

Doğru Tomografi Nasıl Seçilir?



DOĞRU TOMOGRAFİ NASIL SEÇİLİR?

Hazırlayan: Dr. Cemal Milani

Ülkemizde ve dünyada aktif olarak mesleğini icra eden birçok diş hekimi üniversite yıllarında dental tomografik görüntüleme ile tanışmadan bu görüntüleri tetkik etme ve üzerinden teşhis koyma şansı bulamadan okulundan mezun olmuş durumdadır. Hatta bu gruba oral diagnoz ve radyoloji uzmanlarının önemli bir kısmı da dahildir. Zira bu cihazların dünya ve Türkiye’de ilk lanse edildiği tarih 2001 yılı olup Türkiye’de bir üniversitede kurulup çalışma tarihi ise 2008 ve sonrasıdır. Mevcut olarak eğitim veren birçok önemli köklü üniversitenin diş hekimliği fakülteleri bile bu tarz bir cihaza ancak son beş yıl içerisinde sahip olabilmış ve aktif kullanıma başlayabilmiştir. Bu süre zarfında gerek akademisyen olan uzman diş hekimlerinin gerekse klinisyen hekimlerin bu tarz bir cihaz ile tecrübesi ancak girişimci görüntüleme merkezlerinin temsilcilerinin verdikleri bilgiler ile sınırlı kalmıştır.

Doğal olarak hekimlerin eksik ve yetersiz yazılım kullanım bilgisi, çekilen röntgenleri görüntüleme merkezlerinde radyoloji teknisyeni olarak görev yapan personelin bir şekilde raporlaması, uzman ağız diş çene radyoloğu olan doktorların teşhise dair diş hekimleri ile yazılı rapor paylaşmaması neticesinde hatalı teşhise bağlı tedavi planlaması ve uygulamasına yansıyan sorunlar kullanıcıları bu tarz cihazlardan uzaklaştırmaktadır.

Bunlar tabii yapısal sorunlar olup ancak eğitim ve meslek odalarının, üniversitelerin konuya yakından eğilmesi meslek süresince eğitimin devam etmesi gibi yöntemler ile zaman içinde aşılabılır. Ancak bundan da önemli olan doğru tomografi cihazının seçimidir zira kullanıcı bilgisi ve kullanım imkanı kullanılan cihazın kabiliyeti ve kapasitesi ile sınırlıdır.



Dr. Arai ilk prototip dental tomografi cihazı ile birlikte.

Doğru tedavi doğru teşhis ile başlıyorsa doğru teşhis de ancak doğru bir cihazla başlar. Medikal tomografiden uyarlanmış olmayan ve diş hekimliğine yönelik olarak üretilen ilk volumetrik tomografi cihazının prototipini Japon Morita firmasının sponsorluğunda 1996 yılında Dr. Yoshinori Arai gerçekleştirmiştir.

Sonrasındaki 5 yıl boyunca Dr. Arai’nin diş hekimliği ve radyolojisi eğitimini de aldığı Japonya’nın Nihon Üniversitesinde

cihaz toplam 5.000 vakkada test edilmiş, geliştirilmeye devam edilmiş ve nihayetinde 2001 yılında dünyada Morita ve Türkiye’de eş zamanlı olarak Metco Dental tarafından ilk dental tomografi modeli olan 3D Accutomo lanse edilmiştir.

Bu ilk cihaz CCD image intensifier tipi bir sensör ile donatılmış idi ve görüntülerde yaklaşık %10 distorsiyon söz konusuydu. 2005 yılına gelindiğinde ise Flat Panel CMOS dedektörlerin devreye girmesi ile dental volumetrik tomografi de ölçüm kesinliği konusunda distorsiyonun ortadan kalkmasıyla nihai noktaya ulaştı. 2006 yılına gelindiğinde ise Morita ilk panoramikli tomografi cihazını da üretmeyi başardı ve cihazların görüntüleme merkezlerinde kullanımı ivme kazanmış oldu. Doğal olarak aradan geçen zamanda başka markalarda kendi dental tomografi cihazlarını üretmeye başladılar. Morita da arka plandaki teknoloji şirketi olan Morita

Engineering sayesinde ihtiyaca ve makro teknolojik gelişmeler çerçevesinde çok sayıda yeni teknoloji geliştirerek güncelliğini ve bu alandaki önderliğini korumayı sürdürdü. Bugün Japon Morita firması 8. Jenerasyon tomografi modelini lanse etmiş bulunmaktadır.

Tarih bugünü doğru okumak açısından önemlidir o yüzden bu kısa teknolojik tarihçeden sonra artık doğru tomografi cihazının ne olduğunu rasyonel olarak anlatabiliriz.



İlk Volumetrik Dental Tomografi Cihazı - 2001



Yeni nesil volumetrik dental tomografi cihazı örnekleri.

Değerlendirmeye Tabii Tutulacak Faktörler

1-Tüp, Sensör Teknolojisi ve Mekanik Aksam ile İlgili Olan Parametreler

Röntgen tüpü frekansı

Fotonlar elektromanyetik radyasyonun kuantasıdır. Işığı oluşturan fotonların elektrik yükleri yoktur ancak her foton bir enerji ve momentuma sahiptir.

Radyoloji biliminde röntgen tüpü frekansı yükseldikçe fotonun dalga boyu kısalır ve enerjisi artar dolayısıyla tüp daha az radyasyon ile daha yüksek çözünürlük elde etmeye imkan sağlar. Bu sayede uygulanan miliamper azalır ve hastaya uygulanan radyasyon yoğunluğu anlamlı şekilde düşer ayrıca miliampere paralel olarak kilovolt da azalacağı için tüp daha az kontrolsüz x ışını üretecektir bu sayede de statik elektrik kaynaklı görüntüye yansıyan dijital parazit de azalacaktır. Yani yüksek frekanslı röntgen tüpü hem radyasyon sağlığı açısından güvenli olup, hem de iyi bir görüntü elde etmeye hizmet eder. Özetlersek tüp frekansı ile x-ray enerjisi doğru orantılıdır yani tüp frekansı ne kadar yüksekse x ışını da o kadar kararlı olur bu sayede çekimde uygulanan miliamper o kadar az olur ve çekim süresi de o kadar kısalır. Bütün bunlar sayesinde tüp verimi artar, tüp ömrü uzar, hasta da aynı çekim için daha az radyasyona maruz kalır. Bu çerçevede tomografi cihazı tüpünün de 140 kHz ve üzeri bir alt limite sahip olması tercihte kriter olmalıdır.

