

KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN İKİ VE ÜÇ BOYUTLU LATERAL SEFALOMETRİK ANALİZLERİN

KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF LATERAL CEPHALOMETRIC ANALYSES MADE THREE DIMENSIONALLY AND TWO DIMENSIONALLY OBTAINED FROM CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Arş Gör. Süleyman Kutalmış BÜYÜK*

Doç. Dr. Mevlüt ÇELİKOĞLU***

Arş. Gör. Tuba ÜNAL*****

Yrd. Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU**

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ercan ŞEKERCİ****

Yrd. Doç. Dr. Doğan KILKIŞ*****

Makale Kodu/Article code: 1460

Makale Gönderilme tarihi: 15.01.2014

Kabul Tarihi: 09.06.2014

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanılarak elde edilen iki (2D) ve üç boyutlu (3D) lateral sefalometrik analizlerin karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve yöntem: 25 hastanın (12 erkek ve 13 bayan; ortalama yaş: 25,22 ± 4,92 yıl; yaş dağılımı: 18-35 yıl) 2D ve 3D olarak çizilen lateral sefalometrik görüntüleri bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Tüm KIBT görüntüleri KIBT (NewTom 5G, QR Verona, Italy) kullanılarak supin pozisyonunda alınmıştır. DICOM dosyaları SimPlant yazılımı (SimPlant Pro 2011, Materialise, Leuven, Belgium) kullanılarak elde edildi ve tüm ölçümler bu program kullanılarak yapılmıştır. Sefalometrik analizlerin karşılaştırılabilmesi için 8 iskeletsel, 8 dişsel ve 3 yumuşak dokuyu içeren toplam 19 parametre (14 açısal ve 5 boyutsal) ölçülmüştür. Her iki yöntemle belirlenen ölçümler eşleştirilmiş t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Bulgular: 2D ve 3D olarak çizilen lateral sefalometrik filmlerin tekrarlanabilirliği kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur. Eşleştirilmiş t testi sonucunda; SN-GoGn (°) ($p = 0,011$), MP-PP (°) ($p = 0,006$), Y (°) ($p = 0,009$) ve IMPA (°) ($p = 0,002$) açılarında, N-Me (mm) ($p = 0,043$) ve U1-NA (mm) ($p = 0,000$) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Pearson korelasyon katsayısı U1-NA (°) ($r = 0,575$) ve nasolabial açı (°) ($r = 0,641$) ve L1-APog (mm) ($r = 0,658$) mesafesi hariç tüm ölçümlerde yüksek olarak tespit edilmiştir.

Sonuç: KIBT görüntüleri kullanılarak elde edilen 2D ve 3D lateral sefalometrik analizler karşılaştırıldığında, Pearson korelasyon hemen hemen tüm ölçümlerde yüksek olmasına rağmen, SN-GoGn (°), MP-PP (°), Y açısı (°) ve N-Me (mm) gibi dik yön ile ilgili değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Konik ışınli bilgisayarlı tomografi, sefalometri, lateral sefalometrik analiz

ABSTRACT

Aim: The aim of the present study was to compare lateral cephalometric analyses made three dimensionally (3D) and two dimensionally (2D) obtained from Cone Beam Computed Tomography (CBCT).

Material and method: The material of this study included that lateral cephalometric images of 25 patients (12 males and 13 females; mean age: 25.22±4.92 years; age range: 18-35 years) were traced by 3D and 2D methods. All CBCT images were obtained in supine position by using CBCT (NewTom 5G, QR Verona, Italy). DICOM files obtained from the CBCT scans were reconstructed by SimPlant (SimPlant Pro 2011, Materialise, Leuven, Belgium) software. All measurements were made using this software. A total of 19 parameters including 8 skeletal, 8 dental, and 3 soft tissue variables (14 angular and 5 linear) were measured to comparison of cephalometric analyses. The measurements determined by each method were compared with a paired t-test. In addition, Pearson correlation coefficients were calculated.

Results: Intra-observer reliability for both 2D and 3D methods was acceptable. The results of paired t-test showed that significant differences were observed for SN-GoGn (°) ($P = 0.011$), MP-PP (°) ($P = 0.006$), Y angle (°) ($P = 0.009$), IMPA (°) ($P = 0.002$), N-Me (mm) ($P = 0.043$), and U1-NA (mm) ($P = 0.000$). Pearson correlation coefficients were high for all measurements except U1-NA (°) ($r = 0.575$), nasolabial angle (°) ($r = 0.641$), and L1-APog (mm) ($r = 0.658$).

