DERLEME

Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Üç Boyutlu Görüntüleme Yöntemleri ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Yorumlanması

Three-Dimensional Imaging Methods Used in Pediatric Dentistry and Interpretation of Cone Beam Computed Tomography

Arş. Gör. Merve MISIR
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0009-0005-3870-7460

Doç. Dr. Mine KORUYUCU
İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-2077-5095

Geliş tarihi: 07.12.2024

Kabul tarihi: 28.01.2025

doi: 10.5505/yeditepe.2026.60420

Yazışma adresi:
Arş. Gör. Merve MISIR
Adres: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
Tel: 0546 251 27 60
E-posta: merve.misir@istanbul.edu.tr

ÖZET

Çocuk diş hekimliğinde birçok patolojik durumun tespiti için klinik muayenenin yanında ağız içi görüntüleme yöntemleri ulaşım kolaylığı ve radyasyon dozunun azlığı dolayısı ile pratikte en çok kullanılan görüntüleme yöntemidir. Daha geniş alanlar görüntülenmek istendiğinde ağız dışı görüntüleme yöntemleri tercih edilmektedir. Ağız dışı görüntüleme yöntemleri 2 ve 3 boyutlu olarak ikiye ayrılmaktadır. Ağız içi ve ağız dışı 2 boyutlu görüntüleme yöntemleri distorsiyon ve görüntülenmek istenen alanın her yönden görüntüleyemediğinden dolayı 3 boyutlu yöntemlerin gerisinde kalabilmektedir. 3 boyutlu olarak sınıflandırılan görüntüleme yöntemleri arasında bilgisayarlı tomografi (BT), mikro-bilgisayarlı tomografi (MBT), ultrasonografi (USG), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) yer almaktadır. USG ve MRG non-invaziv olması ile ön plana çıkarken diğerleri x ışınlarının kullanılmasından ötürü sağlıklı dokuları korumak amacı ile radyasyon dozuna dikkat ederek kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında KIBT klinik pratiğinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemi olarak başı çekmektedir. Ayrıca radyasyon dozunun azlığı, tarama süresinin kısalığı ve ekipmanların daha az komplike olması dolayısıyla çocuklarda daha avantajlı olmaktadır. Bu derlemenin amacı 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri hakkındaki güncel literatürleri toplamak ve çocuk diş hekimlerinin bilgi ve birikimlerini arttırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Diş hekimliği, görüntüleme, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi.

ABSTRACT

In addition to clinical examination for the detection of many pathological conditions in pediatric dentistry, intraoral imaging methods are the most commonly used imaging method in practice due to ease of access and low radiation dose. Extraoral imaging methods are preferred when larger areas are to be visualized. Extraoral imaging methods are divided into two as 2 and 3 dimensional. Intraoral and extraoral 2-dimensional imaging methods may lag behind 3-dimensional methods due to distortion and the inability to visualize the area to be imaged from all directions. 3-dimensional imaging modalities include computed tomography (CT), micro-computed tomography (micro-CT), ultrasonography (USG), magnetic resonance imaging (MRI) and cone beam computed tomography (CBCT). While USG and MRI stand out for being non-invasive, others use x-rays with careful attention to radiation dose in order to protect healthy tissues. Among these methods, (CBCT) is the most frequently used imaging modality in clinical practice. It is also more advantageous in children due to its lower radiation dose, shorter scan time and less complicated equipment. The aim of this review is to collect the current literature on 3-dimensional imaging modalities and to increase the knowledge and experience of pediatric dentists.

Keywords: Cone-beam computed tomography, dentistry, imaging.

GİRİŞ

Görüntüleme terimi, bir objenin şeklinin görsel imgeler vasıtasıyla sunulması anlamına gelmektedir. Bu görüntüleme işlemi sırasında belirli frekanslara veya enerji miktarlarına sahip elektromanyetik dalgalar, bunun yanı sıra da iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kullanılmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyonda kullanılan X-ışınları, hastanın sağlıklı dokularına zarar verebilecek enerjiye ve bu enerjinin bir kısmını dokulara aktaracak potansiyele sahiptir.[1] Bu riskten ötürü As Low As Diagnostically Achieavable Indication Oriented and Patient Specific (ALADAIP) ilkesi ortaya çıkmıştır. ALADAIP ilkesine göre gerekli olan verilerin elde edilmesinde mümkün olan en az radyasyonun kullanılması önem arz etmektedir.[2] Röntgenin diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmasından itibaren dental radyografiler, hastaların klinik değerlendirmeleri sırasında, tedavinin planlamasına karar verilmesi esnasında ve dental hastalıkların prognozunun değerlendirilmesinde büyük önem arz etmektedir. 2 boyutlu görüntüleme yöntemlerinin ve projeksiyon sistemlerinin büyütme, distorsiyon, süperpozisyon ve anatomik yapıların yanlış yorumlanması gibi dezavantajlardan dolayı ağız içi ve geleneksel görüntüleme prosedürleri negatif etkilenmektedir.[3] 3 boyutlu görüntüleme sistemlerindeki yeni gelişmelerle beraber birçok avantaj ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde farklı düzlemlerde kesitsel görüntüler alınıp son teşhis kolaylaşmakta ve zorlu vakaların teşhisi için en uygun yöntem olarak görülmektedir.[4]

İNTRAORAL RADYOGRAFİ

Diş ve çevresi dokuları intraoral radyografi teknikleri ile görüntülerken bir x-ışını jeneratörü ve bir reseptör gerekmektedir. Bu teknikle alınabilecek üç radyografi çeşidi; periapikal, bitewing (ısırtma) ve oklüzal radyografilerdir. Periapikal ve bitewing radyografileri genellikle paralelleme yöntemi yani merkezi ışının dişlerin uzun eksenine paralel olarak hizalanan reseptöre dik gelmesi yöntemi ile çekilmektedir. Bu yöntemde distorsiyon minimumdur. Periapikal radyografiler yardımıyla dişlerin kökleri ve çevre kemik dokusunun tamamı izlenebilmektedir. Bitewing radyografiler ise dişlerin kuronları ve alveolar kreti görüntülemede yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu radyografi, alt ve üst çenedeki dişleri beraber görüntüye alarak bu dişler arasındaki çürük lezyonlarını en net gösteren görüntüleme yöntemidir.[5,6] Oklüzal radyografiler ise daha büyük reseptörlerin dişlerin oklüzal yüzeylerine yerleştirilmesi sonucu elde edilen görüntülemelerdir. Belirli yapıları görmek için ya da diğer yöntemler yetersiz olduğu zaman kullanılmaktadır. İntraoral radyografilerin en büyük dezavantajı, süperpozisyonlara sebep olabilecek 2 boyutlu özelliği olmaktadır.[7]