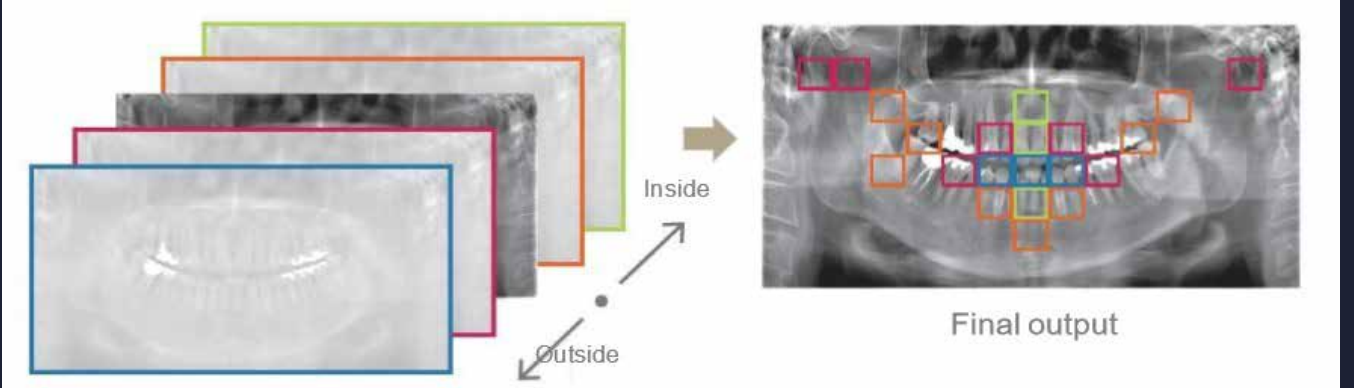
Ayrıca röntgen tüpü ile ilgili dikkate edilmesi gereken bir başka husus da tüpün anod ısı birimidir. Bu birim Kilojül veya Heat Unit (HU) cinsinden ifade edilir ve bu birimler ne kadar yüksekse tüp de o kadar geç ısınır, çabuk soğur ve cihaz arka arkaya çekim yapabilir ve de tüp çok daha uzun ömürlü olur.

Yüksek sensör hassasiyeti

Dijital panoramik röntgen, C kolunun hastanın başının etrafında 270 derece dönerek elde ettiği yüzeysel bir fotoğraflar bileşkesidir. Tomografi ise radyolojik bir video çekimdir. 2006 yılında geliştirilen ilk panoramik özellikli tomografi cihazlarında iki işlev için biri CCD diğeri CMOS olmak üzere iki farklı sensör kullanılmakta idi. Ancak 2011 yılından itibaren daha gelişmiş amorf silikon CMOS düz panel dedektörlerin devreye sokulması sayesinde ortak bir sensör ile bu iki çekim fonksiyonunu bir arada başarı ile yapabilme imkanı ortaya çıkmıştır.

Bu sayede sensör sökme /takma durumunda oluşabilecek zaman kaybı ve riskler de ortadan kalkmış, kullanıcı için hem sürat hem de güvenlik sağlanmıştır. Ayrıca HD nesil sintilatörlü sensörler sayesinde sensöre çarpıp saçılan x ışınları filtrelenerek görüntüde artifakt, dijital pus, sis oluşmasının önüne geçilebilmiştir. Ayrıca amorf silikon sintilatörlü CMOS düz panel sensörler çok hızlı video dedektörler olup tomografide yüksek kesit adedi oluşmasına da katkı sunmuştur.

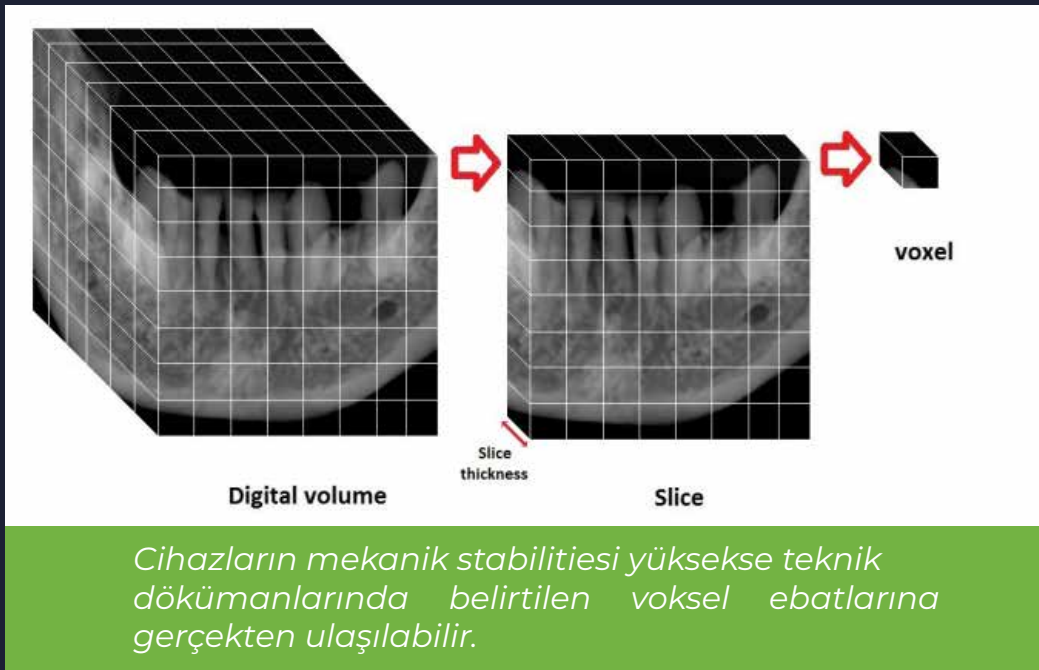
İlave olarak bu teknoloji panoramik görüntüleri de artık yüzeysel tek bir fotoğraf bileşkesi olmaktan çıkarıp toplamda 1700'e varan kesit adedinden oluşan derinlikli bir fotoğraf albümü olarak çekilebilmesine imkan tanımıştır. Bu yeni panoramik çekimin adı panorama plus olup bu sayede geleneksel panoramiklerden farklı olarak ön bölgenin de bir santim yerine tıpkı arka bölge gibi üç santim derinliğinde çekilmesi de mümkün kılınmıştır. Yani panoramiklerdeki tarihi anterior apeks bölgesi teşhis sorunları da bu yeni teknoloji ile tarih olmuştur.



