

2021-2022

**KARANLIK ODA, GÖRÜNTÜ OLUŞUMU, BANYO SOLÜSYONLARI VE
RADYOGRAFİK KALİTE**

Prof. Dr. Bengi ÖZTAŞ

Karanlık oda filmlerin banyolarının yapılmasında, kasetlerin (ekstraoral) doldurulmasında kullanılan bir odadır. Bazı özelliklerinin olması gerekir :

- Odanın girişi labirent şeklindedir.
- Koridor ve odanın duvarları koyu renk (siyah) boyalı ve penceresizdir.
- Havalandırma sistemi (aspiratör) bulunmalıdır.
- Büyüklüğü çalışan kişi sayısına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. En az 120x150 cm olmalıdır.
- Sıcaklık ve nem kontrol altında olmalıdır. Oda sıcaklığının 21°C ve nemin % 50-70 arasında olması en idealidir.
- Hiç bir şekilde ışık sızmamalıdır.
- Temiz olmalıdır.
- Solüsyonlar düzenli olarak değiştirilmelidir.
- Karanlık odada 1. banyo tankı, yıkama tankı ve 2. banyo tankı, bunların yakınında lavabo ve kurutma dolabı bulunur. Karşı tarafta ise filmlerin açıldığı tezgah vardır. Tavanda veya tezgaha yakın bir yerde emniyet ışığı vardır. Emniyet ışığı olarak 15 watt'lık buzlu camdan veya 7,5 watt'lık şeffaf camlı ampul üzerine yerleştirilen kırmızı GBX-2 filtreleri yerleştirilebilir. Bu olmazsa ışık spektrumunda kırmızı turuncu uzun dalga boylu, düşük yoğunluklu (intensiteli) kırmızı ışık kullanılır. Filmlerin kırmızı ışığa duyarlılığı yoktur. Emniyet ışığının yeri **coin** testinden yararlanılarak saptanır. Kırmızı ışık kapalıyken film tezgaha açılır. Üzerine radyopak bir madde, dens bir cisim (anahtar, para ...) konur, ışık açılır, bir süre (5 dk.) beklenir, film banyo edilir, maddenin görüntüsü film üzerinde varsa, ışık daha uzak bir yere konur. Ortalama 120 cm. kadar uzaklık olmalıdır.
- Banyo için çift kaplar kullanılır. Solda 1.banyo, ortada su, sağda 2. banyo vardır. Banyo tankları, paslanmaz çelikten yapılır. Elektrik kaynağı dışında kaynak kullanılmamış olmalıdır, çünkü bazik ve asidik solüsyonlar, lehim çözer.

- Banyo solüsyonlarının sıcaklığı kontrollü olmalıdır. Termometre kullanılır, aradaki su, ısıtıcı ile ısıtılır. 1. banyo sıcaklığının 20-23 ° C olması sağlanır.
- Sıcaklık sabit olmalıdır. Sıcaklık fazla olursa 1. banyoda filmin gelişme aşaması hızlanır, 1. banyoda az tutulması gerekir. Koyu görüntü olur. Soğuk olursa görüntünün gelişmesi uzun zaman alır. Açık görüntü olur.
- Banyo sürelerini ayarlamak için çalar saat kullanılabilir.
- Banyo solüsyonlarını karıştırmak için ayrı özel çubuklar kullanılmalıdır. Karıştırılıp homojen hale getirilmezse, filmde görüntü tam olarak gelişmez.
- Karanlık odadaki aspiratör 1. ve 2. banyo solüsyonlarından buharlaşma ile çıkacak havanın solunmasını önler.
- Filmlerin kurutulması için kurutma düzeni sağlanmalıdır.
- Karanlık odanın aydınlatılması akkor ampuller ile yapılmalı, floresan ampul ve bir dereceye kadar led ampuller, ultraviyole ışık kaynakları olduğu için kullanılmamalıdır. Bunlar kapatıldıktan sonra, bir süre daha ışık yayarlar, buna **after glow** denir. Bu da filmde görüntüyü bozar. Fog'a neden olur.
- Banyo tankları 1 mm kalınlığında, paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdır. Uygun sıcaklıkta ara suyun sirkülasyonu ana tank içinde yavaş fakat devamlı olmalıdır.

