

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

RADYOLOJİ

**FİLM BANYO SOLÜSYONLARI
725TTT079**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR.....	iii
GİRİŞ.....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. DEVELOPMAN BANYO SOLÜSYONUNUN HAZIRLANMASI	3
1.1. Radyolojide Film Banyosu	3
1.1.1. Film Banyosunun Tanımı	3
1.1.2. Film Banyosunun Önemi	5
1.1.3. Film Banyosunun Tarihçesi.....	5
1.2. Film Banyo Aşamaları	5
1.2.1. Developman Banyosu	5
1.2.2. Developman Banyosunun Tanımı ve Önemi.....	6
1.2.3. Gizli İmaj	6
1.2.4. Developman Banyosunun Fonksiyonu.....	8
1.2.5. Developman Banyosunun Ph Değeri	9
1.2.6. Developman Banyosunun İçeriği.....	10
1.2.7. Developer Çeşitleri	13
1.2.8. Developman Banyosunun Hazırlanışı.....	14
UYGULAMA FAALİYETİ.....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	22
2. ARA (DURDURMA-ARINDIRMA) BANYOSU.....	22
2.1. Ara Banyosunun Tanımı ve Önemi	22
2.2. Ara Banyosunun Fonksiyonu	22
2.3. Ara Banyo Çeşitleri.....	23
2.3.1. Durgun Sulu Ara Banyo (Durdurucu Banyo)	23
2.3.2. Akarsulu ara banyoları	23
2.3.3. Fıskiyeli Ara Banyoları	24
UYGULAMA FAALİYETİ.....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	27
3. TESPİT BANYO (FİKSER/2.BANYO) SOLÜSYONUNUN HAZIRLANMASI.....	27
3.1. Tespit Banyosunun Tanımı ve Önemi.....	27
3.2. Tespit Banyosunun Fonksiyonu.....	27
3.2.1. Tespit Banyosunun Sodyum Tiosülfat Üzerine Etkisi	28
3.2.2. Tespit Banyosunun Amonyum Tiosülfat Üzerine Etkisi.....	28
3.3. Tespit Banyosunun Ph Değeri	28
3.4. Tespit Banyosunun İçeriği.....	29
3.4.1. Ana Tespit Maddeleri ve Özellikleri.....	29
3.4.2. Yardımcı Tespit Maddeleri ve Özellikleri.....	30
3.5. Tespit Banyosu Çeşitleri	31
3.5.1. Toz Halinde Tespit Maddeleri	31
3.5.2. Sıvı Halde Tespit Maddeleri.....	31
3.6. Tespit Banyosunun Hazırlanışı.....	31
UYGULAMA FAALİYETİ.....	36

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	38
4. YIKAMA VE KURUTMA	38
4.1. Yıkama Banyosunun Tanımı, Amacı ve Önemi	38
4.1.1. Yıkama Banyosunun Hazırlanması.....	38
4.2. Kurutma.....	39
UYGULAMA FAALİYETİ.....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	41
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	42
CEVAP ANAHTARLARI.....	44
KAYNAKÇA	45

AÇIKLAMALAR

KOD	725TTT079
ALAN	Radyoloji
DAL/MESLEK	Radyoloji Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Film Banyo Solüsyonları
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, film banyo solüsyonlarının (developman, ara, tespit ve yıkama banyosu) özellikleri ve hazırlanması ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖNKOŞUL	Radyografi materyalleri modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Film Banyo Solüsyonlarını Hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç: Gerekli araç-gereç sağlandığında iş yeri çalışma esaslarına göre, film banyo solüsyonlarını hazır hale getirebileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Developman banyo solüsyonunu hazır hale getirebileceksiniz.2. Ara (durdurma-durulama) banyosunu hazır hale getirebileceksiniz.3. Tespit (fixer) banyo solüsyonunu hazır hale getirebileceksiniz.4. Yıkama banyosunu hazır hale getirebileceksiniz
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Donanım: Karanlık oda, banyo tankları, kova, banyo maddeleri, su, blanjör, karıştırıcı vb.</p> <p>Ortam: Derslik, radyoloji laboratuvarı (karanlık oda)</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<p>Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Öğretmen, modülün sonunda, size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, v.b) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.</p>

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, modern radyolojik yöntemlerin kullanılması, radyolojinin tıbbi tanı ve tedavideki önemini arttırmıştır.

Sizler, bu modüldeki bilgi içeriği ve uygulama faaliyetleri ile uygun ortam ve donanım sağlandığında, film banyo solüsyonlarını tekniğine uygun bir şekilde hazırlayabilecek ve film banyosu için hazır hale getirebileceksiniz.

Bu modül çalışmasında kazanacağınız yeterlikler, ileride yapacağınız çalışmalarda size çok önemli katkılar sağlayacaktır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile developman banyo solüsyonunu hazırlayabilecek ve film banyosu için hazır hale getirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Film banyosu ve banyo solüsyonları hakkında bilgi toplayınız.
- Banyo solüsyonlarının, film üzerindeki etkilerini araştırınız.
- Radyoloji laboratuvarına giderek banyo solüsyonlarının hazırlanmasını izleyiniz.