Bazı cihazlarda ortak sensör panoramik görüntüsünü de tıpkı tomografi gibi derin ve katmanlı olarak çekmektedir. Bu sayede çok katmanlı bir panoramik datası elde edilir. Elde edilen bu panoramik datası otomatik olarak çok boyutlu değerlendirilir ve her bölgenin en iyi görüldüğü katman seçilerek ideal görüntü ekrana getirilir.

Stabil mekanik tasarım

Basit olarak röntgen cihazı C kolu üzerindeki tüp ve sensör ilişkisinin başarısına tabiidir. Eğer cihazın fiziksel olarak mekanik stabilitesi yüksek ise cihazın C kolu da rotasyonu esnasında titremez ve tüp sensör ilişkisinde sapma söz konusu olmaz. Bu husus çözünürlük üzerinde sanıldığından çok daha fazla etkilidir.



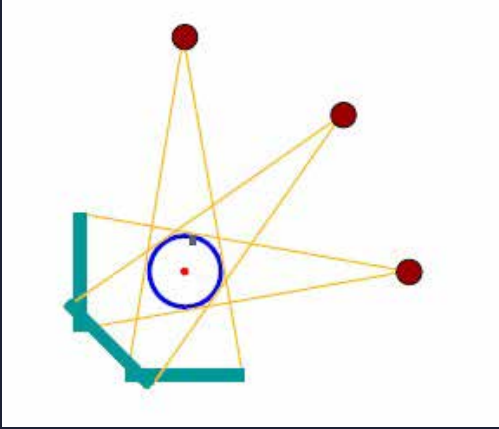
Cihazların mekanik stabilitesi yüksekse teknik dökümanlarında belirtilen vokselle ebatlarına gerçekten ulaşılabilir.

2-Çekim Prensipleri ile İlgili Parametreler

Çekimle eş zamanlı sürekli resim almanın sunduğu avantaj

Kesikli yani nabız gibi (pulse) x-ray veren cihazlarda, x-ışını almadığı sıralarda sensörün üzerindeki güç kesilir, buna rağmen dönmeye devam eden C kolu bu anatomik noktalardan geçerken cihaz görüntü almaz. Boşluklar sonradan yazılım vasıtası ile interpolasyon yapılarak sanal görüntü üretilerek doldurulur, doğal olarak görüntüde gerçek veri kayıpları oluşur ve gerçek dokudan radikal şekilde uzaklaşılır.

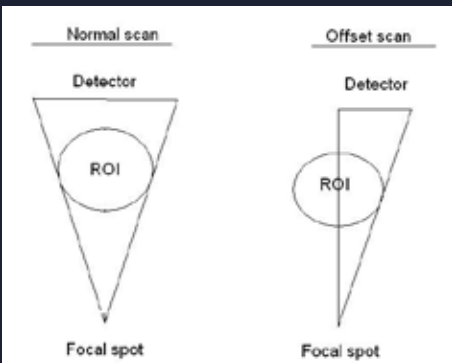
Oysa sürekli (continuous) x-ray verildiğinde sensör hiçbir zaman güçten düşmez ve C kolu her anatomik noktadan geçerken görüntü alır ve de bu sayede sanal değil gerçek tomografik görüntü üretilir, kayıp yoktur. Bu durum görüntü kalitesinin ötesinde, çekilen görüntünün gerçeği temsil etmesi ile ilgilidir continuous çekim özelliğın cihaz tercih edilirken dikkate alınması önerilir.



Continuous çekim özelliğı olan tomografiler her noktada sürekli ışıma yaparak, kesintisiz gerçek görüntü oluşturur

Dönüş açısı ve tam taramanın sunduğu avantaj

Hem volumetrik tomografi hem panoramik çekim özellikli röntgen cihazları volumetrik tomografi çekimi esnasında hastanın başının çevresinde 180 derecelik dönüş gerçekleştirirler. Sensör ebatı ile seçilen görüntüleme alanının çapı birebir örtüşüyorsa çekim bu dönüş esnasında tam tarama olarak gerçekleşir. Bu sayede cihazın çektiğı videodan elde edilen resim adedi artacak ve gerçek dokuya sadakat yükselecektir. Cihaz ekonomik sebepler ile küçük ebatlı bir sensörle donatılmış ama bu sensöre göre nispi olarak daha büyük görüntüleme alanı çapı taraması yapabiliyorsa bu tarz çekimlere offset çekim denir.

