

A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı  
**2025-2026**

Prof. Dr. Candan S. PAKSOY

## **RADYASYON GÜVENLİĞİ VE KORUNMA**

Dünyada diş hekimliği alanında her yıl 1 milyardan fazla radyolojik görüntüleme muayenesi yapılmakta ve bu, tüm sağlık hizmetlerindeki radyolojik görüntüleme işlemlerinin yaklaşık %26'sını oluşturmaktadır.

A.B.D.'de, Bilgisayarlı Tomografi incelemelerinin %9-10 'u baş ve boyun bölgesini kapsamaktadır.

Son yıllarda, tanısal radyasyondan alınan ortalama etkin doz 2,2 mSv' ye düşmüştür. Bu azalma, görüntüleme için hasta seçimi ve optimize edilmiş radyasyon dozları konusunda teknolojik yeniliklere ve iyileştirilmiş uygulamalara bağlıdır.

Tanısal görüntülemede temel ilke, hastaya sağlanan faydanın radyasyona bağlı risklerden çok daha ağır basmasıdır.

Bunun için, dentomaksillofasiyal görüntülemede alınan dozlar;

- Tanısal olarak kabul edilebilir bir görüntü elde etmek için optimize edilmiş,
- Herhangi bir doku reaksiyonuna neden olmak için gereken eşik değerden düşük,
- Stokastik etki riskini kabul edilebilir düzeyde tutmak için en aza indirilmiş olmalıdır.

Bunu sağlamak için uygulanması gereken önlemlerin başında doz sınırlamaları gelir:

Doz sınırlamaları için 3 temel kural:

### **1.Uygulamaların gerekliliği: Gerekçeleştirme**

Hekim, tanısal maruziyetten elde edilen faydanın zarar riskinden daha fazla olduğu durumları belirlemelidir. Net bir yarar sağlamayacak radyasyon uygulamalarından kaçınılmalıdır.

Her bir hasta için, her bir görüntüleme endikasyonunun hastaya sağlayacağı yarar gerekçelendirilmeli, bu gerekçeler kanıta dayalı olmalı, hastanın tıbbi ve dental geçmişi göz önünde bulundurulmalı, hastanın radyolojik inceleme gereksinimleri ve doz optimizasyonu, mutlaka klinik muayene sonrasında, hastanın yapısal durumu ve yaşı dikkate alınarak belirlenmelidir.

Hasta için belirlenen radyolojik görüntüleme gereksinimlerinin gerekçeleri, dozu en aza indirmek ve hasta maruziyetini azaltmak için alınan önlemleri, hastanın alması olası dozun büyüklüğü, dental görüntülemenin, diğer tıbbi görüntülemeye kıyasla ihmal edilebilir daha minimal dozlarla sağlandığı hastaya açıklanmalıdır.

**2.Optimizasyon** (Alternatiflerin en iyisi): Hekimin kendisinin, hastalarının, çalışanlarının ve çevrenin gereksiz maruziyetini azaltmak için her türlü makul yolu kullanması gerektiğini savunur.

Ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak, yapılan bütün ışınlamalarda, maruz kalınan radyasyonun mümkün olan en alt düzeyde tutulması sağlanmalıdır. Bu ilke, **ALARA / ALADA (As Low As Reasonably/Diagnostically Achievable)** olarak bilinir. Buna göre; doz ne kadar küçük olursa olsun stokastik etkilere yol açabileceği unutulmaksızın, standart kalitede radyografik görüntü elde etmek için mümkün olan en düşük doz kullanılmalıdır. Bunu sağlamak için;

Işınlama süresi azaltılmalı,

Işın kaynağı ile aradaki mesafe artırılmalı

Kurşun paravan, kurşun önlük gibi koruyucu bariyerler kullanılmalıdır.

**3.Doz sınırlandırılması:** Bireylerin yüksek dozlara maruziyetini önlemek için mesleki ve toplumsal doz sınırları ortaya konmuştur.

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP), iyonlaştırıcı radyasyona karşı korunma konusunda öneriler ve rehberlik geliştiren bağımsız bir uluslararası kuruluştur. Mesleki maruziyet sınırları, bu kuruluş tarafından, hiçbir bireyin kesin etkilere maruz kalmamasını ve stokastik etki olasılığının makul ve ekonomik olarak mümkün olan en düşük seviyede olmasını sağlamak için belirlenmiştir. Mesleki uygulamalarda maksimum izin verilen bu dozlar (MPD: Maximum Permissible Dose) aşılmamalıdır.

