


RÖNTGEN BAKIM HAZIRLIKLARI




- 
- Teknolojideki gelişmeler, genel olarak tüm alanlarda özel olarak da tıp elektroniğinde üretim ve hizmetleri önemli ölçüde etkilemiştir. Tıbbi cihazların performansı, cihazdan alınacak hizmet ve verimi kullanıcı açısından çok etkilemektedir. Tıbbi cihazlarda insan/hasta sağlığı boyutu düşünüldüğünde bu durum daha bir önem arz etmektedir. Başarılı bir sağlık hizmetinin verilmesi, teknoloji ürünü olan tıbbi cihaz ve sistemlerin sağlık kuruluşlarında verimli ve güvenilir bir şekilde kullanılmaları ile mümkündür.

- Ülkemize her yıl yüklü miktarlarla tıbbi cihazlar ithal edilmekte fakat bu cihazlar verimli bir şekilde kullanılamamakta hasta ve kullanıcılar açısından önemli riskler içermektedir. Bunun başlıca sebebi bakım, onarım ve kalibrasyon hizmetlerinin yetersizliğidir. Bu nedenle tıbbi cihazların kullanım ömürlerinin uzatılması, yüksek maliyetli arızaların oluşmaması, kullanıcı ve hastalara zarar verebilecek kazaların en aza indirilebilmesi açısından cihaz bakımları oldukça önem kazanmaktadır. Tıbbi cihazlardaki arıza ve tehlikeler, insan sağlığını doğrudan etkilediği gibi uzun süreler arızalı kalan cihazlar da cihazı kullanan kurumları ekonomik olarak ciddi boyutlarda kayba uğratmaktadır. Bu sakıncaların giderilmesi planlı bir bakım organizasyondan geçmektedir.

Bakım Takvimleri

- Planlı bir bakım işlemi;
- Hasta, personel ve ziyaretçilere yönelik olarak oluşabilecek tehlike riskini azaltır.
- Cihazın arızalanmasını önlediğinden, hizmetin aksamadan sürekliliğini sağlar.
- Cihazın güvenilirliğini sağlar.
- Meydana gelebilecek arıza ve aksaklıkların önceden bilinmesini sağlar.
- Kaza ve hasarların neden olabileceği can ve mal kaybını önler.
- Onarım işini kolaylaştırır.
- Eksilen ve eskiyen, yenilenerek cihazın kullanım ömrü uzatılır.

- 
- Bu nedenle, cihaz bakımlarında cihazların servis el kitapçıklarında belirtilen talimatlar ve doğru zaman periyotlarında bakım işlemlerinin gerçekleşmesi önemlidir.
 - Bakım hizmetlerinin zamanında ve aksatılmadan yapılabilmesi için bakım takvimlerinin oluşturulması gerekmektedir. Özellikle birden fazla röntgen cihazının bulunduğu birimlerde bakım hizmetinin aksamaması ve takip edilebilmesi için bakım takvimleri gereklilik hâlini almıştır. Bakım takvimleri her cihaz için ayrı ayrı çıkarılmalıdır.


Bakım Malzemeleri


- **Temizlik ve yağlama malzemeleri:**
- Uygun temizlik bezleri
- Aşındırıcı olmayan hastane ortamlarında kullanılan temizleme solüsyonları
- Ilık su
- Elektronik kart temizleme solüsyonları
- Uygun özellikte makine yağı


Bakım Kuralları


► Röntgen cihazlarının bakımında genel olarak aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir. Bu işlemler aşağıda sıralanmıştır:


Temizleme: Elektronik levhalar, ızgaralar, filtreler, fotosel ve reflektörler, yataklarında aralarında bulunduğu dâhili parçaları toz ya da nemden temizlemek amacı ile uygulanır

- 
- **Yağlama:** Zincirler, sevk kanalları ve yatakların da aralarında bulunduğu hareketli parçaları yağlamak amacıyla uygulanmaktadır.
 - **İşlev kontrolü:** Odadaki bütün malzemeler, dikey kolun hareketi, tezgâh, sütunun işlevselliği, frenler, konsol anahtarları, lambalar ve göstergeler, kolimatör vb.'inin işlev kontrolünün gerçekleştirilmesi amacıyla uygulanmaktadır.

- 
- **Ayarlar ve kalibrasyonlar:** Masa, sütun ve dikey kol ile ilgili ayar ve kalibrasyonların gerçekleştirilmesine yönelik olarak uygulanmaktadır.
 - Yukarıda sözü edilen bakım işlemleri yapılırken cihazın servis el kitabında bulunan bakım kurallarına dikkat edilmelidir. Ancak bununla birlikte genel olarak tanımlanmış aşağıdaki kurallara da uyulmalıdır.

- 
- Elektrikli cihazların elektrik şebekesiyle olan bağlantıları öncelikle panodan kesilmelidir.
 - Cihaz içinde çevreye zararlı olan, bu nedenle özel işlem yapılması gereken radyoaktif madde, zehirli kimyasal maddeler gibi özel işleme tabi malzeme ve maddeler usulüne uygun olarak ortadan kaldırılmalıdır.
 - Cihazlar sökülürken yalnız çalışılmamalıdır. Acil durumlarda yardım edecek en az bir kişinin olması cihaz mahallinde çalışan personelin yararınadır


- 
- Tanınmayan ya da üzerinde bilgi sahibi olunmayan cihazlar sökülürken ekstra bilgi edinilmelidir. Demontaj için gerekli bilgiler cihazı kullanan personelden ve cihazın temsilciliğini yapan firmalardan soruşturulup toplanmalıdır. Bu gibi durumlarda cihazın parçalarını gösteren yedek parça listelerinden ve montaj kitapçıklarından yararlanılmalıdır.
 - Cihazların içinde şarjlı kalmış kondansatörlere, basınç ya da vakum altında bulunan elemanlara karşı özel dikkat sarf edilmelidir





► Söküm mahalli sürekli temiz ve tertipli bulundurulmalıdır. Etrafta saçılmış ya da atılmış parçalar ve yağlar kaymaya, düşmeye ve tehlikeli durumlarda kaçış için gerekli olan yolun tıkanmasına neden olur.


Hareket serbestisini kısıtlayan büyük kapak ve hafif parçalar demontaj mahallinden başka bir yere istiflenmelidir.


► □ Öncelikle cihazın yan bağlantıları ve aksesuarları (örneğin; masalar, kabinler, yağ pompaları, monitörler, kablo bağlantıları, YG trafoları vb. gibi) sökölüp ayrılmalıdır ve bunlar cihaz mahallinden uzaklaştırılmalıdır.