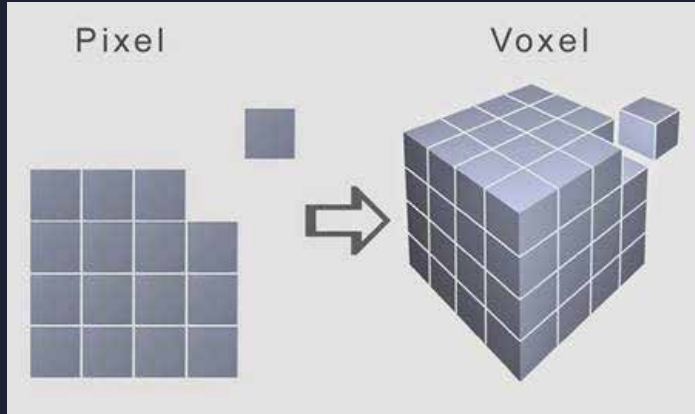


Normal taramada tam boy dedektör (sensör) kullanılır ve tüm görüntüleme alanını kapsar. Off-set taramada ise küçük sensör kullanıldığı için tarama alanının ancak yarısını kapsar.

Bir başka ifade ile off-set çekimde çekim esnasında cihazın C kolu çekim açısına göre hedeflenen objeyi yarım yarım tarayarak sonradan yazılım ortamında bu dataları birleştirir. Doğal olarak birim alandan alınan eksik veriden elde edilen resim adedi toplamı azalacaktır ve gerçek dokuya sadakat de düşecektir. Dolayısıyla cihazın offset çekim yapmaması yeterli sensör ebadına sahip olması ve bu sayede seçilen görüntüleme alanını 180 derecelik rotasyon esnasında tam olarak taraması bir tercih sebebi olmalıdır.

3-Görüntü ve Teşhis Kalitesi ile İlgili Parametreler

Definasyon kalitesi



Volumetrik tomografik hacimsel bir datanın içeriği iki boyutlu pikselin üç boyutlu hali olarak adlandırılabilir. Bir hacmin içindeki vokselle ebadı ne kadar küçük ise o hacme o kadar çok vokselle sığacaktır. Bu sayede o hacmin aksiyal, koronal ve sagittal olarak planlara ayrılmış kesitleri de aynı oranda inceleyebilir.

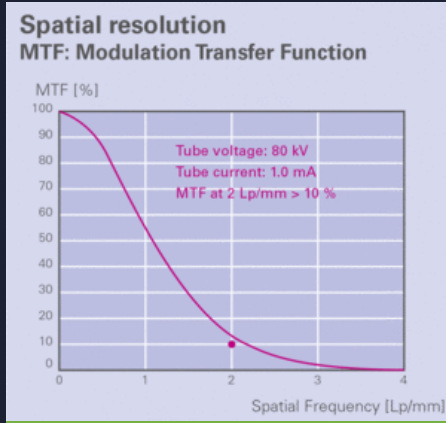
Bu da tetkik edenin tanı kalitesini artıracak bir husustur yani kesit kalınlığı incelidikçe ya da azaldıkça definasyon yani tanı kalitesi de yükselir ya da artar. Ancak tüm cihazların 5 cm x 5 cm gibi küçük çekim alanlarında (FOV) küçük vokselle ölçüsü ile çekim yapabilmesi normaldir ama daha büyük çekim alanlarında da vokselle ebadının küçük olabilmesi yüksek tanı kalitesinin büyüklü küçüklü tüm FOV'larda elde edilmesine imkan verir. Seçilecek cihazda büyük FOV alanlarında da küçük vokselle ebadı kriter olarak aranmalıdır.



Vokselle ebadının küçülmesinin görüntülenen objeyi tanımlamaya olan etkisi

Rezolüsyon ve netlik

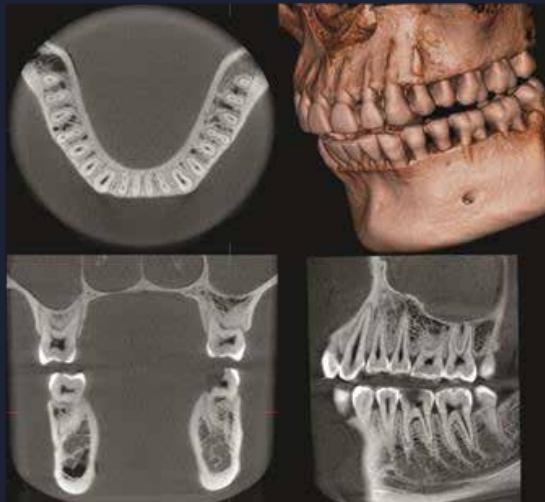
Modulation Transfer Function (MTF), üç boyutlu radyolojik görüntülemeye kullanılan görüntü netliğinin ölçülmesi ve kıyaslanması açısından en doğru parametredir. Milimetreye düşen çizgi çifti olarak hesaplanır ve bu sayı ne kadar çoksa görüntü netliği de o kadar artacaktır. Örneğin bir cihaz 2 lp/mm MTF değerine sahipse uzamsal çözünürlük milimetrede ikinin küpü yani 8 lp olarak hesap edilecektir. Bu değer eğer 1,5 lp/mm ise elde edilen milimetredeki çizgi sayısı 3,375 rakamını verir ki bu değer ikinin yarısından da azdır. Yani seçilecek cihazda kriter olarak yüksek lp/mm MTF değeri aranmalıdır.