**Ekspozür ve dozu azaltmaya yönelik ilkelerde;**

Hasta seçimi ve film endikasyonu (film gerekliliği ve uygun tekniğin belirlenmesi) mutlaka kapsamlı ve dikkatli klinik muayene sonrası konmalı, hastanın oral ve tıbbi geçmişi ve mevcut riskleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Her hasta için farklı koşullar ve gereksinimler olduğu unutulmamalı,

Gebelerde ve çocuklarda radyolojik inceleme endikasyonları kısıtlanmalı,

Hastanın önceki radyolojik görüntülerinin kullanılabilirliği değerlendirilmeli,

Minimum hasta ve operatör dozu ile, maksimum hasta yararlılığı hedef olmalı,

Bütün bireylerde minimal olsa da risk varlığı göz önünde tutularak, olabildiğince düşük dozların kullanımına gayret edilmeli, gereksiz ışınlamalardan kaçınılmalıdır. Gereksiz maruziyeti azaltmanın en etkili yolu, gereksiz radyolojik görüntülemeyi azaltmak, yalnızca tanı ve tedavi planına katkıda bulunma olasılığı yüksek olan ek bilgi sağlamak için görüntüleme yapmaktır. ADA, radyolojik incelemenin, tedavilerini veya prognozlarını etkileme olasılığı yüksek olduğu hastaların seçim kriterlerini yayınlamıştır.

### **Doz Sınırları**

*Mesleki doz sınırları:* Tanısal radyolojik inceleme yapan diş hekimleri ve personeli, mesleki olarak maruz kalan bireyler olarak kabul edilir. ICRP tarafından mesleki olarak maruz kalan bireyler için belirlenen doz sınırı seviyesinin risk olasılığı çok düşük olsa da, tüm bireylere uygulanan radyasyon dozunu mümkün olduğunca düşük tutmak için her türlü çaba gösterilmelidir. Dental radyolojik incelemede mesleki maruziyet ortalama dozu, izin verilen doz sınırının yaklaşık %1'idir (0,2 mSv).

*Genel doz sınırları:* Destek personeli (örneğin, sekreter ve yardımcı personel) ve hastalar, genel halk için geçerli olan doz sınırlarına tabidir.

Bir hastanın tanı muayeneleri, girişimsel işlemler veya radyasyon tedavisinden alabileceği maruziyet için herhangi bir sınır yoktur; çünkü bu maruziyetler, bireylerin yararına yapılır.

ICRP' ye göre; radyasyonla mesleki olarak uğrasan bir kişinin ya da bir vücut bölümünün, belirli bir zaman periyodunda almasına izin verilebilecek en yüksek radyasyon dozuna, **maksimum izin verilen doz (MPD)** denir.

MPD, tüm radyasyon enerjilerini kapsayacak şekilde, **Sievert** birimi ile ifade edilir. MPD, son 60 yıl boyunca 3 defa revize edilmiştir. Şu anda kabul edilen yıllık 20 mSv, 1931 yılında kabul edilenin yalnızca %3' üdür. Bu azaltmalar, zaman içinde radyasyon zararlarının daha iyi anlaşılmasına ve radyasyonun daha güvenli kullanımının giderek daha iyi öğrenilmesine bağlıdır.

ICRP'ye göre, radyasyonla mesleki olarak uğraşan bir birey için maksimum izin verilen doz, herhangi bir yılda **50 mSv**'ı aşmamak kaydıyla, ard arda gelen 5 yılda ortalama **20 mSv/yılı** geçmemelidir. Ayda 2 mSv' ı geçmemelidir.

Yaşam boyu maksimum total doz (n=yaş):

$$(n-18) \times 50 \text{ mSv/yıl}$$

$$(n-18) \times 5 \text{ Rem/yıl}$$

### MPD (mSv)

	Mesleki	Genel popülasyon (Mesleki olmayan)
Effektif Doz	20	1
Eşdeğer Doz:		
Lens	150	15
Deri	500	50
El-ayaklar	500	-

**Ekspozür ve dozu azaltmaya yönelik önlemlerden biri de, teknik, materyal ve ekipmanın optimizasyonudur.**

1974' den itibaren, tüm dental röntgen cihazları, belirli standartlarda üretilmektedir. Kullanılan röntgen cihazı, güvenli, iyi kalibre edilmiş, periyodik bakım ve kontrolleri yapılıyor olmalıdır.

Tüp başı, radyasyon sızıntısı (kaçak) yapmamalı, pozisyonlama sonrası sabit kalmalı, oynamamalı, tüpü taşıyan kolların uygunluğu, sağlamlığı, stabilitesi kontrol edilmelidir. kVp, mA, filtrasyon, kollimasyon, timer uygun seçilmelidir.

Gücü 70 kVp' den büyük dental röntgen cihazlarında **total filtrasyon** 2,5 mm Al eşdeğeri olmalıdır.

**Işınlama faktörlerinin seçiminde**, 60-100 kVp diş hekimliğinde çeşitli amaçlar için uygun bir aralıktır. Kilovoltaj (kVp), görüntü kontrastını ve hasta dozunu etkiler. Daha düşük kVp'de, hasta radyasyon dozu artar, ancak görüntü kontrastı da artar ve bu da tanıyı potansiyel olarak iyileştirebilir. Daha yüksek kVp'de, hasta radyasyon dozu azalır, ancak görüntü kontrastı da azalır. KVp 70' den 90' a çıkarılınca efektif doz %23 oranında azaltılabilir.

