

## ÖZGÜN ARAŞTIRMA

# Maksiller posterior bölgede vertikal kemik yüksekliği ölçümlerinde konik-ışınli bilgisayarlı tomografi ve panoramik radyografi yöntemlerinin karşılaştırılması

## The comparison of panoramic radiographs and cone-beam computed tomography for vertical bone height in maxillary posterior area

**Yrd. Doç. Dr. Mustafa Özcan**  
Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji A. D., Adana

**Arş. Gör. Dt. Seray Keçeli**  
Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji A. D., Adana

**Prof. Dr. Cenk Mehmet Haytaç**  
Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji A. D., Adana

**Geliş Tarihi :** 15 Haziran 2016

**Kabul tarihi:** 12 Ağustos 2016

**DOI:** 10.5505/yeditepe.2016.46320

### Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Özcan  
Çukurova Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji AD  
01310 ADANA - Türkiye  
Tel: 0322 338 72 34 (dahili: 1312)-05552288211  
E-posta: mustafaozcan@cu.edu.tr

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, üst çene posterior bölgede alveolar kemik seviyesi saptamada ve implant planlamalarında kullanılan panoramik radyografiler ile konik-ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleme tekniklerinin vertikal kemik yüksekliği ölçümlerinin karşılaştırılmasıdır.

**Gereç ve Yöntem:** Retrospektif olarak yapılan bu çalışmada 99 hastanın maksiller posterior bölgesindeki rezidüel kemik yüksekliği panoramik ve KIBT ile iki ayrı araştırmacı tarafından ölçülerek karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda her iki teknikle alınan radyografilerde sinüs septa varlığı da değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Maksiller sinüs ile alveolar kret arası vertikal kemik yüksekliği ölçümlerinde panoramik radyografi ve KIBT değerleri arasında mükemmel-iyi bir korelasyon ( $r=0.94$ ) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca KIBT'de tespit edilen septaların yaklaşık yarısı panoramik radyografilerde gözlenememiştir.

**Sonuç:** Panoramik radyografi; posterior maksiller bölgede rutin implant uygulamaları öncesinde güvenli bir görüntüleme yöntemi olarak düşünülebilir. Bu yöntem KIBT'ye göre ucuz, hızlı, kolay ve düşük radyasyon dozuna sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Maksiller sinüs, vertikal kemik yüksekliği, implant, tedavi planlaması.

### SUMMARY

**Aim:** The present study aimed to compare panoramic radiographs and cone-beam computed tomography (CBCT) regarding vertical bone height measurements in posterior maxilla for implant treatment planning.

**Materials and methods:** Two independent clinicians measured the residual bone height on the panoramic and CBCT images of 99 patients. In addition the presence of sinus septa was evaluated in this retrospective analysis.

**Results:** The data has shown that panoramic radiographs and CBCT technique had an excellent–good correlation ( $r=0.94$ ) on the measurements of vertical bone height between maxillary sinus and alveolar bone. In addition, almost half of the septa detected on CBCT images could not be observed on panoramic radiographs.

**Conclusions:** Panoramic radiographs can be considered as a reliable imaging technique which is easier, faster, cheaper and having low-dose of radiation compared to CBCT.

**Key words:** Maxillary sinus, vertical bone height, implant, treatment planning.

## GİRİŞ

Posterior maksiller bölgede implant uygulamaları, maksiller sinüsün anatomik konumu ve çok trabeküllü alveol kemiğine bağlı olarak klinisyenlere önemli sorunlar yaratabilir.<sup>1</sup> Maksiller sinüs ilk gelişen ve en geniş paranasal sinüştür. Embriyonun 10. haftasında gelişmeye başlar. Doğumdan sonra daimi dişlerin sürmesine kadar pnömatisasyonuna devam eder.<sup>2</sup> Pnömatisasyon; paranasal sinüslerin hacminin artmasına neden olan büyüme döneminde gelişen fizyolojik bir olaydır.<sup>3</sup> Diş çekimi sonrası maksiller sinüs, pnömatisasyon nedeniyle oral kavite sınırına kadar ulaşabilmektedir.<sup>2</sup> Uzun süre üst posterior bölgeleri dişsiz olan hastaların alveolar kemik boyutlarında azalma ve sinüslerinde genişleme gözlenmektedir.<sup>4</sup> Bu durum maksiller posterior bölgede implant tedavisi için yetersiz kemik hacmine neden olmakta ve implant yerleştirilmesi için kemik oluşturmak amacıyla sinüs ogmentasyon (açık ve kapalı sinüs kaldırma operasyonları) işlemlerini zorunlu kılmaktadır.<sup>5,6</sup> Bu tür vakalarda tedavi planlaması; kalan kemiğin hacmi, alveolar kemiğin kalitesi ve protez için kullanılabilir alan miktarına bağlıdır.<sup>7</sup>

