

Diş Hekimliğinde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı: Literatür Taraması

Using of Cone Beam Computed Tomography in Dentistry: A Review of the Literature

ÖZ

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) 1982 yılında ilk kez anjiyografi, radyoterapi ve mamografi uygulamalarında kullanılmıştır. 1990'lı yıllarda geliştirilmesi ile diş hekimliğinde iki boyuttan üçüncü boyuta geçme şansı elde edilmiş ve ilk kez 1997 yılında maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesi amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde geleneksel radyografi tekniği daha yaygın kullanılsa da üç boyutlu kemik ve diş morfolojilerinin görüntüsel olarak iki boyuta indirgenmesi yetersiz inceleme, değerlendirme ve yanlış teşhislerin yapılmasına neden olur. Bu yetersizlikler, araştırmacıların üç boyutlu görüntüleme sistemleri üzerinde çalışmalar yapmalarını sağlamıştır. KIBT'nin özellikle son 5 yılda diş hekimliğinde kullanım alanları son derece artmıştır; oral maksillofasiyal bölge anatomik ve patolojik yapıların tanı ve tedavi planlamasında, temporomandibular eklem değerlendirilmesinde, implant planlamasında ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, KIBT'nin diş hekimliğinde kullanım alanları ve hekime sağladığı kolaylıklar hakkında literatür bilgilerinden faydalanarak bilgi sunmaktır.

Anahtar sözcükler: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Diş Hekimliği, Tanısal Görüntüleme.

ABSTRACT

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) imaging system was used for the first time for angiography, radiotherapy and mammography in 1982. In 1990s, with its development, we had a chance to get 3 dimensional imaging system in addition to 2 dimensional in dentistry and it was first used for maxillofacial region in 1997. Although conventional radiography technique is commonly used nowadays, converting the morphology of 3 dimensional bone and teeth to 2 dimensional radiographs may cause insufficient examination and inaccurate diagnose. These insufficiencies made researchers study on 3 dimensional imaging systems to improve them. The usage of CBCT in dentistry has increased exceedingly, especially for last five years and includes diagnose and therapy of anatomic and pathologic structures in oral and maxillofacial region, assessment of temporomandibular joint, implant planning and many other issues. The purpose of this article is to provide an overview of applications of Cone Beam Computed Tomography systems in dental practice and its facilities for dentists.

Key words: Cone Beam Computed Tomography, Dentistry, Diagnostic Imaging.

Duygu GÖLLER BULUT¹
Emre KÖSE²

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve
Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Bolu, Türkiye

² Adnan Menderes Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve
Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Aydın, Türkiye



Geliş tarihi / Received : 12.06.2017

Kabul tarihi / Accepted: 01.08.2017

DOI: 10.21306/jids.2017.1.26

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Duygu GÖLLER BULUT
Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi
Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye
Tel/Phone: 0 352 207 66 66
E-posta/e-mail: duyugoller@hotmail.com

GİRİŞ

Diş hekimliğinde radyolojik değerlendirme, önemli tanı yöntemlerinden biridir. Dental ve maksillofasial hastalıkların tanı, tedavi ve takibinin en iyi şekilde yapılabilmesi için uygun görüntüleme yönteminin seçilmesi gerekir (1). Maliyeti ve radyasyon dozu nedeniyle kullanımı kısıtlanan KIBT, konvansiyonel grafilerin yetersiz kaldığı durumlarda kullanım alanı bulur (1). Diş hekimliğinde KIBT tekniğinin anatomik yapıları gerçeğe uygun olarak yansıttığını kanıtlamak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Lascala ve ark.nın (2) yaptığı bir çalışmada, KIBT ile dentomaksillofasiyal bölge ve diğer kranial alanlarda yapılan lineer ölçümler ile kuru kafalar üzerinde yapılan klinik ölçümler karşılaştırılmıştır. Berco ve ark. nın (3) yaptığı çalışmada da gerçek kadavra mandibulasına ait dişler kumpas yardımıyla ölçülerek KIBT ile yapılan diş uzunluğu ölçümleri karşılaştırılmış, KIBT ile elde edilen sonuçların kesin ve tekrarlanabilir olduğu ortaya konmuştur (3). KIBT'nin güvenilirliği ile maksillofasiyal bölge anatomik yapıları, dişler ve dişleri çevreleyen dokular (4), mandibular kanal mental foramen ve varyasyonları, aksesuar bukkaal foramenler lingula mandibula, nazopalatin kanal ve varyasyonları vb. yapılar (5-9), paranasal sinüs ve üst solunum yolu; paranasal sinüs hacimleri ve varyasyonları üst hava yolu anatomisiyle ilişkisi ve bunların dentomaksillofasiyal sistem üzerine olan etkileri araştırılabilir (10) (Şekil 1A).