Bir MTF grafiği örneği



Yüksek lp/mm değerine sahip bir tomografi görüntüsü örneği



Sanal model kalitesinin de yüksek olduğu gerçek dokuya sadık tomografi görüntüsü

Gerçek dokuya sadakat

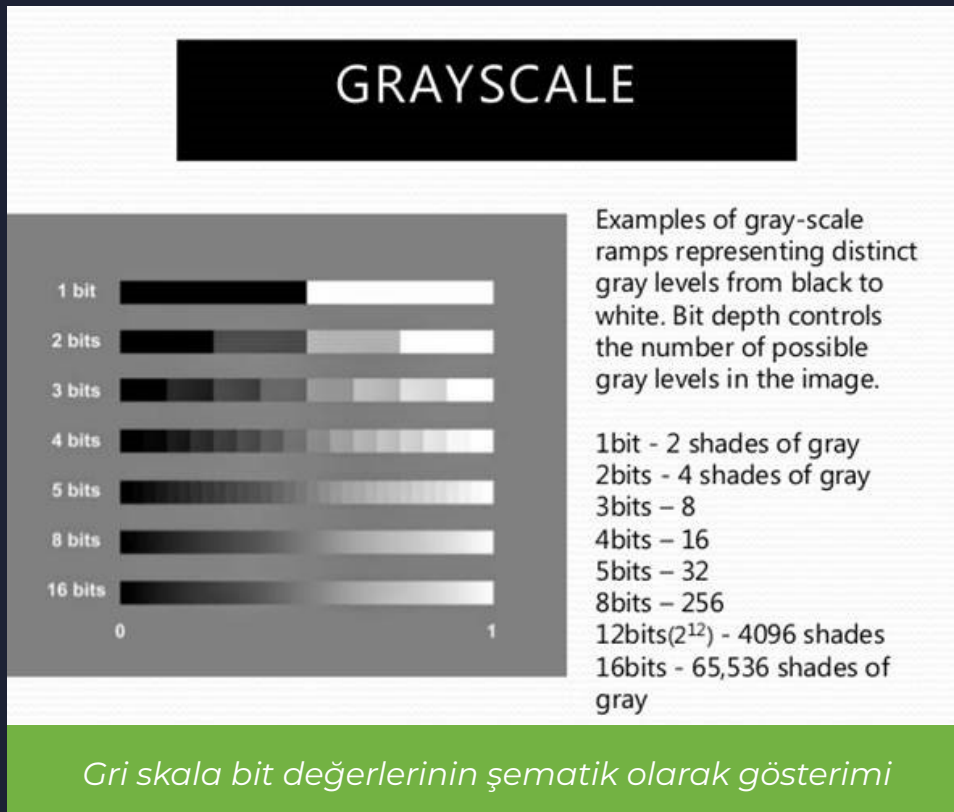
Cihazın çektiği radyolojik videodan elde edilen gerçek kesit sayısının adedi de yine görüntü ve teşhis kalitesinin bir başka açıdan ifadesidir. Interpolasyon ile sonradan oluşturulmamış gerçek tomografik kesitlerin fazla sayıda olması hem incelenen alandaki tüm anatomik unsurların gözden kaçmadan görüntülenebilmesini sağlar hem de çekim yapılan kişiye ait daha çok gerçek veri oluşturulabilmesine neden olur. Aynı zamanda metal artefaktlarda otomatikman azalacaktır.

Gerçek dokuya sadakat pulse yerine çekimle eş zamanlı resim alabilen continuous ışınlama tekniği ile görüntü alabilen bir cihazda doğal olarak daha fazla olacaktır. Bu elde edilen yüksek kesitli data üçüncü parti yazılımlara gönderilen verilerin kalitesini de arttırır. Örneğin 3d printerlar ile cerrahi kılavuz ya da sanal model üretilirken tomografik kesit sayısının fazlalığı daha net, süngerimsi olmayan doğru model yapılmasına olanak sağlar.

Gri skalası

Sensöre ait gri skala değeri görüntüye yansıyan siyah ve beyaz radyolojik renkler arasında ne kadar çok gri tonu görebildiğinizi ifade eder. İkisinin üssel değerleri olarak ifade ve hesap edilir. Örneğin CMOS tip sensörlerde bu skala değeri günümüzde 14 bittir, yani $2^{\text{üzeri } 14} = 16.384$ gri tonu kadardır. Aslında bu noktada en az skala kadar önemli olan dozlamamanın sabit değil dinamik ve değişken olmasıdır. Zira bu sayede bu skaladan hakkıyla istifade edilebilir.

Ancak birçok cihazda doz sabit olduğundan genelde röntgenler siyah ve beyaz olarak ekrana gelir ve geniş skaladan istifade edilemez. Ama dinamik değişken dozlama ile elde edilen zengin gri bir röntgen anatomik ayrıntıların ayırt edilebilmesi açısından çok daha değerlidir. Yani özetle sensörün gri skala sayısı kadar ekrana gelen görüntünün dağılımı ve yapısı da önem taşır. Bu noktada cihaz seçerken kriter, dinamik değişken doz yönetimi olmalıdır, zira zaten hemen her cihazın sensör gri skalası 14 bittir.



4-Doz Yönetimi, ışıma ve görüntüleme alanı ile ilgili parametreler

Doz Yönetimi

Doz konusu bilindiği gibi tartışmalı bir konu olduğunda burada bu konuya açıklık getirmekte yarar görüyorum. Şimdi ilgili dozlama parametreleri ile konunun anlatımına başlayalım: Öncelikle emisyon değeri röntgen tüpünün çekim esnasında ürettiği x ışını yoğunluğu ve süresinin yani miliamper ile saniyenin çarpımı ile kolayca bulunabilir.

Eğer bir cihaz sabit değerler ve örneğin 10 miliamper ile x ışını üretiyorsa ve bu ışıma da 15 saniye sürüyorsa toplamda MAS değeri yani miliamper x second değeri 150 MAS olacaktır. Sabit miliamper ile çekim yapan röntgen cihazlarında kaçınılmaz olarak MAS değeri yüksek olur hele birde ışıma süresi uzunsa hastaya bırakılan x ışını logaritmik olarak artacaktır. Maalesef günümüzde birçok tomografi cihazı sabit miliamper değerleri ile çekim yapabilmektedir.

Ancak diğerlerinden farklı olarak dinamik ve kemik yoğunluğu ölçümüne dayalı çekim ile eş zamanlı anlık ve değişken doz yönetimi özelliği olan cihazlar dozu hastaya özel optimize edebilirler. Yani hasta çene ve yüz anatomisinde bulunan ve çekim esnasında kemik yoğunluğu ölçülen ilgili doku tam olarak uygun miliamper ve kilovolt değerinde ışıma değerlerine ve ışıma süresine maruz kalır.

