Houston method were shown in Table 1. Intra-observer reliability for both the conventional and Nemo Ceph methods was acceptable. The corresponding intra-observer correlation





Şekil I. Çalışmada kullanılan ölçümler.

Figure I. The measurements used in the present study.



(°) ($P= 0,033$), ANB (°) ($P= 0,037$), Wits ölçümü (mm) ($P= 0,001$), FMA (°) ($P= 0,026$), Overbite (mm) ($P= 0,000$), U1-PP (°) ($P= 0,026$) ve UL-E (mm) ($P= 0,000$) de önemli farklılıklar gözlenmiştir. Metotlar arası diğer farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

coefficients for both methods were greater than $r^2= 0.77$. The correlation coefficient between the first and second measurements ranged from 0.77 to 0.95 (average: 0.86) for the conventional method and from 0.79 to 0.97 (average: 0.91) for the Nemo Ceph method.

Tablo I. Konvansiyonel ve Nemo Ceph metotlarından elde edilen ölçümlerin intra-observer güvenilirlikleri.

Table I. Intra-observer reliability of the measurements obtained from the conventional and the Nemo Ceph methods.

Parametreler / Parameters	Konvansiyonel / Conventional	Nemo Ceph
	r^2	r^2
SNA (°)	0.85	0.89
SNB (°)	0.83	0.93
ANB (°)	0.87	0.90
Wits (mm)	0.77	0.87
FMA (°)	0.78	0.89
SN-PP (°)	0.81	0.88
N-Me (mm)	0.84	0.91
Overjet (mm)	0.89	0.96
Overbite (mm)	0.88	0.95
U1-PP (°)	0.93	0.96
IMPA (°)	0.91	0.94
Nasolabial (°)	0.82	0.79
UL-E (mm)	0.92	0.97
LL-E (mm)	0.95	0.95



Parametreler/ Parameters	Konvansiyonel / Conventional		Nemo Ceph		
	Mean	SD	Mean	SD	P
SNA (°)	78.34	3.93	79.35	3.98	0.000
SNB (°)	74.34	4.37	74.77	4.41	0.033
ANB (°)	4.00	2.09	4.58	1.93	0.037
Witts (mm)	2.89	2.14	1.37	2.79	0.001
FMA (°)	21.79	5.50	22.42	5.83	0.026
SN-PP (°)	8.89	2.49	9.04	3.09	0.790
N-Me (mm)	124.29	7.01	124.89	7.41	0.990
Overjet (mm)	6.02	2.72	6.18	2.38	0.304
Overbite (mm)	3.56	1.707	3.013	1.66	0.000
U1-PP (°)	110.71	7.07	109.76	6.95	0.026
IMPA (°)	96.07	4.94	96.56	6.21	0.389
Nasolabial (°)	120.50	11.26	121.47	10.24	0.136
UL-E (mm)	-3.53	2.06	-3.00	1.69	0.000
LL-E (mm)	-2.50	2.66	2.74	2.24	0.468

Tablo II. Eşleştirilmiş t testi kullanılarak grupların karşılaştırılması.

Table II. Comparison of the groups using Paired t-test.

TARTIŞMA

Dijital görüntülemenin konvansiyonel radyografilere göre birçok avantajının olduğu gösterilmiştir. Bilgisayarlı sefalometrik kullanımdan önce, tüm ölçümler kullanılan spesifik analizle ilişkili kemik ve yumuşak dokular çizildikten ve noktalar belirlendikten sonra elle hesaplanıyordu. Ve sonuç olarak konvansiyonel teknik zaman kaybıydı. Hız avantajına ilaveten bilgisayarlı sefalometrik nokta arın çift dijitalizasyonu kolaylaştırır ve böylece analiz güvenilirliğini önemli derecede artırır (9). İsaacson ve arkadaşları (10) bu metodun diğer avantajlarını göstermiştir. Bunlar (a) saklama ve sefalometrik değerlere ve ölçümlere yeniden erişimde kolaylık; (b) sefalometrik kayıtların bilgisayar sistemine entegrasyonu ve (c) hastanın dosya, foto ve dişsel modelleri ile sefalometrik dataların kombinasyonudur.

