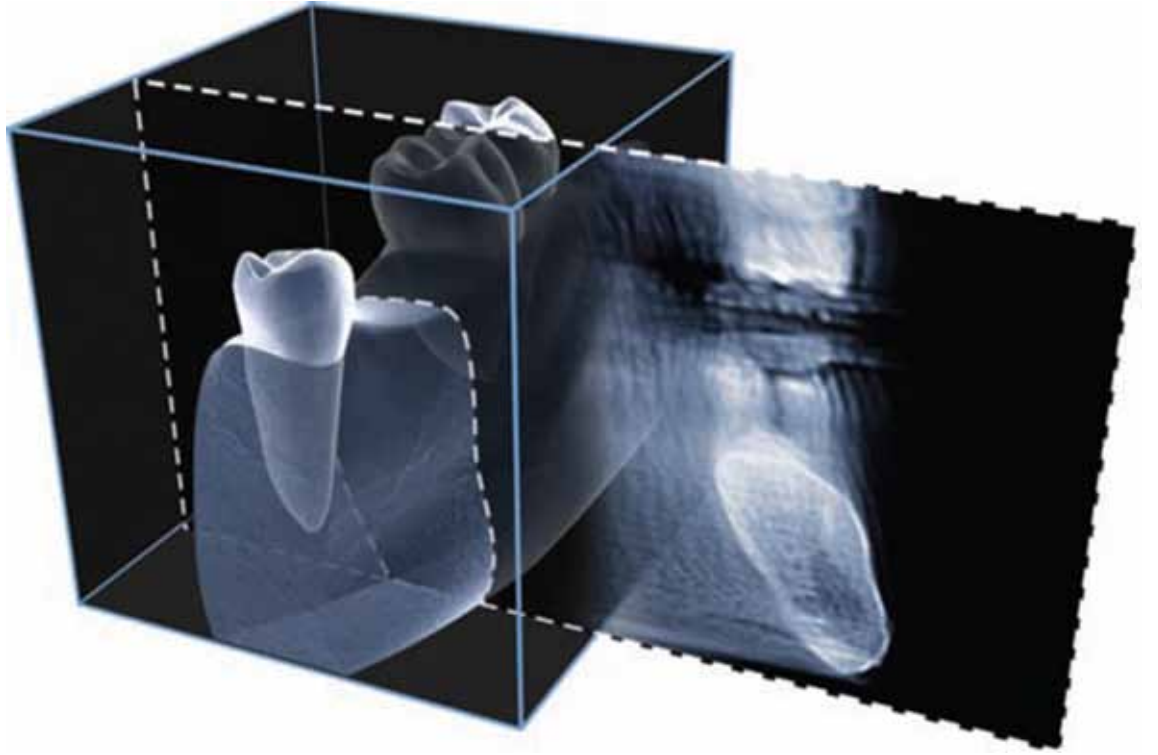


Diş hekimliğinde yeni bir çağın başlangıcı: Dental Volumetrik Tomografi



Diş hekimliği radyolojisinde konvansiyonel çekim teknikleri üç boyutlu kompleks yapıların sadece iki boyutlu görüntülenmesine olanak verir. Bu nedenle bu görüntüleme teknikleri anatominin veya patolojik değişikliklerin analizinde sınırlı değer taşır. 90'lı yılların sonlarında teknolojik açıdan ilerleme, diş hekimliğinde radyolojik olarak 3 boyutlu görüntüleme uygulamalarını başlatmıştır. Dentomaksillofasiyel radyoloji ve dolayısıyla diş hekimliğinde yeni bir anlayışın başlangıcı olan volumetrik tomografi sistemleri günümüzde hâlâ yenilikler sunmaya devam etmektedir. Genellikle dental volumetrik tomografi (DVT) terimi ile ifade edilen bu sistemler "Cone Beam Computerized Tomography (CBCT)", Konik ışın sistemleri, "Konik ışın hüzmeli 3 Boyutlu Volumetrik Tomografi" olarak da isimlendirilmektedir.