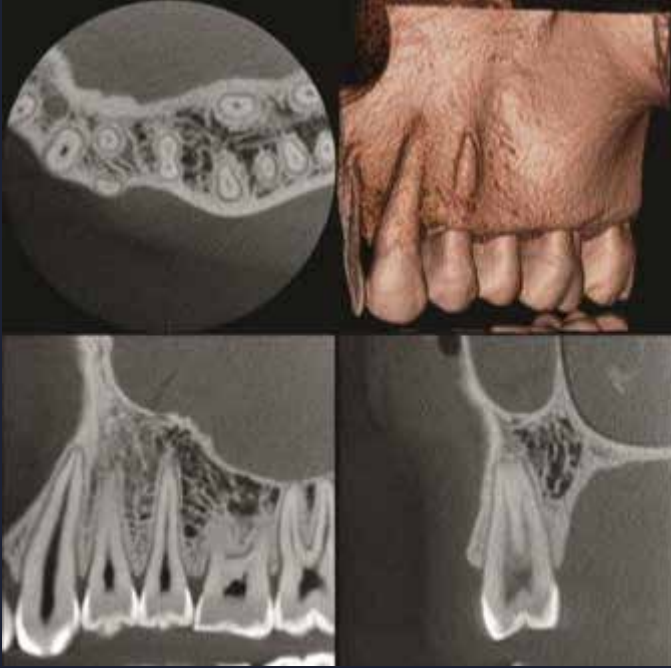
Bu tarz bir doz optimizasyon sistemi aynı zamanda görüntünün gri ve ışık dağılımını da optimize eder, yani görüntüyü dengeler, homojen kılar, grenlenmeyi ve artefaktları azaltır, böylece ara dokuların teşhisini mümkün kılar.

Buna ilaveten röntgen cihazı tüp akım ve voltaj değerlerinin 1 kademeli olarak ayarlanabilmesi ve en alt limitinin düşük seviyelerde olması verimli doz yönetimi açısından değerlidir. Diş hekimliği radyolojisinde tüp akımı üst limiti için 10 mA yeterlidir, bunun üzerindeki miliamper değerleri hatta 16 mA gibi değerler çok yüksek

seviyelerdir ve radyasyon sağlığı açısından sakıncalıdır. Bu yüksek miliamper seviyelerinde doz sabit ve çekim süresi de uzunsa hastaya verilen doz çok yüksek olacaktır.

Çekim esnasında hastaya bırakılan doz konusunda iki parametre dikkate alınır bunlardan biri sert dokuya bırakılan efektif doz diğeri ise yumuşak dokuya bırakılan equivalent dozdur. Ancak bu konuda cihazlar arasında bilimsel bir mukayese yapılabilmesi için aynı laboratuvar ortamında farklı cihazların aynı görüntüleme alanı seçilerek yine aynı miliamper değerleri ve aynı fantom kafa üzerinde çekim yapılarak bu fantoma yerleştirilmiş olan thermoluminescent sensörlerin aynı süre içinde dozimetrik ölçüme tabii tutulup verilerin kaydedilmesi gerekir.

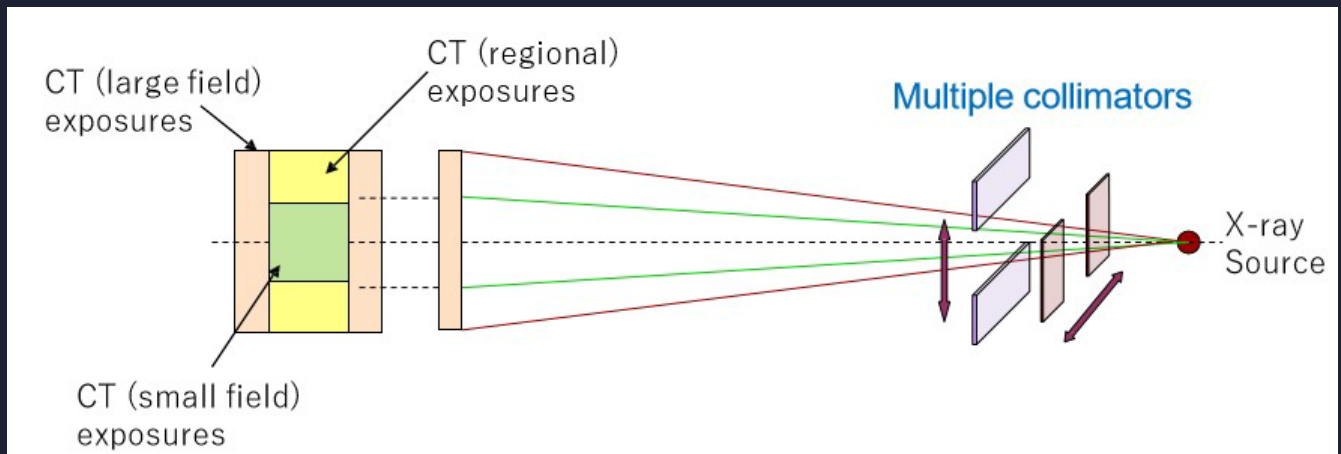
Bunun dışında firmalar tarafından verilen efektif doz deklarasyonlar anlamsız olacaktır. Yumuşak dokunun aldığı dozu ölçmek ise daha zordur fakat bazı araştırmalar bu değerın sert dokunun çok daha üzerinde olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla tükürük bezleri vb yumuşak dokuların yoğun olduğu baş boyun bölgesi tomografi çekimlerinde hastaya uygulanan miliamper miktarı ve uygulama süresi çok daha önem kazanacaktır.



İdeal doz ile çekilmiş yüksek çözünürlüklü bir tomografi görüntüsü anatomik yapıları tam olarak tanımlayan, kemik ve yumuşak doku unsurlarını yüksek teşhis hassasiyetinde ifade eden berrak imajlar edinmenizi sağlar.