- 
- Ana parçalar ağırlık merkezinin görülebileceği ya da tahmin edilebileceği yere kadar malzemedan arındırılmalıdır.
 - Sökümler esnasında insan gücü mümkün olduğunca az kullanılmalıdır.
 - Söküm yapılırken eksik teçhizat ve alet olmamalıdır. Bu durum can, mal ve zaman kaybına yol açabilir.
 - Gerek söküm gerekse yükleme esnasında gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu alanlara yetkisiz kişilerin girmesine izin verilmemelidir.


- 
- Ağırılık merkezinin yüksekte olduğu yükler için devrilme tehlikesi mevcuttur.
 - Gerektiğinde teleskopik vinç kolu uyumlu olarak kullanılarak ağırılık merkezi kasaya yakın hâle getirilebilir. Yük çekilirken ve kasaya yatırılırken yükün sallanmasına ve aniden yıkılmasına izin verilmemelidir.
 - Cihaz üzerinde lazım olabilecek parçalar sökülmemelidir. Kıymetli hiç bir parça,vida bile, cihaz üzerinde bırakılmamalıdır.
 - Ağır parçalar sökülürken denge noktalarından askıya alınmalı ve desteklenmelidir.
 - İşlemi yapan kişiler üzerlerine fazla bol elbise giymemelidir. Fazla dar elbise de hareketleri kısıtlayabilir.

- 
- Çalışma alanı uygun bir şekilde aydınlatılmalıdır. Bu, söküm işini kolaylaştırdığı gibi, ayrıntıların da kolayca görülmesine yardımcı olur. Ayrıca aydınlık ortam çalışan personelin morali üzerinde olumlu etki yapar. Bu iş için uzatma kabloları ve uygun güçte ışıldaklar kullanılmalıdır. Aydınlatma gereçleri uygun yerlere konmalıdır.
 - Cihaz sökülürken üzerine çıkılmamalıdır. Hareketli parçalar, söküm ve askıya alma esnasında vida ve somunla sabitlenmeli ya da zincirle sıkıca bağlanmalıdır.
 - Zincir halkaları somun ve vidayla birbirine tutturulmalıdır. Zincirlere sadece klasik tarzda düğüm atmak yeterli olmayabilir.

- 
- Cihazın dengesini sağlayan dengeleme ağırlıkları sırayla ve tedbirli olarak çıkarılmalıdır. Bu esnada dengelenen ağırlıklar asılmalıdır. Her hareketin nelere mal olacağı kestirilmelidir.
 - Asma maksadıyla kullanılan zincir ve örme kemerlerin parça üzerinden kaymalarını önleyecek tedbirler alınmalıdır. Bunlar uygun şekilde sabitlenmelidir.
 - Yıpranmış ve eskimiş zincir, urgan, elik halat ve örme kemerleri kullanılmamalıdır.
 - Her ne olursa olsun büyük parçaların aniden düşmelerine izin verilmemelidir.
 - Kontrol dışı hareketlere meydan verilmemelidir.

- 
- Metal kıymıklarının ve basınçlı hortumların örme kısımlarının ellere batmaması için uygun kuvvetlendirilmiş eldiven giyilmelidir.
 - Yüksek devirli kesme taşıyla çalışılırken etrafta bulunanlara zarar verilmemesi için bulunulan yer tahliye edilmelidir. Çıkan kıvılcımların gözlere zarar vermemesine, malzemeleri etkilememesine veya tutuşmaya neden olmamasına dikkat edilmelidir. Bu ve benzeri malzeme bulunulan yerden ya uzaklaştırılmalı ya da üstü yanmaz bir örtüyle örtülmelidir. Uygun gözlük, eldiven kullanılmalıdır.

- 
- Sökümde en kısa yol bulunmalıdır. Aksi takdirde hem zaman kaybına neden olunacak, hem de malzemeye hasar verilebilecektir.
 - Malzemelerin taşıma ve kaldırma kapasiteleri iyi bilinmelidir. Aksi takdirde alet ve cihazlara zarar verilebilir, yaralanmalara ve ezilmelere neden olunabilir.
 - Elektronik kart gibi hassas ve kırılğan malzemeleri mekanik ve ağır metal malzemelerle yan yana getirmemeye, koymamaya ve nakletmemeye özen gösterilmelidir.
 - Sökülen ağır ve tehlikeli parçalar açıkta ve askıda bırakılmamalı, statik uygunluk sağlanarak depolanmalıdır.

- 
- Taşıyıcı araç, gereç, alet ve malzemenin kaldırma ve taşıma kapasitelerini, malzemenin ağırlığını doğru tahmin ederek aşmamaya özen gösterilmelidir.
 - Yukarıda sözü edilen kurallar genel olarak dikkat edilmesi gereken kurallardır.
 - Bununla birlikte bakım yapılacak cihazın özelliklerine göre servis el kitapçıklarında
 - belirtilen kurallara dikkat edilmeli ve ek kurallar belirlenmelidir.

RÖNTGEN ÜNİTELERİNDE TEMİZLİK VE YAĞLAMA

- . Röntgen Ünitelerinde Temizlik
- Röntgen cihazlarının bakımında temizlik önemli bir yer tutmaktadır. Cihazın işlevini doğru ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirebilmesi için cihaz elemanlarının toz ve yabancı maddelerden arındırılması ve korunması gerekmektedir. Bu nedenle bakım aşamasında temizlik yapılması da gerekmektedir.
- Her türlü cihaz ve özellikle de elektronik cihazlar için en büyük düşmanlardan biri de tozdur. Röntgen cihazlarının birçoğunun da elektronik olduğu düşünülür ve genel olarak tozun zararları göz önüne alınırsa, bu olumsuz etkinin cihazlardan uzak tutulması gereği daha iyi anlaşılır.



➤ Tozun zararlı etkileri şöyle belirtilebilir:

☐ Isı transferini durdurarak, aktif enerji harcayan elemanların sıcaklığının artmasına neden olur.

➤ ☐ Isı izolasyonu sağladığından soğutucuların görev yapmasını önler.

➤ ☐ Yüksek gerilim tatbik edilen plakaların veya elektrotların çalışmasına mani olur.


➤ Elektriksel yolu kısaltır. Atlamalara neden olabilir.

➤ ☐ Elektriksel temasın kötüleşmesine ya da tamamen ortadan kalkmasına neden olur.

➤ ☐ Hareketli mekanik aksamın sürtünme nedeniyle yıpranmasına ve aşınmasına sebep olur.


➤ ☐ Yağların özelliğini (akışkanlığını) bozar.


➤ ☐ Mekanik elemanların hareketine (sıkışmalar) mani olur.