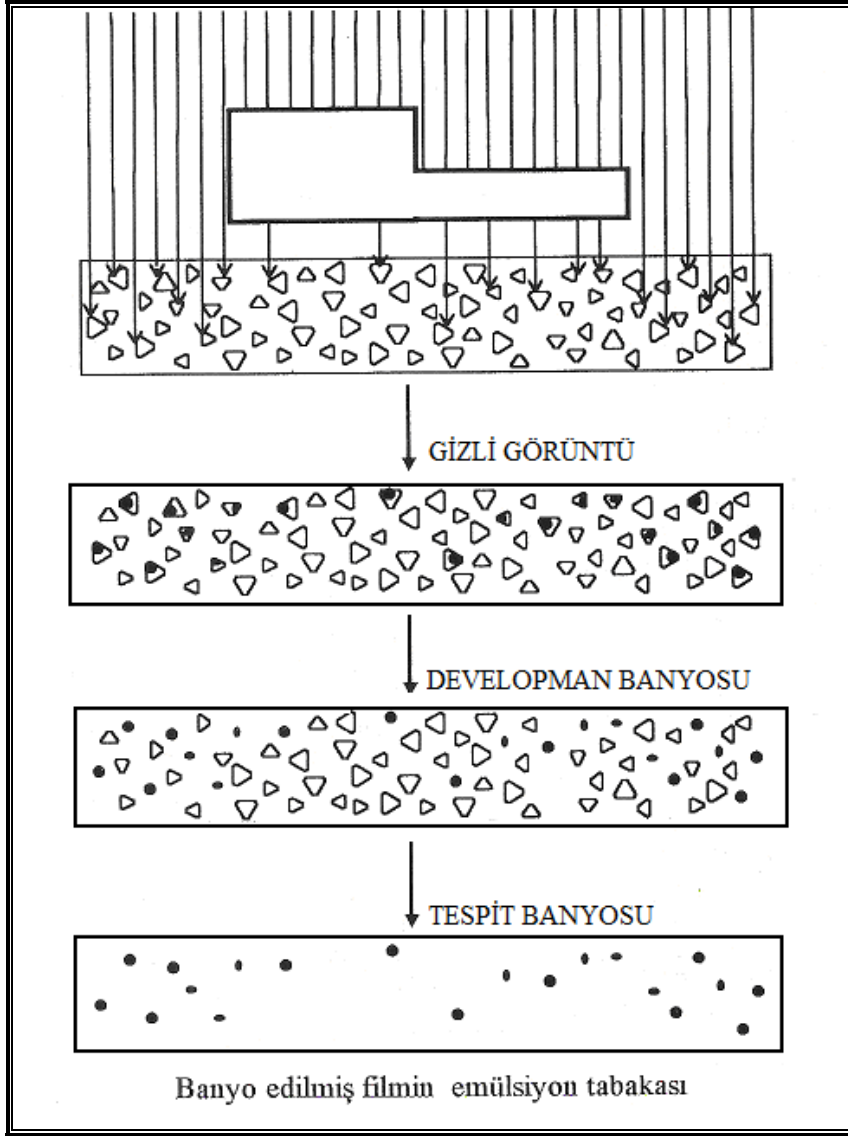
1. DEVELOPMAN BANYO SOLÜSYONUNUN HAZIRLANMASI

1.1. Radyolojide Film Banyosu

Radyografi işleminden sonra elde edilen görüntünün sabit hale getirilmesi için yapılan son aşamadır. Banyo işlemi, el banyosu veya otomatik banyo cihazı ile yapılabilir.

1.1.1. Film Banyosunun Tanımı

X-ışını veya ışık gibi iyonize edici bir radyasyonun etkisiyle film üzerinde meydana gelen kimyasal değişikliklerin gözle görülebilir bir hale getirilmesi için yapılan işlemlere, **film banyosu** denir.



Şekil 1.1: Röntgen filminin radyografiden banyo işleminin sonuna kadar emülsiyon tabakasında meydana gelen kimyasal değişiklikler

Işınlanan filmin emülsiyon tabakasında gizli görüntü (latent image) oluşur. Gizli görüntünün açığa çıkarılması, filmin developer (geliştirici) solüsyonuna girmesi ile başlar. Film developerde kaldığı süre içerisinde kimyasal reaksiyon devam eder ve görüntü oluşur. Ayrıca filmin ışığa duyarlılığı da devam eder. Kararma ve ışıktan etkilenmenin durdurulma işlemi, filmin tespit (fikser) solüsyonuna geçmesi ile başlar. Filmin fikser solüsyonunda kaldığı süre içerisinde üzerindeki ışın değmemiş alanlardaki AgBr (gümüş bromür) kristalleri solüsyon ile reaksiyona girerek solüsyon içerisinde eriyerek dökülür.

1.1.2. Film Banyosunun Önemi

Filmi banyo yapmanın amacı, film üzerinde kaydedilmiş olan gizli imajı gözle görünür sabit bir hale getirmektir.

Radyografi çekilirken çok iyi bir teknik kullanılmış olsa bile banyo işlemi tekniğine uygun yapılmazsa elde edilen radyografi kalitesiz olabilmektedir. Bu nedenle radyolojide film banyo işlemi önemlidir.

1.1.3. Film Banyosunun Tarihçesi

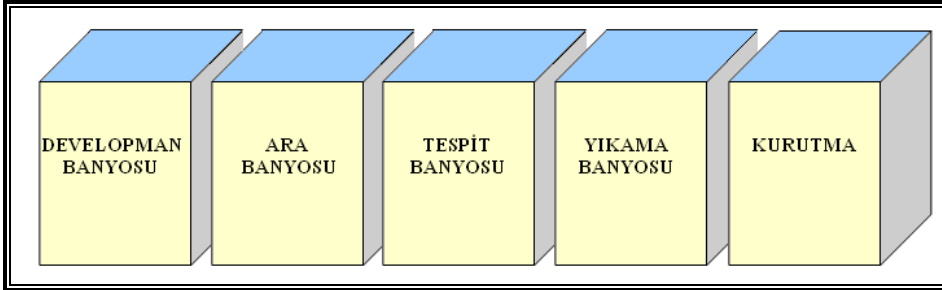
İlk sabit görüntüyü, maden üzerine sıvanmış asfalt kamera içinde 1826 yılında Joseph Nicephore Niepce elde etmiştir. 1835 yılında İngiliz Henry Fox Talbot görüntüleri potasyum iyodür ve sodyum klorürle sabitleştirerek modern fotoğrafçılığın temellerini atmıştır.

Bilimsel anlamda film banyosu 1839 yılında William Henry Fox Talbot'la başlamıştır. Görüntüyü sabitlemek için tespit banyosu ana elemanı olarak kullanılan sodyum tio sülfat'ı kullanarak sabit görüntü elde etmeyi başarmıştır.

1.2. Film Banyo Aşamaları

Işlandıktan sonra film üzerinde meydana gelen gizli imajın gözle görülebilir, sabit bir görüntü olması ve filmin kuru bir hale getirilmesi için yapılan kimyasal işlemler zincirine, **film banyo aşamaları** denir.

Filmin banyo aşamaları; developman (geliştirme) banyosu, ara (durulama) banyo, tespit (fiksasyon, sabitleme) banyosu, yıkama banyosu ve kurutma işlemlerinden oluşur.



Şekil 1.2: Film Banyo Aşamaları

1.2.1. Developman Banyosu

Developman banyosu, film banyo işleminin ilk aşaması olup film üzerindeki gizli imajın gözle görülür hale gelmesini sağlar.

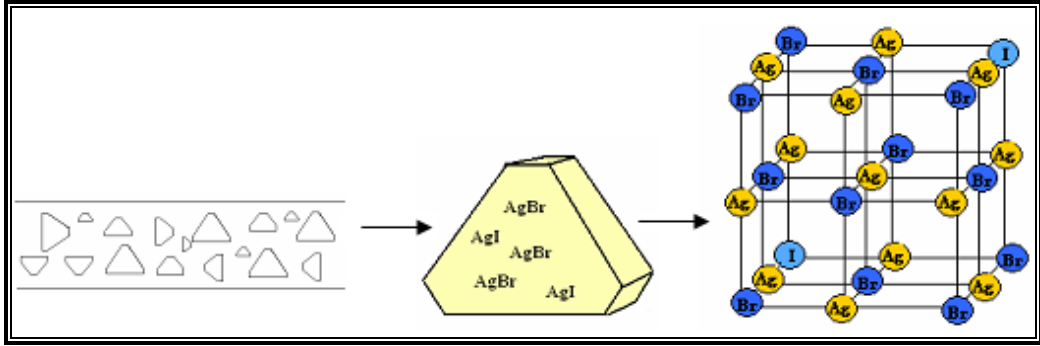
1.2.2. Developman Banyosunun Tanımı ve Önemi

Film emülsiyonunda x-ışını ile karşılaşmış gümüş halid kristallerindeki tüm gümüş iyonlarını metalik gümüş haline getirerek gizli imajın gözle görülür hale gelmesini sağlayan banyolara, **developman banyosu** denir.