EKSTRAORAL RADYOGRAFİ

Ekstraoral radyografiler, kraniyofasiyal yapıların daha geniş şekilde görüntülenmesi istendiğinde kullanılmakta ve ekstraoral projeksiyon radyografisi ve tomografi radyografisi olarak ikiye ayrılmaktadır. Geleneksel projeksiyon yöntemleri tanı ve tedavide yeterli gibi görünse de diş hekimliği alanında 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerinden olan tomografiler daha fazla yarar sağlamakta ve bu yüzden daha çok tercih edilmektedir. Ekstraoral teknikler arasında kafatası projeksiyonları (sefalometri), tomografi, pantomografi (panoramik), bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) yer almaktadır.[8] Bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), mikro bilgisayarlı tomografi (MBT), ultrasonografi (USG) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri diş hekimliğinde önemli bir kullanım alanına sahip olmaktadır.[9-13]

1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi, vücudun kesitsel görüntülerini x-ışını kullanarak oluşturan bir 3 boyutlu görüntüleme yöntemidir. Konik ışınlı ve fan ışınlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan fan ışınlı bir BT cihazında, x-ışını üreten dairesel bir metal parça bulunmaktadır ve dedektörler ise hastanın etrafında dönmektedir. Hasta görüntü alımı esnasında büyük bir x-ışını cihazının merkezinden geçen bir masanın üzerinde yatay olarak yerleştirilmektedir. Hasta hazır olduğu zaman BT başlatılmakta ve dedektör ve x-ışını kaynağı hastanın etrafında dönerek anlık aksiyel kesitte görüntüler oluşturmaktadır. Elde edilen veriler bilgisayara iletilmekte ve bu şekilde birden fazla kesitsel görüntü birleştirilerek istenen görüntü ortaya çıkmaktadır.[14]

BT'nin diş hekimliği alanında tükürük bezi patolojilerinin belirlenmesi, temporomandibular eklemin (TME) yapısının incelenmesi, TME anikozu ya da kırıklarının tespiti, maksiller sinüs hastalıklarının incelenmesi, orofasiyal bölgedeki travma ve kırıklar gibi durumların tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat pahalı bir yöntem olması, her hastanede bulunmaması, lezyon alanlarından uzak alanları görüntüleme riski, restorasyon ve protez gibi yabancı maddelere karşı artefakt oluşturması ve diğer yumuşak doku görüntüleme yöntemlerine göre yetersiz kalması gibi dezavantajları bulunmaktadır.[15-18]

2. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (MBT)

Mikro-bilgisayarlı tomografi, alınan kesitsel verilerin çok daha küçük bir alanla sınırlandırılmasıyla görüntü oluşturan bir yöntemdir. BT ile farkına bakıldığında, konvansiyonel yöntemde 0,012 mm boyutunda kesitler alınırken MBT' de nano boyutta kesitler alınmakta ve bu sayede

non-invaziv ve tahribatsız bir şekilde mineralize dokular analiz edilmektedir. Bu yöntemde hem radyasyon dozu konvansiyonel yönteme göre daha az olmakta hem de modern x-ışını kaynakları ve dedektörleri kullanıldığı için 10.000 kat daha fazla çözünürlüğe sahip olmaktadır.[19] MBT cihazları diş hekimliğinde endodonti, protetik diş tedavisi, TME muayenesi ve çürük tespiti çalışmalarında kullanılmaktadır.[20,21] Fakat daha çok kemik taramaları ve kemik mikro mimarisinde tercih edilmektedir.[22]

3. Ultrasonografi (USG)

Yüksek frekansa sahip lineer problardan (7,5-12 MHz) oluşan makineler sayesinde çoklu düzlemlerde yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler oluşturulmaktadır.[23] Çalışma şekli, dalga üretimi için piezoelektrik malzemeleri kullanan elektromekanik dönüştürücülerin yardımı ile olmaktadır.[24] USG'nin avantajları arasında gerçek zamanlı görüntü oluşturması, taşınabilir olması, maliyeti, radyasyon yaymaması, noninvaziv olması ve dişlerde bulunan restorasyonlar nedeniyle artefakt oluşturmaması sayılabilmektedir.[25-27] Ayrıca power Doppler ve renkli Doppler gibi özellikleri yardımıyla lezyonların vaskülaritesi belirlenebilmekte, kistik ve solid lezyonlar arasındaki ayrım yapılabilmekte ve benign ve malign kitlelerin farkları görüntülenebilmektedir.[26,27] Dezavantajları arasında ise hasta kooperasyonuna ihtiyaç olması, kemik ve hava arkasındaki yapıların görüntülenmesinde zorluk yaşanabilmesi ve tecrübeli bir operatöre ihtiyaç duyulması yer almaktadır.[28] USG'nin diş hekimliğinde kullanım alanları arasında çürük tespiti, diş kırıkları ve çatlakları, yumuşak doku lezyonları, maksillofasiyal kırıklar, kas ve dişeti kalınlığının tespiti ve TME bozukluklarının teşhisi gibi endikasyonlar yer almaktadır.[24,29-31]

4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme, baş ve boyun bölgesi ağırlıklı olmak üzere TME muayenesi ve tükürük bezleri ile yumuşak doku patolojilerini tespit etmek için kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Bir MRG görüntüsü almak için hasta büyük bir mıknatısın içine yerleştirilmekte, oluşan manyetik alan sayesinde başta hidrojen olmak üzere birçok atomun çekirdeği aynı hizaya gelmektedir. Güç kaynağı bir radyo frekans dalgası göndererek hidrojen çekirdeklerinin enerjisinin emilmesi ve ardından bu enerjinin tarayıcıdaki bir bobinde sinyal oluşturması sağlanmaktadır.[32] İyonlaştırıcı olmayan radyasyona sahip olan bu yöntem sayesinde, çocuk ve genç yetişkinlerde herhangi bir negatif etki oluşturacak durum engellenmekte ve uzun ve tekrarlanabilir görüntülemelere olanak tanınmaktadır.[33]