Conclusion: When lateral cephalometric analyses made by 3D and 2D obtained from CBCT were compared, statistically significant differences were observed in parameters about vertical dimension as SN-GoGn (°), MP-PP (°), Y angle (°), and N-Me (mm) despite Pearson correlation coefficients were high for almost all measurements.

Key words: Cone beam computed tomography, cephalometry, lateral cephalometric analyses

*Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,

**Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,

***Akdeniz Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,

****Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı,

*****Karadeniz Teknik Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,

*****Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı,



GİRİŞ

Sefalometrik radyografi yüz iskeletinin büyüme ve morfolojisinin tanımlanmasında, büyüme tahmininde, ortodontik tedavi planlamasında ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.¹ Broadbent² tarafından yirminci yüzyılın başlarında tanıtılan iki boyutlu (2D) sefalometri, halen kraniofasial büyüme ve dentofasiyal deformitelerin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir ortodontik teşhis aracıdır.³ Ancak, sefalometrik radyograflar üzerine kraniofasial yapıların süperpoze olması, geometrik magnifikasyon ve distorsiyonlar gibi faktörler 2D sefalometrinin dezavantajları olarak kabul edilmektedir.¹

Üç boyutlu (3D) bilgisayarlı tomografi (BT), magnifikasyon, distorsiyon ve süperpoze görüntülerden etkilenmeksizin 2D sefalometriden daha detaylı görüntü kalitesi sunar.⁴ Bununla birlikte hastaların çok fazla radyasyona maruz kalmaları nedeniyle ortodonti ve genel diş hekimliği pratiğinde kullanımları çok nadir durumlarda olmuştur.⁵

1990'lı yılların sonlarında konik ışınli BT'nin (KIBT) geliştirilmesi ile ortodonti uzmanları 2D'den 3D'e geçme şansı elde etmişlerdir.⁶ Konik ışın sistemleri, tek rotasyonda ve oldukça düşük radyasyon dozu ile 3D hacimli (volumetrik) veri elde etme olanağı sağlamaktadır.⁷ Aynı zamanda 2D görüntülerin koronal, sagittal, oblik ve çeşitli eğimlerdeki düzlemlerde yeniden düzenlenebilmesine izin verirler. KIBT, BT ile karşılaştırıldığında daha düşük radyasyon dozu ile hastaların görüntülenmesini sağlamıştır.⁸ KIBT cihazları, konvansiyonel BT tarayıcılarından 15 kat daha az radyasyon dozuna, kısa tarama zamanına (10-70 sn), yüksek diagnostik kalitede milimetrenin altında çözünürlük sağlama imkânına sahiptirler.^{6,9} Ayrıca, üç boyutlu KIBT görüntülerinden iki boyutlu sefalogramların elde edilmesi mümkün olabilmekte ve bu görüntüler lateral¹⁰ ve posteroanterior¹¹⁻¹³ sefalometrik radyografların simüle edilmesinde ve bu filmlerin var olan filmler ile karşılaştırılmasında kullanılabilir. ¹⁴

KIBT görüntülerinden elde edilen 2D sefalometrik görüntülerin geleneksel sefalometrik filmler karşılaştırıldığı çalışmalar^{10,12} olduğu gibi geleneksel sefalometrik filmler ile 3D CBCT görüntülerini karşılaştıran çalışmalar¹⁴⁻¹⁸ da mevcuttur. Ancak, KIBT görüntülerinden elde edilen 2D sefalometrik filmler ile 3D görüntüler üzerinde yapılan lateral sefalometrik

analizleri karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada KIBT kullanılarak elde edilen 2D ve 3D lateral sefalometrik analizlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı arşivinden seçilen 25 hastanın (13 kız, 12 erkek; ortalama yaş: 25.22 ± 4.92 yıl; yaş dağılımı: 18-35 yıl) teşhis amacıyla daha önceden alınan iyi kaliteli, anatomik noktaların değerlendirilmesine engel olabilecek artefakt taşımayan KIBT görüntüleri oluşturmaktadır. Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri Tablo 1'de görülmektedir.