Karanlık oda, filmlerin çekildiği alana olabildiğince yakın olmalıdır, bu durum iki bölge arasında iletişim kolaylığını sağlar ve zaman kaybını önler. Duvarları x-ışınlarını geçirmeyecek kalınlıkta olmalı veya 1 mm kalınlığında kurşunla kaplanmalıdır. Burada kullanılacak döşeme ve kaplama malzemeleri, asit ve bazların yapacağı korozyondan etkilenmemelidir.

Temizlik: Banyo solüsyonlarının belli bir ömrü vardır. Bunlar bayatlayınca (görüntü bozulur, süre uzar...) yenileri hazırlanmalıdır. Tanklar deterjan ve bol su ile çizilmeden temizlenmelidir.

Görüntü Oluşumu ve Banyo Solüsyonları

Radyopak görüntü: Radyograf üzerinde diş, kemik gibi dokuların gösterdiği (açık) beyaz kısımlardır.

Radyolüsent görüntü: Yumuşak dokular, boşluklar gibi yapıların gösterdiği koyu (siyah) kısımlardır.

Görüntü oluşumu: Filmin ışınlanması sırasında, x-ışınlarının bir kısmı, filmin önünde bulunan diş, kemik gibi sert dokulara gelince bu dokular tarafından absorbe edilir, tutulurlar ve arkalarında bulunan filme geçemezler. Yumuşak doku, boşluklar gibi kısımlara gelen x-ışınları burada absorbe edilemeyeceğinden tamamen filme ulaşırlar. Filme ulaşan x-ışınları filmin emülsiyon tabakasında süspanse halde bulunan gümüş bromid kristallerini kimyasal bir değişime uğratarak Ag ve bromid şeklinde iyonize eder, ayrıştırır. Sert dokuların olduğu bölgede ise x-ışınları filme ulaşmadığı veya çok az ulaşabildiği için Ag bromid kristallerini daha az ayrıştırır, iyonize eder veya hiç ayrıştırmaz. Bu şekilde x-ışınları yoluyla film üzerinde kimyasal bir reaksiyon sonucu **latent imaj** oluşur. Bu latent imaj gözle görülemez. Ag bromid kristalleri, banyo solüsyonlarında da kimyasal reaksiyona girerek görüntü ortaya çıkarırlar. Latent imaj görünür hale gelir. Buna banyo işlemi denir.

1. banyo solüsyonunda x-ışınının filme fazla ulaştığı bölgelerde, ayrışmış olan metalik gümüş çökelir ve radyolüsent görüntüyü oluşturur. 1. banyo işlemine **developing** denir.

2. banyo solüsyonunda ise x-ışınının filme ulaşmadığı bölgelerde ayrışmamış olan gümüş bromid kristalleri filmden uzaklaştırılır ve radyopak görüntü ortaya çıkar. 2. banyo işlemine **fixing** denir.

1. Banyodan sonra film bol su ile yıkanmalıdır. Yıkanmazsa 1. banyonun bazik (alkali) kimyasal maddeleri 2. banyoya geçer (2.banyo asit yapıdadır) ve banyo solüsyonunu bozar. 2. banyodan sonra da film iyice yıkanmalıdır.

Görüntü oluşumu özetlenecek olursa:

X-ışınına maruz kalan (ışının ulaştığı) bölgelerde ulaştığı bölgelerde gümüş bromid ayrışır, 1. banyoda gümüş çökelir, radyolüsent görüntü oluşur.

X-ışınına maruz kalmayan bölgelerde gümüş bromid ayrışmadığı için ;

1. Banyodaki maddeler bu bölgelerdeki gümüşbromidi etkileyemez.
2. Banyodaki sodyum thiosülfat ışın almamış gümüş bromidi uzaklaştırır, radyoopak görüntü oluşur.

X-ışınları ile ışınlanmış filmde görüntünün oluşmasını sağlayan işlemlere **banyo işlemleri (processing)** denir.