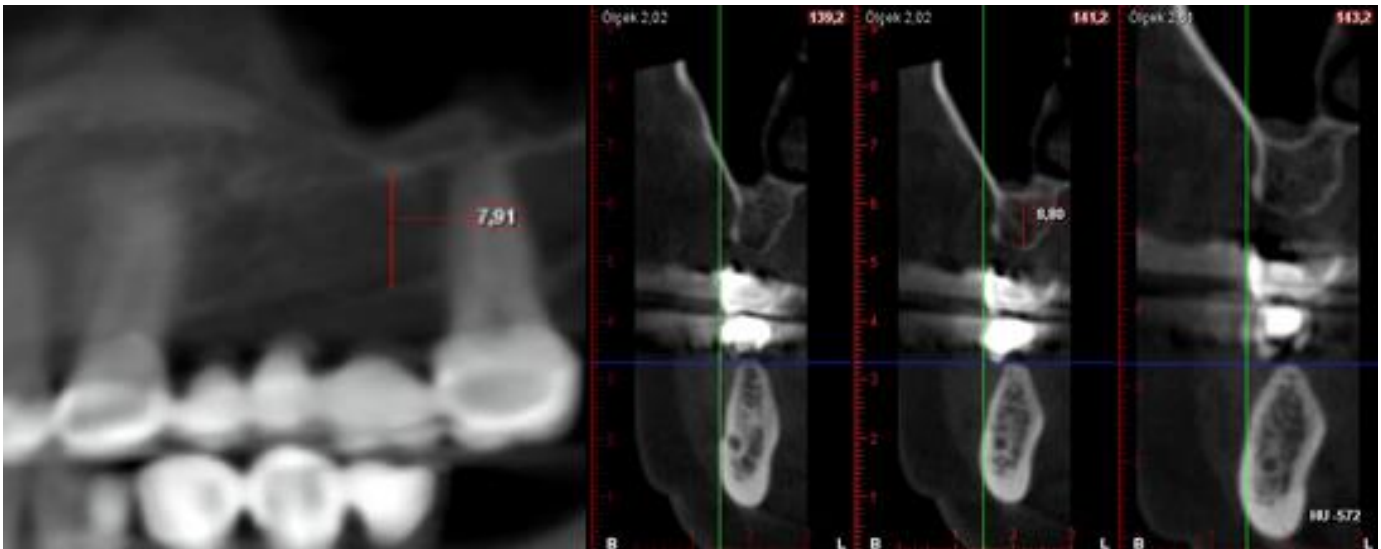
Panoramik radyografiler implant planlamalarında en çok tercih edilen radyolojik yöntemdir. Yapılan çalışmalar diş hekimlerinin %65-%95'nin implant planlamasında sadece panoramik radyografilerden yararlandığını göstermektedir.<sup>8,9</sup> 2002 yılında yayınlanan EOA kılavuzunda üst çene implant planlaması için panoramik radyografilerin kullanım

prensipleri belirtilmiştir.<sup>10</sup> Nedbalski ve ark.<sup>11</sup> üst premolar ve molar dişlerin çekiminden sonra sinüsün değerlendirilmesinde panoramik radyografinin güvenilir olmadığını belirirken Vazquez ve ark.<sup>12</sup> mandibular posterior bölgede implant planlamasında 2 mm güven aralığı bırakılarak panoramik radyografinin yeterli olduğunu bildirmektedir. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (BT) veya konik ışınli BT'nin; mental foramenin görüntülenmesinde, özellikle zayıf kemik kalitesinde ve mandibular kanalın belirlenmesinde panoramik radyografiye göre genel olarak daha güvenilir olduğu kabul edilmektedir.<sup>13,14</sup> Konik-ışınli bilgisayarlı tomografinin kullanılması sinüs sınırlarının üç boyutlu olarak belirlenmesi ve alveolar kemik ile sinüs tabanı arasındaki mesafenin ölçülmesi açısından önemlidir. Üç boyutlu BT yöntemlerinin, iki boyutlu görüntüleme tekniklerine göre daha güvenilir olmasına karşın bu tekniklerin daha pahalı olması ve hastaların daha yüksek doz radyasyon almaları gibi dezavantajları bulunmaktadır.<sup>12</sup>