Çalışmaya dahil edilen hastaların seçiminde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır;

- Minör çapraşıklıkla birlikte Sınıf I kanin ve molar ilişkisi ve normal büyüme ve gelişime sahip olması,
- Belirgin yüz asimetrisine sahip olmaması,
- Daha önceden geçirilmiş travma veya ortodontik, protetik tedavi ve ortognatik cerrahi hikayesine sahip olmaması.

Tüm KIBT görüntüleri KIBT (NewTom 5G, QR Verona, Italy) kullanılarak supin pozisyonunda, tarama zamanı 18 sn., kolimasyon yüksekliği 13 cm., ekspoz süresi 3,6 sn ve voksel büyüklüğü 0,3 mm³ olacak şekilde alındı. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) dosyaları SimPlant yazılımı (SimPlant Pro 2011, Materialise, Leuven, Belgium) kullanılarak elde edildi ve tüm ölçümler bu program kullanılarak yapıldı.

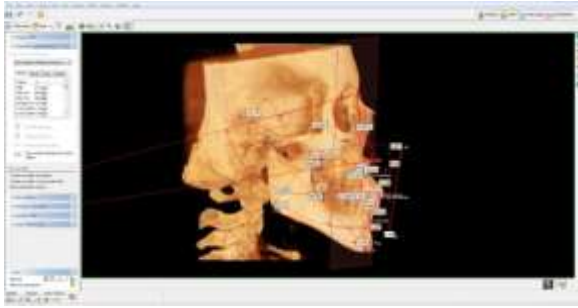
KIBT görüntülerinden elde edilen 2D ortogonal lateral sefalometrik görüntüler (Resim 1) ve 3D görüntüler (Resim 2) üzerinde 8 adet iskeletsel, 8 adet dişsel ve 3 adet yumuşak doku ölçümü (14 açısal ve 5 boyutsal ölçüm) yapıldı (Resim 3).

İstatistiksel değerlendirme

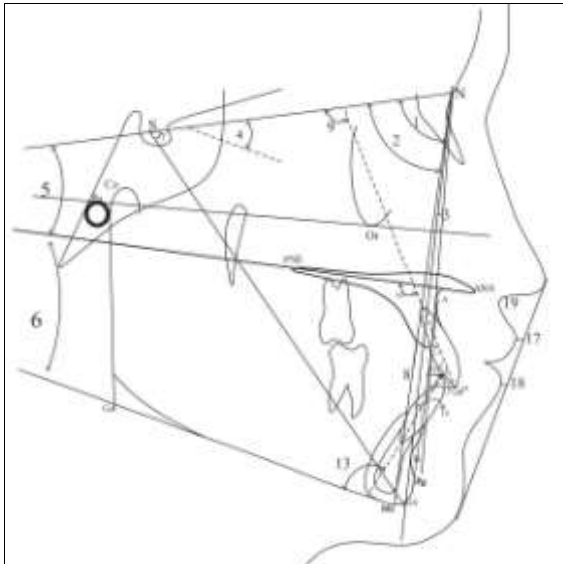
Tüm istatistiksel değerlendirme Windows SPSS software paket programı (versiyon 15.0, SPSS, Chicago, Illinois) kullanılarak yapıldı ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



Resim 1. KIBT görüntülerinden elde edilen 2D görüntü üzerinde yapılan lateral sefalometrik analiz.



Resim 2. KIBT görüntülerinden elde edilen 3D görüntü üzerinde yapılan lateral sefalometrik analiz.



İskeletsel parametreler; 1. SNA (°), 2. SNB (°), 3. ANB (°), 4. SN-GoGn (°), 5. Sn-PP (°), 6. MP-PP (°), 7. Y açısı (°), 8. N-Me (mm)
Dişsel parametreler; 9. U1-SN (°), 10. U1-PP (°), 11. U1-NA (°), 12. U1-NA (mm), 13. IMPA (°), 14. L1-NB (°), 15. L1-APog (mm), 16. Keserlerarası açı (°) **Yumuşak doku parametreleri;** 17. U1-E (mm), 18. L1-E (mm), 19. Nazolabial açı (°).

Resim 3. Sefalometrik analizde kullanılan açısal ve boyutsal ölçümler.