BANYO SOLÜSYONLARI

1. banyo (developer): 1. banyoda radyasyona maruz kalan filmin emülsiyonundaki gizli imaj (latent imaj) görünür hale getirilir. Film x-ışını ile ışınlandığı zaman, emülsiyon içinde süspanse halde bulunan gümüş bromid kristalleri, kimyasal bir değişime uğrayarak gümüş ve bromid şeklinde ayrışır. Film 1. banyoya girdiğinde, bromid ayrılır, uzaklaşır, siyah metalik gümüş kristalleri film üzerinde kalır ve radyolüsent olarak latent imaj ortaya çıkar. Film 1.banyoda ayrılmış olan metalik gümüşün film yüzeyine redükte olacağı kadar bir süre kalmalıdır. Eğer, çok uzun süre 1.banyoda kalırsa redüksiyon işlemi devam eder, ışın almamış bölgelerdeki gümüş bromid de reaksiyona girer, filmin tüm yüzeyi metalik gümüş ile kaplanır, görüntü tamamen radyolüsent (siyah) olur. Aynı durum, banyonun normalden sıcak olması sonucu da gerçekleşir.

2.banyo (fixer): Dens (yoğun) cisimlerin arkasında kalan Ag bromid kristalleri normal şartlarda (1.banyo süresi ve sıcaklığı normal sınırlarda ise) redükte olmadığı için, 2.banyo solüsyonuna konduktan sonra 2.banyoda bulunan Nathiosülfat tarafından uzaklaştırılırlar ve radyoopak görüntüyü ortaya çıkarırlar.

Özetle : X-ışını, objenin yoğunluğuyla ters orantılı olarak objeden geçer ve film üzerindeki gümüş bromid kristallerini etkiler, iyonlaştırır.

1. Banyo Solüsyonu İçinde Bulunan Bileşikler ve Fonksiyonları:

1. Banyonun fonksiyonu geliştirici ajanların, ışınlanmış gümüş grenleri üzerine etki edip radyolüsent görüntüyü ortaya çıkarması ve film emülsiyonundaki jelatini yumuşatmasıdır. 1.banyo alkalen bir yapıya sahiptir.

a) Hydroquinone (Paradihydroxy benzene): Radyografıta kontrast oluşumunu etkileyen bir benzen türevidir. Bunu, metalik gümüşü gümüş bromid tuzlarından ayırarak gerçekleştirir. Solüsyonun birleşimine ve sıcaklık değişimlerine duyarlıdır, düşük sıcaklıklarda aktivitesi azalır.

b) Metol veya Elon (Mono methyl-para amine phenol-sulphate) : Anilin boyalarının yan ürünüdür, filmin gölgeli alanlarını, gri tonlarını geliştirir. Detayı ortaya çıkarır. Solüsyonun bileşimine ve sıcaklığına daha az duyarlıdır. Zamanla okside olup deri ve giysilerde koyu kahve renklenmelere neden olur.

c) Sodyum Karbonat veya Potasyum karbonat (Aktivatör) : Geliştirici ajanların fonksiyon görebileceği alkaliliği sağlar ve sürdürür. Diğer bir fonksiyonu da emülsiyondaki jelatini yumuşatıp, geliştirici ajanların fonksiyon görmesini sağlamaktır. Görevi işlemleri hızlandırmak olduğu için akseleratör de denir. 1. banyo solüsyonunda alkalilik önemlidir. Aşırı alkalite, hızlı redüksiyon oluşturur ve ışınlanmamış gümüş bromid kristalleri de reaksiyona girer ve fog gelişir. Alkalilik derecesi düşerse, developman işleminde yavaşlama olur.

d) Potasyum Bromid veya Benzotriazole (Sınırlandırıcı) : Etkisi, ışın almamış gümüş bromid kristallerinin solüsyondan etkilenmesini geciktirmektir. Geliştirici ajanların redüksiyon etkisini yavaşlatır, emülsiyonun şişmesi ve gelişmesi için yeterli zamanı sağlar, aynı zamanda yüksek sıcaklığa bağlı fog ve yüksek kontrast oluşumunu da engeller.

e) Sodyum Sülfid (Prezervatif) : Koruyucu etki yapar, suda erimiş halde bulunan veya havadaki oksijenin geliştirici ajanlarla birleşmesini önler. Solüsyonun uzun süre kullanılmasını sağlar. Koruyucu inorganik antioksidanlardandır. Geliştirici ajanlar okside olursa, filmi boyayan ve sisli görünüme yol açan renkli maddeler ortaya çıkar, bunu önlemek için 1.banyoda uygun oranlarda bulunması gereken bir maddedir.

e) Su: Eritici olarak kullanılır. Şebeke suyundaki kalsiyum ve metalik partiküller çökelmelere neden olabileceği için distile su tercih edilir.