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları

KIBT'nin diş hekimliğinde kullanımını branşları göz önüne alarak sınıflandırdığımızda 6 ana başlıkta değerlendirebiliriz;

1. Temporomandibular eklem değerlendirilmesi,
2. Maksillofasiyal cerrahide kullanımı,
3. İmplantolojide kullanımı,
4. Endodontide kullanımı,
5. Periodontolojide kullanımı,
6. Ortodontide kullanımı.

1. Temporomandibular Eklem Değerlendirilmesi

Temporomandibular eklem (TME) değerlendirilmesinde panoramik filmler ve transkranial filmler gibi geleneksel radyografik görüntüleme yöntemleri, geleneksel tomografi, manyetik rezonans görüntüleme (MR), artrografi, ultrasonografi ve KIBT görüntüleri kullanılabilir (11). TME'nin konvansiyonel tekniklerle değerlendirilmesi, temporal kemiğin süperpozisyonu

nedeniyle zor olmaktadır (12). MR'nin bazı hastalardan alınmaması (örn. Pacemaker kullananlar), yüksek maliyeti ve uzun sürede gerçekleşmesi önemli dezavantajlarıdır (13). Ultrasonografi ile temporomandibular eklem görüntülenmesi çok yaygın değildir (14) KIBT tekniği TME'nin kemik yapılarının değerlendirilmesinde, süperpozisyonlu görüntüye imkan vermesi, düşük radyasyon dozu ve yüksek kalitede görüntü sağlaması nedeniyle önemli bir yer tutar (12) (Şekil 1B).

KIBT kondil defektlerinin incelenmesinde; kondilde hiperplazi, hipoplazi, düzleşme, osteofit oluşumu, sklerotik değişimler, ankiloz fraktürlerin tespiti ve temporal kemikteki erozyonların değerlendirilmesinde kullanılır (15). Sağ ve sol eklemlerin karşılaştırılmasında, bununla birlikte ortodonti hastalarının tedavi öncesi-sonrası kondil pozisyon ve şekil değerlendirilmesinde, sefalometrik analizlerinde kullanılır (16).

Yirmi beş kafatası üzerinde yapılan bir çalışmada, TME'nin KIBT görüntüleri ve geleneksel radyograflar olan anteroposterior, lateral sefalometrik ve submentoverteks filmleri üzerinde yapılan doğrusal ölçümler değerlendirilmiş; geleneksel radyografik ölçümlerde hata bulunurken KIBT'de yapılan ölçümlerin doğru ve güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (16).

2. Maksillofasiyal Cerrahide Kullanımı

Maksillofasiyal cerrahi uygulamalarında görüntü rehberliğinde işlem yapmak çok önemlidir. Bunun için gerekli olan üç boyutlu görüntüler KIBT ile elde edilerek, anatomik landmarkların belirlenmesinde ve cerrahi işleme rehberlik yapmada kullanılır (4) (Şekil 1C). KIBT başta kist, tümör, fibroosseoz lezyonlar gibi kemik içi patolojilerin belirlenmesi (15), zigomatikomaksiller kompleks kırıkları, orbita tabanı kırıkları, blowout kırıkları, orta yüz kırıkları, mandibula kırıkları, ateşli silah yaralanmaları olmak üzere travmatolojide ve ortognatik cerrahide navigasyon amacıyla kullanılmaktadır (17).