Ölçümleri yapan araştırmacı tarafından ilk ölçümden yaklaşık 3 hafta sonra 15 rastgele seçilmiş KIBT görüntüsü yeniden çizildi. Metot hata katsayısı houston¹⁹ formülü kullanılarak hesaplandı ve kabul edilebilir sınırlarda olduğu görüldü. Ayrıca, KIBT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğinin doğrulanması amacıyla bu iki işaretleme arasındaki fark eşleştirilmiş *t* testi kullanılarak değerlendirildi ve herhangi bir istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamadı ($p > 0,05$).

KIBT görüntülerinden elde edilen 2D lateral sefalometrik filmler ile 3D KIBT görüntüler üzerinde yapılan sefalometrik analizlerin karşılaştırılması amacıyla ölçümler eşleştirilmiş *t* testi kullanılarak değerlendirildi ve Pearson korelasyon katsayısı hesaplandı.

BULGULAR

Her iki yöntemle yapılan ölçümlerin karşılaştırılması sonucunda; SN-GoGn (°) ($P= 0,011$), MP-PP (°) ($P= 0,006$), Y aksı (°) ($P= 0,009$) ve IMPA (°) ($P= 0,002$) açılarında, N-Me (mm) ($P= 0,043$) ve U1-NA (mm) ($P= 0,000$) mesafe ölçümleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmüştür. Pearson korelasyon katsayısı U1-NA (°) ($r=0,575$) ve nazolabial açı (°) ($r=0,641$) ve L1-APog (mm) ($r=0,658$) mesafesi hariç tüm ölçümlerde $P= 0,000$ düzeyinde yüksek olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik özellikleri

	Sayı	Yaş (yıl)	Standart Sapma	Minimum (yıl)	Maksimum (yıl)
Kız	13	25,46	4,74	19,30	34,70
Erkek	12	24,96	5,30	18,40	33,60
Toplam	25	25,22	4,92	18,40	34,70

Tablo 2. Her iki yöntemle yapılan ölçümlerin karşılaştırılması

	3D Ortalama ± SS	2D Ortalama ± SS	Ortalama fark Ortalama ± SS	P1	P2
İskeletsel parametreler					
SNA (°)	82,26 ± 4,48	82,19 ± 3,86	-0,08 ± 1,40	,954***	0,786
SNB (°)	79,29 ± 4,01	79,16 ± 3,71	- 0,13 ± 1,31	,945***	0,617
ANB (°)	2,97 ± 2,55	3,03 ± 2,77	0,06 ± 1,23	,897***	0,822
SN-GoGn (°)	33,30 ± 5,88	30,56 ± 7,48	-2,73 ± 4,94	,752***	0,011
Sn-PP (°)	6,30 ± 2,85	6,58 ± 2,49	0,28 ± 0,95	,945***	0,154
MP-PP (°)	27,00 ± 5,06	23,98 ± 7,35	-3,02 ± 5,03	,731***	0,006
Y açısı (°)	59,16 ± 3,81	60,63 ± 3,61	1,47 ± 2,61	,754***	0,009
N-Me (mm)	114,80 ± 5,63	116,03 ± 5,80	1,23 ± 2,88	,873***	0,043
Dişsel parametreler					
U1-SN (°)	103,51 ± 7,65	103,07 ± 6,21	-0,44 ± 3,24	,911***	0,502
U1-PP (°)	105,01 ± 6,91	103,26 ± 6,76	-1,75 ± 4,41	,792***	0,061
U1-NA (°)	32,55 ± 5,49	33,84 ± 4,24	1,28 ± 4,62	,575**	0,177
U1-NA (mm)	2,16 ± 0,37	3,20 ± 0,41	1,04 ± 0,21	,873***	0,000
IMPA (°)	82,82 ± 4,62	84,03 ± 5,46	1,20 ± 1,72	,955***	0,002
L1-NB (°)	29,37 ± 3,82	28,44 ± 3,75	-0,93 ± 2,71	,744***	0,098
L1-APog (mm)	4,30 ± 1,29	4,23 ± 1,37	-0,07 ± 1,10	,658***	0,756
Keserlerarası açı (°)	131,76 ± 10,63	131,24 ± 9,68	-0,52 ± 5,63	,850***	0,648
Yumuşak doku parametreleri					
U1-E (mm)	5,56 ± 2,17	5,13 ± 2,26	-0,43 ± 1,04	,890***	0,058
L1-E (mm)	3,73 ± 1,82	3,71 ± 1,80	-0,03 ± 1,00	,846***	0,895
Nazolabial açı (°)	104,87 ± 12,84	107,54 ± 10,22	2,66 ± 10,05	,641**	0,198