Bilgisayarlı sefalometrik sistemin birçok avantajları nedeniyle birçok klinisyen hastaların verilerini çeşitli nedenlerle elde etmek için bilgisayar kullanmaktadır. Ortodontide bilgisayar teknolojisinin kullanımının artışı bilgisayarlı sefalometrik programların doğruluğunu değerlendirme ve

The mean and standard deviations of the measurements used in the present study were shown in Table 2. According to the statistical comparison between the methods, significant differences were observed for SNA (°) (P= 0.000), SNB (°) (P= 0.033), ANB (°) (P= 0.037), Witts appraisal (mm) (P= 0.001), FMA (°) (P= 0.026), Overbite (mm) (P= 0.000), U1-PP (°) (P= 0.026), and UL-E (mm) (P= 0.000). Any other differences between the methods were found to be statistically insignificant (P > 0.05).

DISCUSSION

Digital imaging has been shown to offer several advantages over conventional radiography. Before computerized cephalometry was employed, all measurements were calculated manually after tracing the bone and soft tissues and identifying the landmarks related to the specific analysis used. And thus the conventional technique was time consuming. In addition to the speed advantage, computerized cephalometry facilitates the use of double digitization of the landmarks





bu programların konvansiyonel çizim ile karşılaştırma ihtiyacı olduğunu göstermektedir (2).

Birçok yazar boyutsal ve açısal ölçüm yapmak için sefalometrik programların güvenilirliğine ilişkin farklı sonuçlar göstermiştir (1,11-13). Bu varyasyon dijital radyografiler elde etmek için çeşitli metotlar ve farklı bilgisayarlı sefalometrik programlar kullanımı nedeniyle olabilir. Dijital radyografiler elde etmek ve onları sefalometrik çizim programlarına transfer etmek için çeşitli metotlar (direk ve indirek metotlar) vardır. İndirek metot konvansiyonel makineden elde edilmiş bir filme ihtiyaç duyar ve sonra film bir tarayıcı tarafından taranır ya da sefalometrik filmin dijital bir fotoğrafı alınır. Direk metot bilgisayar ile direk olarak x ray makinesinden görüntü almaya izin verir (6). Bu çalışmada indirek metot kullanıldı. Aynı makineden alınan sefalometrik film aynı tarayıcıda tarandı ve sonra aynı bilgisayar, tarayıcı varyasyonunu azaltmak ve uygun Nemo Ceph'in uygun kalibrasyonunu sağlamak tüm radyografileri çizmek için kullanıldı. Bu çalışmadaki tüm ölçümler Houston tarafından tanımlanan aynı şartlar altında hatayı minimize etmek için tecrübeli bir araştırmacı tarafından yapılmıştır (6).

Bu çalışmada, konvansiyonel ve Nemo Ceph metotları için sınıf içi korelasyon katsayıları sırayla 0,77-0,95 (ortalama 0,86) ve 0,79-0,97'dir (ortalama 0,91). Düşük seviyede tekrarlanabilirlik elle çizimde Witts ölçümü (0,77), FMA (0,78) ve Nemo Ceph'te Nasolabial açı (0,79) için belirlenmiştir. Diğer ölçümlerin tekrarlanabilirlik yüksek bulunmuştur. Bizim bulgularımız ile uyumlu olarak, Polat-Özsoy ve arkadaşları (3) hem konvansiyonel hem bilgisayarlı metotların tekrarlanabilirlik seviyesi nazolabial açı, Witts ölçümü, SN-PP gibi bazı ölçümler hariç her iki metot için de yüksek bulunmuştur. Zamora ve arkadaşları (14) operatörün çalışma öncesi eğitimini takiben tekrarlanabilirliğin yüksek oranda olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada bazı ölçümler için düşük gözlem içi uzlaşma nedeni operatörün önceki öğrenme süreci eksikliği olabilir.