Sabit potansiyelli, yüksek frekanslı ve doğru akımlı (DC) cihazlar, aynı kVp'de, alternatif akımlı, rektifiye edilmiş cihaza göre yaklaşık %25 daha az radyasyon seviyesi ile görüntü oluşturabilir.

**mA:** Aynı şekilde mA' in artırılması ile ışınlama süresi uygun oranlarda azaltılabilir. Röntgen cihazı değişken miliamper kontrolüne sahipse, en yüksek mA ayarına ayarlanmalıdır

**Dikdörtgen kolimatör:** İntraoral görüntüleme kullanılan x-ışını demetinin, en sık kullanılan yaklaşık 3x4 cm. boyutundaki film/sensörü içine alacak şekilde, hasta yüzünde en fazla 6.5-7 cm. çapında bir alanı kapsaması istenir. Bu alanı belirleyecek olan dikdörtgen kolimatör, hasta yüzünde yuvarlak kolimatöre göre daha sınırlı, sadece filmden biraz daha büyük bir alanı kapsayacağı için, ışınlanan doku hacmi, yarımından daha fazla (%60-70) azaltılabilir. Böylece saçılma radyasyonu da azalır. Bu nedenle dikdörtgen kolimatör tercih edilmelidir. Hasta maruziyeti önemli ölçüde azalır, maruz kalan doku hacmi azaltılırsa, saçılan radyasyon miktarı azalır, görüntü bulanıklığı azalır ve elde edilen görüntü tanı kalitesini artırır. Dikdörtgen kolimasyon, hastanın radyasyona maruz kalan alanını, yuvarlak kolimasyonlu (7 cm çapında) bir ışının %60'ı kadar azaltır.

**Filtrasyon:** Tüpten çıkan X-ışını demetindeki düşük enerjili ışınlar hasta tarafından absorbe edilir. Filtrasyon, bu düşük enerjili ışınların hastaya ulaşmasını engeller, görüntüde bilgi kaybı olmadan hastanın maruziyetini azaltır.

50-70 kVp'de çalışan cihazlarda 1,5 mm alüminyum, 70 kVp'den daha yüksek cihazlar için 2,5 mm alüminyuma eşdeğer filtrasyon olmalıdır.

**Timer:** Elektronik olanları, daha sensitif olmaları nedeni ile tercih edilmelidir.

Mekanik timer' larda genellikle en küçük ışınlama süresi 1/4 sn.'dir

Elektronik timer' larda bu süre daha da küçültülebilir, hatasız olarak uygulanabilir.

**Pozisyonlama apareyleri (Kon): Film tutucularla** birlikte kullanımı, x-ışını ile film/sensör ilişkisini doğru belirleyip, cone-cut riskini azalttığı için önemlidir.

Yuvarlak konlar, dikdörtgen olanlara oranla 2,25 kat daha fazla alanın ışınlanmasına neden olur. Sivri uçlu, konik konlar, scatter radyasyona neden oldukları için artık kullanılmamaktadır. Korunma açısından en uygunu dikdörtgen, uzun konlardır.

Film tutucular ise, filmi ağıza doğru yerleştirmek ve hareketini önlemek, distorsiyonu en aza indirmek, hastanın elinin gereksiz yere ışın almasını önlemek suretiyle korunmaya yardımcı olurlar.

**İmaj reseptörleri:** Işınlama süresini azaltmak için daha sensitif reseptörler (film, film-screen, dijital sensörler..) kullanılmalıdır.

Konvansiyonel görüntüleme E-speed filmler, D-speed olanlara oranla, radyasyon miktarını %50 kadar azaltırlar. Ekstraoral radyografide Ca tungstat kristallerinden yapılmış, x-ışını ile etkileşince mavi ışık yayan konvansiyonel güçlendirici screenler, uzun yıllar kullanılmıştır. Daha sonraları bunun yerini, rare earth elementlerden gadolinium ve lanthanum' un kullanıldığı screenler almıştır. Bu screenler, x-ışını ile etkileşimde yeşil ışık yayar. Yeşile sensitif filmler kombine olunca, bu screenler maviye sensitif film-konvansiyonel güçlendirici screen kombinasyonuna oranla, 8 kat daha sensitiftirler. Bu yüzden, ışınlama süresinde önemli azalmaya neden olurlar (Panoramik ve sefalometrik radyografda %55' e varan azalma).

**Dijital görüntüleme sistemleri:** Günümüzde bilgisayar destekli görüntüleme sistemleri, konvansiyonel tekniklerin yerini almıştır. Maksillofasial görüntüleme tekniklerinin hepsinde reseptör olarak kablolu veya kablosuz dijital sensörler kullanılmakta, bu sensörler E/F film hızına eşdeğer, hatta daha fazla doz azaltması sağlamakta, görüntü kalitesi ve gereksiz radyasyon maruziyetini önleme konusunda sürekli olarak geliştirilmektedirler.