Film üzerinde oluşan gizli imajın gözle görünür hale getirilmesi developman banyosu ile sağlanır.

1.2.3. Gizli İmaj

Film emülsiyonu, jelâtin ve gümüş halid kristallerini içerir. Gümüş halid kristalleri gümüş bromür (AgBr %95) ve gümüş iyodürden (AgI %5) oluşur. Kristaller üçgen şeklindedir ve içindeki atomlar kübik şekilde dizilmiştir. Gümüş halid kristallerinin çevresi (-) yüklü brom engeli ile çevrelenmiştir.

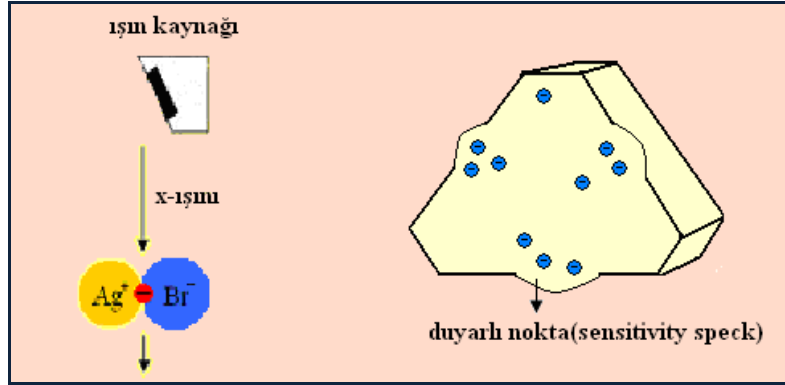


Şekil 1.3: Film emülsiyonu içindeki gümüş halid kristali ve kristal içindeki atomların dizilişi

İşınlanan film emülsiyonunda meydana gelen; ancak gözle görülemeyen kimyasal değişikliklere, **gizli imaj** (latent image) denir.

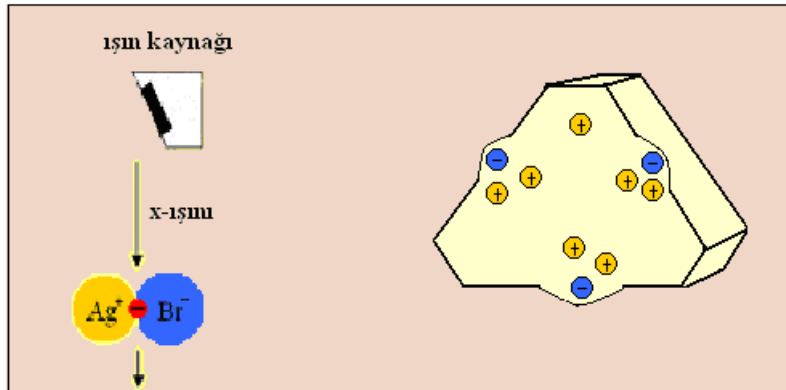
Gizli imaj objenin görüntüsünün film üzerine kaydedilmiş gizli, görünmeyen halidir.

Gizli imaj oluşumunda ışınlama ile hastayı geçen x-ışını filmin emülsiyon tabakasındaki gümüş halid kristali ile etkileşir. Bu etkileşim sonucunda kristalin yapısında bulunan brom iyonları elektron saçır ve AgBr bileşiği Ag ve Br iyonlarına ayrışır. Brom iyonlarının saçtığı elektronlar kristal kafes içerisine salınır ve aktif olarak dolaşırken kafes içinde elektron tuzakları denilen boşluklara düşer. Elektronların bu boşluklara düşmesi, kristalin yapısal özelliğinden dolayıdır. Bu tuzaklara düşen elektronlar, buralarda negatif elektrik alanı oluşturur. Negatif elektrik alanı haline gelen bu noktalara, **duyarlı nokta** (sensitivity speck) denir.



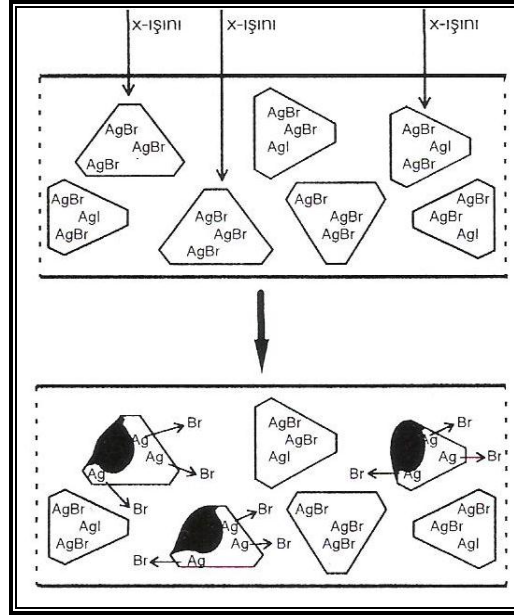
Şekil 1.4: Işınlanmış gümüş kristalindeki duyarlı noktalar

Işınlama sonucu serbest kalan (+) yüklü gümüş iyonlarından yeterli derecedeki enerjiye sahip olanlar, duyarlı noktalardaki (-) yüklü elektronlar tarafından bu noktalara çekilir.



Şekil 1.5: (+) Ag iyonlarının kristal içinde duyarlı noktaya ilerlemesi

Duyarlı noktalara çekilen pozitif yüklü gümüş iyonları, buradaki negatif yüklü elektronlar tarafından nötralize edilerek metalik gümüş haline dönüştürülür. Işınlama ile ilk anda meydana gelen bu değişikliğe, **gizli görüntü (latent image)** denir.



Şekil 1.6: Gizli imaj oluşumu

Gizli imaj döneminde her kristalde 10^3 'a yakın gümüş atomu duyarlı noktada (sensitivity speck) depolanarak gizli imaj merkezini oluşturur. Banyo, latent imajı gerçeğe dönüştüren kimyasal bir reaksiyondur ve banyo sonrası bu merkezler siyah alanlar olarak görülür. Banyo işlemi yapılmadan önce latent imaj gözle fark edilmez. Bunun nedeni, hassas noktadaki metalik gümüş miktarının gözle görülmeyecek kadar az olmasıdır. Banyo işlemi, x-ışını ile karşılaşmış kristallerdeki tüm gümüş iyonlarının metalik gümüşe dönüşmesini sağlar. Bu işlem, gözle görülür imajı (görüntü) oluşturur.