Bu çalışmanın amacı üst çene posterior bölgede alveolar kemik seviyesinin saptanmasında ve implant planlamasında kullanılan panoramik radyografilerin bilgisayarlı tomografi görüntülerine göre güvenilirliğinin belirlenmesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif kesitsel çalışmada, 2016 Şubat ve Temmuz ayları arasında Çukurova Üniversitesi Periodontoloji Anabilim Dalı'na implant tedavisi için başvuran ve tedavi planla-



**Resim 1:** Maksiller sinüs tabanı ile alveolar kret arası mesafenin 6mm'den fazla olduğu bir vakada Panoramik ve KIBT ölçümleri

## Panoramik Radyografi Ve Konik-Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

ması için panoramik radyografileri alınan hastaların dosyaları incelendi ve toplam 99 hastanın çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olduğu saptandı. Üst posterior bölgede diş eksikliği olan ve implant planlanan bireyler çalışmaya dahil edildi. Maksiller posterior bölgede diş eksikliği olan bireylerden; maksiller sinüs ve alveolar kretleri arasındaki mesafenin ölçülmesi amacıyla konik-ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) alınarak değerlendirilme yapıldı. Hastaların panoramik radyografileri Planmeca® Promax ile (Planmeca®, Helsinki, Finland; 68 kVp, 8 mA) KIBT görüntüleri ise Planmeca® Promax 3D Mid ile (Planmeca®, Helsinki, Finland; 90 kVp, 6.3 mA) alınmıştır. Maksiller sinüsün panoramik ve KIBT değerlendirmeleri; sinüs tabanı ile alveolar kret arasında-



**Resim 2:** Maksiller sinüs tabanı ile alveolar kret arası mesafenin 6mm'den az olduğu bir vakada Panoramik ve KIBT ölçümleri

negatif prediktif değeri (NPD) ve Kappa değeri hesaplandı. Pearson's Korelasyon katsayısı ve Kappa değeri  $r \geq 0.91$  ise mükemmel;  $0.90 \leq r < 0.71$  ise iyi;  $0.70 \leq r < 0.51$  ise orta;  $0.50 \leq r < 0.31$  ise zayıf;  $r \leq 0.3$  ise çok zayıf veya yok olarak değerlendirildi. p değerinin  $< 0,05$  olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

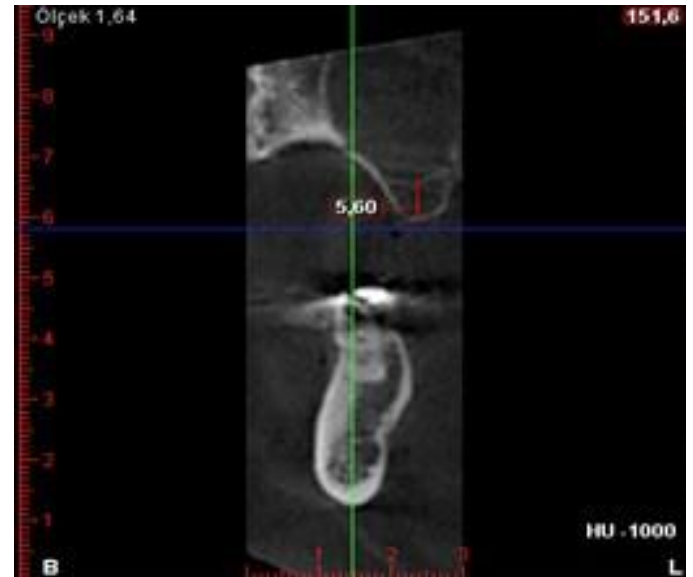
### BULGULAR

Çalışmamıza yaşları 26-68 (ortalama 48,78) arasında değişen 99 hasta dahil edildi. Hastaların %44'ü erkek, %56'sı kadındı. Çalışmamız kapsamında KIBT ile yapılan değerlendirmede 99 maksiller sinüste, 28 septa tespit edildi. Panoramik radyografi ile maksiller sinüste 17 septa tespit edildi.

ki mesafenin en az olduğu bölge işaretlendi ve ölçümler 2 farklı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi .

(Resim 1 ve Resim 2). Aynı araştırmacılar sinüs içerisindeki septa varlığını da değerlendirdi.

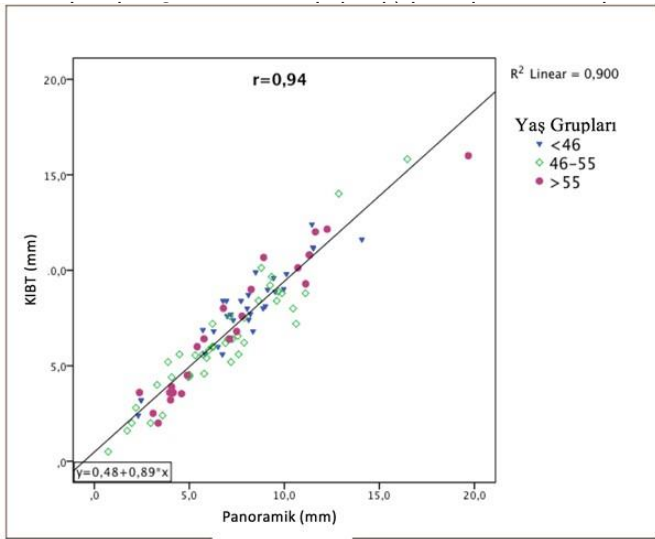
İstatistiksel analizler SPSS 20.0 programı kullanılarak yapıldı. KIBT ve Panoramik sürekli değişkenleri arasındaki ilişki Pearson's korelasyon testi ve lineer regresyon analizi ile değerlendirildi. KIBT ve Panoramik sürekli değişkenlerinden uygun kesme noktasına göre (cut off değeri=6 mm) kategorik değişken elde edilerek ( $< 6$  mm=düşük,  $\geq 6$  mm=normal olarak) 2 grup oluşturuldu. KIBT ölçümü altın (gold) standart kabul edilerek panoramik ölçümün geçerliliği (validity) için sensitivite, spesifite, positive prediktif değeri (PPD),



KIBT ile gözlenen 11 septa panoramik radyografide tespit edilemedi.

Üst çene posterior bölgedeki ortalama vertikal kemik yüksekliği KIBT 6,97 mm, panoramik radyografide 7,25 mm tespit edilmiştir. Maksiller posterior bölgede sinüs ile alveolar kret arası vertikal kemik yüksekliği ölçümlerinde panoramik radyografi ve KIBT değerleri arasında mükemmel iyi bir korelasyon ( $r=0.94$ ) olduğu tespit edildi. Bu korelasyon tüm yaş gruplarında benzer bulundu. Yaş gruplarına göre panoramik radyografi ve KIBT değerlerinin korelasyonu Şekil 1'de gösterilmiştir.

Radyografik görüntüleri, KIBT ve Panoramik sürekli değişkenlerinden kesme noktasına göre 2 gruba ayrıldığında ( $< 6$



Şekil 1: Yaş gruplarına göre panoramik radyografi ve KIBT değerlerinin korelasyonu

hem de spesifite değerlerinin yüksek olması panoramik radyografi ve KIBT arasında yüksek bir uyum olduğunu gösterdi (Tablo 1). Benzer şekilde PPD ve NPD değerleri ve Kappa istatistiği de bu iki ölçüm arasında mükemmel uyum olduğunu destekledi. (Sensitivite: %85,0, Spesifite: %96,6, Pozitif Prediktif Değer: %94, Negatif Prediktif Değer: %90,4, Kappa Değeri:0,83)

		CT (mm)		Toplam
		<6	>6	
Panoramik (mm)	<6	34	2	36
	>6	6	57	63
Toplam		40	59	99

Tablo 1: Panoramik ve KIBT ölçümlerinin vertikal yüksekliği 6 mm'den az ve çok olan hastalardaki uyumluluğu Kappa: 0,83 Sensitivite: %85,0, Spesifite: %96,6, Pozitif Prediktif Değer: %94, Negatif Prediktif Değer: %90,4