2. Banyo Solüsyonu İçinde Bulunan Bileşikler ve Fonksiyonları

1. banyoda, ışın almış gümüş bromid ayrılır. Yeterli x-ışınına maruz kalmayan veya hiç x-ışını almayan kısımlardaki gümüş bromid kristallerini filmden uzaklaştırmak gerekir. Eğer 2.banyo yapılmazsa bu kristaller filmden uzaklaştırılmazlarsa gelişmemiş gümüş bromid, filme yoğun opalesan görünüm verir ve bu esnada ışık görürlerse, film x-ışınına maruz kalmış gibi kararır ve görüntü kaybolur. Bu nedenle görüntüyü tespit etmek gerekir. Bunun için de 2.banyo (fixatör, Fixer) kullanılır. 2.banyo asidiktir.

a) Na thiosülfat veya Ammonium thiosulphate (Hypo): X-ışınlarıyla etkileşime girmemiş Ag bromid kristallerinin film üzerindeki emülsiyondan ayırarak banyo solüsyonuna geçmesini sağlar. Tespit edici maddedir (Fiksator).

b) Sodyum sülfite (Ammonium Sulfite)(Prezervatif): Fikse edici ajanların yani Nathiosülfat' ın bozulmasını önler.

c)Potasyum Alum (Sertleştirici): Emülsiyonun aşırı yumuşamasını önler. 1. banyoda yumuşamış jelatini tekrar eski haline getirir, sertleştirir. Su emilimini sınırlar böylece kuruma zamanını kısaltır. Ayrıca yıkama sırasındaki yumuşamayı da önlemiş olur.

d)Asetik asit: Ortamın asiditesini sağlar. Film üzerindeki geliştirici ajanı nötralize eder. Asetik asit, sodyumthiosülfat dekompoze eder, sülfür açığa çıkar. Bunu önlemek için solüsyona sodyumsülfite koyulur. Thiosülfatın işlev yapabilmesi pH'ya bağlıdır. Asit olması gerekir. Emülsiyona ulaşan thiosülfat gümüş thiosülfat kompleksi olarak emülsiyondan ayrılır.

e)Su: Eritici maddedir.

2. banyonun süresi 1. banyonun 2 katıdır. Film 2. banyoya sokulduktan sonra 30 sn. kadar beklenmeden ışık açılmamalıdır.

Yıkama: 1.banyodan sonra filmler suyla yıkanmalıdır. 2.banyodan sonra radyograf akan su altında yeteri kadar yıkanmalıdır. Bu süre thiosülfat iyonları ve gümüş thiosülfat komplekslerinin tamamen ayrılacağı kadar bir süre olmalıdır.

Su sıcaklığı 15°C altına düşerse yıkamanın etkinliği azalır.

Yıkama yetersizse kalmış olan gümüş bileşikleri ve thiosülfat renklenme ve lekelenmelerle birlikte mat bir görüntü oluşturur. Bu renklenme gümüş ve thiosülfatın reaksiyona girerek kahverengi gümüş sülfid oluşturmasındandır. Bu da teşhis yönünden yetersiz radyografların elde edilmesine neden olmaktadır.

Kurutma: Yıkandıktan sonra maşa silkelenir, fazla su atılır. Alkolden geçirilir, kurutma dolabına asılır.

GÖRÜNTÜ OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER (RADYOGRAFİK KALİTE)

Dental yapıların radyograflarında, uygun ölçülerde densite, kontrast, detay keskinliği ile minimum büyüme (magnifikasyon) ve distorsiyonlu filmler elde edilmek istenir. Ancak bu koşulları taşıyan radyograflarla en iyi diagnostik bilgi elde edilir. Densite, kontrast ve detay, radyografik kaliteyi belirleyen en önemli faktörlerdir.