Sinüs lift operasyonları, komplikasyonlu diş çekimleri ve alveolar kret düzeltmelerinde değerlendirme amaçlı kullanılır. Bölge anatomisi hakkında bilgi sahibi olan cerrahın operasyon sırasında kendini daha güvende hissetmesini sağlar (15). KIBT hızlı modelleme yapmak amacıyla da kullanılır. Hızlı modelleme üç boyutlu bilgisayar destekli veriler kullanılarak somut modellerin elde edilmesidir, KIBT de bu teknolojiyi desteklemektedir. Hızlı modelleme maksillofasiyal bölgedeki anatomik yapıların doğal boyutlara uygun olarak oluşturulmasını sağlar. Biomodeller tümör rezeksiyonu, distraksiyon osteogenesi, konjenital

veya travma kaynaklı deformitelerin kraniyofasiyal rekonstrüksiyonla tedavisi ve dental implantların planlanması gibi kompleks maksillofasiyal cerrahi vakalarında cerrahi öncesi planlamanın yapılabilmesi için üretilirler. Bu modeller, cerrahi işlem öncesi hekime rehberlik yaptığından güvenini artırmakta, cerrahi ve anestezi aşamasının kısılmasını sağlamaktadır (17).

Oral ve maksillofasiyal bölge cerrahisinin önemli bir kısmını yabancı cisimler oluşturur. Bunlar bazen kırılan alet parçaları bazen de çekilen dişler olabilir. Yabancı cisimlerin lokalizasyonunun tespitinde komşu anatomik landmarkların olması önemlidir. Geniş alanlarda ve anatomik landmarkların olmadığı bölgelerde yabancı cisimler çıkarılırken önemli anatomik yapılara zarar verilebilir (4). Günümüzde KIBT maksillofasiyal bölgedeki yabancı cisimlerin yerinin belirlenmesinde ve uygun yaklaşım ile çıkarılmasında kullanılır (4).

3. İmplantolojide Kullanımı

Başarılı implant uygulamaları için cerrahi öncesi uygun görüntüleme yöntemi ile değerlendirme çok önemlidir (18). KIBT değerlendirilmesi yapılmadan gerçekleştirilen implant tedavisi başarılı bir sonucu tehlikeye sokar, nörovasküler yaralanmalara sebebiyet verebilir veya KIBT' nin sağladığı detaylı bilgi ve ölçümlerle önlenebilecek başka komplikasyonlara neden olabilir (19).

KIBT ile yapılan ölçüm ve değerlendirmeler implant tedavisinde dişsiz alanın uzunluğu, alveolar kemik kalınlığı ve kret yüksekliğinin belirlenmesini sağlar (18,20) Kemik kalitesi, hacmi ve buna uygun implant seçimi, implant planlanan bölgenin maksiller sinüs, nazal kavite nazopalatin kanal, mental foramen, mandibular kanal, submandibular fossa gibi internal anatomik yapılarla olan ilişkisinin belirlenmesinde kullanılır (21). Ayrıca yüksek çözünürlüklü ve üç boyutlu görüntülerle alveolar kemik morfolojisini değerlendirmede kemik içi vasküler yapıları belirlemede ve implant/protez planlamasında büyük kolaylık sağlar (15,21)