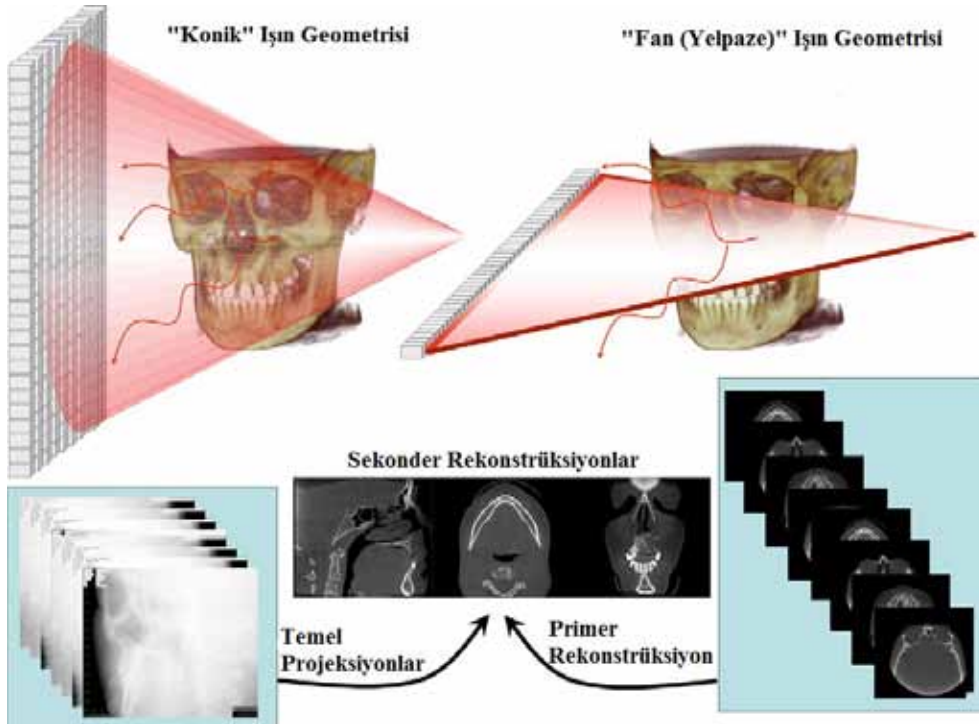
Dental volumetrik tomografinin çalışma prensibi: Görüntüleme x-ışını kaynağı ve detektörün bağlı olduğu bir eksen üzerinde dönen "gantri" kulla-

nılarak elde edilir. Konik şekilli iyonize radyasyon kaynağı incelenecek alan ve buradan karşı tarafta yer alan sensör üzerine ışın gönderir. X-ışını kaynağı ve sensör incelenecek alanın merkezi etrafında döner. Rotasyon esnasında incelenecek alanının çoklu (150-360 arasında değişen) ardışık projeksiyonları elde edilerek projeksiyon verisi oluşturulur. Yani dental volumetrik cihazları konik yapıda tek bir ışın demetiyle hastanın başının etrafında 360 derecelik tek bir rotasyon yeterli veriyi elde etmektedir. Bu işlem yelpaze şeklindeki x-ışınlarının gönderilmesiyle "inceleme alanı"nın (FOV) alanının tek tek görüntü kesitlerini alan ve "bu kesitlerin istiflenmesi" ile 3 boyutun elde edildiği "medikal tomografi"lerden farklılaşır. DVT sisteminin belirgin avantajı, daha kısa süreli tarama zamanı, hastanın hareketi sonucu oluşan görüntü distorsiyonunda azalma ve artmış x-ışını tüpü verimliliğidir. Bunun yanı sıra temel dezavantajı artefakta bağlı görüntü kalitesinde ve fazla saçılan radyasyonun