- 
- Yağların özelliğini (akışkanlığını) bozar.
 - Mekanik elemanların hareketine (sıkışmalar) mani olur.
 - Cihazların kirli ve kötü görünmesine ve dış yüzeylerin çizilmesine, matlaşmasına sebep olur.
 - Kamera gibi görüntüleme cihazlarının etkin çalışmasını engeller (görüntü kalitesi).
 - Cihaz civarında bulunanların solunum yollarında birikerek sağlık problemlerine yol açar. Mikrobiyolojik kirlenmeye ve bulaşmaya neden olur.
 - Röntgen cihazlarının temizliğine geçmeden önce cihazın enerjisinin kapalı olduğundan emin olunuz

. Dış Yüzeylerin Temizliği


- Röntgen cihazlarınının servis el kitaplarında temizlik kuralları detaylı olarak açıklanır.
- Temizlik yaparken bu kurallar çerçevesinde yapmak gerekmektedir. Ancak genel olarak bu kurallara örnek verecek olursak şu şekilde sıralayabiliriz:
- Dış kapakları ve yüzeyleri, özellikle aşındırıcı kimyasal maddeler mevcutsa, yumuşak sabun ve ılık suyla nemlendirilmiş bezle sık sık temizleyiniz. Temiz suyla nemlendirilmiş bir bezle durulayınız.
- Hiçbir türde temizleyici maddeler ve kullanmayınız.
- Plastik yüzeyleri temizlemek için sabun ve sudan başka bir şeyi asla kullanmayınız. Diğer temizleyiciler plastiğe zarar verebilir.

- 
- Yakıcı (corrosive), uçucu (solvent) veya aşındırıcı (abrasive) deterjan ve boyaları asla kullanmayınız.
 - Herhangi bir ekipmana su ve diğer sıvıların girmediğine emin olunuz. Bu önlem cihazı kısa devre ve parçalar üzerindeki yanmalardan koruyacaktır.
 - Konsol klavyelerini ve ekranları yumuşak sabun ve ılık suyla nemlendirilmiş bir bezle temizleyiniz. Temiz suyla nemlendirilmiş bir bezle durulayınız.
 - Dezenfeksiyon amaçlı kullanılan yöntemler yasal kurallar çerçevesinde olmalıdır.

- 
- Kullanılan dezenfektanlar gazların patlayıcı karışımlarını içeriyorsa bu gazlar ekipman çalışır duruma getirilmeden temizlenmeli, uzaklaştırılmalıdır.
 - Spreyler ile dezenfeksiyon önerilmez çünkü X-ray ekipmanlarının içine girebilir.
 - Eğer oda dezenfeksiyonu bir atomizer ile yapılıyorsa, ekipmanın kapalı olması, soğumasının sağlanması ve plastik örtü ile kaplanması önerilir. Dezenfektan buharları çöktüğünde, plastik örtü kaldırılabilir ve ekipman silme ile dezenfekte edilebilir.


Kabin İçi Temizliği

- Röntgen ünitelerinde kapalı kısımlarda bulunan cihaz elemanlarının özellikle yüksek voltaj ünitelerinin temizliği oldukça önemlidir. Bu kısımların temizliği yapılırken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.
- Yüksek voltaj ünitesi kabin kapaklarını servis el kitabında belirtilen şekilde çıkarınız.
- Aküyle alışan jeneratörler için her zaman iç koruma kapaklarını yerinde tutunuz. Kontaktör ve şarj cihazı terminalleri üzerinde, cihaz ana akım kaynağından kesilse bile tam akü voltajı mevcuttur.
- Depolama kondansatöründe herhangi bir kalıntı şarj akımı olmadığından emin olunuz.
- Güç kabininden dış giriş kapaklarını çıkarınız

- 
- Tüm ana parçaları toz ve yabancı maddeler için gözle inceleyiniz.
 - Kısa devreye neden olabilecek maddeler ve gevşek irtibatlar için dikkatle muayene yapınız.
 - Eğer aşırı toz varsa, kuru bir fırça veya elektrik süpürgesi yardımıyla kabin içini temizleyiniz.
 - Kabin içinde fan varsa uygun şekilde çalıştığından ve kabin havalandırma deliklerinin kapanmamış olduğundan emin olunuz

Elektronik Kart, Soket ve Röle Temizliği

- Cihazın üzerinde bulunan elektronik kartlar, soket ve röleler üzerinde oluşan toz ve yabancı maddeler yukarıda da sözünü ettiğimiz sakıncaları yaratabilir. Bu nedenle bakım esnasında bunların temizlenmesi gerekmektedir. Temizlik esnasında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.
- Röntgen cihazlarında kullanılan elektronik kartlar servis el kitabında belirtilen talimatlar doğrultusunda karta zarar vermeden dikkatlice sökülmelidir.
- Kartların tozu basınçlı hava ile alınmalıdır. Gerektiğinde kıl fırça kullanılmalıdır. Ancak ayarlı pot gibi elemanların değerlerinin değişmemesine dikkat edilmelidir.


- 
- Kart üzerindeki iletim yollarına çıplak elle dokunulmamalıdır. Eldeki yağ, kirler ve terleme ile oluşan sıvılar iletim noktaları ve hatları üzerinde olumsuz etkiler yapabilir.
 - Konnektörler yağsız spreyle temizlenmelidir.
 - Kart üzerinde kimyasal tuzların varlığına bakılmalıdır. Varsa bu artıklar temizlenmeli ve kart kurutulmalıdır. Gerektiğinde basınçlı hava üflenmeli ya da sıcak hava üfleyiciden istifad edilmelidir. Kartlar basınçlı hava ile temizlenirken, ayar potlarının ve diğer hassas elemanların değer değiştirmemesine dikkat edilmelidir.
 - Bilhassa ayakları gümüş kaplı elemanlar, oksitlenmiş röle kontakları temizlenmelidir. (Kaol, daktilo silgisi, sıfır zımpara ve benzeri temizlik elemanları kullanılır. Eğe kullanmak yüzeyleri pürüzlü hâle getirir, bu yüzden tavsiye edilmemektedir.)


. Röntgen Ünitelerinde Yağlama

- Birçok tıbbi cihazda olduğu gibi röntgen cihazlarında da hareketli parçalar mevcuttur.
- Bu parçalar genel olarak röntgen masalarında statiflerde ve tüp taşıyıcı sistemlerde mevcuttur. Hareketli parçalar genel olarak belirli yataklarda ya da rulmanlar üzerinde hareket eder. Bu parçaların hareketi rahatlatmak, sürtünmeyi azaltmak ve tozdan korumak için yağlanmaları gerekmektedir.
- Ayrıca jeneratörlerde ve röntgen tüplerinde ve yüksek voltaj bağlantılarının bulunduğu noktalarda yalıtım amaçlı olarak da yağ kullanılmaktadır.
- Röntgen cihazlarının bakım aşamasında bu bölgelerdeki yağlanma kontrol edilmeli ve
- gerekiyor ise uygun yağla yağlama yapılmalıdır.