Bazı dental materyaller ve ortodontik diş telleri ise MRG güvenliği açısından bir risk teşkil etmese de görüntü kalitesini etkileyen artefaktlar oluşturması nedeniyle bu hastalarda dikkatli olunmalıdır.[34] MRG'de T1 ve T2 denilen iki temel parametre bulunmaktadır. T1, manyetik alanın yönüne dik bir şekilde protonların hizalanmaya başladığı süre iken, T2 manyetik alanın yönüne dik düzlemde enerji kaybetme süresini ifade etmektedir.[35] Bununla beraber Juerchott ve ark.[36] kontrast madde kullanarak diş pulpasındaki sinyal artışının potansiyel bir tanı yöntemi olarak kullanılabileceğini belirtmiş ve bunu sağlıklı ve iltihabi pulpayı tanımlayabilecek değerler olabileceğini savunmuşlardır. Yüksek sinyal göstergesi, pulpa hiperperfüzyonunu işaret etmektedir ve çürüğe komşu alanlar enflamasyonla ilişkili T2 değerleri kullanılarak tanımlama yapılmaktadır. Pulpa nekroz olduğunda ise MRG' den sinyal alınmamaktadır.[37] MRG'nin endodontik ve pedodontik olarak kullanımına bakıldığında; diş kırığı ve pulpa nekrozu tespiti, apikal bölgedeki bir tümör ve granülomun incelenmesi ve sinüs membranındaki değişimler olarak sayılabilmektedir.[38]

5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

BT diş hekimliğinde en yaygın kullanım alanına sahip görüntüleme yöntemidir. Ancak dental yapıları görüntülemede maliyet ve doz miktarı gibi dezavantajlara sahip olduğu için çok fazla tercih edilmemektedir.[39] Son yıllarda KIBT bu dezavantajlara sahip olmadığı için diş hekimliği alanında hızlı ve geniş bir yer edinmiştir. BT, yelpaze şeklinde ışın kullanarak çalışmaktayken, KIBT koni şeklinde ışın demetleri kullanarak görüntü vermekte ve adı da bu çalışma şeklinden gelmektedir.[40] İnsan vücudunun 3 boyutlu verileri, ışının ve sensörün tek bir dönüşü ile alınabilmektedir. KIBT ve BT ile elde edilen görüntüler sagital, aksiyal ve koronal kesitlerde izlenebilmektedir.[10]

KIBT, görüş alanlarının boyutuna göre küçük, orta ve büyük şeklinde üçe ayrılır. 'Field of view' (FOV) denilen bu alan hacimleri, dedektörün boyutu, şekli, ışın projeksiyon geometrisi ve ışının kolimasyon miktarına göre değişmektedir.[41] Geniş FOV, 15-23 cm arasında bir FOV' a sahip olmakla beraber maksillofasiyal travma değerlendirmesi, ortodontik tanı ve tedavi planlaması ve TME muayenesinde kullanılmaktadır. Orta FOV ise 10-15 cm aralığında olmakta, mandibula ve maksillanın incelenmesi, implant planlaması ve bu bölgedeki patolojik incelemelerde işe yaramaktadır. 10 cm'den de küçük FOV aralığı ise dentoalveolar görüntülemede uygun bulunmaktadır ve en çok endodontik incelemelerde kullanışlı olmaktadır.[42]

5.1. KIBT'nin Avantajları

1. X-Işını Demetinin Sınırlandırılması ve Radyasyon Dozunun Azaltılması: Işınlanan alanın miktarı kolimasyon kullanılarak azaltılmaktadır. Bu şekilde birincil ışın demetleri ilgili alana ulaşabilmekte ve radyasyon dozu minimuma inmektedir. Radyolojik Koruma Komisyonu, hastanın alması gereken doz aralığını ekipman, görüntüleme protokolü ve FOV'a bağlı olarak 52-1025 mikro Sievert

olarak belirlemişlerdir.[43,44] Hastanın konumlandırılma biçimi ve ek korumalarla da doz %40'a kadar azaltılmaktadır.[45]

2. Görüntü Doğruluğu: BT'de vokseller anizotropiktir yani vokseller dikdörtgen küpler halinde oluşmaktadır. Ama KIBT'de bu vokseller izotropik yani 3 boyutta da eşit olarak üretilir. Sonuç olarak KIBT'lerin çözünürlükleri daha yüksek olmaktadır.[45]

3. Hızlı Tarama Süresi: KIBT'de görüntüler tek bir dönüşle elde edildiği için tarama süresi hızlı olmaktadır. Bu şekilde de hareket artefaktı ihtimali azalmaktadır.[45]

4. Maksiollofasiyal Görüntülemeye Özgü Görüntüleme Modları: Geleneksel BT'ye göre elde edilen verilerin görüntüye çevrilmesi daha kolay ve hızlı olmaktadır. Ayrıca KIBT analiz yazılımlarını radyoloğun yanı sıra klinisyenler de kullanabilmektedir. Bu da klinisyene gerçek zamanlı analiz yapabilme imkanı vermektedir.[45]

5. Azaltılmış Görüntü Artefaktı: Diş ve çenelerde oluşabilecek metal artefaktları, KIBT yazılımlarına eklenen artefakt bastırma algoritmaları ve artan projeksiyon sayıları ile düşük düzeye indiği görülmektedir.[45]

Çocuk hastalarda KIBT'nin en önemli avantajları arasında, daha kısa tarama süresi, daha az komplike aparatlara sahip olması ve bu sayede çocukların anksiyetesinin azalması sayılabilir. Bu şekilde görüntülerde daha az bozulma olmaktadır. Ayrıca KIBT'nin en büyük avantajı da doz miktarı her ne kadar ağız içi radyografi tekniklerine göre yüksek olsa da BT'ye oranla çok daha düşük olmasıdır.[46]