1.2.4. Developman Banyosunun Fonksiyonu

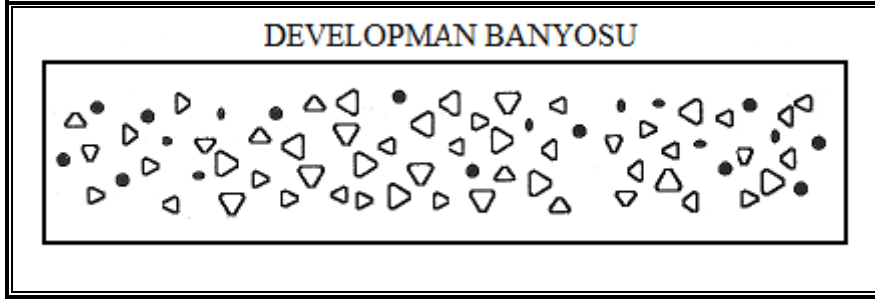
Developman banyosunun asıl fonksiyonu; film emülsiyonunda ışınlanmış tüm gümüş iyonlarını metalik gümüşe çevirerek film üzerinde verilen ışın dozuyla doğru orantılı olarak bir kararına meydana getirmek ve böylece gizli imajı görünür hale getirmektir.

Gizli imajın görünür hale gelmesi için filmin belirli koşullar altında belirli bir süre developman banyosunda bekletilmesi gerekir. Film emülsiyonundaki gümüş iyonlarının metalik gümüşe çevrilmesi, developman banyosundaki kimyasal olaylarla **kimyasal indirgeme** (redüksiyon) ve **yükseltgenme** (oksidasyon) ile sağlanır.

Herhangi bir indirgeme veya yükseltgenme olayında mutlak suretle tepkimeye giren iki madde arasında bir elektron alış verişidir. İndirgeme olayında atom veya moleküller elektron alır; yükseltgenme olayında ise atom veya moleküller elektron verir. Developman banyosunda, developer maddeleri gizli görüntü meydana gelmiş olan kristallere etki ederek bu kristallerde bulunan gümüş iyonlarına elektron vermek suretiyle bu iyonların tamamını metalik gümüşe çevirir. Developman banyosunda elektron veren developer maddeleri elektron alan ise film emülsiyonundaki gümüş iyonlarıdır.

Developman banyosunda ışınlanmış bütün gümüş iyonları metalik gümüşe çevrilir. Film üzerinde metalik gümüşler maruz kaldıkları ışın miktarı ile doğru orantılı olarak farklı kararırma reaksiyonu gösterir. Işınlanmamış kristallerden de developer maddelerinin aktivasyonu ve filmin banyoda bekletilme süresine bağlı olarak az miktarda da olsa metalik gümüş meydana gelir. Developer maddelerinin fazla aktivasyonu sonucu ortaya çıkan ve radyografik kaliteyi etkileyen gümüşe, sis (duman) denir. Developerin fazla aktivasyonu yüksek sis seviyesine sebep olurken, aktivite azlığı ise düşük sis fakat düşük emülsiyon hızına neden olur.

Banyoda X-ışını ile karşılaşan gümüş iyonları metalik gümüşe dönerken Br (brom) ve I (iyot) atomu jelatine geçer ve eriyerek filmde uzaklaşır. Metalik gümüş film üzerinde kalır.



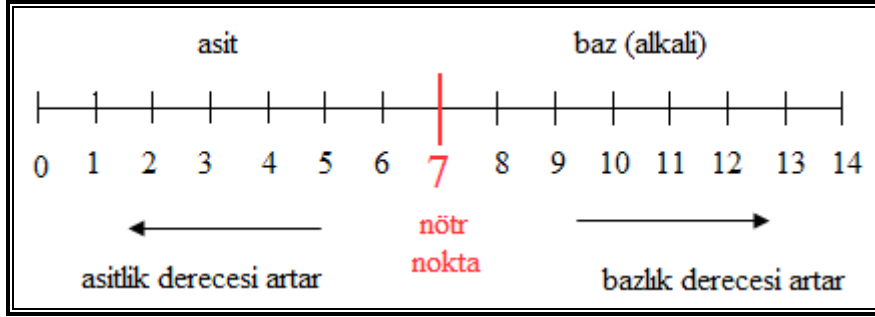
Şekil 1.7: Developman banyosundan çıkan film üzerinde ışınlanan bölümlerde Ag, ışınlanmayan bölümlerde AgBr ve AgI vardır.

Developman banyosunun etkili fonksiyon gösterebilmesi için banyonun süresi, ısı ve konsantrasyonu (yoğunluğu) önemlidir. Banyonun uzun sürmesi, ısısının yüksek olması, konsantrasyonun fazla olması metalik gümüş oluşumunu artırır.

1.2.5. Developman Banyosunun Ph Değeri

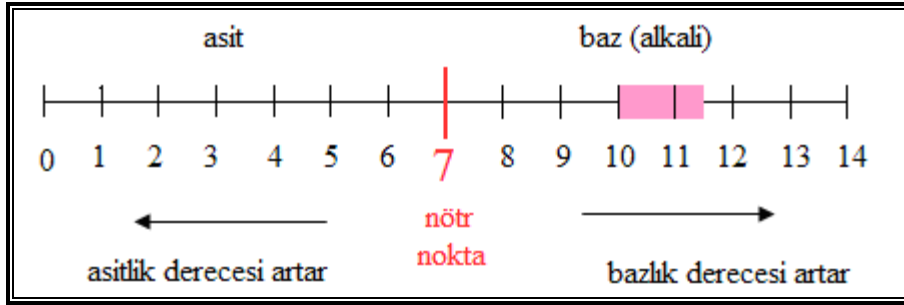
Ph (Hidrojen iyonu konsantrasyonu) : bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir.

PH Cetveli: Sıvılardaki hidrojen iyonu yoğunluğu esas alınarak ilk defa Danimarkalı bilgin S.Peter Lauritz SORENSEN (1868–1939) tarafından oluşturulmuştur. Bir sıvıda hidrojen iyonları hidroksil iyonlarından fazla ise sıvı asit; hidroksil iyonları hidrojen iyonlarından fazla ise sıvı baz özellik gösterir.



Şekil 1.8: Ph cetveli

Developer maddelerinin istenilen etkiyi gösterebilmesi için developman banyosunun ph değerinin **10- 11,5** arasında olması gerekir. Developman banyosu alkali özelliğe sahiptir. Developman banyosunun alkali olmasını sağlayan maddeler aynı zamanda film emülsiyonunu yumuşatarak banyo maddelerinin emülsiyonun derinliklerine kadar gitmesini sağlar.



Şekil 1.9: Developman Ph değeri

1.2.6. Developman Banyosunun İçeriği

Developer maddeleri, ışınlanarak gizli görüntü meydana gelmiş olan kristallere etki ederek bu kristallerde bulunan gümüş iyonlarını metalik gümüşe çeviren kimyasal maddelerdir.

Developman banyosu, asıl developer maddeleri ve yardımcı developer maddelerinden oluşur. Banyoda developer maddelerinin istenilen etkiyi gösterebilmesi, yardımcı maddelerle birlikte sağlanır.