RÖNTGEN BAKIM AŞAMALARI

- Röntgen cihazlarında bakım yapılırken aşağıdaki işlemler uygulanmaktadır. Bunlar;
- Temizleme
- Yağlama
- İşlev kontrolü
- Ayarlar ve kalibrasyonlardır.

- 
- Bu işlemler sırasıyla yapılabileceği gibi sistem içindeki ünitelerde sıraya bakılmaksızın da gerçekleştirilebilir.
 - Temizleme ve yağlama ile ilgili bilgiler bir önceki öğrenme faaliyetinde anlatılmıştı.
 - Burada diğer bakım aşamaları anlatılacaktır. Ancak bakım tüm bu işlemleri içermektedir. Bu yüzden gerekli görülen durumlarda temizlik ve yağlama farklı aşamalarda tekrar edebilir.
 - Bakım işlemi gerçekleştirilirken röntgen sistemi içindeki tüm ünitelerde aşağıdaki işlemlere dikkat edilmesi gerekmektedir.


- 
- Sistem bütünlüğü kontrolleri
 - Hareketli ve sabit kısımların bakımları
 - Ek parça ve aparatların bakımları
 - Röntgen masasının bakımı
 - Tüp statifi ve tüp tutucunun bakımı
 - Akciğer statifinin bakımı
 - Kumanda masasının bakımı
 - Yüksek voltaj ünitesinin bakımı
 - Röntgen tüpünün bakımı
 - Periyodik ölçümler
 - Bakım kayıtları

Sistem Bütünlüğü Kontrolleri

- Daha önceki Fonksiyon Testi modülünde de sözünü ettiğimiz gibi, röntgen cihazlarında sistem bütünlüğü cihazın doğru ve güvenilir çalışabilmesi için oldukça önemlidir. Bu nedenle röntgen cihazlarının periyodik bakımları yapılırken sistem içinde yer alan ünitelerin birbirleri ile koordineli bir şekilde doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.


Röntgen Masasının Bakımı

- Röntgen masası bakımı yapılırken aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir.
- Jeneratör ve ana şalteri kapalı konuma getiriniz. Masada voltaj olup olmadığını kontrol ediniz.
- Ön kapakları çıkarıp elektronik kremayerler ve levhaları temizleyiniz.
- Masanın demir vidalarını kontrol ediniz, bu vidaların çok sıkı olması gerekmektedir.
- Masanın elektrik bağlantılarını yapınız ve operatör şalterini (el ve ayak şalterini) kontrol ediniz

- 
- Tezgâh frenlerini kontrol ediniz ve hareketin düzgün bir şekilde gerçekleştiğinden emin olunuz.
 - Yatay kol frenlerini serbest bırakınız ve hareketin olup olmadığını kontrol ediniz.
 - Kaset film tablasını çıkarıp doğru işlev gösterip göstermediğini kontrol ediniz.
 - Hareketli parçaları uygun şekilde yağlayınız.


Tüp Statifi ve Tüp Tutucu Bakımı

- Tüp statifi bakımı yapılırken aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir
- Jeneratör ve ana şalteri kapalı konuma getiriniz. Tüp statifinde voltaj olup olmadığını kontrol ediniz.
- Ön kapakları çıkarınız ve çelik kablo ve eş ağırlık düzeneğini kontrol ediniz.
- Frenleri kontrol ediniz.
- Demir vidaları kontrol edip bu vidaların çok sıkı olduğundan emin olunuz.
- Ana şalter ve jeneratörü açık konuma getiriniz ve sütun ve tüp kolimatör düzeneğinin bütün hareket yollarının kapandığından emin olunuz.
- Sütunun hareketini, yatay ve dönüşel olarak kontrol ediniz.
- Hareketli kısımları yağlayınız.

- 
- Tüp kolimatör düzeneğinin hareketini dikey olarak, teleskopik kolun hareketini ve dönüşünü kontrol ediniz. Kurulan kontrol mekanizmalarının da kontrol edilmesi gerekmektedir.
 - Tüpü 0o olarak tezgâhın üzerine yerleştiriniz ve göstereyi merkezleyen röntgen gösterge lambası ve şasinin hizalı olduğundan ve bunların 30 saniye sonra kapalı konuma geldiğinden emin olunuz.
 - Kolimatör üzerinde, ışık ışınının röntgen ışınıyla merkezlendiğinden ve hata payının odak-film aralığında % 1'den fazla olmadığından emin olunuz


Akciğer Statifinin Bakımı

- Akciğer statifinin bakımı yapılırken aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir.
- Jeneratör ve ana şalteri kapalı konuma getiriniz. Kolonda voltaj olup olmadığını kontrol ediniz.
- Akciğer statifi ön kapaklarını çıkarınız, çelik kablo ve frenleri temizleyiniz.
- Demir vidaları kontrol ediniz. Bu vidaların çok sıkı olması gerekmektedir.
- Ana şalter ve jeneratörü açık konuma getiriniz ve kolonun bütün hareket yollarının kapandığından emin olunuz

- 
- Hareketli kısımların yağ kontrolünü yapıp gerekiyorsa yağlayınız.
 - Mekanik freni kontrol ediniz.
 - Kol frenine basıp dikey hareketin serbest hâle geldiğinden ve her noktada eşit olarak gerçekleştiğinden emin olunuz.
 - Kaset film tablasını çıkarınız ve bunun düzgün bir şekilde işlev gösterdiğinden emin olunuz.

Kumanda Masası Bakımı

- Kumanda masası bakımı yapılırken aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir.
- Bağlantıları ve konsolun arka tarafındaki ara irtibat kablolarını kontrol ediniz.
- Eğer uygulanıyor ise el anahtarı durumunu kontrol ediniz. El anahtarı kablosunun ve konsola bağlantılarının iyi durumda olduğunu kontrol ediniz.
- Kumanda masası kapaklarını açarak iç kısımda kısa devre edici yabancı cisimler olmadığını kontrol ediniz.
- Elektronik kartları temizleyiniz.
- Bağlantı noktalarını kontrol ederek gevşeme olup olmadığını kontrol ediniz.

- 
- Basma düğmelerinin, ekranların ve göstergelerin doğru çalıştığını aşağıdaki testi yapmak suretiyle kontrol ediniz.
 - Kontrol konsolu üzerindeki ON basma düğmesine basmak sureti ile jeneratörü açınız.
 - Bir radyografi tekniği seçiniz ve seçilen iş istasyonunun ve odak spot göstergelerinin yanmış olduğunu gözlemleyiniz.
 - Konsol üzerinde teknik parametrelerin gösterilmiş olduğunu gözlemleyiniz.
 - Teknik parametreleri değiştiriniz ve değişikliklerin doğru şekilde gösterildiğini gözlemleyiniz.
 - 70 kV, 25 mA, 100ms seçiniz.