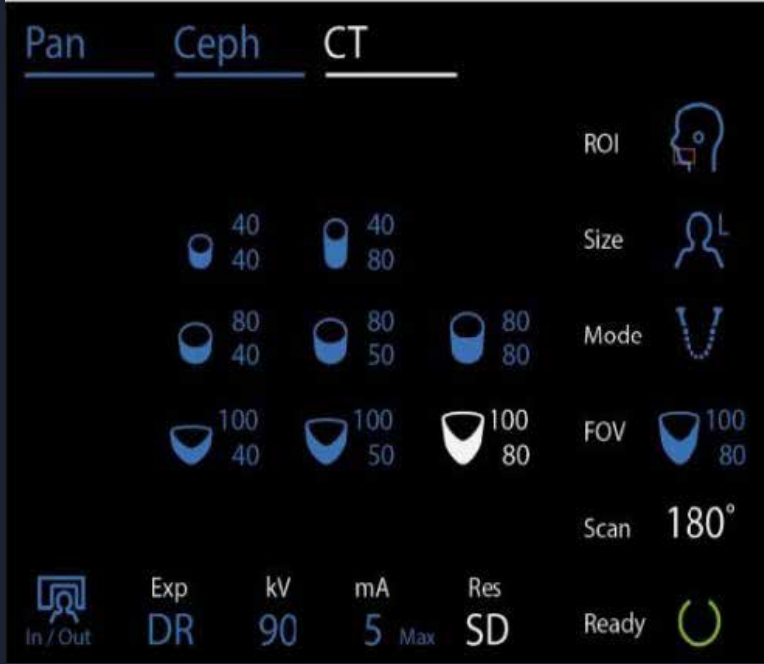
FOV Sayısı ve Görüntüleme Alanının Sınırlandırılması

Doz yönetimi konusunda görüntüleme alanının (FOV) fiziksel kolimatörler yardımı ile sınırlandırılması da önemli bir araç olarak işe yarayacaktır. Volumetrik tomografi cihazlarında görüntüleme alan seçeneğinin çok sayıda olması aynı zamanda çap ve yükseklik seçeneğinin de fazla olması farklı vakalara karşı daha esnek FOV seçimi yapabilme ve doza maruz kalan alanı sınırlandırma olanağı verecektir.



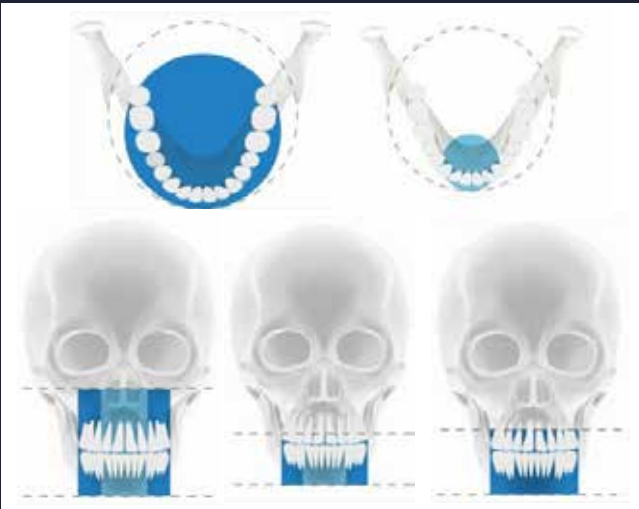
Tomografide çoklu kolimasyon örneği: Motorize fiziksel kolimatörler sayesinde sadece hedef bölgeye x-ışını gönderilir. Her FOV seçeneği için cihaz kurşun kolimatörler ile x-ışını alanını sınırlandırır. Bu sayede hastanın çekilmeyen bölgesine gereksiz doz verilmemiş olunur.

Örneğin 4 cm çap x 4 cm yükseklik FOV seçeneği ile alt veya üst çeneden molar bölgede 4 diş, pre molar bölgede 5 diş, anterior bölgede ise 6 diş birden görüntülenebilir. Böylece doz alan bölgeler sınırlanır ve görüntü yönetilir. Ayrıca bu FOV seçeneği ile sağ veya sol tmj eklem de çekilebilir veya 4 cm çap x 8 cm yükseklik seçeneği ile alt ve üst çeneden aynı bölgeler birlikte de görüntülenebilir.



Zengin FOV seçenekli bir Volumetrik Tomografi ve Dijital Panoramik Röntgen Cihazının kumanda paneli örneği.

Sadece alt çene boydan boya görüntülenmek isteniyorsa üst çeneye de doz verilmesi için örneğin 10 cm x çap 5 cm yükseklik gibi bir FOV seçeneği ile ramus dahil alt çenede 16 diş birden çekilebilir ve böylece üst çene ve civarındaki yumuşak doku doza maruz kalmaz. Hastanın dişlerinin kök boyu kısa ise cihaz da buna imkan veriyorsa bu durumda yine 10 cm çap ama 4 cm yükseklik seçeneği ile komple alt çene de çekilebilir.



Farklı FOV alanlarının kafatası üzerindeki görünümü

Üst çene çekimlerinde ise 8 cm çap x 5 cm yükseklik gibi bir FOV seçeneği ile sinüs tabanı dahil üst çene komple çekilebilir ve böylece alt çene ve civarındaki yumuşak doku doza maruz kalmaz. Hastanın dişlerinin kök boyu kısa ise bu durumda cihazın imkanı varsa 4 cm yükseklik seçeneği ile yine komple üst çene çekilebilir ve alt çeneye gereksiz doz uygulanmaz.

Alt üst çene tümüyle birlikte görüntülenmesi isteniyorsa bu durumda 10 cm çap x 8 cm yükseklik gibi bir FOV seçeneği ile ramus dahil tüm mandibula ve maksilla aynı anda 32 diş içine alacak şekilde çekilebilir. 8 cm çap x 8 cm yükseklik gibi artık klasikleşmiş olan bir FOV seçeneği ile de ramus bölgesi ilgi alanınızda değil ve hastanın 20 lik dişleri de yoksa, çene de küçükse alt ve üst çenedeki dişler bölgesi bu tarz bir FOV ile komple çekilebilir. Ayrıca bu FOV alanı ile cihazın da kılavuz imaj (Scout) ve/veya otomatik odaklama imkanı varsa alt ve üst çenenin sağ veya sol partiyonu da çekilebilir. Böylece doz alan bölgeler yine sınırlanır ve görüntü yönetilir. Bu FOV ile ve cihazın mekanik yapısı müsaitse aynı zamanda maksiler ve frontal sinüs de görüntülenebilir.