5.2. KIBT Kullanım Alanları

1.Endodonti: Endodonti alanında intraoral radyografiler tedavi edilen dişlerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Fakat son zamanlarda KIBT'nin ekstra ve lateral kanallar, perforasyonlar, obturasyonlar, kanal şekilleri ve vertikal kök kırıkların tespitinde intraoral radyografilerden daha etkili olduğu kabul edilmektedir.[47-50] Ayrıca komplike diş patolojilerinin, iç-dış kök rezorpsiyonlarının ve kök kırıklarının değerlendirilmesinde yüksek tanısal değere sahiptir.[50] Patel'in[51] yapmış olduğu bir çalışmada KIBT ile dişleri taraması sonucu dens invaginatus ve ana kök kanal arasında bağlantı olmadığını tespit ederek ilgili dişte gereksiz bir kök kanal tedavisi yapıldığını ortaya çıkarmıştır. Akgül ve ark.[52] ise yaptığı çalışmada KIBT kullanarak maksiller ikinci molar ve üçüncü molarlarda diğer dişlerle karşılaştırdığında daha fazla mine incisi olduğunu tespit etmişlerdir. Kök kırığı, süperpozisyonlar sebebiyle konvansiyonel olarak kullanılan radyografilerde en sık tespit edilemeyen durum olmaktadır.[53] Uluslararası Dental Travmatoloji Birliği (IADT)'nin 2020 yılında yayınladığı bir rapora göre kök kırıkları, kuron-kök kırıkları ve lateral lüksasyonlar gibi dental travmalarda KIBT'nin daha kaliteli görüntüler verdiğini belirtmişlerdir.[54]

2.Periapikal ve Alveolar Kemik Patolojileri: Literatürde, KIBT'nin periapikal ve alveolar kemikteki patolojilerin tespitinde yüksek başarıya sahip olduğu bildirilmektedir.[55] Klinik pratikte, periapikal dokuların radyolojik muayenesi, tanı ve tedavide çok önemli bir unsur olmakla beraber intraoral periapikal, 2 boyutlu radyografilerin süperpozisyon ve orantısız küçültme miktarlarından ötürü yanlış ve gereksiz tekrarlanan sonuçlar verdiği düşünülmektedir.[56,57] KIBT daha düşük radyasyon dozu kullanarak daha doğru görüntüler sağlamaktadır. Ayrıca periapikal lezyonu görüntüleyerek, kök kanal morfolojileri, aksesuar ve kalsifiye kanalların lokalizasyonu, kök kırıkları ve iç-dış rezorpsiyonları da tespit etmektedir.[58,59] Ayrıca KIBT, kist ve tümör gibi patolojik durumların boyutunu ve seviyesini tespit etmekte kullanılmaktadır.[60]

3.Maksillofasiyal Kırıklar: Maksillofasiyal bölgede oluşan kırıkların 2 boyutlu konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile tespiti çeşitli süperpozisyonlar sebebiyle ve hastanın travma sonrası içinde bulunduğu negatif durumdan ötürü klinik muayenesinin tam olarak yapılamamasından dolayı etkili bir şekilde sağlanamamaktadır. Bu gibi durumlarda 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri görüntü kalitesi ve düşük radyasyondan dolayı etkili bir seçenek haline gelmektedir.[61] KIBT, yaralanmanın derecesini, kırığın yeri ve segmentinin tespitini sağlamakta, tedavi esnasında kırık segmentin redüksiyon ve stabilizasyonu için tercih edilecek yöntemin seçiminde hekime yardımcı olmaktadır.[62] Mandibula kırıkları ise genellikle panoramik röntgenlerle tespit edilebilirken mandibulanın korpusundaki kırıkların deplasmanında ve ayrık kırıklarda KIBT'ye ihtiyaç duyulmaktadır.[63]

4.Temporomandibular Eklem Bozuklukları: KIBT, TME bölgesindeki kırık, ankiloz, büyüme anomalileri, erozyon, osteofit, düzleşme ve subkondral skleroz gibi rahatsızlıkların teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu şekilde kemiğin morfolojik özelliklerini, eklem boşluğunun durumunu ve dinamik olarak fonksiyonunun analizini göstererek teşhis ve tedaviye yardımcı olmaktadır.[64,65] Yapılan bir çalışmada farklı FOV değerlerine sahip KIBT'ler alınmış ve en düşük FOV değerine sahip görüntünün hassasiyeti yüksek bulunmuştur.[65] Eski çalışmalarda redüksiyonsuz disk deplasmanı olan hastaların teşhisinde ana görüntüleme yöntemi MRG kabul edilirken kemikteki değişiklikleri incelemede KIBT'nin daha etkili olduğu düşünülmekteydi.[66] Fakat son dönemde yapılan çalışmalarda KIBT ve MRG'nin kombine kullanımıyla daha doğru sonuçlar elde edildiğine dair kanıtların olmasıyla beraber yeni bir konsept ön plana çıkmaktadır. Bunu da KIBT taramalarını MRG ile

otomatik olarak kaydederek sağlamaktadırlar. Al-Saleh ve ark.[67] da bu yöntemi kullanarak klinik muayene ile görüntülerin tutarlılığının arttığını görmüşlerdir.

5.Tükürük Bezi Patolojileri: Tükürük bezinde taş olması durumu olan sialolitiazis için tanı yöntemi olarak her ne kadar BT ve MRG üç boyutlu olması dolayısı ile daha avantajlı olduğu kabul edilirken, USG ve iki boyutlu görüntüleme yöntemleri maliyet ve kullanım kolaylığı dolayısıyla daha fazla tercih edilmektedir. Fakat son zamanlarda tükürük taşı tanısı, tükürük kanalı darlığı ya da genişlemelerinin tespitinde üç boyutlu görüntüleme yöntemi olan KIBT ön plana çıkmaktadır.[68,69] KIBT bu gibi durumlarda non-invaziv bir teşhis yöntemi olarak kullanılmakla beraber, sialografi yöntemine göre daha fazla radyasyon verdiğinden ötürü doğru vaka seçimi önem taşımaktadır.[69]

6.Gömülü ve Süpernemerer Diş Tespiti: Maksiller kanin dişler pediatrik hastalarda en sık gömülü kalan dişlerdir. Daimi ikinci azı dişleri de daimi üçüncü azı dişlerinin yanlış konumlanması sonucu gömülü kalabilmektedir. Bir gömülü dişin, meziodens gibi süpernümere bir diş dolayısı ile de süremediği görülebilmektedir. KIBT, bu tür vakalarda dişlerin birbirlerine göre konumlarını belirleyebilmek adına büyük önem taşımaktadır.[70]