Developman banyosu maddeleri:

Ana developer maddeleri (kimyasal indirgeyiciler-geliştirici maddeler)

- Metol+Hidrokinon
- veya
- Fenidon+Hidrokinon

Yardımcı maddeler

- Yükseltici maddeler
 - NaOH (sodyum hidroksit)
 - KOH (potasyum hidroksit)
 - Na₂CO₃ (sodyum karbonat)
 - K₂CO₃ (potasyum karbonat)
- Koruyucu madde
 - Na₂SO₃ (sodyum sülfid)
- Yavaşlatıcı-önleyiciler
 - KBr (potasyum bromür)
 - NaBr (Sodyum bromür)
 - KI (potasyum iyodür)
- Tampon maddeler
 - Na₂SO₃ (sodyum sülfid)
 - Na₂CO₃ (sodyum karbonat)
- Sertleştirici madde
 - Glutaraldehit

➤ Ana developman maddeleri (kimyasal indirgeyiciler) ve özellikleri

Developman banyosunda kimyasal indirgeme görevini yapan metol, hidrokinon ve fenidon geliştirici maddeler olarak bilinen, asıl developman maddeleridir. Bu maddeler metol + hidrokinon veya fenidon + hidrokinon şeklinde kombine olarak kullanılır. Kombine kullanılması çabuk etki, düşük sis ve iyi bir dansite oluşturur.

• Metol ve özellikleri

Geliştirici madde olarak kullanılan metol ışınlanan gümüş halid kristallerinin metalik gümüşe dönmesini sağlar; ışınlanmamış kristalleri etkilemez. Maden kömürü ayrıntılarından elde edilir.

- Kimyasal indirgeme görevi yapar, çabuk etki eder.
- Nemden, ışıktan etkilenir.
- Banyo solüsyonu içinde ısı değişikliklerinden fazla etkilenmez.
- Düşük dansite, yüksek detay gösterir.
- Brom iyonlarına karşı hassastır. Brom iyonu bulunan ortamda kolay zayıflar
- Az ışın almış olan gümüş iyonlarında etkilediğinden film üzerinde sis oluşabilir.

Developman banyosunda metol, hidrokinonla birlikte kullanılarak developerin etkisini hızlandırır.

Metol + hidrokinon genelde manüel (klasik) banyo için kullanılır.

- **Hidrokinon ve özellikleri**

Developman banyosunda kimyasal indirgeme görevini yapar. Parlak, beyaz, ince çubuklar halinde bulunur.

- Developman banyosunda metol + hidrokinon veya fenidon+hidrokinon olarak metol ve fenidonla birlikte kullanılır.
- Asıl etkisini film emülsiyonunda çok ışınlanmış kristaller üzerinde gösterir
- Brom iyonlarından etkilenmez, yavaş etki eder, yüksek dansite gösterir.
- Manüel banyoda en etkin fonksiyonunu solüsyonun 20 C sıcaklığında gösterir.
- Solüsyon içinde veya kuru halde çabuk oksitlenir.

Metol ve hidrokinon gibi iki kimyasal indirgeyicinin ortak etkileri; tek başına gösterdikleri etkiden daha fazladır. Buna, **sinerjik etki** denir.

- **Fenidon ve özellikleri**

Developman banyosunda fenidon, hidrokinonla birlikte kullanılarak developerin etkisini hızlandırır. Fenidon, metol ve hidrokinondan daha etkilidir.

- Brom, iyonlarının varlığından etkilenmez bu nedenle uzun süre kullanılabilir.
- Düşük dansite, yüksek detay gösterir.
- Metole göre sis yapma eğilimi daha düşüktür.

Fenidon + hidrokinon daha çok otomatik banyolarda kullanılır.

Yardımcı developman maddeleri ve özellikleri

Yardımcı developer maddesi olarak kullanılan yükseltici maddeler (hızlandırıcılar), koruyucular, yavaşlatıcı (önleyiciler), sertleştirici madde ve tampon maddeler kimyasal indirgeme olayına yardımcı olur.

- **Yükseltici maddeler:** Developman maddeleri, alkali (baz) ortamda daha çabuk etki gösterir. Yükseltici maddeler geliştirici maddelerin etkisini arttırmak için developman banyosunun alkali (baz) olmasını sağlar. Aynı zamanda, film emülsiyonunu yumuşatarak developer maddelerinin, emülsiyonun derinliklerine kadar gitmesini kolaylaştırır; böylece banyonun etkisini ve hızını artırır.

Developman banyolarında alkali ortamı sağlamak için genellikle Na_2CO_3 (sodyum karbonat) kullanılmaktadır. Ayrıca yükseltici madde olarak kullanılan NaOH , (sodyum hidroksit) KOH , (potasyum hidroksit), Na_2CO_3 (sodyum karbonat) ve K_2CO_2 (potasyum karbonat) developman banyosunun alkali olmasını sağlarlar.

Bu maddeler yakıcı maddelerdir, karışım yapılırken eldiven giyilmelidir. Ele ve gözlere bulaştırılmamalıdır.

- **Koruyucular:** Ana developman maddeleri (metol, hidrokinon ve fenidon) havadaki oksijenle kolaylıkla okside olur. Oksidasyon developper maddelerinin etkisini azalttığı gibi banyonun kullanım süresini de kısaltır. Oksidasyonu önlemek için koruyucu olarak en çok Na_2SO_3 (sodyum sülfite) kullanılır. Sodyum sülfite meydana gelen oksitlenmiş ürünlerle reaksiyona girerek sülfonatlar denen suda eriyen renksiz bileşikler yapar.

Developper maddelerinin hava ile temasını önlemek için kullanılmadığı zamanlarda developman banyo tankının kapağı kapalı tutulmalıdır. Banyo için hazırlanmış solüsyonlar ancak birkaç hafta dayanır. Birkaç hafta sonra solüsyon oksitlenerek özelliğini kaybeder. Solüsyonun oksitlenme belirtisi kahverengileşmesidir.

- **Yavaşlatıcı- önleyiciler:** Developman banyolarında yavaşlatıcı-önleyici olarak KBr , (potasyum bromür), NaBr , (Sodyum bromür) veya KI , (potasyum iyodür) kullanılır. En çok KBr , (potasyum bromür) kullanılır. Önleyicilerin görevi developman elemanlarının ışınlanmamış gümüş halid kristallerine etki etmesini önleyerek filmde sislenme oluşmasını engellemektir.
- **Tampon maddeler:** Developman maddeleri etkili fonksiyonlarını 10-11,5 arasındaki alkali ortamda gösterir. Developman banyosunun alkali ortamını korumak için tampon bir madde olarak alkali tuz Na_2SO_3 (sodyum sülfite) veya Na_2CO_3 (sodyum karbonat) kullanılır.
- **Sertleştirici madde:** Sertleştirici olarak glutaraldehit kullanılır. Özellikle otomatik banyo solüsyonlarında kullanılan glutaraldehit filmi sertleştirerek jelatinin şişmesini önler ve böylece film merdanelerde hasar görmez.

1.2.7. Developper Çeşitleri

Developman solüsyonunu hazırlamak için kullanılan kimyasallar toz halinde veya sıvı halde bulunmaktadır.