“Prep” düğmesine basınız ve “Ready” göstergesinin yandığını kontrol ediniz.

- Tipik bir poz alınız ve radyografik pozun sinyal sesi verdiğini ve durum göstergesinin röntgen pozunu esnasında doğru olarak çalıştığını kontrol ediniz.
- Eğer AEC monte edilmiş ise, AEC ile bir teknik seçiniz ve seçilen AEC kontrollerinin göstergelerinin yandığını gözlemleyiniz.
- Eğer APR monte edilmiş ise, bir APR tekniği seçiniz ve seçilen hasta ebadı göstergelerinin yandığını ve APR ekranı üzerinde anatomik görüntülerin gösterildiğini gözlemleyiniz.
- Bir görüş seçiniz ve seçimin APR ekranı üzerinde gösterildiğini ve bunun RAD ekranı üzerinde ilgili parametrelerinin gösterildiğini gözlemleyiniz.
- APR tekniğini değiştiriniz ve seçimin ve parametrenin her iki ekranda da değiştiğini gözlemleyiniz.

Röntgen Tüpü Bakımı

- Röntgen tüpü bakımı yapılırken aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir.
- Röntgen tüpü muhafazası üzerinde yağ sızıntısı olup olmadığını kontrol ediniz.
- Tüm parçaların mekanik kontrolünü yapınız ve sağlam olduğuna emin olunuz.
- Yüksek voltaj kablo terminalleri üzerinde bulunan yüksek voltaj gres yağının temiz ve kıvılcımlama belirtisi olmadığını kontrol ediniz. Gerekirse tekrar yağlayınız.

Yüksek voltaj terminal halkalarının doğru ve sıkı bağlandığını kontrol ediniz.

- Yüksek voltaj tüpü vakum kontrolünü yapınız.
- Tüp havbesi içindeki yağın yalıtkanlık testini yapınız.
- Daha önceki Fonksiyon Testi modülünde açıklanan ölçümleri yapınız.
- Röntgen tüplerinde kullanılan yağların yalıtkanlık testleri yapılırken yağ, havbeden boşaltılır. Yağ test cihazının yağ haznesine bir miktar yağ konularak cihaz üzerindeki elektrotlardan enerji uygulanmak suretiyle yağın yalıtkanlık özelliği ve ısı iletim kapasiteleri test edilir. Uygun yağ tekrar havbe içine boşaltılır. Özelliğini kaybetmiş yağlar değiştirilir

KULLANILMAMIŞ FİLMLERİ KORUMAK

- Röntgen filmleri, radyolojik tetkik sonrası teşhis amaçlı verileri taşıyan materyallerdir.
- Röntgen filmi, radyogram ya da röntgenogram olarak adlandırılır.
- Radyografinin, fotoğrafçılık ile benzer yönleri vardır. Fotoğrafik görüntü oluşturmak için görülebilen ışığa duyarlı fotoğrafik emülsiyon tabakası içeren fotoğraf filmi kullanılır.
- Fotoğraf çekimi bittikten sonra film banyo edilerek negatif görüntü elde edilir. Negatif görüntü, fotoğrafik emülsiyon sürülmüş fotoğraf kartı üzerine düşürülür. Kartın banyo edilmesi sonucu kart üzerinde pozitif görüntü oluşur

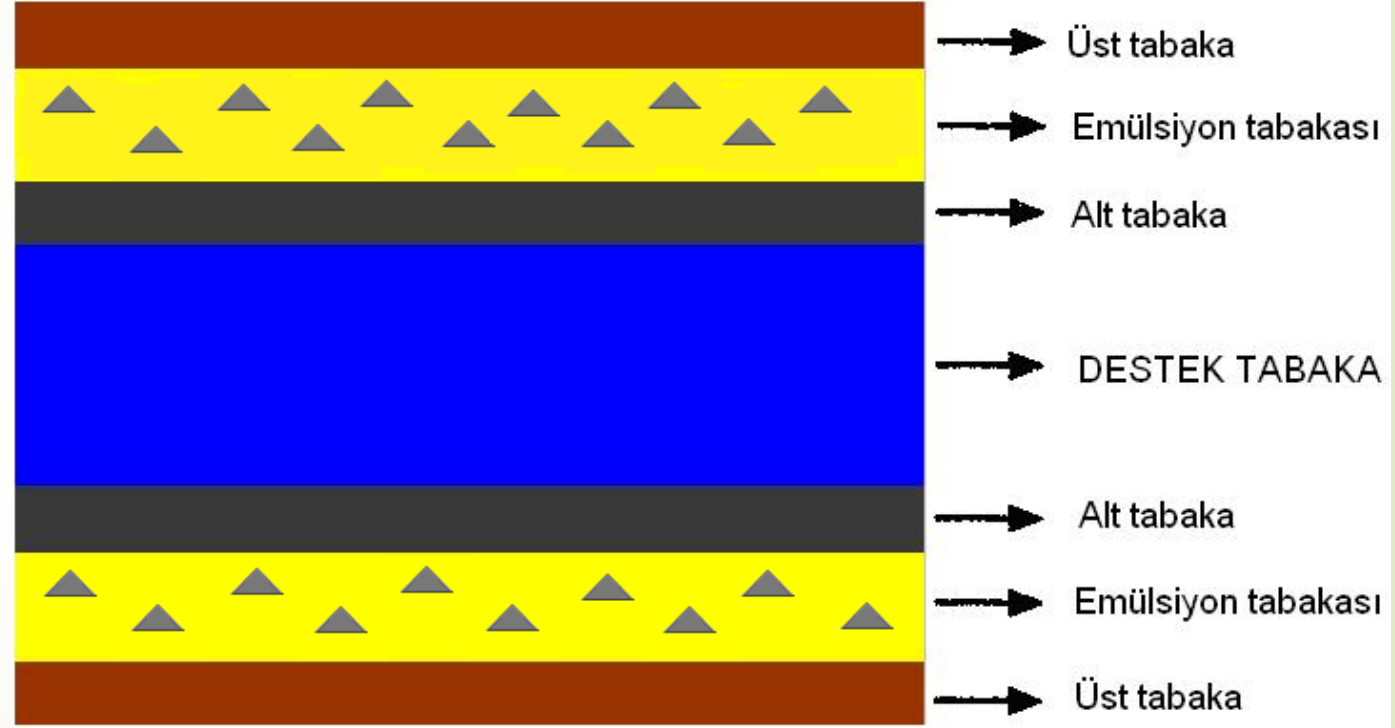
Fotoğrafçılıkta elde edilen negatif film radyografide röntgen filmine karşılık gelir