7.Ortodonti: Ortodontistler, maloklüzyonların teşhisinde genellikle sefalometri ve panoramik radyografi gibi iki boyutlu görüntüleme yöntemlerini tercih etmektedirler. Üç boyutlu görüntüleme yöntemi olan KIBT ile bu maloklüzyonları ve diş hareketlerini eğer komplike bir problem varsa görüntüleyebilmektedir.[71] Fakat KIBT kullanımında dikkatli olunmalı, rutin olarak kullanılan yöntemlere göre daha yüksek radyasyon dozuna sahip olduğu için hastanın anamnezine ve klinik muayenesine göre karar verilmelidir.[72] KIBT ile, komplike dento-iskeletsel ilişkileri, ortognatik cerrahi gerektiren ileri vakaları, gömülü ve süpernümerer dişlerin konumu ve diğer dişlerin kökleri ile ilişkileri teşhis edilmektedir.[73]

8.Yarık Dudak Damak Yarığı Tespiti: KIBT görüntüleme yöntemi ile çenede bulunan kemik defektlerinin anatomisi ve defektle ilişkili dişlerin etrafındaki kemik kalınlığı tespit edilmektedir. Bu olanak 2 boyutlu yöntemlerde bulunmamaktadır. Ayrıca greft yerleştirme ve diğer cerrahi aşamalarda da daha doğru sonuçlar vermektedir.[14]

9.Hava Yolu Analizi: Hava yolu analizi, obstrüktif uyku apnesi ve büyümüş adenoidleri olan hastaların teşhisinde KIBT ile görüntüleme büyük önem taşımaktadır. Rutinde, hastanın hava yolu analizini yapmak için hastadan lateral sefalometri filmleri alınmaktadır. Fakat bu filmlerde hastaya sagital ve koronal düzlemden lateral olarak bakılmaktadır. KIBT ile farenks ve hava yolu boşluğu arasındaki fark net bir şekilde görülebilmektedir. Aboudara ve ark.[14] yaptıkları çalışmada, 11 ergenden hava yolu bilgilerini lateral sefalometri ve KIBT ile almışlar ve bunları birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Buldukları sonuca göre, hava yolu hacminin alanı oranının değişkenliğini en iyi KIBT ile uyumlu olduğunu ve lateral sefalometride tam olarak doğru gösterilmeyen alanlar olabileceğini tespit etmişlerdir.
2023 yılında yayımlanan çocuk ve genç erişkinlerde KIBT kullanımı ve endikasyonu ile ilgili yapılan bir çalışmada 3 yıllık periyotta 0-18 yaş aralığındaki KIBT alınan pediatrik hastalar incelenmiş ve bu hastalar yaş, cinsiyet, tarama isteyen bölüm, endikasyon ve FOV bakımından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak en çok KIBT alınan 10 ila 17 yaş grubu olduğu, tarama isteme sebebinin en çok maloklüzyon ve dentofasiyal anomaliler sebebiyle olduğu, erkeklerde yüz-diş travması ve süpernümerer diş endikasyonunun, kadınlarda ise maloklüzyon ve dentafasiyal anomali ve implant planması endikasyonunun fazla olduğu belirtilmiştir. Tüm hastaların %58'inde küçük FOV (<10cm) istenirken, maloküzyon ve dentofasiyal anomalilerde ise geniş FOV istenmiştir.[74]

5.3. KIBT Yorumlanması

Radyolojik görüntülerin yorumlanması için, hekim elde edilen görüntünün hacminin BT anatomisi, anatomik varyasyonlar ve anomaliler hakkında kapsamlı bilgi birikime sahip olmalıdır. Bu veriler, herhangi bir hastalığın tespiti için sistematik olarak incelenmeli ve yorumlanmalıdır. KIBT görüntülerinin incelenmesinde hem anatomik hem patolojik bulguların yorumlanmasında, hekimin bilgi ve deneyimi ve taramanın FOV miktarı önemli bir rol oynamaktadır. Günümüze kadar edinilen tecrübeler sonucunda belirlenen KIBT raporlaması için temel olması gereken faktörler aşağıda belirtilmiştir:

1.Hasta Bilgileri: Bu kısımda hastayı tanımak ve olabilecek ailesel verileri tespit etmek için alınan bilgileri içermektedir. İstenen bilgiler arasında hasta adı-soyadı, cinsiyet, doğum tarihi, yaş ve etnik köken olmaktadır.[75]

2. Tarama Bilgileri: Bu kısımda ise KIBT görüntülemesinin ne zaman, neden, nerede ve nasıl yapıldığı ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu bilgiler arasında taramanın numarası, taramanın yapıldığı tarih, raporun oluşturulduğu tarih, kurumun yeri, kullanılan ekipmanlar, taramanın parametreleri, sevk eden hekimin adı, gerekçesi ve elde edilen görüntü olmaktadır. Ayrıca tarama esnasında karşılaşılan negatif bir durum varsa (hasta hareketi ve vb.) bu da bilgiler arasına eklenmelidir.[75]

3.Radyolojik Bulgular: Bu bölüme dahil olan bulgular arasında genel görüntüleme bulguları, istenen amaca uygun bulgular ve tesadüfi olarak elde edilen bulgular yer almaktadır. Genel görüntüleme bulguları olarak belirlenen bilgiler; eksik dişler, kök kanal tedavili dişler, restoratif

tedavilerin durumu, periapikal lezyonlar, alveolar kemiğin durumu ve dişsiz bölgelerin durumudur. Spesifik amaca uygun bulgularda ise, ilgili bölgeye ait ortognatik ve temporomandibular eklemin durumu, bu bölgeleri daha doğru tanımlamak amacıyla anatomik ve patolojik yapılar ön plana çıkmaktadır. Maksilla, paranazal sinüsler ve herhangi bir radyoopasite varsa incelenmeli ve patolojik durumları tanımlamaya yardımcı olunmalıdır. "Baştan ayağa (head-to-toe)" prensibi ile veri setinin FOV'u da dikkate alınarak raporlama yapılmalıdır. Son olarak tesadüfi bulgular arasında, kraniyal kavite, varsa işitme cihazı, kafatası tabanı, nazo-orofaringeal hava yolları, servikal omurga ve boynun yumuşak dokuları görüntü verilerinde yer almaktadır.[75]