4. Endodontide Kullanımı

KIBT endodontide birçok konuda kullanım alanına sahiptir. Periapikal patolojiler, periapikal radyograflara göre KIBT' de çok daha detaylı görülür (15) Çürük lezyonlarının ve pulpa ile olan ilişkilerinin tespiti, kanal konfigürasyonu, kök kırıkları, apikal lezyona bağlı maksiller sinüs mukoza kalınlığının değerlendirilmesi, çenelerdeki radyolüsent lezyonların dişlerle olan ilişkilerinin değerlendirilmesinde KIBT oldukça faydalıdır (15) (Şekil 1D). İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinde

maksiller sinüs, zigoma, mental foramen gibi anatomik oluşumların neden olduğu süperpozisyonlar teşhisi zorlaştırır. KIBT bu durumlarda büyük kolaylık sağlar. Fakat metal restorasyon olan dişlerde artifakt oluşturduğu için KIBT ile değerlendirmede zorluklar yaşanabilir (22,23). Periapikal patolojinin değerlendirilmesi, periradiküler cerrahi planlaması, dentoalveolar travmanın değerlendirilmesi (15), klinik veya radyografik olarak tespit edilemeyen ekstra kök kanalları veya aşırı eğri kökler, özellikle alt ikinci molar dişlerde sıklıkla görülen C-şekilli kanallar, densinaginatus, palatoginival oluk gibi gelişimsel anomalilerin erken teşhisi ve tedavisi üç boyutlu görüntülemeye olanak sağlayan KIBT'nin gelişmesi ile mümkün olmuştur (24).

5. Periodontolojide Kullanımı

Periodontal hastalık sonucunda ortaya çıkan alveolar kemik kayıplarının tanısı, temel olarak klinik ataşman seviyesinin belirlenmesi ve bu bilginin radyografik olarak desteklenmesiyle konulabilmektedir (22,25). Periodontal hastalığın tanı ve tedavisinde en sık kullanılan görüntüleme teknikleri; ısırtma (bite-wing) radyografları, periapikal ve panoramik radyograflardır (26). Bilimsel çalışmaların sonuçlarına göre, periapikal ya da panoramik radyograflar ile karşılaştırıldığında distorsiyon ya da süperpozisyon gibi dezavantajların ortadan kalktığı KIBT teknolojisinin periodontal hastalıkların değerlendirilmesinde yeni bir bakış açısı kazandırdığı görülmektedir (27,28). Periodontoloji alanında tanısız kapasitesinin araştırıldığı çalışmaların sonuçları da; KIBT ile elde edilen görüntüler üzerinde gerçekleştirilen alveolar kemik yüksekliği ve kemik içi defekt ölçümlerinin doğruluğunun yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (25).

Furkasyon defektleri periodontal tedavide karşılaşılan majör problemlerden biridir. Erken dönemde teşhis edilmesi büyük önem taşır (29,30). Periapikal ve bite-wing radyograflarda interproksimal alanlarda kemik kayıpları gözlemlenebilir fakat vestibuler ve lingual yüzeylerde başlangıç aşamasındaki kemik kayıplarının iki boyutlu grafiyle teşhisi zordur (31). Yapılan çalışmalar, KIBT' nin furkasyon defektlerinde bukkal ve lingual yüzeyleri görüntülemeye intraoral radyograflara göre önemli bir avantaja sahip olduğunu göstermiştir (32).

Fenestrasyon ve dehisens diş kökünün kemik desteğini kaybedip açıkta kaldığı izole alanlardır. Kontrolateral kemik ve dental yapıların süperpozisyonları iki boyutlu radyograflarla görüntülenemez (33,34). Literatür bilgileri, KIBT'nin bu kemik defektlerinin de tanımlanması ve ölçülmesindeki doğruluğunu kanıtlamıştır (35,32).

Periimplantitis implant çevresindeki krestal kemik seviyesinde azalma ile karakterize durumdur (36). Periimplant defektler genelde kombine defektler olup bukkal dehissensler sirküler kemik rezorbsiyonları şeklinde gözlenir. Yapılan çalışmalarda, sagittal KIBT görüntülerine karşılık gelen histolojik kesitler arasında yakın ilişki bulunmuştur. Bu nedenle KIBT bu defektlerin değerlendirilmesinde güvenle kullanılabilir (37).