Her iki metotta gözlenen ölçümleri karşılaştırdığımızda, SNA, SNB, ANB, Witts ölçümü, FMA, Overbite, U1-PP, ve UL-E için

and thus significantly increases the reliability of the analysis (9). Isaacson et al (10) showed several other advantages of this method. These include: (a) Easy storage and retrieval of cephalometric values and tracings; (b) integration of the cephalometric registrations within an office-management computerized system; and (c) combination of the cephalometric data with patients' files, photographs, and dental casts.

Due to the many advantages of the computerized cephalometry system, several clinicians have been using computers for obtaining the data of the patients for several reasons. The increasing use of computer technology in orthodontics has revealed the need to evaluate the accuracy of the computerized cephalometric programs and compare those programs with conventional tracing (2).

Several authors showed different results regarding the reliability of cephalometric programs to make linear and angular measurements (1, 11-13). This variation might be due to using different computerized cephalometric programs and various methods to acquire digital radiographs. There are several methods (direct and indirect methods) to acquire digital radiographs and transfer them to the cephalometric tracing program. Indirect method needs a film to be generated by a conventional machine, and then the film is scanned by a scanner, or a digital photograph of the cephalometric film is taken. Direct method allows for the image to be acquired by the computer directly from the x-ray machine (6). In the present study, indirect method was used. The cephalometric film, taken by the same machine, was scanned on the same scanner and then the same computer was used to trace all radiographs to reduce the variation of scanning machines and to ensure proper calibration of Nemo Ceph. All measurements in the present study were performed by one experienced investigator to minimize error under the same conditions as described by Houston (6).

In the present study, intra-class correlation coefficients for the conventional and Nemo Ceph methods were between 0.77-0.95



önemli farklılıklar gözlenmiştir. En yüksek farklılık açısal ve linear ölçümler için sırasıyla SNA (1,01°) ve Witts ölçümünde (1,52 mm) gözlenmiştir. İlâveten Sayınsu ve arkadaşları (15) konvansiyonel ve bilgisayarlı metodlar arasında FMA ve nazolabial açı için önemli bir farklılık bulmuştur. Araştırmacılar aynı zamanda bu çalışmada ölçülmeyen maksiller yükseklik, maksiller derinlik, y aksı ve N perpendikuler mesafesi gibi ölçümlerde önemli farklılıklar bulmuştur. Yakın zamandaki bir çalışmada, Chen ve arkadaşları (16) konvansiyonel ve bilgisayarlı metod karşılaştırıldığında 26 ölçümün 23'ünde farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu göstermişlerdir.

Konvansiyonel sefalometrik analiz çalışmaları magnifikasyon, çizim, ölçüm, kayıt ve nokta belirlenmesinin hataların temel kaynağı olduğunu rapor etmektedir(3,4). Operatörün noktaları lokalize edebilmesi ve sefalometrik ölçümleri elle ya da dijital olarak yapması araştırmacının bulgularını etkileyebilen önemli bir faktördür (1,11). Operatörler arası hatayı elimine etmek için, biz ölçülen parametreler ve tüm çizimler için sadece 1 kişi kullandık. İlâveten yakın zamandaki çalışmada ölçümler 1 araştırmacı tarafından yapılmıştır (17,18). Bu, noktaların belirlenmesinde sistemik hataların radyografilerin her 2 tipinde benzer olduğu ve bu tip bir çalışma için 1 araştırmacının olması gerektiğini gösterdi (17).

SONUÇ

- Gözlemci içi güvenilirlik hem konvansiyonel hem de Nemo Ceph metodu için kabul edilebilirdi.
- Konvansiyonel ve bilgisayarlı metodlar arasında SNA, SNB, ANB, Witts ölçümü, FMA, Overbite, U1-PP ve L(s)-S de önemli farklılıklar gözlenmiştir.

(average: 0.86) and from 0.79-0.97 (average: 0.91), respectively. Low levels of reproducibility were determined for Witts appraisal (0.77), FMA (0.78) using hand tracing, and for Nasolabial angle (0.79) using Nemo Ceph. The other measurements' reproducibility was found to be high. In agreement with our findings, Polat-Ozsoy et al (3) found high levels of reproducibility for both conventional and computerized methods except for some measurements such as nasolabial angle, Witts appraisal, SN-PP for both methods. Zamora et al (14) found high degree of intra-observer agreement following the operator's prior learning process. The reason of the low intra-observer agreement for some measurements in the present study might be due to the lack of the operator's prior learning process.