## TARTIŞMA

Başarılı implant tedavisi sonuçları için operasyon öncesi kemik miktarının tespiti ve protetik planlama önem taşımaktadır.<sup>15,16</sup> Operasyon öncesi planlama, alveoler kemik miktarının ölçümü ve radyolojik muayeneleri içermektedir. Radyolojik muayene kemiğin hem kalite hem de miktar olarak değerlendirilmesini ve anatomik olarak önemli noktaların belirlenmesini sağlar.<sup>15</sup> Periapikal ve panoramik radyografiler, kemik yükseklik ve genişliğinin tam anlamıyla belirlenmesinde hastanın başının konumlanmasına ve radyograflardaki değişken büyüme oranlarına bağlı olarak yetersiz kabul edilmektedir.<sup>17</sup>

Panoramik radyografi tekniğinde hastanın başının uygun

konumlandırıldığı durumlarda vertikal ölçümlerin yeterli doğrulukta sonuçlar verdiği bildirilmektedir.<sup>18,19</sup> Son yıllarda KIBT'nin rutin klinik kullanma girmesiyle maksilofasiyal bölgede özellikle ilgili bölgenin üç boyutlu analizinin gerekli olduğu kompleks vakalarda hekimlere büyük kolaylıklar sağlamaktadır.<sup>20,21</sup>

KIBT implant planlamasında altın standart olarak kabul edilmesine rağmen<sup>22,23</sup> panoramik radyografi, çenenin genel görüntüsü, maksiller sinüs tabanı, nasal kavite tabanı, mandibular kanal ve mental foramenin dikey ve yatay yerleşimi hakkında genel bilgi vermesi sebebiyle implant uygulamaları öncesinde kullanılan ilk yöntemdir.<sup>24</sup> Ancak panoramik radyografilerin güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Elde edilen görüntüde değişiklik ve bozulma olmaması için hastanın başının konumlandırılması son derece önemlidir.<sup>25</sup> Panoramik radyografiler üç boyutlu olan nesnelere iki boyutlu hale getirmekte ve anatomik komşu yapıların üst üste gelmesine neden olarak teşhisi zorlaştırmaktadır.<sup>26</sup> Ayrıca panoramik radyografideki görüntüler yumuşak dokuların yansımaları ile daha da bozulabilmektedir. Panoramik radyografilerde büyüme oranları %10-30 arasında değişmekte ve yatay büyüme oranları daha fazla değişkenlik göstererek güvenilirliğini azaltmaktadır.<sup>27</sup> Bu nedenle özellikle maksiller sinüs önündeki mevcut kemiğin mesio-distal boyutları olduğundan farklı ölçülebilmektedir. Temmerman ve ark.<sup>7</sup> panoramik radyografinin uygun mesio-distal kemik mesafesini görüntülenmesinde sistemik olarak küçülmeye neden olduğunu ve bu durumun sinüs ogmentasyonu ihtiyacının belirlenmesinde önemli olduğunu vurgulamıştır.

Radyografik tanı yöntemlerinde hastanın alacağı radyasyon oranının bilinmesi gereklidir. Panoramik radyografi için etkin radyasyon dozu 3.85-38  $\mu$ Sv arasında değişmektedir.<sup>28,29</sup> KIBT için ise etkin radyasyon dozu 45-560  $\mu$ Sv'dir.<sup>30,31</sup> Çalışmamızda vertikal yükseklikte 6 mm'den az ve çok grupların tanımlanmasındaki amaç bir çok implant firmasının minimal 6 mm yüksekliğinde implantları olmasındandır. 6 mm'den az olan yüksekliklerde açık veya kapalı sinüs lift işlemleri gerekebileceğinden, bu tip hastalarda panoramik



radiyografinin güvenilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, maksiller posterior bölgede rezidüel kemiğin vertikal yükseklik ölçümlerinde, panoramik ve KIBT değerleri arasında yüksek korelasyon bulunmuştur ve bu değerler 6 mm'den az ve çok olan vertikal yükseklikler için de geçerlidir. Bu bulgu Vasquez ve ark.<sup>121</sup>'nin alt çenede implant öncesi vertikal kemik yüksekliklerini değerlendirdikleri<sup>15,27</sup> hastada yaptıkları çalışmalarının sonuçları ile benzerdir. KIBT ve panoramik radyograf ölçümleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamasına rağmen, KIBT analizi sinüs kaldırma işlemi gerekliliğine karar vermede, yapılacak operasyon tipini ve implant yerleştirme zamanını belirlemede bir çok hekim tarafından daha güvenilir bulunmaktadır.<sup>32</sup> Bu durum, hekimin imkanları, kendine güveni, anatomik bilgisi ve tecrübesine göre değişkenlik göstermektedir.