P1: Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri; P2: Paired t-test sonuçları; **: p<0,01; ***: p<0,001

TARTIŞMA

Yapılan literatür taraması sonucunda, KIBT görüntülerinde sefalometrik noktaların geleneksel radyograflara göre daha doğru işaretlendiği, bu nedenle açısal ve boyutsal ölçümlerin daha doğru yapılabildiği ile ilgili in vivo^{10,14,18,20,21} ve kuru kafa^{12,13,15,22,23} çalışmaları olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, Öz ve arkadaşları¹⁸ 3D KIBT görüntüleri ve geleneksel radyografları karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda, ölçümlerin benzer olduğunu ve KIBT görüntüleri elde etmek amacıyla hastaların yüksek miktarda radyasyona maruz kalmaları nedeniyle sadece tedavinin sonuçlarının iyileştirilmesi gibi belirli durumlarda 3D sefalometrik değerlendirilmenin yapılmasını tavsiye etmişlerdir. Lou ve arkadaşları²⁴ ise işaret noktalarının işaretlenmesinde yapılan bireysel hatalar nedeniyle 3D ölçümlerde de hatalar çıkabildiğini bildirmişlerdir.

Kumar ve arkadaşları¹⁰ KIBT görüntülerinin varlığında, KIBT'den elde edilen 2D lateral sefalometrik görüntülerin hem hastanın ek radyasyon almasını engellemek hem de çekim giderlerinin azaltılması amacıyla geleneksel radyograflara alternatif olarak kullanılabileceğini ve sefalometrik noktaların daha doğru işaretlenmesi nedeniyle geleneksel radyograflara göre daha doğru değerlendirmeler yapılabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, yapılan literatür

taraması sonucunda KIBT görüntülerinden elde edilen 2D sefalometrik filmler ile 3D KIBT görüntüleri üzerinde yapılan lateral sefalometrik analizleri karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada KIBT görüntülerinden elde edilen 2D lateral sefalometrik görüntüler ile 3D KIBT görüntüler üzerinde yapılan sefalometrik analizlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmaya dahil edilen hastaların tümünde, gömülü bir dişin veya nazopalatin yada dentigeröz kist gibi herhangi bir kitlenin lokalizasyonu amacıyla KIBT görüntüsü alınmasına karar verilmiş ve hiçbir hasta bu çalışma nedeniyle gereksiz olarak radyasyona maruz kalmamıştır. Bu nedenle bu retrospektif arşiv çalışması için etik kurul onayı alınmamıştır. Ancak KIBT alınan tüm hastalardan kayıtlarının bilimsel çalışma amacıyla kullanılmasına izin veren hasta onam formları toplanmıştır.

Kraniofasiyal yapıların süperpoze olması, geometrik magnifikasyon ve distorsiyonlar 2D sefalometrinin kullanılmasındaki dezavantajlar olmakla birlikte görüntülerin elde edilmesi sırasında hastanın başındaki sagittal ve dikey aks yönündeki rotasyon hareketleri de filmlerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması üzerine negatif olarak etki etmektedir. Çalışmamızda, KIBT

görüntüleri üzerinden rotasyonu ayarlanmış ve geometrik magnifikasyona uğramamış ortogonal (1:1 boyutlu) 2D sefalometrik görüntüler kullanılmıştır.

Yumuşak dokuların görüntülenmesinin sınırlı olması, konik ışın geometrisi, algılayıcı hassasiyeti ve kontrast çözünürlüğü gibi bazı kısıtlılıklar KIBT'nin dezavantajlarıdır. KIBT'nin görüntü kalitesini zayıflatan temel faktör ise görüntü artefaktlarıdır. Artefakt, görüntülenmek istenen cisim ile ilgili olmayan distorsiyon veya bozuklukları ifade eder ve genellikle metal restorasyonlar veya braketler nedeniyle oluşmaktadır.⁶ Bu nedenle, bu çalışmaya dahil edilen bireyler, özellikle anterior protetik restorasyona sahip olmayan, ortodontik tedavisi henüz başlamamış ve önceden geçirilmiş travma veya ortognatik cerrahi nedeniyle herhangi bir sabit fiksasyon plağı taşımayan bireylerden seçilmiştir.