When we compared the measurements observed with both methods, significant differences were observed for SNA, SNB, ANB, Witts appraisal, FMA, Overbite, U1-PP, and L(s)-S. The highest difference was observed for SNA (1.01°) and Witts appraisal (1.52 mm) for angular and linear measurements, respectively. In addition, Sayınsu et al (15) found a difference between conventional and computerized methods for FMA and nasolabial angle. The authors also found significant differences for the measurements such as maxillary height, maxillary depth, y-axis, and distance N perpendicular that were not measured in the present study. In a recent study, Chen et al (16) showed that the measurement differences of 23 out of the 26 measurements were found to be statistically insignificant when conventional and computerized methods were compared.

Studies of conventional cephalometric analysis have reported magnification, tracing, measuring, recording, and landmark identification to be the major sources of error (3,4). The ability of the operators to locate the landmarks and do the cephalometric measurements manually or digitally is an important factor that might affect the findings of the investigations (1,11). To eliminate the inter-operator error, we used only one operator to perform all tracings and





measuring the parameters. In addition, the measurements were performed by one observer in recent studies (17,18). It was indicated that the systemic errors in the identification of landmarks were the same for both types of the radiographs and thus it was justified to have one observer for this type of a study (17).

CONCLUSION

- Intra-observer reliability for both the conventional and Nemo Ceph methods was acceptable.
- Significant differences between conventional and computerized methods were observed for SNA, SNB, ANB, Witts appraisal, FMA, Overbite, U1-PP, and L(s)-S.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod.* 2000;70:387-92.
2. Cavdar K, Ciğer S, Öz AZ. A comparison of conventional and cephalometric methods. *Clinical Dentistry and Research.* 2011;35:33-40.
3. Baumrind S, Frantz RC. Reliability of Head Film Measurements .1. Landmark Identification. *Am J Orthod.* 1971;60:111-27.
4. Baumrind S, Frantz RC. Reliability of Head Film Measurements .2. Conventional Angular and Linear Measures. *Am J Orthod.* 1971;60:505-17.
5. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Memikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod* 2009;31:254-9.
6. Roden-Johnson D, English J, Gallerano R. Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: Landmark identification, measurement, and superimposition accuracy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133:556-64.
7. Erkan M, Gurel HG, Nur M, Demirel B. Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *Eur J Orthod.* 2011;18 (Epub ahead of print).
8. Houston WJB. The Analysis of Errors in Orthodontic Measurements. *Am J Orthod.* 1983;83:382-90.
9. Eriksen J, Bjorn-Jorgensen J. [Diagnosis and treatment planning in orthodontic therapy by the use of digital cephalometry]. *Tandlaegebladet* 1988;92:499-501.
10. Isaacson RJ, Lindauer SJ, Strauss RA. Computers and cephalometrics. *Alpha Omegan* 1991;84:37-40.
11. Macri V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *Eur J Orthod.* 1993;15:137-48.
12. Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson LG. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *Eur J Orthod.* 1998;20:331-40.
13. 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.
14. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia J, Paredes V. A study on the reproducibility of cephalometric landmarks when undertaking a three-dimensional (3D) cephalometric analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(4):e678-88.
15. Sayinsu K, Isik F, Trakyalı G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod.* 2007;29:105-8.
16. 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.
17. van Vlijmen OJ, Berge SJ, Bronkhorst EM, Swennen GR, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison of frontal radiographs obtained from cone beam CT scans and conventional frontal radiographs of human skulls. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:773-8.
18. van Vlijmen OJ, Maal TJ, Berge SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison between two-dimensional and three-dimensional cephalometry on frontal radiographs and on cone beam computed tomography scans of human skulls. *Eur J Oral Sci.* 2009;117:300-5.