**FS-Film mesafesi:** Mesafe artışı ile, ışınlanan doku hacminde %10-25 oranında azalma görülmektedir. Çünkü daha kısa mesafede, x-ışınları daha ıraksak (diverjan) seyrederek.

**Kurşun önlük ve yakalıklar:** Dental ekspozürlerde gonad dozu çok düşüktür. Son yıllarda, dental radyolojik uygulamalarda gelişen diğer korunma önlemleri ve radyasyon güvenliği ilkeleriyle birlikte gonad bölgesine ihmal edilebilir radyasyon nedeniyle, hamile hastalarda bile kurşun önlük kullanımı veya gonadal koruma önerilmemektedir.

ADA ve Amerikan Ağız ve Çene Radyolojisi Akademisi, dentomaksillofasial görüntüleme tiroid kanseri risklerinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu belirterek, tiroid korumasının kesilmesini önermektedir.

Tiroid koruyucuların iç saçılma radyasyonuna karşı koruma sağlamadığı ve radyasyon güvenliğinin diğer temel ilkelerine uyulduğunda, özellikle de dikdörtgen kolimasyon kullanımında, primer ışından gelen tiroid dozunu %50 oranında azalttığı belirtilmiştir. Dolayısıyla, kolimasyona, seçim kriterlerine, uygun reseptörlere ve diğer radyasyon güvenliği ilkelerine doğru şekilde uyulursa, dental görüntüleme kaynaklanan maruziyetin, tiroid karsinogenezi üzerinde ihmal edilebilir etkileri vardır.

Çocuk veya yetişkin hastalarda, tiroid koruyucu yakaların ve gonad koruyucu kurşun önlüklerin primer ışını bloke ederek görüntü bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olduğu, bunun da potansiyel olarak ek görüntülemelere yol açtığı, ayrıca internal saçılma radyasyonuna karşı koruma sağlamadığı ortaya konarak, tanısal intraoral, panoramik, sefalometrik ve CBCT görüntüleme sırasında rutin kullanımlarının gerekliliği ortadan kalkmıştır.

Bununla birlikte, kurşun önlük kullanmanın zararlı etkileri yoktur, hatta hastaların radyasyon ile ilgili endişelerini giderebilir. Dikdörtgen kolimatörün kullanılmadığı durumlarda kurşun önlük bir opsiyon olarak düşünülebilir.

İntraoral radyografide reseptörün boyutlarına uygun dikdörtgen kolimatör, kurşun koruyucuya benzer düzeyde tiroid koruması sağlayabilir

Gonad koruyucu önlükler, 0.25 mm. kurşun eşdeğeridir, nispeten hafif ve esnektir, hastaya rahatsızlık vermez. Son yıllarda, ışın demetinin atenüasyonunu sağlamak için, antimon, kalay, tungsten, bizmut gibi yüksek atom no.lu, ancak daha hafif önlükler kullanılmaktadır. Kurşun önlükler, kullanılmadıkları zaman katlanmamalı, yatay konumda olmalı veya asılmalıdır.

**Uygun tekniğin seçimi:** Radyasyondan korunma açısından en uygun teknik, paralel tekniktir (uzun kon tekniği). Bu yolla daha paralel ışınlarla gerçek boyutlarına en yakın görüntü sağlanır, tiroid ve göz lensi daha düşük dozda radyasyona maruz kalır. Direkt dijital görüntüleme tekniği ile konvansiyonel görüntülemeye oranla %80-90 oranında ışınlama süresi azaltılabilir.

**Tekrar filmler:** Çekim veya banyo hatalarına bağlı film tekrarları, gereksiz doz alınmasına neden olur. Bu nedenle çekim teknikleri ve banyo işlemleri iyi bilinmeli, dikkatle uygulanmalıdır.

**Görüntülerin değerlendirilmesi:** Hazırlanan konvansiyonel radyograflar, ışığı ayarlanabilir (farklı koyuluklardaki filmler için) bir negatoskopta değerlendirilmelidir. Değerlendirmenin yapıldığı ortam yarı karanlık olmalıdır. Görüntülerin incelenmesi için pencere ışığı veya ünit ışığı uygun değildir. Görüntü değerlendirmesinde büyüteç kullanılırsa, küçük değişiklikler de gözden kaçırılmamış olur.

Dijital görüntülerin değerlendirilmesi karartılmış ortamda bilgisayar ekranlarından yapılırken, kullanılan yazılımın çeşitli görüntü iyileştirme uygulamalarından faydalanılır.