DENSİTE :

Bir radyografin göstermiş olduğu koyuluk derecesidir. Bir filmin densitesi, x-ışınlarının, objenin farklı bölgelerinden relatif geçişi ve absorpsiyonu sonucu, emülsiyondaki Ag bromid kristallerine değişik etkileri yoluyla belirlenir. Film üzerindeki siyah metalik gümüş miktarıdır. Bununla doğru orantılıdır.

Densite filme gelen ışık ünitesinin, filmde geçen ışık ünitesine oranının \log_{10} tabanına göre ifadesidir.

$$D = \log_{10} \frac{I_0 \text{ (gelen ışık miktarı)}}{I_1 \text{ (geçen ışık miktarı)}}$$

D=0 ışık % 100 geçiyor
D=1 ışık % 10 geçiyor
D=2 ışık % 1 geçiyor

Densitenin normal sınırları 0.6 – 3 D' dir.

0.6'den düşük densiteli radyograflar açık,

3' den yüksek densiteli radyograflar koyu sayılır ve değerlendirilmeleri zordur.

Densite, densitometre cihazı ile değerlendirilir.

Densiteyi Etkileyen Faktörler :

- 1) kVp, mA: Ne kadar fazla ise densite o kadar yüksek olur. (kısa dalga boylu ışınlar oluşur, penetrasyon artar, densite artar). 65 -100 kVp, en iyi penetrasyonu verir.
- 2) F.S. - Film mesafesi arttıkça densite azalır.
- 3) 1. banyo süresi uzadıkça densite artar.
 1. banyo sıcaklığı 20-23° C' nin üstünde olursa densite artar.
- 4) Ekspoz (ışınlama) süresi arttıkça densite artar. Buna bağlı görüntü koyu ise diğer koşullar sabit tutularak ışınlama süresi $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oranında azaltılır, açık ise 3 - 4 kat arttırılır.
- 5) Diğer faktörler sabit tutulup, film hızı artırılırsa densite ↑.
- 6) Diğer faktörler sabit tutulup, screenlerin hızı artırılırsa densite ↑.
- 7) Diğer faktörler sabit tutulup, 2.banyoda kalma süresi artarsa densite ↓.
- 8) Diğer faktörler sabit tutulup, objenin kalınlığı artarsa densite ↓.
- 9) Maddenin yoğunluğu densiteyi etkiler. Oral kavitedeki yapıların densiteleri farklıdır. Densite açıktan koyuya doğru sırasıyla; 1) Mine, 2) Dentin, 3) Sement, 4) Kemik, 5) Yumuşak doku, 6) Yağ, 7) Hava şeklindedir.

Restoratif metaller mineden daha radyopak görüntü verirler.

KONTRAST :

- Bir radyograf üzerindeki, farklı bölgeler arasındaki densite (koyuluk) farkıdır.
- Radyograf üzerinde; radyopak ve radyolüsent görüntüler arasında farklı birçok ara tonlar, grilikler varsa buna; **Uzun skala – Düşük Kontrast** denir.
- Eğer radyograf üzerinde radyopak ve radyolüsent kısımlar arasında ara geçiş tonları yoksa, hatlar keskinse buna; **Kısa skala – Yüksek Kontrast** denir.
 - Düşük kontrastlı (long scale) radyografların gri tonları fazladır, göze hoş gelmeseler de, obje densitesindeki çeşitli değişiklikleri (çürük gibi) erken dönemde ortaya çıkarırlar. 90 –100 kVp' de oluşurlar.

Yüksek kontrastlı radyograflar, çok az gri tonlarla, temel olarak siyah ve beyaz görüntülü radyograflardır. Kısa skala (short scale) denir. (Siyahtan beyaza geçiş kısa sürer, ara tonlar azdır). 55 - 65 kVp' de oluşturulurlar. Daha keskin görüntülü ve göze hoş gelirler, ancak erken patolojik değişiklikleri gösteremezler. Alanlar siyah (radyolüsent), beyaz (radyopak) ve az sayıda gri tonludur.