➤ **Toz Halinde Developer Maddeleri**

Kimyasal maddelerin belirli oranlarda karıştırılması ile hazırlanan fakat sulandırılmadan piyasaya sunulan kristal halindeki malzemeler alınır yine üretici firmanın tavsiyelerine göre sırasıyla saf su içinde eritilerek kullanılacak hale getirilir. Toz halindeki developer maddeleri genellikle manüel banyolarda kullanılır. Sıvı maddelere göre daha ucuzdur. Toz halindeki maddelerle hazırlanan banyo solüsyonları 24 saat dinlendirildikten sonra kullanılmalıdır. Zorunlu durumlarda en az 3 saat dinlendirildikten sonrada kullanılabilir.

➤ **Sıvı Halde Developer Maddeleri**

Sıvı halindeki banyo maddeleri daha çok otomatik banyolarda kullanılırlar. Toz maddelere göre daha pahalıdır ve saklama ömrü daha kısadır; fakat toz halindeki maddelere göre hazırlama sorunu yoktur. Sıvı olarak hazırlanmış olan banyo malzemeleri alınır ve üretici firmanın tavsiyelerine göre sulandırılarak belirtilen sürelerde kullanılır. Solüsyon hazırlandıktan ve bir saat dinlendirildikten sonra kullanılabilir.

1.2.8. Developman Banyosunun Hazırlanışı

Developman banyo solüsyonu hazırlanırken üretici firmanın tavsiyesi dikkate alınır.

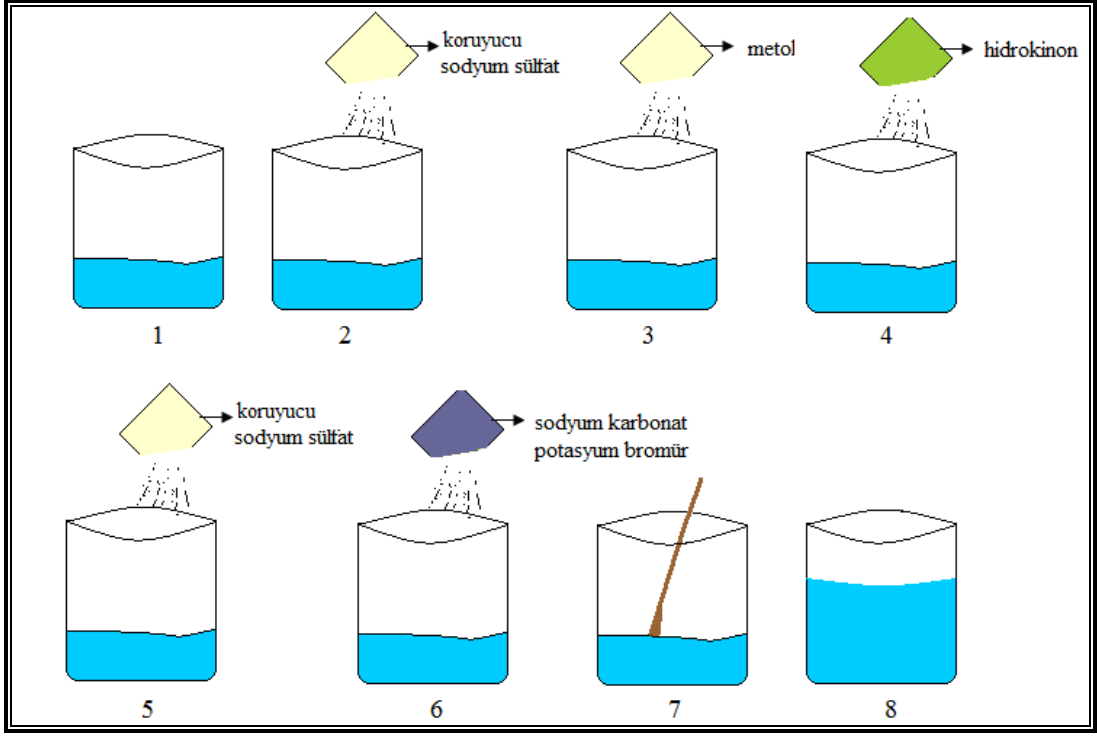
➤ **Toz halinde developer maddeleri ile banyo solüsyonun hazırlanması**

Banyo solüsyonları boş temiz developman tankında veya temiz kovalarda hazırlanır. Bu maddeler sıcak suda daha kolay erir. Manüel banyolar için solüsyon hazırlanırken suyun ısı 52°C olmalıdır. Banyo tankına, tank hacminin 1/3 oranında sıcak su koyulur. Sıcak su üzerine koruyucu olarak kullanılan sodyum sülfatın (Na_2SO_3) yarısı, sonra metol daha sonra hidrokinon dökülür. Her eczanın dökülmesinden sonra tahta bir çubukla karıştırılarak erimesi sağlanır. Koruyucunun (Na_2SO_3) diğer yarısı da tanka boşaltılır. Bundan sonra hızlandırıcı sodyum karbonat (Na_2CO_3) ve yavaşlatıcı-önleyici madde potasyum bromür (KBr) karıştırılmakta olan tanka dökülerek dökülen maddelerin tamamı eriyinceye kadar karıştırılmaya devam edilir. Tanka konulan eczalar iyice eritildikten sonra tankın 2/3' lük kısmı su ile doldurulur.

Hazırlanan solüsyonun hava ile temasını önlemek için üzeri kapatılmalı ve solüsyon 24 saat dinlendirildikten sonra kullanılmalıdır. Zorunlu durumlarda en az 3 saat dinlendirildikten sonrada kullanılabilir.

Piyasada bulunan eczaların üzerinde, işlem sırasına göre numara veya harf bulunur.

Kesinlikle kuru eczanın üzerine su dökülmez. Eczalar daima sıcak suya dökülmelidir. Banyo hazırlarken işlem sırasına dikkat edilmeli ve bir ecza erimeden diğeri dökülmemelidir.



Şekil 1.10: Toz halinde developer maddeleri ile banyo solüsyonun hazırlanması

➤ **Sıvı halde developer maddeleri ile banyo solüsyonun hazırlanması**

Banyo solüsyonları boş temiz developman tankında hazırlanır. Sıvı halindeki developer maddeleri 20 lt'lik çözelti için 5Lt'lik D1 (A) çözeltisi (hidrokinon ve potasyum hidroksit), 0,5 litrelik D2 (B) çözeltisi (asetik asit, fenidon), 0.5 litrelik D3 (C) çözeltisi (gluteraldehid ve tuzu) şeklinde bulunmaktadır.

Çözeltilerin üzerinde işlem sırasına göre numara veya harf bulunur. Banyo hazırlarken üretici firmanın tavsiyesine ve işlem sırasına dikkat edilmeli ve solüsyon hazırlandıktan sonra birkaç dakika karıştırılmalıdır.



Resim 1.1: Sıvı developman maddeleri

- **Banyo solüsyonu hazırlanırken aşağıdaki işlem sırası uygulanır.**
 - Solüsyonların tahriş edici özelliği olduğundan dolayı kimyasal maddelerden korunmak için eldiven giyilir.



Resim 1.2: Eldiven giyilmesi

- Solüsyon hazırlanacak tankın temizliği sağlanır. Tankın içinde banyo solüsyon kalmaması gerekir.