## **Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) CBCT kullanımında uyulması gereken önlemler:**

KIBT, rutin radyografik tekniklere göre önemli ölçüde (10-15 kat daha fazla) daha yüksek bir doz sağlar. Diğer radyografik incelemelerde olduğu gibi, KIBT incelemesi de, her hasta için risklerden daha fazla fayda sağladığını göstermek için gerekçelendirilmelidir. Anamnez alınmadan ve klinik muayene yapılmadan KIBT istemi yapılmamalıdır.

KIBT, daha düşük dozlu görüntüleme teknikleri ile sonuca gidilemeyen durumlarda kullanılmalı, başlangıç görüntüleme yöntemi olarak kullanılmamalı, "rutin olarak" tekrarlanmamalıdır.

KIBT cihazı hacim büyüklüğü seçeneği sunmalı ve vakaya uygun en küçük görüntüleme alanı (FOV: Field of View) kullanılmalıdır.

KIBT birimi için ekipman, teknikler ve kalite kontrol prosedürleri dahil olmak üzere bir kalite güvence programı oluşturulmalı ve uygulanmalı, ilgili personel, radyolojik uygulamalar ve radyasyondan korunma konusunda yeterli teorik ve pratik eğitimi almış olmalıdır.

## **Elde taşınan (Fotoğraf makinesi tipi) periapikal görüntüleme cihazlarının kullanımı**

Bu cihazlar FDA onaylı olmalı, üreticinin talimatlarına göre ve kullanımı konusunda uygun eğitime sahip yetkili operatörler tarafından, duvara monte veya mobil/taşınabilir bir cihazın kullanımının mümkün olmadığı durumlarda kullanılmalıdır. Mümkünse bir stand üzerinde desteklenerek, uzaktan ışınlama yapılmalı, ışınlama sırasında elle tutulmamalıdır. Kullanıldığı sırada, operatör ve hasta hariç tüm kişiler, cihazdan en az 2 m uzakta olmalıdır.

Cihaz donanımları ile kişisel koruyucu donanımlar dikkate alınmalı, çekim yapan personelin kurşun önlük, kurşun eldiven gibi koruyucuları kullanımı sağlanmalıdır. İntraoral görüntüleme için elde taşınabilir röntgen cihazlarının kullanımı özel bir dikkat gerektirir. Pille çalışan bu cihazlar, kullanım sırasında operatör tarafından tutulacak şekilde tasarlanmıştır. Cihazın doğal tasarımı birincil koruyucu kalkan sağlar; ancak operatöre maruziyeti en aza indirmek için ikincil koruyucu kalkan, geri saçılma kalkanı şeklinde, cihazın kolimatör halkasının ucuna entegre edilmiştir ve kullanıcıya, saçılan radyasyonun ihmal edilebilir düzeyde olduğu bir koruma bölgesi sağlar.

Radyasyondan korunma önlemleri; hastanın, uygulayıcının ve çevrenin korunması olarak 3 yönlü düşünülebilir. Aslında, tüm önlemler hepsi için geçerlidir.