Düşük kontrastlı radyograflar, siyah ve beyaz alanların yanı sıra çok sayıda gri tonlar içerirler. Uzun skala (long scale) denir. (siyahtan beyaza geçiş uzun sürer, arada pek çok ton vardır). Görsel olarak yüksek kontrastlı filmler kadar göze hoş görünmezler, ancak gri tonların çokluğu, obje densitesindeki çeşitli değişiklikleri erken dönemde ortaya çıkarır. 90-100 kVp' de oluşturulurlar.

İyi bir kontrast için 70 - 75 kVp ile, ikisinin ortası elde edilmelidir.

Kontrastı Etkileyen Faktörler

1. Cihazın kVp' si arttıkça kontrast düşer (kısa dalga boylu, penetrasyonu fazla ışınlar oluşur).
2. mA etkisi kVp kadar değildir.
3. Objeye bağlı faktörler (atom numarası, obje kalınlığı, densitesi, kimyasal yapısı).
4. Filme bağlı faktörler (filme ulaşan radyasyon miktarı, filmin özellikleri, yapısı, screen kullanımı).
5. 1. banyonun yapısı (hydroquinone).
6. Görüntü değerlendirme koşulları (negatoskop = viewing box = illuminator).

DETAY veya NETLİK :

Görüntü detayı, bir radyografin netlik ve keskinliğine bağlı görsel kalitesidir. Objenin kesin sınırlarıyla görülmesi, bütün oluşumların net olarak izlenebilmesidir.

Detayı Etkileyen Faktörler:

- 1) Fokal spot büyüklüğü arttıkça detay bozulur, penumbra oluşur. Efektif fokal spot büyüklüğü $1 \times 1 \text{ mm}^2$ dir.
- 2) Fokal spot- Objeye mesafesi arttıkça detay iyi olur.
- 3) Objeye-film mesafesi ne kadar azsa detay o kadar iyi olur.
- 4) Işınlama sırasında hastanın, filmin veya röntgen tüpünün hareket etmesi detayı bozar.
- 5) Filmin emülsiyon kısmındaki gümüş bromid kristalleri küçük olursa detay daha iyi olur.
- 6) Filmin emülsiyon kısmındaki gümüş bromidin dağılımı ne kadar homojense detay o kadar iyi olur.

FOG :

Radyografin sisli, puslu görüntüsüdür. Diagnostik görüntüyü bozar.

1. **Kimyasal fog:** Uygun olmayan oranlarda hazırlanmış veya bayat banyo solüsyonlarının oluşturduğu fog.
2. Banyo işlemi sırasında veya öncesinde, film emülsiyonunun ışığa duyarlı olduğu sırada, filmin ışık görmesi sonucu **Işık fogu**.
3. **Scatter radyasyon fogu :** Primer ışınlama dışında başka kaynaklardan filme ulaşan radyasyona bağlıdır.

Fogu Oluşturan Faktörler:

1. Işınlanmamış Ag bromid taneciklerinin kalmasına bağlıdır. (2. banyonun iyi hazırlanmaması, bayat olması, yetersiz sürede yapılması).
2. Film saklanırken, herhangi bir nedenle radyant enerjiye maruz kalması,
3. Filmin bayat (son kullanma tarihinin geçmiş) olması.
4. Filmlerin nemli ve sıcak ortamda saklanması.
5. Banyo sıcaklıklarının normalden fazla olması.
6. Karanlık odada kırmızı ışığın çok parlak olması,
7. Kırmızı ışık altında açık filmin uzun süre tutulması,
8. Karanlık odaya ışık sızması.
9. Banyo sürelerinin uygun olmaması.
10. Karanlık odada sigara içilmesi.
11. Filmlerin içinde kurşun levha bulunmuyorsa fog meydana gelecektir.

Detay ve görüntü netliği yönünden ideal bir radyograf elde edebilmek için gerekli kurallar:

- Maksimum Fokal spot - Film mesafesi: Hasta ağzındaki film ile anottaki Fokal spot arası uzaklık ne kadar fazla olursa, merkezi ışına daha paralel ışınlar objeye gelir ve daha divergent ışınların neden olduğu görüntü büyümesi daha az olur.
- Minimum Obje - Film mesafesi: Diş ve film birbirine olabildiğince yakın olmalıdır. Bu şekilde objenin film üzerindeki görüntüsünde daha az büyüme olur.
- Obje ve film uzun eksenlerinin birbirine paralel ve merkezi ışının her ikisine dik gelmesi gerekir.