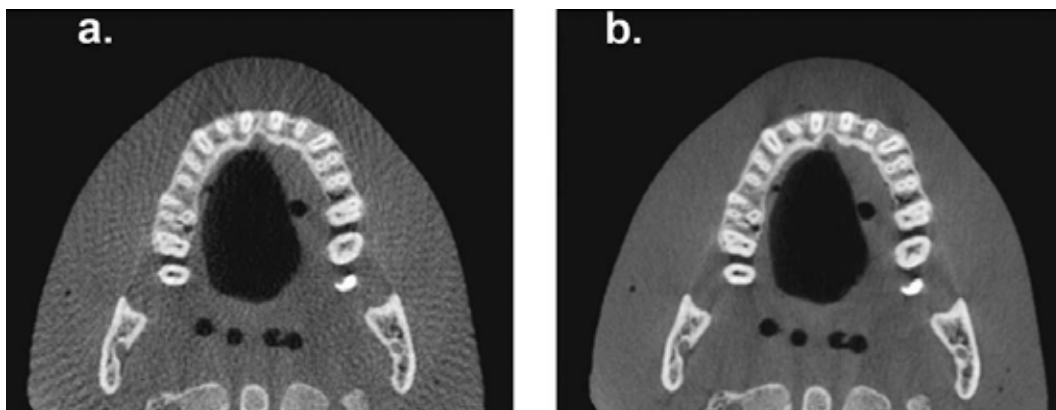
taranmasına bağlı kontrast rezolüsyonundaki limitasyondur (1) (Resim 1).

Daha fazla projeksiyon verisi görüntünün rekonstrüksiyonunda daha fazla bilgi, daha fazla uzaysal ve kontrast rezolüsyonu, daha yumuşak imaj ve metal artefaktlarının azalmasını sağlar . Fakat bu durum daha uzun tarama süresi, daha fazla

hasta dozu ve daha uzun rekonstrüksiyon süresi anlamına gelmektedir. Volumetrik verilerin rekonstrüksiyonu için kullanılan projeksiyon sayısının azaltılması hasta dozunu azaltabilir fakat imaj kalitesinde azalmayla sonuçlanır (2) (Resim 2).



Resim 1: X-ışını projeksiyon şeması: Fan (yelpaze, sağ) ve konik ışın (sol) görüntüleme geometrisi ve sonuç olarak meydana gelen imaj oluşturulması. Konik ışın geometrisinde, aksiyel, koronal, ve sagittal kesitlerin sekonder olarak şekillendiği temel projeksiyonların birleşmesiyle projeksiyon verisi oluşur. Fan (yelpaze) ışın geometrisinde ise verilerden oluşan primer rekonstrüksiyonlar aksiyel kesitleri oluşturur ve sekonder rekonstrüksiyon sonrası aksiyel, koronal, ve sagittal kesitler meydana gelir. Konik-ışın imaj oluşturulması sırasında meydana gelen saçılmaların (sinüsoidal çizgiler) önemli ölçüde fazla olması nedeniyle imaj kontrastının azalmasına ve imaj artefaktında artmaya neden olur.



Resim 2: Projeksiyon sayısının artmasıyla imaj kalitesinde artışı gösteren aksiyel ortogonal imajlar: a. 306 adet projeksiyon (20 sn tarama) b. 612 adet projeksiyon (40 sn tarama)



Yrd. Doç. M. Oğuz Borahan,
Marmara Üniversitesi,
Dişhekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi A.D.



Yrd. Doç. Dr. Asım Dumlu
Marmara Üniversitesi,
Dişhekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi A.D.



Doç. Dr. Filiz Namdar Pekiner
Marmara Üniversitesi,
Dişhekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi A.D.

Dental volumetrik tomografi sistemlerinde FOV boyutu sensör boyutu, şekil ve ışın demetinin geometrisine göre değişmektedir. İnceleme alanının sınırlandırılmasıyla optimal FOV her bir hasta için patolojik oluşumu ve görüntülenmek istenen alanın özelliklerine göre seçilebilir. Bu alanlar: Lokalize alan: FOV≤5 cm (örn. Dentoalveolar , temporomandibular eklem) Ark: FOV=5-7 cm (örn. Maksilla veya mandibula)

İnterark: FOV=7-10 cm (örn. Mandibula ile birlikte inferior konkayı içeren alan)

Maksillofasial: FOV=10-15 cm (örn. Mandibula ile birlikte nasionu içeren alan)

Kraniofasial: FOV=15 cm (örn. Mandibula alt kenarından kafanın verteksine kadar uzanan alan)

Dental volumetrik tomografi sistemlerinde en çok merak edilen konulardan biri hasta dozudur. Dental volumetrik tomografi diğer görüntüleme sistemleriyle mukayese edildiğinde, birçok yerde değişik oranlarla karşımıza çıkmaktadır. 2006 yılında yapılan bir derleme çalışmasında, DVT sistemleri efektif dozu ortalama 36.9-50.3 µSv olduğu görülmüştür. Bu efektif doz “bir tüm serigrafı” (13-100 µSv) ile aynı ya da “panoramik bir radyografi” nin (2.9-11 µSv) 4-15 katı eş değerine karşılık gelmektedir. Medikal tomografide ise 90 kat fazla doz (mandibula için ortalama aralık 1320-3324 µSv , maksilla için ise 1031-1420 µSv) söz konusu olabilmektedir (3).