4.Radyolojik değerlendirme: Kesin ve ayırıcı tanılar belirtilmeli, radyolojik bulgular hasta anamnezi ile bağdaştırılmalı ve görüntüleme istemine neden olan klinik problemlere değinilmeli ve cevap verilmelidir. Eğer önceden alınmış görüntülemeler varsa karşılaştırma yapılmalı, önceki muayene ve raporlamalar tekrar incelenmelidir. Son olarak da tanıyı kesinleştirmek, doğrulamak ya da reddetmek için takipler yapılmalı, yeni tanılar ve tedaviler için tavsiyelerde bulunulmalıdır.[75]

İlk önce hastalık ya da anomali tanımlanmakta, endişe duyulan bölgelerde sert ya da yumuşak dokuyu etkileyen şekil, boyut, yoğunluk değişiklikleri ve düzensizlikleri incelenmelidir. Kortikal ya da spongioz kemikteki değişimler anomalinin ilk belirtisi olabilmekte, KIBT'deki bu değişimleri gözlemleyebilmek için hekimin deneyim kazanması gerekebilmektedir.[70] Hekim manibular kondil başları, ramus, paranazal sinüsler ve hava yolu boşlukları gibi büyük alanları asimetri varlığı bakımından incelemelidir. Çünkü asimetri, hastalık ve anomalinin ilk belirtisi olabilmekte, anatomik varyasyonlar ise tam tersine çift taraflı olma eğilimine sahiptir. Şüpheli bölgeye komşu bölgeler dikkatle incelenmelidir. Hastalığın kökeni olabilecek dokuların tespiti bu şekilde kolaylaşmaktadır. Eğer şüpheli oluşum diş ve çevresi dokularda gözlemleniyorsa odontojenik kökenli olma ihtimali artmaktadır. Bununla beraber mandibular kanalın altında ve maksiller sinüs tabanına yakın bir bölgede şüpheli dokuyu tespit ediliyorsa yüksek ihtimalle odontojenik kaynaklı bir durum olmamaktadır. Bu yüzden hekim, maksillofasiyal bölgenin anatomisi hakkında yüksek bilgi birikimine sahip olmalıdır. Yavaş büyüyen lezyon düzgün bir sınır gösterirken, düzensiz sınırlara sahip lezyonlar genellikle agresif büyüme eğilimine sahip olabilmektedir. Kistik lezyonların çene kemiğindeki radyolojik bulgusuna bakıldığında sınırları belirgin yuvarlak ya da oval bir görünüm vermektedir. Kist ve tümör arasındaki radyolojik ayrımının tanımı yapılırken, kistik lezyonların radyolusent görünüme sahip olduğu, bu lezyonların odacıklara ayrılabildiği, böyle lezyonlara multiloküler lezyon dendiği, ayrıca odontojenik kistlerin ve bazı odontojenik iyi huylu tümörlerinde bu multiloküler görünüme sahip olduğu bilinmelidir. Yüksek yoğunluğa sahip radyoopak görünümdeki lezyonlar ise anormal osseoz doku gelişimi ya da tümöral bir kitle olabilmektedir. Yavaş büyüyen benign lezyonlar dişlerin konumunu değiştirmekte, kök rezorpsiyonuna sebep olmakta, kemiği genişletmekte ve kendine yer bulmak için çevre anatomik yapıları yerinden oynatmaktadır. Bu değişimler maksillada sinüs ve burun tabanı, mandibulada mandibular kanal ve mental foramenleri etkilemesiyle fark edilmektedir. Hızlı büyüyen malign lezyonlar ise kemiği genişletmek yerine aşındırmakta, komşu anatomik yapıları istila etmekte ve dişleri hareket ettirmek yerine dişlerin etrafında hızlıca büyümektedir. Yani kaynaklandığı dokudan bağımsız olarak ilgili bölgede büyük miktarda yıkıma neden olmaktadır.[76]

2022 yılında yapılan sistematik derleme ve meta-analizde, Pubmed, Web of Science ve Google Scholar'da yayımlanan KIBT görüntülerini değerlendiren yapay zeka sistemlerini inceleyen ingilizce bilimsel makaleler incelenmiştir. Çalışmaların heterojenliği, yanlılık riski ve temel doğruluk eksikliği gibi bazı limitasyonları tespit edilmiştir. Sonuç olarak KIBT görüntülerini kullanarak tanı ve tespit yapan yapay zeka uygulamaları, diş hekimlerinin yorumlama yetenekleriyle karşılaştırılabilmekte ve yorumla sürecini hızlandırabilmektedir. Yapay zekanın klinik diş hekimliğinde kullanılmasıyla çok sayıda KIBT görüntüsü analiz edilebilmekte, önemli bulguları işaretleyebilmekte ve verimliliği arttırabilmektedir.[77]

SONUÇLAR

Çocuk diş hekimliğinde teşhis ve tedavide kullanılan birçok görüntüleme yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları intraoral görüntüleme yöntemi iken büyük alanlar görüntülenmek istiyorsa ekstraoral görüntüleme teknikleri ön plana çıkmaktadır. Ekstraoral yöntemlerde ise birçok 3 boyutlu görüntüleme tekniği bulunurken, bu yöntemler 2 boyutlu görüntüleme tekniklerinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmaktadır. Özellikle 2 boyutlu yöntemlerin doğası gereği süperpozisyonlara yol açması dolayısı ile 3 boyutlu yöntemler avantajlı hale gelmektedir. Bu yöntemler arasında BT, MBT, MRG, USG ve KIBT gibi yöntemler diş hekimliğinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bunlardan KIBT, radyasyon dozunun azlığı, artefakt riskinin düşüklüğü, tarama süresinin kısalığı ve hekimlerin ulaşım kolaylığı sebebiyle çocuk diş hekimliğinde en sık kullanılan 3 boyutlu görüntüleme tekniğidir. Bir KIBT görüntüsü alırken doğru endikasyon konulmalı, tekrarlanan görüntülerden kaçınılmalıdır. Tarama sonucu alınan verilerle ortaya çıkan görüntüleri hekim değerlendirebilme yetkisi ve becerisine sahip olmalıdır. Yorumlama için hekimin genellikle günlük pratikteki bilgi ve tecrübelerini kullanması yeterli olmakla beraber, gerekirse bir uzman oral diagnoz hekiminden de fikir isteyebilir, ayrıca eğitimlere de katılabilir.