Bunlar optimum gerekliliklerdir. İntraoral radyografide, anatomik kısıtlılıklar nedeniyle bu gerekliliklerin hepsine aynı anda uymak olanaksızdır.

Focal Spot - Film Mesafesi : Dişhekimliğinde en çok kullanılan FFD (focal spot, Film mesafesi), 8 -12 -16 inch (20-30-40 cm). 20 cm.den daha az FFD, filmden daha büyük görüntü magnifikasyonlarına neden olabilir. 16 inch (40 cm.lik) FFD, daha iyi görüntü ve hastada daha az radyasyona neden olur.

Tüp Pozisyonu : X-ışını tüpü, cihazın kafasının ön kısmına yerleştirilmiştir ve kon ile bitişiktir. Cihazın kafası üzerine yerleştirilen dikdörtgen veya silindir, açık sonlu kon, x-ışınlarını yönlendirmeye yarar ve cone' un uzunluğu kullanılan fokal uzaklığı saptar.

Ters Kare Kanunu: FFD (focal spot – film distance) seçimi veya değiştirilmesi söz konusu olduğunda “ Ters Kare Kanunu ” gözönünde tutulmalıdır. “Radyasyonun şiddeti, uzaklığın karesi ile ters orantılıdır ” kuralına göre, (kVp ve mA sabit kalmak koşuluyla)

FFD iki katına çıkarılırsa, expoz süresi 4 misli arttırılmalıdır.

FFD 40 cm. Olduğu zaman, radyasyonun şiddeti 20 cm.den daha düşüktür. Aynı güçteki radyasyona ulaşmak için ışınlama süresi 4 kat arttırılmalıdır.

Klinikte Ters Kare Kanunu uygulamasında konun ucu hastanın yüzüne değdirilerek film çekilmelidir. Bu, istenen FFD' yi sağlar. Aksi halde FFD artar ve buna bağlı radyasyonun şiddeti azalır.

Obje - Film Mesafesi : Film objeye (dişe) ne kadar yakın olursa detay o kadar iyi olur, magnifikasyon az olur.

Görüntü Distorsiyon ve Büyümesi : Ağzın anatomik yapısı, obje - film yakınlığı ve obje-film paralelliği ilkelerini birlikte uygulamaya izin vermez. Film dişe çok yakın tutulursa paralelliği kaybolur, paralellik sağlanırsa aradaki mesafe uzar.

Paralel teknikte film dişin uzun eksenine paralel tutulur. Bu durumda ağzın pek çok bölgesinde obje-film mesafesi artar, filmin dişe paralelliğini sağlamak için dişten biraz uzakta konumlandırılır. Obje-film mesafesi artışının yol açtığı görüntü büyümesi, fokal spot-film mesafesi arttırılarak kompanse edilir.

Açı ortayı tekniğinde, film dişe olabildiğince yakın tutulur. Bu durumda, dişin uzun ekseni ve film paralel olamaz. Film düzlemi ve diş uzun ekseninin oluşturduğu açının açıortayını temsil eden hayali çizgiye, x-ışını dik gelecek şekilde yönlendirilir.

Hareket : Görüntü detayını bozan 3 tip hareketlilik vardır; hastanın, filmin hareketi ve x-ray kaynağının hareketi. Hastanın hareketliliği, uygun koltuk ve oturma tekniğiyle kontrol edilir. Tüp veya ışın kaynağının hareketi, x-ray cihazının uygun, düzenli bakımının yapılmaması sonucu ortaya çıkar. Cihazın başı veya kolu titreirse görüntü kalitesi bozulur. Film ağıza yerleştirildikten sonra sabit kalması sağlanmalıdır.

İnceleme Koşulları: Radyograflar mutlaka bir illüminatör (negatoskop) üzerinde incelenmelidir. İdeal olarak oda karanlık olmalıdır. Ünit ışığı veya pencereye tutarak inceleme yapmak sağlıklı olmaz.