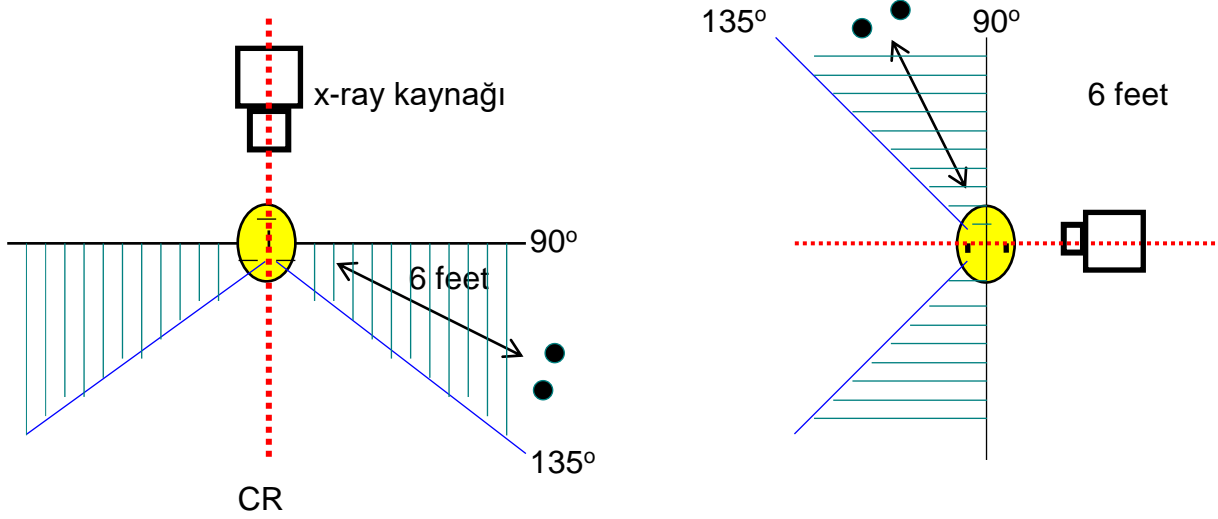
### **Hastanın Korunması**

- 1- Hastaya uygun endikasyon ve tekniğin belirlenmesi, kâr-zarar hesabının yapılması, mutlaka anamnez ve klinik muayene sonucu radyografik inceleme kararının belirlenmesi gerekir. Bu konuda tek yetkili ve sorumlu hekimdir.
- 2- Hastaya daha önce film çektirip çekmediği sorulmalı, tanı için geçerliliğini yitirmemiş, daha önceki görüntülerinden yararlanılmalıdır.
- 3- Olabilecek en düşük doz kullanılmalıdır.
- 4- Kadın hastalarda hamilelik durumu olup olmadığı öğrenilmeli, hamilelerde, zorunlu durumlarda, kurşun önlük giydirilerek, görüntüleme sayısı ve ışınlama süresi azaltılarak, teknikler, tekrar olmayacak şekilde dikkatle uygulanarak, radyografik inceleme yapılabilir. Diş tedavisinin evrelerini izlemek için görüntüleme tercih edilmemelidir.
- 5- Çocuk ve gençlerde görüntüleme endikasyonları olabildiğince azaltılmalıdır.
- 6- Radyoloji kliniğinde, filmi çekilmeyecek olan kimseler, özellikle 18 yaşından küçükler ve hamileler bekletilmemelidir.
- 7- Doz azaltılmasına yönelik önlemler, hızlı film, screenler, dijital sistemler, uygun ekipman kullanılmalıdır.
- 8- Işınlama alanı olabildiğince küçük tutulmalıdır.
- 9- Röntgen cihazı ile ilgili kontrol ve bakımlar yerine getirilmeli. Ekipman, cihaz optimizasyonuna dikkat edilmelidir.

### **Ugulayıcının Korunması**

1. Hastayı korumak için alınan önlemler, uygulayıcıyı korumaya da yöneliktir.
2. Radyasyona mesleki olarak maruz kalan tüm personel bilmelidir ki;
  - X-ışınları kaynaktan çıkışta, düz bir hatta ilerlerler.
  - Şiddetleri mesafenin karesi ile ters orantılıdır.
  - Yollarında ilerlerken, saptırılabilir veya saçılmaya uğrayabilirler.Buna göre korunma önlemlerine dikkatle uymalıdır.

3. Uygulayıcı, ışınlama sırasında, radyasyonun etkili bölgesi içinde durmamalıdır. Mutlaka uygun bir bariyerin veya duvarın arkasında durmalı veya odadan çıkmalıdır. Bu, mümkün değilse, **pozisyon ve mesafe kuralı** uygulanmalıdır. Bu kural, merkezi ışına  $90^{\circ}$  –  $135^{\circ}$  lik açı alanı içinde ve ters kare kanununa göre en az 6 feet (180 cm) uzaklıkta durma gerekliliğini belirler.



4. Uygulayıcı kesinlikle filmi/sensörü hasta ağzında tutmamalıdır. İdeali film tutucu apereylerin kullanımındır. Yoksa, hasta ya da refakatçisine tutturulmalıdır.
5. Işınlama sırasında x-ışını cihazı, hasta ya da uygulayıcı tarafından elle tutulmamalıdır.
6. Işınlama düğmesi, spiral bir kablonun ucundadır ve kablo, her yöne 1,5 -2 m. kadar uzayabilir. Uygulayıcı bu mesafeyi kullanmalıdır.
7. Uygulayıcı, işi ile ilgili eğitim almış olmalı, görüntüleme tekniklerini iyi bilmeli ve uygulamalıdır.
8. Maksimum müsaade dozlarını aşıp aşmadığı periyodik olarak izlenmelidir.
9. Tüm personele güvenli bir görüntüleme programı sürdürmeleri için yönerge ve rehberlik sağlayan bir radyasyon güvenliği programı uygulanmalıdır.

ADA ve NCRP, yıllık etkili dozu 1 mSv'den fazla alma olasılığı olan radyasyon çalışanları için kişisel doz izlemenin dikkate alınmasını önermektedir. Kişisel dozimetreler, hamile radyasyon personeline sağlanmalı ve mesleki maruziyet, gebelik sırasında ayda 0,5 mSv ile sınırlandırılmalıdır.

Personel izleme cihazları (Dozimetre), operatörlerin mesleki radyasyon dozunu kontrol etmek için kullanılır. Optimum radyasyon güvenliği prosedürleri uygulandığında, dental görüntüleme mesleki sınırlara maruz kalınmaz.