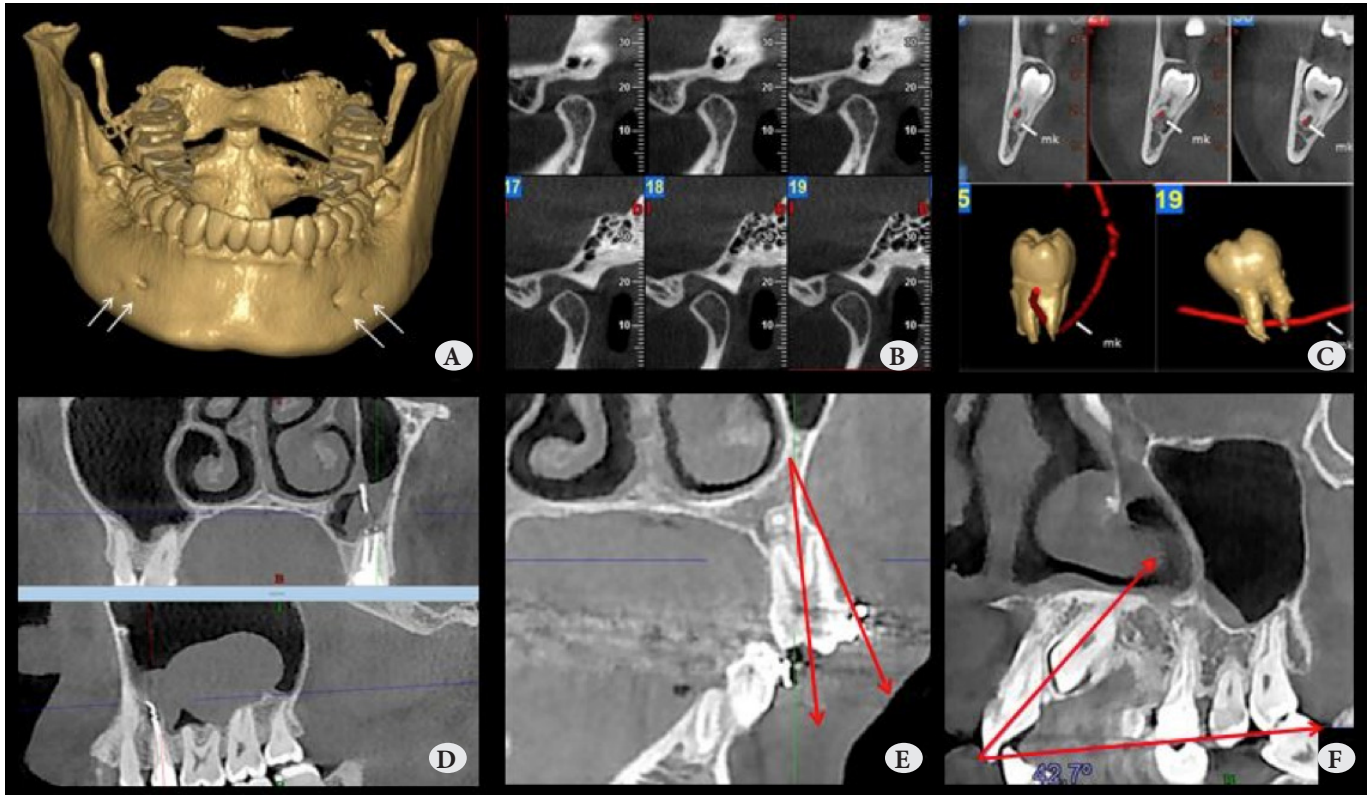
6. Ortodontide Kullanımı

KIBT'nin ortodonti pratiğinde kullanımı; gömülü dişler, TME değerlendirilmesi, üst solunum yolunun üç boyutlu incelenmesi, maksillofasial büyüme gelişmenin değerlendirilmesi, diş yaşı hesaplanması konularında tavsiye edilir. Ayrıca kemik remodellingi, üç boyutlu koordinatlardan alınan noktaların ortodontik cerrahi planlamasında simülasyon olarak da kullanılır (3,38,39).