- Güneş ışığı, gözle görülmeyen çeşitli ışınlar, kimyasal maddeler, yüksek ısı, nem ve mekanik baskı, röntgen filmleri üzerinde zararlı etkiler yapar. Bu nedenle kullanılmamış röntgen filmlerinin depolanmasında çok dikkatli davranılmalıdır. radyografik kalitenin düşmesine neden olur. Filmlerin bayatlaması, yapıları ve korunma şartları ile ilgilidir.
- Röntgen filmlerinin, üretildiği tarihten, tüketileceği en son tarihe kadar geçen süreye filmlerin **raf ömrü** denir. Filmler uygun koşullarda korunduğunda, raf ömürleri de uzar.
- Filmlerin bayatlaması, radyografik kalitenin düşmesine neden olur.
- Vücudu geçen x-ışınları, üzerinde fotoğrafik emülsiyon tabakası bulunan röntgen filmine düşürülerek görüntü elde edilmektedir

. Röntgen Filmlerinin Yapısı ve Özellikleri

➔ Yaklaşık olarak 1/3 mm kalınlığında olan röntgen filmleri, dört tabakadan meydana gelmektedir. Bunlar:

- ➔ Destek tabaka
- ➔ Alt tabaka
- ➔ Emülsiyon tabaka
- ➔ Üst tabaka



Destek Maddenin Yapısı ve Özellikleri

➤ Destek maddeye **base** de denir. Filmin en kalın tabakasıdır (yaklaşık 150- 250 mikro milim). Filmin diğer tabakalarına iskelet görevi görür. Filmin, banyo işlemi sırasında boyutunun değişmemesi gerekir. Destek madde, x-ışınlarını tamamen geçirmelidir. Bu özellikleri taşıdığından dolayı, destek madde son yıllarda polyesterden yapılmaktadır. Filmin negatoskopta incelenmesi sırasında, inceleyen kişinin gözünü yormaması için, destek maddeye hafif mavi renk karıştırılır.

Alt Tabakanın Yapısı ve Özellikleri

- Alt tabaka, destek tabakanın her iki yüzünde bulunan çok ince bir tabakadır.
- Emülsiyon tabakasının, destek maddesine yapışmasını sağlar. Bu tabaka, selüloz esteri, sulu jelatinin ve aseton karışımından elde edilir.

Emülsiyon Tabakasının Yapısı ve Özellikleri

- Görüntünün kaydedildiği tabakadır. Alt tabakanın her iki dış yüzeyi, 5–25 mikromilim kalınlığında emülsiyon tabakası ile kaplanmıştır. Bu kalınlık, film tipine göre değişir.
- Emülsiyon tabakası, jelatin ve gümüş halid kristallerini (% 95 AgBr, % 5AgI) içerir.
- Radyolojik filmlerin kalitesini belirleyen hız, kontrast ve rezolüsyonları (bir sistemin objeyi görüntüleyebilme yeteneği), emülsiyon tabakasındaki gümüş halid kristallerinin gümüş tuzlarının) boyutu ve miktarına göre değişir.

Çift emülsiyon tabakasının yararları: Klasik röntgen filmlerinde kullanılan çift emülsiyon tabakası, filmin duyarlılık ve kontrastını artırır. Çift emülsiyon, imajı kuvvetlendirdiği için ışınlama süresi de kısalmış olur.

Jelatin maddesi ve özellikleri: Film yapımında kullanılan jelatin, hayvanların tırnakları, kıkırdakları ve kemiklerinin kaynatılmasından elde edilir. Isıtıldığında akışkan hâle geçerken soğutulduğunda ise saydam bir tabaka oluşturur. Işın geçiren özelliktedir. Emülsiyon tabakasında bulunan gümüş halid kristallerinin, homojen olarak dağılmasını sağlar. Banyo işlemi sırasında, gümüş halid kristallerinin banyo solüsyonlarıyla reaksiyonu için uygun ortam oluşturulur.

Üst Tabakanın Yapısı ve Özellikleri


- Üst tabakaya koruyucu tabaka da denir. Jelatinden yapılmıştır. Emülsiyonu, mekanik hasarlardan korur. Temizlenme yüzeyi sağlar. Statik elektrik birikimini engeller.

Film Çeşitleri

- Radyolojide kullanılan filmler, ışınlama şekillerine, renk hassasiyetlerine ve kullanım alanlarına göre radyografi filmleri, dijital görüntülemeye kullanılan filmler, mamografi filmleri, özel amaçlı filmler, diş filmleri, sine radyografi filmleri olmak üzere değişik başlıklar altında incelenir.

Radyografi Filmleri

- Vasıtasız (ranforsatörsüz) filmler: Bu filmler, karton zarfların içinde ranforsatörsüz olarak kullanılır. Direkt röntgen ışınlarıyla ışınlanır. Emülsiyon tabakaları, diğer filmlere göre daha kalın ve daha fazla gümüş halid kristalleri içerirler. Özellikle ekstremitte grafilerinde detay mükemmeldir. Bu filmlerin ışınlama süresi diğer filmlere göre daha uzun olduğu için hastaya yüksek oranda radyasyon verilmiş olur. Bu nedenle günümüzde kullanımını çok kısıtlıdır


- 
- Vasıtalı (ranforsatörlü) filmler: Bu filmler, ranforsatörlü (screenli) kasetlerde kullanılır. Filmin iki tarafında da emülsiyon vardır. Günümüzde, radyolojik çalışmalarda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Çok çeşitli boyutlarda üretilmektedir. Radyoloji ünitelerinde 18x24 cm, 24x30 cm, 35x35 cm, 30x40 cm, 35x43 cm boyutlarındaki filmler sıklıkla kullanılmaktadır.


Renk Hassasiyetlerine Göre Filmler

- Monokromatik filmler: Tek renge duyarlı filmlerdir. Maviye ve yeşile duyarlı filmler olmak üzere iki gruba ayrılır.
- Ortokromatik filmler: Hem mavi ışığa hem de yeşil ışığa duyarlı filmlerdir.
- Pankromatik filmler: Tüm ışıklara duyarlı filmlerdir.