Başka bir çalışmada ise DVT sistemlerinin efektif dozu ortalama 90 µSv olarak görülmüş, panoramik bir radyografiden (10 µSv) 9 kat fazla, medikal tomografilerden (mandibula için ortalama aralık 1320-3324 µSv, maksilla için ise 1031-1420 µSv) 37 kat düşük olduğu bildirilmiştir (4).

DVT sistemlerinde farklı olan bu doz oranları, cihazların değişim ve gelişim süreci içinde değişmektedir. Bu anlamda, DVT sistemlerinde bir dezavantaj olarak sayabileceğimiz, birçok üretici firma olmasına rağmen medikal tomografilerde olduğu gibi standardizasyon yoktur. Firmalar en iyi görüntüyü en düşük dozda elde etmek için teknoloji çalışmalarına devam etmektedirler.

Bu bulgular ışığında, DVT sistemlerinin efektif dozunun panoramik bir radyografiye kıyasla daha fazlayken konvansiyonel tomografilere oranla oldukça düşük olduğu açıkça görülmektedir ki bu klinisyenlerin teşhis ve tedavide ilgili alanın görüntülenmesinde 2 boyutlu panoramik ile yüksek dozdaki tomografi arasında DVT sistemlerini tercih sebebi olacaktır. Bu durum her hastaya rutin bir protokol olarak DVT gerektirmese de “minimal dozla en iyi görüntüyü elde etme prensibi” çerçevesinde endikasyon açısından DVT'nin ön plana çıkmasını sağlayacaktır.

DVT sistemlerinde medikal tomografi sistemlerinde kullanılmakta olan aksiyel (horizontal düzlem), koronal (frontal düzlem) ve sagittal (lateral düzlem) kesitlerin incelemesinin yanı sıra çapraz kesitler de almak mümkündür. Çapraz kesitler mandibula ve maksillanın ark pozisyonuna göre yerleştirilen referans noktaları ile tüm arkın bukko-lingual yönde inceleme olanağını sağlamaktadır.

DVT sistemleri hemen hemen tüm branşlarda kullanılmaktadır. DVT'nin en çok kullanıldığı alan, cerrahi uygulama öncesi dental implant planlamasıdır. İmplant cerrahisi öncesi, implantın ideal boyutu, lokalizasyonu ve komşu yapılarla olan ilişkisinin değerlendirilmesi gereklidir. Alveol kemiğinin boyutlarının ve anatomik noktalarla (maksiller sinüs, mandibular kanal, nasal boşluklar vb.) olan ilişkisi 3 boyutlu DVT sistemleri ile incelenebilir. Bu görüntülerle 3 boyutlu somut modeller ve “implant rehberleri” elde edilebilir. Böylece oluşabilecek komplikasyonlar tamamen ortadan kaldırılabilir. Gömük 3. molar dişlerin çekimi öncesi dişin mandibular kanal ile olan ilişkisi, kök şekilleri ve dişin yönü ayrıntılı bir biçimde değerlendirilebilmekte ve çekim sonrası oluşabilecek komplikasyonlar da en aza indirilebilmektedir.

Çene kemiklerinde oluşabilecek kist, tümör gibi patolojik değişikliklerin incelemesinde aksiyel, koronal ve sagittal kesitlerin yanı sıra çapraz kesitler ile görüntülenmesi ve hacimsel 3 boyutlu görüntülerin elde edilmesi; hekimin teşhis ve cerrahi tedavi planlamasını rahat bir şekilde in-

celeme olanağı sağlamaktadır. Dental ve maksillofasiyel fraktürlerin tespitinde konvansiyonel tomografiye göre daha az radyasyon veren DVT çok net görüntüler vermektedir.