KAYNAKLAR

1. Vandenberghe B, Jacobs R, Bosmans H. Modern dental imaging: a review of the current technology and clinical applications in dental practice. Eur J Radiol 2010; 20: 2637-2655.

2. Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, et al. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. Pediatr Radiol 2018; 48: 308-316.

3. White SC, Pharoah MJ. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. Dent Clin N Am 2008; 52: 689-705.

4. Nishimura T, Iizuka T. Evaluation of the pathophysiology of odontogenic maxillary sinusitis using bone scintigraphy. Int J Oral Maxillofac Surg 2002; 31: 389-396.

5. Brooks S, Atchison K, White S, Pharoah M. Guidelines for prescribing dental radiographs. 2004.

6. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. J Dent Res 2004; 83: 72-75.

7. Mol A. Imaging methods in periodontology. Periodontology 2000 2004; 34: 34-48.

8. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, et al. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. Eur J Radiol 2009; 71: 42-48.

9. Herman GT. Fundamentals of computerized tomography: image reconstruction from projections: Springer Science & Business Media; 2009.

10. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent 2006; 72: 75.

11. Ritman EL. Micro-computed tomography—current status and developments. Annu Rev Biomed Eng 2004; 6: 185-208.

12. Fechteler P, Eisert P, Rurainsky J, editors. Fast and high resolution 3D face scanning. 2007 IEEE International Conference on Image Processing; 2007: IEEE.

13. Edelman RR, Hesselink JR. Clinical magnetic resonance imaging. 2006.

14. Aboudara C, Hatcher D, Nielsen I, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. Orthod Craniofac Res 2003; 6: 173-175.

15. Rabinov K, Kell Jr T, Gordon PH. CT of the salivary glands. Radiol Clin North Am 1984; 22: 145-159.

16. Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth R, Svensson S. CT and MR of the temporomandibular joint: comparison with autopsy specimens. AJR 1987; 148: 1165-1171.

17. Bolger WE, Parsons DS, Butzin CA. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. The Laryngoscope 1991; 101: 56-64.

18. Zilkha A. Computed tomography in facial trauma. Radiology 1982; 144: 545-548.

19. Stampanoni M, Wyss P, Abela R, Borchert GL, Vermeulen D, et al., editors. X-ray tomographic microscopy at the Swiss light source. Developments in X-ray Tomography III; 2002: SPIE.

20. Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Oval-shaped canal retreatment with self-adjusting file: a micro-computed tomography study. Clin Oral Investig 2014; 18: 1147-1153.

21. Borba M, Miranda Júnior WG, Cesar PF, Griggs J, Della Bona A. Adaptation of zirconia-based fixed partial dentures using micro-CT. Dent Mater J 2012; 28: 22.

22. King AD, Turk T, Colak C, Elekdag-Turk S, Jones AS, et al. Physical properties of root cementum: Part 21. Extent of root resorption after the application of 2.5 and 15 tips for 4 weeks: A microcomputed tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 140: 299-305.

23. Howlett D, Menezes L, Bell D, Ahmed I, Witcher T, et al. Ultrasound-guided core biopsy for the diagnosis of lumps in the neck: results in 82 patients. Br J Oral Maxillofac Surg 2006; 44: 34-37.

24. Salmon B, Le Denmat D. Intraoral ultrasonography: development of a specific high-frequency probe and clinical pilot study. Clin Oral Investig 2012; 16: 643-649.

25. Shah N, Bansal N, Logani A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. WJR 2014; 6: 794.

26. Oeppen RS, Gibson D, Brennan PA. An update on the use of ultrasound imaging in oral and maxillofacial surgery. Br J Oral Maxillofac Surg 2010; 48: 412-418.

27. Joshi PS, Pol J, Sudesh AS. Ultrasonography–a diagnostic modality for oral and maxillofacial diseases. Contemporary clinical dentistry 2014; 5: 345-351.

28. Kundra P, Mishra SK, Ramesh A. Ultrasound of the airway. Indian J Anaesth 2011; 55: 456-462.

29. Kumar S, Mahabob M. Ultrasound in dentistry-a review. J Ind Aca Dent Spec 2010; 1: 44-45.

30. Culjat M, Singh RS, Yoon D, Brown ER. Imaging of human tooth enamel using ultrasound. IEEE transactions on medical imaging 2003; 22: 526-529.

31. Xiang X, Sowa MG, Iacopino AM, Maev RG, Hewko MD, et al. An update on novel non-invasive approaches for periodontal diagnosis. J Periodontol 2010; 81: 186-198.

32. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt E, Boone JM, Mahesh M. The essential physics of medical imaging. Medical Physics 2013; 40: 077301.

33. Stratis A, Zhang G, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H. The growing concern of radiation dose in paediatric dental and maxillofacial CBCT: an easy guide for daily practice. Eur J Radiol 2019; 29: 7009-7018.