KIBT görüntülerinden elde edilen 2D sefalometrik görüntüler ile 3D görüntüler üzerinde yapılan lateral sefalometrik analizlerin karşılaştırılması sonucunda, sadece U1-NA ve nazolabial açıları ve L1-APog mesafesi ölçümünde Pearson korelasyon katsayısının düşük olduğu (sırasıyla $r=0,575$, $r=0,641$ ve $r=0,658$; $p < 0.01$ düzeyinde) ama diğer tüm parametrelerde $p < 0.001$ düzeyinde korelasyon katsayısının yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, eşleştirilmiş t testi sonucunda; SN-GoGn ($p = 0,011$), MP-PP ($p = 0,006$), Y aksı ($p = 0,009$) ve IMPA ($p = 0,002$) açıları, N-Me ($p = 0,043$) ve U1-NA ($p = 0,000$) mesafe ölçümleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmüştür.

SONUÇ

KIBT görüntülerinden elde edilen 2D sefalometrik filmler ile 3D görüntüler üzerinde yapılan lateral sefalometrik analizlerin karşılaştırılması sonucunda; pek çok parametrede yüksek korelasyon tespit edilmiş olmasına rağmen, SN-GoGn ($^{\circ}$), MP-PP ($^{\circ}$) ve Y aksı açısı ($^{\circ}$), N-Me (mm) mesafesi gibi dik yön ile ilgili bazı değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir. Ortodonti hastalarında tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla etik kurallara dikkat ederek KIBT görüntülerinden yararlanılmasının konvansiyonel radyograflara nazaran daha iyi olabileceği düşünülebilir.

KAYNAKLAR

1. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. Am J Orthod 1971;60:111-27.
2. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1931;51:93-114.
3. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:627-37.
4. Papadopoulos MA, Christou PK, Christou PK, Athanasiou AE, Boettcher P, Zeilhofer HF et al. Three-dimensional craniofacial reconstruction imaging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002;93:382-93.
5. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:512-5.
6. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc 2006;72:75-80.
7. White SC. Cone-beam imaging in dentistry. Health Phys. 2008;95:628-37.
8. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. J Orthod 2005;32:282-93.
9. Büyük SK, Ramoğlu Sİ. Ortodontik teşhiste konik ışınlı bilgisayarlı tomografi. Sağlık Bilimleri Dergisi 2011;20:227-34.
10. Kumar V, Ludlow J, Soares, Cevdanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. Angle Orthod 2008;78:873-9.
11. Nur M, Kayipmaz S, Bayram M, Celikoglu M, Kilkis D, Sezgin OS. Conventional frontal radiographs compared with frontal radiographs obtained from cone beam computed tomography. Angle Orthod 2012 82:579-84.
12. van Vlijmen OJ, Maal T, Bergé SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. Int J Oral Maxillofac Surg 2010;39:156-60.



13. van Vlijmen OJ, Bergé SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:92-7.
14. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo. *Dentomaxillofac Radiol* 2009 38:262-73.
15. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:263-9.
16. Papadopoulos MA, Jannowitz C, Boettcher P, Henke J, Stolla R, Zeilhofer HF et al. Three-dimensional fetal cephalometry: an evaluation of the reliability of cephalometric measurements based on three-dimensional CT reconstructions and on dry skulls of sheep fetuses. *J Craniomaxillofac Surg* 2005;33:229-37.
17. Nalçacı R, Oztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:100-6.
18. Oz U, Orhan K, Abe N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program in vivo. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:492-500.
19. Dagsuyu IM, Baydas B. Axiographic and cephalometric investigations of the effects of the functional orthopedic treatment therapy in patients with Class II Division1 malocclusion. *J Dent Fac Ataturk Uni* 2011;21:196-212.
20. Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cavalcanti MG. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:430-6.
21. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod* 2008;78:387-95.
22. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:291-4.
23. Connor SE, Arscott T, Berry J, Greene L, O'Gorman R. Precision and accuracy of low-dose CT protocols in the evaluation of skull landmarks. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:270-6.
24. Lou L, Lagravere MO, Compton S, Major PW, Flores-Mir C. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:402-11.

Yazışma Adresi:

Doç. Dr. Mevlüt ÇELİKOĞLU
Akdeniz Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Ana Bilim Dalı,
Antalya, Türkiye.
Tel : 0-242- 227 44 00
E-mail: mevlutcelikoglu@hotmail.com