Son olarak bazı cihazlarda geniş alanda örneğin 10 cm çaplı dairesel prizma şeklinde görüntü alanına alternatif olarak üçgen prizma şeklinde bir prizma oluşturularak yumuşak dokunun ve tükürük bezlerinin yoğun olduğu yanak ve yutak bölgesine doz vermeden de geniş alan çekilebilmektedir. Bu yeni üçgen FOV şekli doza maruz kalan alanı daireye göre %15 kadar azaltmakta ama hastaya bırakılan equivalent doz çok daha fazla miktarda azalmaktadır. Sonuç olarak fazla FOV sayısı ve çok adetli çap ve yükseklik seçenek alternatififi doz ve görüntü yönetimi açısından cihazlar arasında bir tercih kriteri olmalıdır.



Üçgen görüntüleme alanı örneği

5-Cihazın Kullanımı ile İlgili Parametreler

Bu tarz cihazları başarı ile kullanmak için cihazın hastadan çok düşük dozlar ile önce kılavuz bir scanogram röntgen çekebilmesi (scout imaj) ve bu çekimi P/A ve Lateral olarak bilgisayar ekranına getirmesi gerekir. Bundan sonra yazılım marifeti ile bu ikili imaj üzerinden operatör veya hekimin çekim bölgesini seçebilmesi sabitleyebilmesi ve bu bölgenin de cihaza bağlı likit kristal bir ekrandan şematik olarak teyid edilmesi çekim hatalarını asgariye indirecektir.

Otomatik odaklama teknolojisi röntgen cihazı C kolunun sensörler ve üçlü motorize sistem yardımı ile çenenin daha önce seçilen ilgili bölgesine tahminen değil kesin ve manuel değil otomatik olarak odaklanmasını sağlar.

Bunların dışında tomografi çekimleri için cihazda panoramiklerden farklı olarak üç yerine beş referans ışığı bulunması manuel odaklamalarda veya otomatik odaklamanın manuel olarak teyid edilmesi istenildiğinde kullanıcıya yardımcı olacaktır.

Cihazın hasta boyunu doğru yükseklikte ayarlamaya yardımcı olan asansör sisteminin hassas olması, çene dayanağı ve alın /şakak kıskaklarının bulunması da belirlenen doğru konumun sabit kalması açısından önemlidir.

6-Yazılım ve Donanım ile İlgili Parametreler

Diş hekimi genelde fiziksel olarak cihazdan çok dijital olarak yazılım ile meşgul olacaktır. Şimdi bu konuya yaklaşalım: Yazılımın üretici firmanın orijinal markası olması güncellemeler ve yükseltmelerin kolay yapılması açısından faydalıdır. Ayrıca yazılımın kullanıcı lisans sınırının bulunmaması yani sınırsız network paylaşımı yapılabilmesi, Türkçe dil seçeneğinin olması da önemlidir.

Hemen her yazılımda bulunan temel özelliklere ek olarak koronal ve sagittal planlarda eş zamanlı kesitsel çoklu planda yeniden yapılandırmaya olanak veren dual MPR fonksiyonu, gelişmiş hounsfield skalası ile hassas kemik yoğunluğu ölçümü yapma imkanı, dış kullanıcılar için basit ve gelişmiş viewer alternatifleri, çok sayıda şablon oluşturma seçeneği, gerekiyorsa dicom film baskısı alınabilmesi, e-mail ile farklı resim formatlarında paylaşım yapma imkanı ve de tabii dicom data alma ve verme imkanı önemli yazılım özellikleridir.

Doğal olarak bu bir bilgisayarlı tomografi cihazı olup cihazın yanında verilen bilgisayarın tomografik data ile çalışmaya uygun gelişmiş işlemcili server bir pc olması ve teşhis için full hd monitörünün de bulunması gereklidir.

7-Temsilci Firma ve Servis Hizmetleri ile İlgili Parametreler

Ülkemizde her iş kolunda olduğu gibi diş hekimliği sektöründe de bazı kişiler ve firmalar her işi yapabileceğine kendini ve başkalarını inandırmakta ve çok sayıda mağduriyete sebep olmaktadır. Diş hekimlerine radyoloji cihazları tedarik etmek ve destek vermek ünit vb basit cihazları tedarik etmeye ve destek vermeye benzemez. Bu konu başlı başına bir uzmanlık alanı olup ehliyet tabii tutulmalıdır ancak maalesef bu konuda yasal boşluklar vardır.

Bir firma ancak aynı işi uzun süre yaparak ustalaşabilir ama marka distribütörlüklerin 3 -5 senede bir değiştiği bir ortamda firmaların ustalaşması kolay değildir. Hele bir de firmalar bazı branşlarda bir var bir yok olduklarında veya temsil ettikleri markalara yeterli kullanıcı bulamadıklarında bu sorun daha da büyümektedir.

Bir markanın uzun süre aynı firma tarafından temsil edilmesi gibi kullanıcı sayısı da başka bir önemli kriterdir. Ayrıca yeni çıkmış ve kurulmuş bir markaya ait referanstan ziyade eski kullanıcıların devam eden memnuniyetini sorgulamak önemli bir tercih kriteri olmalıdır.

Son olarak kurumsal müşteri hizmetlerinin önemi kadar cihazın tüp ve sensör dahil mekanik ve yazılım ile birlikte dijital olarak tümüyle uzun garanti sürelerine sahip olması üretici firmanın kalitesinin önemli bir göstergesidir. Tabii üretici firmanın köklü bir geleneğe sahip olması, montajcı değil gerçek üretici olması, teknoloji kopyalayan değil bizzat geliştiren inovasyoncu bir firma olması ve bu konumunu şüphesiz kanıtlayabilmesi diğer önemli tercih sebepleri olacaktır.