34. Dill T. Contraindications to magnetic resonance imaging. Heart 2008; 94: 943-948.

35. Ladd ME, Bachert P, Meyerspeer M, Moser E, Nagel AM, et al. Pros and cons of ultra-high-field MRI/MRS for

human application. Progress in nuclear magnetic resonance spectroscopy 2018; 109: 1-50.
36. Juerchott A, Jelinek C, Kronsteiner D, Jende JM, Kurz FT, et al. Quantitative assessment of contrast-enhancement patterns of the healthy dental pulp by magnetic resonance imaging: a prospective in vivo study. Int Endod J 2022; 55: 252-262.
37. Assaf AT, Zrnc TA, Remus CC, Schönfeld M, Habermann CR, et al. Evaluation of four different optimized magnetic-resonance-imaging sequences for visualization of dental and maxillo-mandibular structures at 3 T. J Craniomaxillofac Surg 2014; 42: 1356-1363.
38. Juerchott A, Sohani M, Schwindling FS, Jende JM, Kurz FT, et al. In vivo accuracy of dental magnetic resonance imaging in assessing maxillary molar furcation involvement: a feasibility study in humans. J Clin Periodontol 2020; 47: 809-815.
39. Scarfe WC, Farman AG. Cone-beam computed tomography. Oral Radiology 2014; 199-213.
40. Scarfe WC, Farman AG. Cone beam computed tomography: a paradigm shift for clinical dentistry 2007; 102.
41. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. Int J Dent 2009: 634567.
42. Tyndall DA, Kohltfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. Aust Dent J 2012; 57: 72-81.
43. Smith H. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
44. Protection AR. Nuclear Safety Agency (ARPANSA). Fitzpatrick Skin Phototype Australian Government Available online: https://www arpansa gov au/sites/default/files/legacy/pubs/RadiationProtection/FitzpatrickSkinType pdf (accessed on 5 June 2019).
45. Aps JK. Cone beam computed tomography in paediatric dentistry: overview of recent literature. Eur Arch Paediatr Dent 2013; 14: 131-140.
46. Roberts J, Drage N, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. Brit J Radiol 2009; 82: 35-40.
47. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. Dent Clin N Am 2008; 52: 825-841.
48. Tu M-G, Huang H-L, Hsue S-S, Hsu J-T, Chen S-Y, et al. Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. J Endod 2009; 35: 503-507.
49. La SH, Jung DH, Kim EC, Min KS. Identification of independent middle mesial canal in mandibular first molar using cone-beam computed tomography imaging. J Endod 2010; 36: 542-545.
50. Zahnmed SM. Cone beam computed tomography in mandibular molars referred for apical surgery. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2012; 122: 12-18.
51. Patel S. The use of cone beam computed tomography in the conservative management of dens invaginatus: a case report. Int Endod J 2010; 43: 707-713.
52. Akgül N, Caglayan F, Durna N, Sümbüllü MA, Akgül HM, et al. Evaluation of enamel pearls by cone-beam computed tomography (CBCT). Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal 2012; 17: 218.
53. Wang P, Yan X, Lui D, Zhang W, Zhang Y, et al. Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol 2011; 40: 290-298.
54. Bourguignon C, Cohenca N, Lauridsen E, Flores MT, O'Connell AC, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. Dent Traumatol 2020; 36: 314-330.
55. Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. Int Endod J 2015; 48: 815-828.
56. Lo Giudice R, Nicita F, Puleio F, Alibrandi A, Cervino G, et al. Accuracy of periapical radiography and CBCT in endodontic evaluation. Int J Dent 2018; 2018: 2514243.
57. Kruse C, Spin-Neto R, Reibel J, Wenzel A, Kirkevang LL. Diagnostic validity of periapical radiography and CBCT for assessing periapical lesions that persist after endodontic surgery. Dentomaxillofac Radiol 2017; 46(7): 20170210.
58. Spector L. Computer-aided dental implant planning. Dent Clin N Am 2008; 52: 761-775.
59. Ferreira MC, Garib DG, Cotrim-Ferreira F. Methodology standardization for measuring buccal and lingual alveolar bone plates using Cone Beam Computed Tomography. Dental Press J Orthod 2010; 15: 49e41-49e47.
60. Shweel M, Amer MI, El-shamanhory AF. A comparative study of cone-beam CT and multidetector CT in the preoperative assessment of odontogenic cysts and tumors. EJRNM 2013; 44: 23-32.
61. Sirin Y, Guven K, Horasan S, Sencan S. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and conventional multislice spiral tomography in sheep mandibular condyle fractures. Dentomaxillofac Radiol 2010; 39: 336-342.
62. Yendreka VC, Fonseca GM. A "borderline" dental trauma with 12 y of evolution justifying CBCT as diagnostic method. Biomed Res 2018; 29: 2800-2805.
63. Ersan N, İlgüy M. Diagnosis of unusual mandibular split fracture with cone-beam computed tomography. J Oral Maxillofac Radiol 2015; 3: 67-69.
64. Nah KS. Condylar bony changes in patients with temporomandibular disorders: a CBCT study. Imaging Sci Dent 2012; 42: 249-253.

65. Librizzi ZT, Tadinada AS, Valiyaparambil JV, Lurie AG, Mallya SM. Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 140: e25-e30.
66. Lewis EL, Dolwick MF, Abramowicz S, Reeder SL. Contemporary imaging of the temporomandibular joint. Dent Clin N Am 2008; 52: 875-890.
67. Al-Saleh MA, Alsufyani NA, Lagravere M, Nebbe B, Lai H, et al. MRI alone versus MRI-CBCT registered images to evaluate temporomandibular joint internal derangement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2016; 122: 638-645.
68. Bertin H, Bonnet R, Delemazure AS, Mourrain-Langlois E, Mercier J, et al. Three-dimensional cone-beam CT sialography in non tumour salivary pathologies: procedure and results. Dentomaxillofac Radiol 2017; 46: 20150431.
69. Drage N, Brown J. Cone beam computed sialography of sialoliths. Dentomaxillofac Radiol 2009; 38: 301-305.
70. Ahmed F, Brooks SL, Kapila SD. Efficacy of identifying maxillofacial lesions in cone-beam computed tomographs by orthodontists and orthodontic residents with third-party software. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012; 141: 451-459.
71. Evans CA, Scarfe WC, Ahmad M, Cevidanes LH, Ludlow JB, et al. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2013; 116: 238-257.
72. Jadu F, Hill M, Yaffe M, Lam EW. Optimization of exposure parameters for cone beam computed tomography sialography. Dentomaxillofac Radiol 2011; 40: 362-368.
73. Hechler SL. Cone-beam CT: applications in orthodontics. Dent Clin N Am 2008; 52: 809-823.
74. Ismayılov R, Özgür B. Indications and use of cone beam computed tomography in children and young individuals in a university-based dental hospital. BMC Oral Health 2023; 23: 1033.
75. Kushner DC, Lucey LL. Diagnostic radiology reporting and communication: the ACR guideline. JACR 2005; 2: 15-21.
76. Angelopoulos C. How to Interpret Cone Beam Computed Tomography Scans. Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics: Indications, Insights, and Innovations 2014; 1: 165-184.
77. Badr FF, Jadu FM. Performance of artificial intelligence using oral and maxillofacial CBCT images: A systematic review and meta-analysis. Niger J Clin Pract 2022; 25: 1918-1927.