Resim 1.3: Temiz developman tankı

- Banyo tankına 1/3 oranında sıcak veya soğuk su doldurulur.



Resim 1.4: Tanka su koyulması

- Banyo maddelerinden 5 lt'lik D₁ çözeltisi yavaş bir şekilde (hidrokinon ve potasyum hidroksit) tanka boşaltılır.



Resim 1.5: D₁ çözeltisinin tanka koyulması

- D₂ tanka koyulur. (0,5 litrelik B çözeltisi asetik asit, fenidon)



Resim 1.6: D₂ çözeltisinin tanka koyulması

- D₃ tanka koyulur. (0.5 litrelik C çözeltisi gluteraldehid ve tuzu)



Resim 1.7: D₃ çözeltisinin tanka koyulması

- Tanka 20 lt ye tamamlanincaya kadar su ilave edilir.



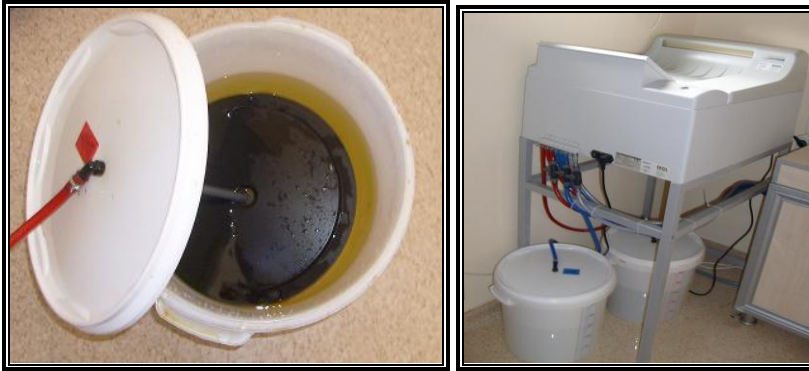
Resim 1.8: Tankın su ile 20 lt'ye tamamlanması

- Tüm maddelerin karışmasını sağlamak için solüsyonu tahta bir çubukla karıştırılır.



Resim 1.9: Solüsyonun karıştırılması

- Hazırlanan solüsyonun hava ile oksitasyonunu önlemek için tankın ağzı kapatılır.



Resim 1.10: Tankın ağzının kapatılması ve yerine yerleştirilmesi

- Hazırlanan solüsyon 1 saat dinlendirilir.

- **Solüsyon hazırlarken dikkat edilmesi gereken noktalar**
 - Banyo maddelerinin tahriş etme ve zehirlenme özelliği vardır. Bu maddelere çıplak elle dokunmamalıdır.
 - Banyo maddeleri eritilirken buharından uzak durmak için gerekli önlemler alınmalıdır. Tankın üzerine eğilip kimyasal maddeler tenefüs edilmemelidir.
 - Banyo hazırlarken üretici firmanın tavsiyesi ve işlem sırasına dikkat edilmelidir.
 - Developer maddelerinin son kullanma tarihleri ve kapaklarının açık olup olmadığı kontrol edilmelidir.
 - Developer ve fixer ayrı ayrı birbirinden farklı renklerdeki kaplarda hazırlanmalıdır. Solüsyon hazırlanacak tankların temizliği sağlanmalıdır. Solüsyonların içine konulduğu tankların kalay, bakır, çinko veya demir gibi solüsyonla reaksiyona girebilecek maddelerden yapılmamış olması gerekir. Lehimli olan tanklarda lehim maddesi, solüsyonla reaksiyona girerek filmde sislenmeye neden olmaktadır.
 - Tanka su koyduktan sonra developer maddeleri sırası ile koyulmalıdır.
 - Solüsyonu karıştırmak için tahta bir çubuk kullanılır. Developer ve fixer için ayrı çubuklar kullanılmalıdır. Developer ve fixer solüsyonlarının çok az miktarlarda bile birbirine karışması istenmeyen sonuçlar oluşturabileceğinden hazırlama sırasında buna özen gösterilmelidir.
 - Banyo solüsyonlarının buharlaşma ve oksidasyonunu azaltmak için solüsyonların konuldukları tankların ağzı devamlı kapalı tutulmalıdır.
 - Karıştırılmamış solüsyon, oda sıcaklığında bir yıl depolanabilir.
 - Karıştırılınca birkaç hafta dayanır ve oksitlenme belirtisi kahverengileşmedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Developman banyo solüsyonunu film banyosu için hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Korunma önlemlerini alınız.	➤ Maske takınız. ➤ Eldiven giyiniz. ➤ Banyo maddelerinin tahriş etme özelliği olduğunu unutmayınız.
➤ Banyo tankına 1/3 oranında su koyunuz.	➤ Tankın temiz olup olmadığından emin olunuz. ➤ Hazırlama suyunun 25–35 °C olmasını sağlayınız. ➤ Tanka su koymadan önce kesinlikle banyo maddelerini koymayınız.
➤ Banyo maddelerinden 5Lt'lik D ₁ çözeltisini (hidrokinon ve potasyum hidroksit) tanka boşaltınız.	➤ D ₁ , D ₂ , D ₃ çözeltilerinden oluşup ve kırmızı etikette developer yazdığına dikkat ediniz. ➤ Cilde temasını önlemek için yavaş boşaltınız. ➤ Cilde temas etmesi halinde bol su ile yıkayınız.
➤ Banyo maddelerinden 0,5 litrelik D ₂ çözeltisini (asetik asit, fenidon) tanka boşaltınız.	➤ Çözeltinin üzerinde D ₂ yazdığından emin olunuz. ➤ Tankın üzerine eğilip kimyasal maddeleri teneffüs etmeyiniz.
➤ Banyo maddelerinden 0.5 litrelik D ₃ çözeltisini tanka (gluteraldehid ve tuzu) boşaltınız.	➤ Üzerinize sıçramasını önlemek için yavaş yavaş koyunuz.
➤ Tankı, 20 lt olacak şekilde soğuk su ile doldurunuz.	➤ Banyo maddelerinin üzerini tamamladığınız suyun belirtilen ölçüde olmasına dikkat ediniz.
➤ Birkaç dakika karıştırınız.	➤ Tüm maddelerin karışmasını sağlamak için solüsyonu tahta bir çubukla karıştırınız.
➤ Hazırlanan solüsyonun hava ile oksidasyonunu önlemek için tankın ağzını kapatınız.	➤ Tankın ağzının kapalı kalmasını sağlayınız.
➤ Hazırlanan solüsyonu dinlendiriniz.	➤ Solüsyonun 2 saat dinlendirilmesini sağlayınız.
➤ Dinlendirilmiş banyo solüsyonunu 32° ısıya kavuştuktan sonra film banyosu için kullanınız.	➤ Otomatik banyo makinesinin kontrol panelinden solüsyonun ısı derecesini kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, X-ışını veya ışık gibi iyonize edici bir radyasyonun etkisiyle film üzerinde meydana gelen kimyasal değişikliklerin gözle görülebilir bir hale getirilmesi için yapılan işleme verilen addır?
A) Developman banyosu
B) Film banyosu
C) Tespit banyosu
D) Ara banyo
E) Yıkama banyosu
2. Aşağıdakilerden hangisinde, film banyo aşamaları doğru olarak sıralanmıştır?
A) Tespit/ara banyo/yıkama/developman/kurutma
B) Tespit /yıkama/ developman/ ara banyo/ kurutma
C) Developman/ara banyo/tespit/yıkama/kurutma
D) Developman/yıkama/tespit/ara banyo/kurutma
E) Developman/tespit/ara banyo/yıkama/kurutma
3. Aşağıdakilerden hangisi, gizli imajın görünür hale gelmesini sağlar?
A) Tespit banyosu
B) Ara banyo
C) Yıkama
D) Developman banyosu
E) Kurutma
4. Aşağıdakilerden hangisi, ana developman maddelerinin (metol, hidrokinon ve fenidon) havadaki oksijenle okside olmasını önler?
A) Sodyum sülfid
B) Sodyum hidroksit
C) Potasyum hidroksit
D) Sodyum karbonat
E) Potasyum karbonat
5. Developma banyosu için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
A) Sertleştirici olarak glutaraldehit kullanılır.
B) Filmde sislenme oluşmasını engellemek için potasyum bromür kullanılır.
C) Oksidasyonu önlemek için koruyucu olarak sodyum sülfid kullanılır.
D) Alkali ortamı sağlamak için genellikle sodyum karbonat kullanılmaktadır.
E) Developman banyosunun ph değerinin 4,5- 5 arasında olması gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile ara banyoyu hazırlayabilecek ve film banyosu için hazır hale getirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ara banyoyu internet ve değişik kaynaklardan araştırınız.
- Radyoloji laboratuvarına giderek ara banyo hakkında bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. ARA (DURDURMA-ARINDIRMA) BANYOSU