Uygulayıcının aldığı doz miktarının belirlenebilmesi için **dozimetre** kullanımı ihmal edilmemelidir. Dozimetre röntgen personelinin, çalışma ortamında bulunduğu tüm sürede yakasında bulunmalıdır. İçinde, dental filme benzer hassas bir film vardır. 3-4 haftalık periyod sonunda ilgili kurumda banyo edilerek değerlendirilir, densitesi standartlarla kıyaslanır ve ekspozür miktarı saptanır. Sadece ilgili periyod değil, üç aylık, yıllık ve yaşam boyu ekspozür de değerlendirilebilir.

Mesleki ekspozürün sağlıklı değerlendirilebilmesi için işyerinde geçirilen tüm sürede taşınmalı, işyeri dışında taşınmamalıdır.

Önceki dozimetri raporlarına kıyasla yüksek bir radyasyon dozu alındığı belirlenirse, radyasyon güvenliği uzmanı tarafından nedenlerinin belirlenmesi için araştırma yapılır ve düzeltici eylemler uygulanır

#### Gebe Hastalarda Radyolojik İnceleme

Gebe hastaların radyasyon maruziyetinde doku reaksiyonları, embriyo/fetüsün maruz kalınan döneme ve doza bağlı olarak doğum öncesi ölüm, mikrosefali, büyüme geriliği ve zihinsel engellilik olarak görülebilir.

Bu reaksiyonların tümü için eşik doz 100 mGy'dir. CBCT de dahil olmak üzere dentomaksillofasiyal görüntülemelerden elde edilen fetal dozun 0,01 mGy olduğu tahmin edilmektedir; bu, eşik dozdan 10.000 kat daha düşüktür. Bu nedenle, gebe bir hastanın tanısal görüntülemesi embriyo/fetüs için herhangi bir risk oluşturmaz.

Kurşun önlükler fetüsü iç saçılma radyasyonundan korumaz ve dentomaksillofasiyal görüntüleme sırasında fetüsün radyasyon dozu, seçim kriterleri, uygun reseptörler ve kolimasyon gibi diğer radyasyon koruma önlemlerine kesinlikle uyulmak koşuluyla ihmal edilebilir seviyelere düşürülmüştür. Bunun dışında, dentomaksillofasiyal görüntülemede embriyo/fetüs, primer ışına doğrudan maruz kalmadığından, artık gebelik durumunun doğrulanması gerekmemektedir. Bu değişiklikler, gebelik sırasında radyasyon korumasına ilişkin daha önce kabul görmüş kavramlarla çelişmektedir. Gebe hastaların koruma uygulanmaması ile ilgili endişeleri ,önemli bir risk olmadığı ve kurşun önlükle korumanın fayda sağlamadığı vurgulanarak açıklanabilir. Bununla birlikte, kurşun önlük kullanmanın zararlı etkileri yoktur, hastaların radyasyon ile ilgili endişelerini gidermek için kullanılabilir.

## Personel

ABD Federal Yönetmelikler Kanunu, gebe personelin, tüm gebelik dönemi boyunca embriyo/fetüs dozunun 1 mSv'i aşması muhtemelse izlenmesini şart koşturmaktadır.

Personel takibi, çalışma alışkanlıklarındaki istenmeyen değişiklikleri tespit etmek ve mesleki radyasyon maruziyetinden kaynaklanan riskler konusunda endişeli olabilecek ofis çalışanlarına yanıt vermeye yardımcı olmak için etkili bir yaklaşımdır

## Çevrenin Korunması

Röntgen cihazı, kliniklerde ayrı bir bölüme yerleştirilmelidir. Muayene odasında ve ünitenin yanı başında durması uygun değildir. Ayrı bir odada ve odanın köşesinde bulunmalıdır. Odanın duvar, tavan ve taban kalınlıkları yeterli miktarda olmalıdır.

Radyasyon yönetmelikleri, mesleki olarak maruz kalmayan kişilerin maruz kaldığı radyasyon dozunu en aza indirmek için duvarların korunmasına ilişkin gereklilikleri de belirtir. NCRP, duvarların, bu kişilerin maruziyetinin haftada 0,02 mGy'den (yılıda 1 mGy) az olması için yeterli yoğunlukta veya kalınlıkta olması gerektiğini belirtir.

Nispeten düşük iş yükü (mAs/hafta) ve düşük x-ray enerjilerinin kullanımı nedeniyle, dental muayenehanelerde duvarları kurşunla kaplamak gerekli değildir, alçıpan, tuğla veya betondan yapılmış duvarlar, doğal korunmayı sağlar.

Röntgen cihazlarını ayıran ya da cihazın önünde bulunan panolar 0.5 mm kurşun içermelidir. Panoramik ve sefalometrik röntgen cihazlarının olduğu oda duvarları için 2 mm kurşun ile kaplama gerekir.

**Etkili Alan:** Röntgen cihazının bulunduğu kısım merkez olmak üzere 1,5 m çapı olan dairedir.

**İzleme Alanı:** Etkili alanı çevreleyen ve merkezi, röntgen cihazı olan 3 m çapındaki dairedir.

Radyoloji kliniği veya röntgen cihazlarının bulunduğu odanın havalandırılması çok iyi olmalıdır. Özellikle kliniklerde, zemine yakın yerleştirilmiş aspiratörler bulunmalıdır.