Maksiller sinüs içerisinde yer alan sinüs boşluğunu iki ya da daha çok bölüme ayıran kortikal kemik çıkıntıları maksiller sinüs septa olarak isimlendirilmektedir.<sup>33</sup> Maksiller sinüs septa, konjenital kökenli olabileceği gibi diş çekimi sonrasında pnömatisasyon nedeniyle sekonder olarak gelişebilir. Maksiller sinüs septa'nın varlığının ve yerinin belirlenmesi; implant uygulamalarında, sinüs cerrahilerinin başarısında ve sinüs zarının perforasyonun engellenmesinde önem taşımaktadır.<sup>34,35</sup> Çalışmamız kapsamında KIBT ile yapılan değerlendirmede 99 maksiller sinüste 28 septa tespit edilmiştir. Maksiller sinüs septa'nın tespiti için yapılan çalışmaların sonuçlarına göre sinüs septa oranı %16-70 arasında bulunmuştur.<sup>36,37</sup> Günümüze kadar yapılan çalışmalarda sinüs septanın tespitinde panoramik radyografinin yanılma oranı %11.8-44.1 arasında olduğu ve güvenilirliğinin az olduğu bildirilmiştir.<sup>38,39</sup> Çalışmamızda panoramik radyografi ile 99 maksiller sinüste 17 septa tespit edilmiş, KIBT ile gözlenen 11 septa, panoramik radyografide tespit edilememiştir. Panoramik radyografi görüntüsünde, yerleştirilen implantların dikey büyütme oranının genellikle sabit olduğu gösterilmiştir. Bu oranın üst çene de alt çeneye göre daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yatay büyümenin alt çene ön bölgede diğer alanlara göre daha fazla olduğu bildirilmiştir.<sup>40</sup>

## SONUÇ

Panoramik radyografi; posterior maksillar bölgede rutin implant uygulamaları öncesinde güvenli bir görüntüleme yöntemi olarak düşünülebilir. Bu yöntem KIBT'ye göre ucuz, hızlı, kolay ve düşük radyasyon dozuna sahiptir. Panoramik radyografinin görüntülemeye yetersiz kaldığı anatomik bölgelerde ve ileri cerrahi işlemlerin planlandığı vakalarda altın standart olarak kabul edilen KIBT kullanımı tercih edilebilir. İki-boyutlu (panoramik) ve üç boyutlu (KIBT) radyografilerle yapılan implant planlamaları arasında işlem sonrası kısa ve uzun dönem komplikasyonlarının karşılaştırıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

1. Gruber H, Solar P, Ulm C. Maxillomandibular anatomy and patterns of resorption during atrophy. Edosseous Implants: Scientific and clinical aspects. Berlin: Quintessence. 1996:29-63.
2. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. J Oral Maxillofac Implants 2008;23(1):48-55.
3. Thomas A, Raman R. A comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and the frontal and maxillary sinuses. AJNR Am J Neuroradiol 1989;10(5 suppl):S88-S88.
4. Misch L, Misch C. Denture satisfaction--a patient perspective. Int J Oral Maxillofac Implants 1991;7(2):43.
5. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. J Prosthet Dent 2005;94(3):266.
6. Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. J Periodontol 2005;76(8):1237-1251.
7. Temmerman A, Hertelé S, Teughels W, Dekeyser C, Jacobs R, Quirynen M. Are panoramic images reliable in planning sinus augmentation procedures? Clin Oral Implants Res 2011;22(2):189-194.
8. Sharan A, Madjar D. Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth

- using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(3):375-381.
9. Beason R, Brooks S. Preoperative implant site assessment in southeast Michigan. *J Dent Res* 2001;80:137.
  10. Harris D, Buser D, Dula K, et al. EAO guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2002;13(5):566-570.
  11. Nedbalski TR, Laskin DM. Use of panoramic radiography to predict possible maxillary sinus membrane perforation during dental extraction. *Quintessence Int* 2008;39(8).
  12. Vazquez L, Saulacic N, Belser U, Bernard JP. Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(1):81-85.
  13. Kaya Y, Sencimen M, Sahin S, Okcu KM, Doan N, Bahcecitapar M. Retrospective radiographic evaluation of the anterior loop of the mental nerve: comparison between panoramic radiography and spiral computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(5).
  14. Angelopoulos C, Thomas S, Hechler S, Parissis N, Hlavacek M. Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(10):2130-2135.
  15. Allen F, Smith DG. An assessment of the accuracy of ridge-mapping in planning implant therapy for the anterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(1):34-38.
  16. Veyre-Goulet S, Fortin T, Thierry A. Accuracy of linear measurement provided by cone beam computed tomography to assess bone quantity in the posterior maxilla: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10(4):226-230.
  17. Serhal CB, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, Van Steenberghe D. Perioperative validation of localisation of the mental foramen. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(1):39-43.
  18. Frei C, Buser D, Dula K. Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(4):490-497.
  19. Tal H, Moses O. A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 1991;20(1):40-42.
  20. Maillet M, Bowles WR, McClanahan SL, John MT, Ahmad M. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. *J Endod* 2011;37(6):753-757.
  21. Tadinada A, Fung K, Thacker S, Mahdian M, Jadhav A, Schincaglia GP. Radiographic evaluation of the maxillary sinus prior to dental implant therapy: A comparison between two-dimensional and three-dimensional radiographic imaging. *Imaging Sci Dent* 2015;45(3):169-174.
  22. Jacobs R, Adriansens A, Verstreken K, Suetens P, van Steenberghe D. Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(2):105-111.
  23. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig* 2006;10(1):1-7.
  24. Kim Y, Park J, Kim S, Kim J, Kim J. Magnification rate of digital panoramic radiographs and its effectiveness for pre-operative assessment of dental implants. *Dentomaxillofac Radiol* 2014.
  25. Mckee IW, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Major PW. The effect of vertical and horizontal head positioning in panoramic radiography on mesiodistal tooth angulations. *Angle Orthod* 2001;71(6):442-451.
  26. Yeo DKL, Freer T, Brockhurst P. Distortions in panoramic radiographs. *Aust Orthod J* 2002;18(2):92.
  27. Gijbels F, De Meyer A-M, Serhal CB, et al. The subjective image quality of direct digital and conventional panoramic radiography. *Clin Oral Investig* 2000;4(3):162-167.
  28. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. *Eur J Radiol* 2009;71(1):42-48.
  29. Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation ab-

- sorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(2):236-243.
30. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radio* 2012;81(2):267-271.
31. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(1):106-114.
32. Baciut M, Hedesi M, Bran S, Jacobs R, Nackaerts O, Baciut G. Pre-and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography compared with panoramic radiographs. *Clin Oral Implants Res* 2013;24(5):512-516.
33. Underwood AS. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J Anat Physiol* 1910;44(Pt 4):354.
34. Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10(4).
35. Chanavaz M. Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology-eleven years of surgical experience (1979-1990). *J Oral Implantol* 1989;16(3):199-209.
36. Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H. Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implications. *J Cranio-maxillofac Surg* 1997;25(5):261-265.
37. Maestre-Ferrín L, Carrillo-García C, Galán-Gil S, Peñarocha-Diago M, Peñarocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: panoramic radiograph versus computed tomography scan. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(2):507-511.
38. González-Santana H, Peñarocha-Diago M, Guarinos-Carbó J, Sorní-Bröker M. A study of the septa in the maxillary sinuses and the subantral alveolar processes in 30 patients. *J Oral Implantol* 2007;33(6):340-343.
39. Kasabah S, Slezák R, Simunek A, Krug J, Lecaro MC. Evaluation of the accuracy of panoramic radiograph in the definition of maxillary sinus septa. *Acta medica* 2002;45(4):173-176.
40. BouSerhal C, Jacobs R, Quiryne M, Steenberghe D. Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002;4(3):156-172.