KIBT ile ortodontide; tedavi, gelişim ve kraniyofasiyal veriler arasındaki karmaşık ilişki yorumlanır. Bunlar; a: kök uzunluğu ve kök hizalanmasına karar verme, b: çene boyutu ve gerekli diş mesafesi arasındaki ilişkiyi

saptama, c: uzaysal maksillo-mandibular ilişkinin tespiti, d: eski, şimdi ve beklenen kraniyofasiyal gelişme boyutu ve yönünün tespiti, e: kraniyofasiyal anatomide tedavinin etkilerini saptama, f: sefalometrik ölçümlerdir (40)

KIBT kontrastı yüksek olan yapıların görüntülenmesini sağladığı için kemik ve dişlerin bulunduğu maksillofasial bölgedeki kemiksel yapıların değerlendirilmesinde etkin olarak kullanılmaktadırlar (41). KIBT ile elde edilen görüntüler, kemik bölgelerinin daha iyi değerlendirilmesine ve ayrıca dişlerin alveol kemiğinde ortodontik olarak hareket ettirilip ettirilmeyeceği ile ilgili karar verilmesine yardımcı olmaktadır (42) (Şekil 1D). Ayrıca KIBT, mini vidaların yerleştirilmesi planlanan bölgedeki kemiğin kalınlığı ve morfolojisi, kök eğimi ve torqu, cerrahi planlamada osteotomi bölgeleri hakkında da bilgi vermektedir (43,44) Üç boyutlu görüntüler retraksiyon sırasında maksiller keserlerin köklerinin posteriorunda bulunan kemiğin palatal kortikal kemiğe göre miktarı, dental ekspansiyon için maksiller bukkal segmentlerdeki mevcut kemik miktarı, mandibular keserlerin köklerinin kemik içindeki pozisyonu, maksiller



Şekil 1 A-F : A) 3D rekonstrüksiyonda çift mental foramen, B) Cross section kesitlerde TME'nin kemik komponentleri, C) Cross section kesitlerde ve üç boyutlu rekonstrüksiyonda mandibular kanalla gömülü mandibular 3. molar dişin ilişkisi, D) Sağ maksiller 2. premolar dişin kanal dolgu maddesinin maksiller sinüse protrüzyonunu gösteren koronal ve sagittal KIBT görüntüleri, E) Ortodontik kuvvet uygulanan dişin kretle arasındaki açının belirlenmesi, F) Sagittal kesitte gömülü maksiller kanin dişin okluzal düzlemle yaptığı açının ölçümü.

dişlerin köklerinin maksiller sinüsle ilişkisi gibi birçok konuda önemli bilgiler verir (45). Ektopik kaninlerin konumlarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi ve yapılacak olan cerrahi işlemin minimum düzeyde olmasını sağlayacak tedavi stratejilerinin geliştirilmesi için KIBT kullanılabilir (Şekil 1E). Ektopik dişler ve çevresinde bulunan yapılar tarafından oluşturulan patolojiler geleneksel radyograflar ile belirlenebilmesine rağmen, üç boyutlu KIBT taramaları ile yapılmış olan çalışmalarda komşu dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonunun konvansiyonel radyograflarla belirlenenden daha fazla olduğu gösterilmiştir (46).

KIBT ortodontide dudak damak yarıklı hastalarda alveoler cerrahiyi takiben kemik kalitesinin klinik olarak değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (45). KIBT dudak damak yarıklı hastaların değerlendirilmesinde birçok avantaj sağlar. Medikal BT'ler dudak-damak yarıklarının görüntülenmesinde kullanılırlar; ancak tek bir doz ve fazla radyasyona sahip olması çocuk hastalar için bir engel oluşturur (47). KIBT medikal BT'ye göre yarık bölgesini daha ayrıntılı görüntüleme olanağına sahiptir. KIBT'nin bu özelliği, dudak-damak yarıklı hastaların cerrahi tedavisinde önemli yer tutmaktadır (48).