## Dental ve maksillofasiyal radyografide kalite güvencesi (QA)

Cihaz kullanımına ilişkin üretici ve düzenleyici kılavuzlara uygun olarak, en düşük dozla gerekli tanı bilgilerine sahip görüntüler üretmek için izlenen periyodik değerlendirme yoludur. Diş hekimine kalite güvencesi yönergeleri sunulduğunda ve uygun motivasyon sağlandığında, hasta maruziyetinin önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir.

Kalite kontrolü (QC), radyoloji kliniğinde kullanılan tüm cihaz ve ekipmanın testlerine ve ölçümlerine odaklanır.

Kurumda, radyasyon güvenliği programından sorumlu, yerel lisanslı bir klinisyen bulunmalıdır. Program, hastanın uygun doz azaltma tekniklerini, korunma önlemlerinin uygulanmasına ilişkin rehberlikleri, dental görüntüleme ekipmanının düzgün işleyişi, kalibrasyonu, kullanımı ve kalite güvence uygulamalarını, bunların sağlanmasına yönelik protokolleri içermelidir

X-ışınlarının keşfinden bu yana tıbbi tanısal radyografilerde kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon dozları sürekli azalmıştır. Gerek x-ışını üreteçlerinde, gerekse röntgen filmlerinde gerçekleşen teknolojik gelişmeler ve ardından dijital radyografi sistemlerinin kullanıma girmesi sonucu 1992 yılından itibaren doz miktarları günümüzdeki minimum seviyelere inmiştir. Günümüzde konvansiyonel periapikal bir radyograf, yaklaşık **1.5 µSv** doz kullanılarak alınmaktadır.

TAEK / NDK'nın periapikal görüntüleme için kabul ettiği güvenlik sınırı

20 µSv/saat 'tır. Bu nedenle dental radyolojide güvenlik sınırının aşılması zordur.

ICRP'ye göre, radyasyonla çalışmayan kişiler için izin verilen en yüksek doz **1mSv**, radyasyonla çalışanlar için ise **20 mSv** dir.

**1 periapikal film 0.0015 mSv-0.005mSv, (1.5 µSv)**

**1 panoramik radyografi ile 0.008-0.024 mSv** (7 günlük çevresel doz),

**4 bitewing radyografi ile** ise 0.004-0.033 mSv (3 günlük çevresel doz) eşdeğer doza maruz kalınmaktadır.

Buna göre, bir insanın diş hekimliği uygulamalarında müsaade edilen dozu aşması için, en yüksek dozla çekildiğinde bile, 1 yılda 200 periapikal film veya 40 panoramik film çekirmesi gerekmektedir. Oysa aynı eşik değer çok fazlası genel tıp uygulamalarında bir kerede bile aşılabılır.

Diş hekimleri mezuniyet sonrasında radyasyon güvenliği ile ilgili yeni gelişmeleri izlemeli ve bilgilerini güncellemelidir.

Sonuç olarak, sadece diş hekimliğinde değil tıbbın bütün alanlarında net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemeli, radyasyondan korunmanın temel prensibi olan ALARA kuralı ile, mümkün olan en düşük radyasyon dozu uygulanarak, meydana gelebilecek zararlı etkilerden, kişilerin, çocukların, tüm insan neslinin korunması sağlanmalıdır.

## Radyografik İncelemelerde Etkifif Doz ve Background Ekspozür Eşdeğeri

İnceleme	E ( $\mu$ Sv)	Background Doz Eşdeğeri (gün)
<b>Intraoral</b>		
Dikdörtgen Kollimasyon		
Posterior Bite-wingler		
PSP-F Speed film	5	0.6
Full-mouth PSP-F Speed film	40	5
Full-mouth CCD sensör	20	2.5
Yuvarlak Kollimasyon,		
Full-mouth D-Speed film	400	48
Full-mouth PSP-F Speed film	200	24
Full-mouth CCD sensör	100	12
<b>Extraoral</b>		
Panoramik	20 $\mu$ Sv	2.5 gün
Sefalometrik	5 $\mu$ Sv	0.6 gün
CBCT		
Büyük FOV	120 $\mu$ Sv	15 gün
Orta FOV	100 $\mu$ Sv	12 gün
Küçük FOV	50 $\mu$ Sv	6 gün
Multislice CT		
Maksillofasial	650 $\mu$ Sv	2 ay
Kafa	2 mSv	8 ay
Abdomen	20 mSv	7 yıl
Göğüs	7 mSv	2 yıl

*WHITE AND PHAROAH'S ORAL RADIOLOGY: ISBN: 978-0-443-11871-5  
PRINCIPLES AND INTERPRETATION, NINTH EDITION 2026 by Elsevier İne.*