Dijital Görüntüleme Yöntemlerinde Kullanılan Filmler

- Video-kayıt filmleri: Dijital görüntü oluşturan radyolojik cihazlarda (bilgisayarlı tomografi, dijital radyografi, manyetik rezonans, ultrasonografi, nükleer tıpta vb.) görüntülerin aktarıldığı filmlerdir. Görüntü almak için multiformat kamera kullanılır. Film x-ışınıyla değil, kameranın monitöründen gelen ışıkla görüntü oluşturur. Bu filmler ortokromatik (mavi-sarı ışığa duyarlı) ve tek emülsiyonludur. 20x25 cm (8x10 inç), 28x35 cm (11x14 inç), 35x43 cm (14x17 inç) olmak üzere üç boyutta üretilmektedir

- 
- Laser kamera filmi: Bu filmler tek emülsiyonludur. Emülsiyon tabakasında, ince tanecikli (greenli) gümüş halid kristalleri vardır. Film, lazer kamerada kullanılan lazer ile uyumlu olmalıdır. Kırmızı ışığa hassas filmler kullanılır. Bu nedenle karanlık oda olmaksızın, film magazinlerine otomatik olarak yerleşir.

- 
- Dry view (kuru) film: Bu filmlerde görüntü banyo işlemine gerek kalmadan kaydedilmektedir. Görüntünün oluşturulmasında laser kullanılır. Bu filmlerin yüzeyleri karbon ile kaplıdır. Karbonun laser enerjisinden etkilenmesi ile görüntü oluşmaktadır. Film üzerindeki her bir piksel, pel adı verilen küçük elemanlardan oluşmuştur.

Mamografi Filmleri

- Mamografi tetkiklerinde kullanılan tek emülsiyonlu filmlerdir. Tek ranforsatörlü kasetlerle kullanılmaktadır. Rutin mamografi uygulamalarında çoğunlukla 18x24 cm boyutundaki filmler kullanılırken gerektiğinde 24x30 cm boyutunda olan filmlerde kullanılmaktadır.

Film Boyutları ve Ambalajları

- Kullanım amaçlarına göre filmler farklı boyutlarda üretilmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır: 2,5x4,5 cm, 3,2x4,1 cm, 12x30 cm, 13x18 cm, 18x24 cm, 20x25 cm, 24x30 cm, 30x40 cm, 35x35 cm, 35x43 cm'dir.
- Film ambalajları, içindeki filmleri ısı, ışık, kimyasal madde buharı ve fiziksel etkenlerle oluşabilecek basınca karşı koruyacak özelliklerde hazırlanmaktadır. Filmlerin özelliklerine göre ambalajları yapılır.

Film Kutusu Üzerinde Bulunabilecek Bilgiler

- Filmin markası
- Filmin türü
- Filmin boyutu (cm veya inç cinsinden)
- Film adedi
- Film emülsiyon numarası
- Filmin son kullanma tarihi (raf ömrü)
- Filmin açılabilceği koşullar
- Filmde kullanılan destek maddenin cinsi
- Filmin üretildiği ülke
- Filmlerin muhafaza koşulları

Kullanılmamış Filmlerin Korunmasında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Üretici firma tarafından film kutularının üzerinde raf ömrü yazılmıştır. Filmler sağlık kuruluşuna geldiğinde kurumun işleyişine göre barkot sistemi veya geliş tarihi damgası vurulur
- Filmler depolama yapılırken ya da kullanılırken son kullanma tarihlerinin geçme riski göz önünde bulundurulmalıdır. Eski, son kullanma tarihi yakın filmler önc kullanılmmalıdır.
- Filmler kendi orijinal ambalajların a korunmalıdır. Film kutularının delinmiş, ezilmiş
- vb. olmamasına dikkat edilmelidir

- Filmlerin emülsiyon tabakaları, basınca karşı hassas olduğu için, film kutuları asla üst üste konmamalı, raflara dik olarak yerleştirilmelidir
- Filmlerin emülsiyon tabakaları, basınca karşı hassas olduğu için, film kutuları asla üst üste konmamalı, raflara dik olarak yerleştirilmelidir



- Filmlerin korunduğu ortamın ısısı 10–23 C olmalıdır. Depolarda farklı yerlere yerleştirilen en az iki ısı göstergesi ile ortamın ısısı daima kontrol edilmelidir. Bu ortamların ani ısı değişikliklerine maruz kalmamasına dikkat edilmelidir.
- Filmlerin korunduğu ortamın ısısı 10–23 C olmalıdır. Depolarda farklı yerlere yerleştirilen en az iki ısı göstergesi ile ortamın ısısı daima kontrol edilmelidir. Bu ortamların ani ısı değişikliklerine maruz kalmamasına dikkat edilmelidir.



- Depolarda farklı yerlere yerleştirilen en az iki nem göstergesi ile ortamın nemi daima kontrol edilmelidir. Bu ortamların nispi nem oranı % 30'un altında olduğunda, filmlerde statik elektriklenme artefaktı meydana gelmektedir. 23 C'nin üzerindeki sıcaklıklarda veya nem oranınının % 60'ın ¼st¼nde olduğu ortamlarda korunan filmlerde, kontrast kaybı ve gr¼nt¼de silikleşmeler ortaya ¼ıkar.



- Kimyasal madde gazları, filmlere zarar verir. Filmlerin korunduğu yerlerde ve karanlık odada, ağzı açıkta kimyasal madde bulundurulmamalıdır. Ayrıca banyo solüsyonları hazırlanırken filmlere sıçrama riski göz önünde bulundurularak filmlerden uzakta hazırlanmalıdır.
- Filmlerin sızıntı radyasyonda etkilenmemesi için film depolarının, radyografi ve radyoterapi ünitelerinden uzakta olması gerekir. Radyasyon, filmler üzerinde kontrastı azaltır ve sislenmeyi artırır.
- Filmler kullanılırken, emülsiyon tabakalarının hassas olduğu ve kolaylıkla hasar görebileceği unutulmamalıdır. Filmlerin çizilme riskine karşı, uzun tırnak, sivri metallar gibi sert cisimlerle temasından kaçınılmalıdır. Filmler kesinlikle bükülmemeli ve kırıştırılmamalıdır.



Kasetler

- Radyografi işlemi sırasında, filmi görünen ışıktan koruyan, ranforsatör-film temasını sağlayan radyografi araçlarına kaset denir.
- **Kasetlerin Görevleri**
- Filmleri, görünen ışıktan korur.
- Işınlama sırasında, filmlerin her iki ranforsatör ile temasını sağlar.
- Ranforsatörleri dış etkilerden korur.

Kasetlerin Yapısı

- Radyografi kasetlerinin ön ve arka yüz olmak üzere iki yüzü vardır.



➤ Kasetlerin ön yüz yapısı

- Radyografi işlemi sırasında kasetin, röntgen tüpüne bakan yüzüdür. Ön yüz, düşük atom numaralı, ince ve sağlam maddelerden yapılmıştır. Bundan dolayı x-ışınını iyi geçirir. Genellikle bakalit, alüminyum veya karbon fiberden yapılır. Ön yüz çerçevesi, paslanmaz çelik veya başka sağlam bir metalle çevrilmiştir.