SONUÇ

KIBT'nin diş hekimliğinde kullanılmaya başlanması diş hekimliğinde tanı kapasitesini hızla değiştirmiş ve diş hekimlerine üç boyutlu teşhis yapma olanağı sağlamıştır (49). Şu anda kullanılan KIBT üniteleri mükemmel derecede yüksek çözünürlükle birlikte, baş boyun bölgesindeki kemiğin anatomisini üç boyutlu görüntüleme imkanı sağlamaktadır. Dental implant planlamasını ve cerrahi olarak yerleştirilmesini basit ve güvenilir hale getirmiştir, ayrıca ağız, diş ve çene cerrahisi, ortodonti, havayolu değerlendirmesi, temporomandibular eklem bozuklukları, endodonti ve periodontoloji içinde KIBT'nin rolünün önemli olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*. 2006; 72.1: 75.
2. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-newtom). *Analysis*. 2014; 33.5:291-4.
3. Berco M, Rigali PH Jr, Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 136.1: 17.
4. Georg E, Mühling J, Hofele C. Clinical use of navigation based on cone-beam computer tomography in maxillofacial surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009; 47.9: 450-4.
5. Sisman Y, Sahman H, Sekerci A, Tokmak TT, Aksu Y, Mavili E. Detection and characterization of the mandibular accessory buccal foramen using CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41.7: 558-63.
6. Sahman H, Sekerci AE, Ertas ET, Etoz M, Sisman Y. Prevalence of bifid mandibular condyle in a Turkish population. *Journal of oral science*. 2011; 53.4: 433-7.
7. Etoz M, Sisman Y. Evaluation of the nasopalatine canal and variations with cone-beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2014; 36.8: 805-12.
8. Sekerci AE, Sisman Y. Cone-beam computed tomography analysis of the shape, height, and location of the mandibular lingula. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2014;36.2: 155-62.
9. Sekerci AE, et al. Morphometric analysis of the mental foramen in a Turkish population based on multi-slice computed tomography. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology* 2013; 1: 2.
10. Aksoy S. Konik ışınli komputize tomografi kullanılarak üç boyutlu olarak paranasal sinüs ve varyasyonlarının üst havayolu anatomisi ile birlikte incelenmesi. Doktora tezi. Yakındoğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2013.
11. Coşkun HG, Kocadereli İ. Farklı malokluzyonlarda temporomandibular eklem pozisyonlarının değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica* 2013; 30: 157.
12. Tatlı U, et al. Unilateral Kondiler Hiperplazinin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi İle Değerlendirilmesi: iki olgu sunumu ve literatür derlemesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2010; ss: 3.
13. Wessely MA, Young MF. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. *Clinical Chiropractic* 2008; 11.1: 37-44.
14. Manfredini D, Guarda-Nardini L. Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38.12: 1229-36.
15. Singh B, Narang RS, Arora PC, Manchanda AS, Kaur A. Cone Beam Computerised Tomography A New Ray For Diagnosis In Dental Radiology. *Indian Journal of Comprehensive Dental Care* 2014:4.2.

16. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128.6: 803-11.
17. Büyük SK, Ramoğlu Sİ. Ortodontik Teşhiste Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2011; 20.3:227.
18. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010; 137.4: 109-19.
19. De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature." *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2009; 38.6: 609-625.
20. Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 2013; 29: 55-77.
21. Samur S. Diş hekimliğinde Cone Beam Bilgisayarlı Tomografi. *Cone Beam Computed Tomography In Dentistry*. ADO. 2009; 2: 346-51.
22. Ertaş ET, Arslan H, Çapar İD, Gök T, Ertaş H. Endodontide Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2014: 24.1.
23. de Menezes, RF, et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth in the absence and in the presence of metal post by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health* 2016; 16.1: 1.
24. Raiput A, Talwar S, Chaudhary S, Khetatpal A. Successful management of pulpo-periodontal lesion in maxillary lateral incisor with palatogingival groove using CBCT scan. *Indian J Dent Res*. 2012; 23.3: 415-8.
25. Soğur E, Baksı BG. Peridontal Patolojilerin Tanısında Kullanılan Görüntüleme Teknikleri Bölüm 2: Alternatif Görüntüleme Sistemleri Ve Görüntü Analiz Yöntemleri *EÜ Diş Hek Fak Derg* 2014; 35: 10-8.
26. Tugnait A, Carmichael F. Use of radiographs in the diagnosis of periodontal disease. *Dent Update*. 2005; 32: 536-8: 541-2.
27. Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol* 2009; 80.1: 48-55.
28. De Faria Vasconcelos K, Evangelista K, Rodrigues C, Estrela C, de Sousa T, Silva M. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2012; 41: 64-9.
29. Corbet EF, Ho DKL, Lai SML. Radiographs in periodontal disease diagnosis and management. *Aust Dent J*. 2009 ;54.1:27-43.
30. Mol A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol* 2000 2004;34:34-48.
31. Naitoh M, Yamada S, Noguchi T, Arijii E, Nagao J, Mori K, et al. Three-dimensional display with quantitative analysis in alveolar bone resorption using cone-beam computerized tomography for dental use: a preliminary study. *International Journal of Periodontics Restorative Dentistry* 2006; 26.6: 607-12.
32. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol*. 2006; 77.7: 1261-6.
33. Goodarzi PD, Romozi E, Shayesteh YS. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography for Detection of Bone Loss. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences* 2012; 12.7: 513-523.
34. Nikolic-Jakoba N, Spin-Neto R, Wenzel A. Cone Beam Computed Tomography for Detection of Intrabony and Furcation Defects: A Systematic Review Based on a Hierarchical Model for Diagnostic Efficacy. *Journal of periodontology* 2016; 0; 1-19.
35. Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. *J Periodontol* 2005;76.5:665-73.
36. Golubovic V, Mihatovic I, Becker J, Schwarz F. Accuracy of cone-beam computed tomography to assess the configuration and extent of ligature-induced peri-implantitis defects. *A pilot study* 2012; 16.4: 349-54.
37. Wingrove S. Peri-implant therapy for the dental hygienist: clinical guide to maintenance and disease complications. *Wiley-Blackwell*. 2013.
38. Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40: 24-34.
39. Becker A, Chaushu G, Chaushu S. Analysis of failure in the treatment of impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137.6: 743-54.
40. Xia WQ, Gu YJ, Gao MQ. Morphological characteristics of upper alveolar bone around central incisor in Class II division 1 and division 2 malocclusion on cone-beam CT. *Shanghai kou qiang yi xue= Shanghai journal of stomatology* 2016; 25.1: 68.
41. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 2008; 52.4: 707-30.

42. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 2005; 32.4: 282-93.
43. Cevidanes SHL, Styner AM, Proffit RW. Image analysis and superimposition of 3- dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129.5: 611-8.
44. Dong HW, et al. Root shape changes of impacted upper central incisor before and after orthodontic traction. *Shanghai kou qiang yi xue= Shanghai journal of stomatology* 2016; 25.1: 72.
45. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res.* 2003; 6.1: 173-5.
46. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96.4: 508-13.
47. Domeshek LF, Mukundan S Jr, Yoshizumi T, et al. Increasing concern regarding computed tomography irradiation in craniofacial surgery. *Plast Reconstr Surg* 2009; 123.4: 1313-20.
48. James K. Mah, Liu Yi, Reyes C. Huang, and Hye Ran Choo. Advanced Applications of Cone Beamb Computed Tomography in Orthodontics. *Semin Orthod* 2011; 17.1: 57- 71.
49. van der Stelt PF. Cone beam computed tomography: is more also better?. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde* 2016; 123.4: 189.