Temporomandibular eklemde ağrı veya disfonksiyonunda DVT sistemi kullanımı erozyon, fraktür, ankiloz veya gelişimsel anomalilerin tespiti veya kondilin fossadaki pozisyonunun değerlendirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (5). Ancak eklem diskinde ve/veya çevre yumuşak dokularda oluşan patolojik durumlar nedeniyle oluşan ağrı veya disfonksiyonların incelenmesinde Manyetik Rezonans görüntülemesinin öncelikli olarak tercih edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Periodontal hastalıkların özellikle başlangıç periodontal hastalıklar nedeniyle gelişen kemik kayıplarının 2 boyutlu yapısından dolayı konvansiyonel radyografilerle tespiti zordur. DVT görüntüleri konvansiyonel dental radyografilerle karşılaştırıldığında periodontal kemik defektlerinin, fenestrasyonların ve kök furkasyon lezyonlarının belirlenmesinde, detaylı ve 3 boyutlu olarak değerlendirilmesinde daha başarılıdır. DVT'nin tüm bu avantajlarına rağmen, konvansiyonel radyografinin yüksek kemik kontrast kalitesi ve lamina durayı göstermedeki başarısı nedeniyle hâlâ tercih edilmektedir (6).

Ortodontik uygulamalarda tedavi planlaması anatomik yapıların detaylı ölçümlerini gerektirmektedir. Geleneksel olarak bu ölçümler sefalometrik radyografiler üzerinde yapılmaktadır. Bu analizlerin doğruluğu, radyografideki yapıların kesinliğiyle doğru orantılıdır. Ayrıca tedavi planlamasında yer alan gömük dişlerin lokalizasyonu, dişlerin kök açılarının ve morfolojilerinin belirlenmesinde rutinde kullanılan 2 boyutlu görüntüleme yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Yarık damak olgularının değerlendirilmesinde, büyüme-gelişimin incelenmesinde, dental gelişime bakarak yaş tahmininde ve havayolu incelemelerinde 3. boyutun dahil olması ile DVT sistemleri çok kullanışlı hale gelmiştir (7).

Özellikle arayüz çürüklerinin taranmasında ve izlenmesinde de DVT başarılıdır. DVT'nin peria-

pikal lezyonların tanısında konvansiyonel dental radyografilerden daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. DVT sistemleri kök kanallarının konfigürasyonu, kök kanal ölçümleri, aksesuar kanalların belirlenmesi, kök fraktürlerinin, eksternal ve internal rezorbsiyonunun 3 boyutlu görüntülenmesini sağlamaktadır (8, 9). DVT spesifik dokular için medikal tomografide kullanılan yoğunluğu skala olarak gösteren Hounsfield değerlerini belirtmese de; DVT ile elde edilmiş periapikal lezyonların içeriğinin densitometrik analizinin solid dokuların (tümörler gibi) ve sıvı mevcudiyetinin (kist gibi) ayırt edilmesinde faydalı olduğu görülmüştür.

DVT sistemleri milimetrik düzeyde inceleme ve yüksek diagnostik kalitede bilgiler sağlamaktadır. Bu sistemler her geçen gün yaygınlaşmakta, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte sistemler de kendini geliştirmekte ve yenilikler sunmaktadır. Yüksek rezolüsyon ve düşük doz DVT sistemleri oral ve maksillofasiyal radyolojiyi tamamen değiştirmiş ve teşhisin konulmasında yeni bir boyut kazandırarak, oral diagnoz ve radyoloji kavramının ve konunun uzmanlarının sınırlarını genişletmiştir.

KAYNAKLAR

1. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how do es it work? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-30.
2. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod*. 2009 Jan;79(1):150-7.
3. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006 Jul;35(4):219-26.
4. 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*, 106:106-114, 2008.
5. Barghan S, Tetradis S, Mallya S. Application of cone beam computed tomography for assessment of the temporomandibular joints. *Aust Dent J*. 2012 Mar;57 Suppl 1:109-18.
6. Walter C, Weiger R, Zitzmann NU. Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement. *J Clin Periodontol*. 2010 May;37(5):436-41.
7. Nervina JM. Cone beam computed tomography use in orthodontics. *Aust Dent J*. 2012 Mar;57 Suppl 1:95-102.
8. Lauber R, Bornstein MM, von Arx T. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2012;122(1):12-24. Cone beam computed tomography in mandibular molars referred for apical surgery.
9. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.