► Kasetlerin arka yüz yapısı

Radyografi işlemi sırasında, tüpe uzak olan yüzüdür. Atom numarası yüksek olan ağır metallardan yapılır. Genellikle alaşımli çelik kullanılmaktadır. Bunun nedeni, filmi geçen ışınların absorpsiyonunun sağlanması veya arkaya gereksiz ışın geçişini önlemektir. Sekonder radyasyonu, absorbe etmesi için iç yüzeyi kurşunlu boya ile sıvanmıştır.

- Kaset kapağının iç tarafına 4–5 mm kalınlığında sünger (veya keçe) tabaka yapıştırılmıştır. Bu sünger tabakanın üzerine ve kasetin ön iç yüzüne, kaset standardında ranforsatörler yapıştırılır. Kaset kapatılınca, iki ranforsatör arasında konan filmin, sünger tabakanın elastiki basıncı ile ranforsatör - film arasında aralıksız temas sağlanır. Menteşe ve mandallar kasetin kolayca açılıp kapanmasını sağlar



Kasetlerde Aranacak Özellikler

- Kasetler, çok ağır olmamalıdır. Çok ağır kasetler, personeli yorabileceği gibi iş akışını da yavaşlatabilir.
- Kasetler, sağlam olmalıdır. Çalışma sırasında yere düşebileceği gibi çeşitli çarpmalara da maruz kalabileceğinden ezilmeler, kırılmalar olabilir.
- Kasetler, kullanışlı olmalıdır. Manüel banyo sistemlerinde, kasetler karanlık oda koşullarında doldurulup boşaltıldığından dolayı basit ve kullanışlı olmaları gerekir.
- Kasetler, ışık sızdırmamalıdır.
- Ranforsatörlerin birbirine olan temasını tam sağlayıp, fiziksel zararlardan korumalıdır.

Ranforsatörler

- X-ışınını, görünür ışığa dönüştüren radyografi araçlarına ranforsatör denir.
- Ranforsatörler, hastayı geçen x-ışınlarının filmle daha fazla etkileşime girmesi için, bu ışınları absorbe ederler. Absorbe ettikleri ışın miktarı ile orantılı olarak görülebilir ışık salarlar.

Ranforsatörlerin Kullanım Amaçları


- Ranforsatörlerin kullanımındaki asıl amaç, x-ışınlarının fonksiyonunu arttırarak, daha az bir ışınlama dozu ile daha kaliteli bir radyografi elde etmektir. Filmin x ışını ile kararma oranı % 5'in altında iken, ranforsatör ışığının etkisi ile % 95'in üzerindedir. Ranforsatör kullanılarak yapılan çekimlerde hasta ve personel daha az x-ışını ile karşı karşıya gelir. Böylece x-ışınlarının zararlı etkileride en aza indirilmiş olur.
- Ranforsatör kullanıldığında, exposure (ışınlama) süresi kısaldığı için radyografi çekimi esnasında meydana gelen harekete bağlı netsizlikler azalır.
- X-ışını tüpünün ömrü uzar.
- Fokal spot boyutu küçülerek filmlerde kenar bulanıklığı (netsizlik) azalmış olur.


Ranforsatörlerin Yapısı

Ranforsatörler, röntgen filminden biraz daha sert, kıvrılabilir plastik plakalardır. Ranforsatörler, bir destek madde üzerine sürülmüş boya tabakasından sonra aktif flüoresan tabaka ve bu tabakayı dış etkenlerden koruyan bir üst tabakadan meydana gelmiştir.



- Koruyucu tabaka
- Aktif fluoresan tabaka
- Yansıtıcı tabaka
- Destek madde

- 
- **Destek madde:** Ranforsatörün diğer tabakalarına destek olan bu tabaka; karton, polyester, selüloz asetat veya metal karışımlı bir maddeden yapılır. Serttir ve neme dayanıklıdır. Radyasyondan etkilenmez. Kimyasal reaksiyona girmez, kıvrılabilir ve homojendir.
 - **Yansıtıcı boya tabakası:** X-ışınının flüoresanla etkileşimi sonucu, flüoresan kristallerinden salınan ışınlar her yöne dağılır. Yansıtıcı tabaka, dağılan bu ışığı filme doğru yansıtır. Bu tabakada, magnezyum oksit veya titanyum oksit bulunur.


- 
- Flüoresan tabaka: Flüoresan tabaka, jelatin içinde homojen bir dağılım gösteren fosfor kristallerinden meydana gelir. Flüoresan tabaka, ranforsatörün aktif tabakasıdır. X-ışınlarını görünen ışığa çevirir. Ranforsatör yapımında flüoresan madde olarak kristal hâlindeki fosfor bileşikleri kullanılmaktadır. Bunlar kalsiyum tungstad, çinko kadmiyum sülfat, baryum kurşun sülfat ve benzerleridir.
 - □ Üst tabaka: Flüoresan tabakayı dış etkenlerden koruyan ince ve saydam (jelatin) bir tabakadır

Ranforsatörlerde Hız Faktörü

- Ranforsatörlerde hız faktörü hastanın aldığı radyasyon dozunu gösterir. Film üzerindeki belirli bir dansite (kararma derecesi), ranforsatör kullanılarak çok daha az bir ışınlama dozu ile elde edilebilir. Ranforsatörün bu özelliğine, hız faktörü (şiddetlendirme faktörü) denir.
- Ranforsatörlerin hız faktörleri, bir filmin belirli bir dansitesini ranforsatörsüz meydana getirebilmesi için gerekli olan enerjinin (mAs1), ranforsatör kullanılarak gereken enerjiye (mAs2), oranıdır.

Ranforsatörlerin Hızını Etkileyen Faktörler

- **Flüoresan kristallerinin hacimce büyüklüğü:** Ranforsatörlerde kullanılan kristallerin hacimce büyüklükleri arttıkça, hız faktörü de artar. Fakat kristallerin hacminin büyümesi, saçılan ışığın da yayılma açısının büyümesine neden olur. Bu da görüntüde netsizlik nedenidir.
- **Flüoresan kristallerinin miktarı:** Ranforsatörlerdeki flüoresan miktarı arttıkça, hız faktörü de artar.

- 
- **Flüoresan maddenin kalitesi:** Flüoresan maddenin yayacağı ışık fotonlarının enerjisi, Flüoresan maddenin kalitesini gösterir. Flüoresan kristallerinin atom numarası yüksek olmalıdır. X-ışınlarının görülebilir ışığa çevirme etkinlikleri yüksek olmalıdır.
 - **Kullanılan katkı maddeleri:** Flüoresan maddelerin yaydığı ışığın kontrol edilmesi için boya eklenir. Bu da ranforsatörün hızını düşürür