Film banyo aşamalarını oluşturan ara banyonun önemini bilmek gerekir.

2.1. Ara Banyosunun Tanımı ve Önemi

Developer maddelerinin tespit banyosuna taşınmasını önlemek için kullanılan ara banyo, radyografik kalite için önemlidir.

Developman banyosundan çıkan filmlerin üzerindeki developer maddelerinin tespit banyosunda etkilerini sürdürmelerini önlemek için kullanılan banyolara, **ara banyo** denir.

Ara banyo, film üzerindeki developer maddelerini temizleyerek tespit banyosuna karışmasını önler. Filmler ara banyoya tabi tutulmazsa developer maddeleri tespit banyosuna taşınır ve tespit banyosunun ph dengesini bozar. Ayrıca developer maddelerinin etkisi tespit banyosunda da devam edeceğinden filmler üzerinde görüntü kalitesini etkileyerek tanıyı zorlaştıran dikroik sis oluşur. Dikroik sis, iki renkli sis demektir. Filmler ışık altında pembe, yeşil görünür.

2.2. Ara Banyosunun Fonksiyonu

Ara banyo developman banyosundan çıkan filmlerin üzerindeki developer maddelerini temizlemek için kullanılır. Ara banyoya tabi tutulmayan filmler alkali özellikteki developer maddelerini tespit banyosuna taşır ve tespit solüsyonunun ph dengesini bozar(asit ortam zayıflar). Bu durumda tespit elemanları fonksiyonlarını gösteremez.

Otomatik banyolarda film üzerindeki developer maddeleri merdaneler tarafından temizlenir. Bu nedenle otomatik banyolarda ara banyo aşaması yoktur.

Manuel banyo kullanılıyorsa developerden çıkan filmlerin iyice durulanması gerekir. Ara banyosunda 15–18°C sıcaklıkta su kullanılır.

2.3. Ara Banyo Çeşitleri

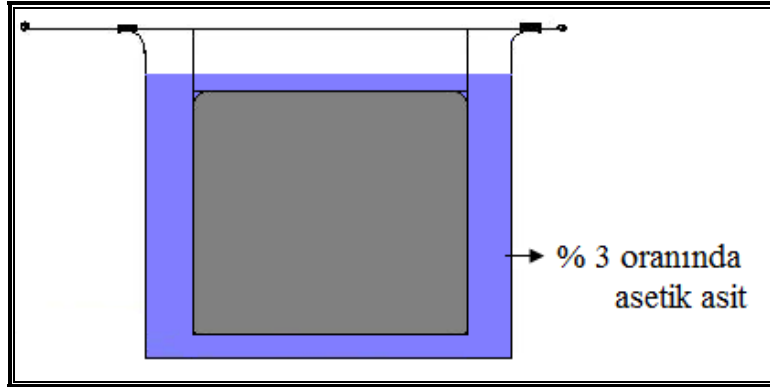
Farklı özelliklerde ara banyoları vardır. Bunlar:

- Durgun sulu ara banyo (Durdurucu banyo)
- Akarsulu ara banyo
- Fıskiyeli ara banyo

2.3.1. Durgun Sulu Ara Banyo (Durdurucu Banyo)

Developman banyosundan çıkarılan film üzerindeki developer maddelerinin etkisini durdurmak için kullanılır.

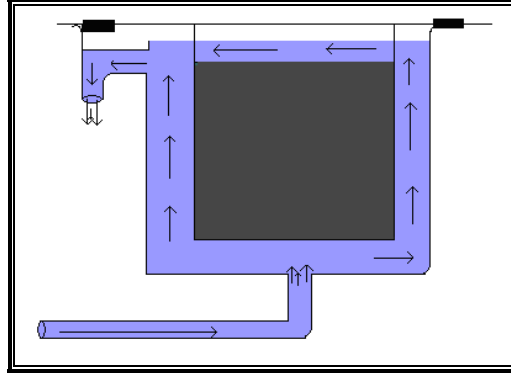
Durgun sulu ara banyoda, durdurucu olarak asetik asit (sirke asiti) kullanılır. Ara banyo tankı temiz su ile doldurulduktan sonra suya % 3 oranında asetik asit ilave edilir. Bu banyolar suyun yeterli olmadığı yerlerde kullanılır.



Resim 2.1: Durgun sulu ara banyo

2.3.2. Akarsulu ara banyoları

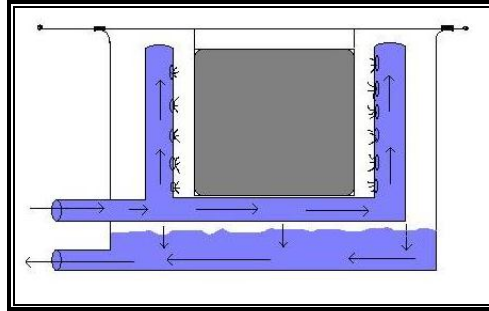
Akarsulu ara banyosunda, banyo tankının üzerinde ve altında bulunan fıskiyeler yolu ile tanka devamlı temiz su sağlanır ve su sürekli sirkülasyon halindedir. Suyun sürekli dolaşması banyonun daha etkili olmasını sağladığı gibi aynı zamanda developer maddelerinin daha çabuk temizlenmesini sağlamaktadır.



Resim 2.2: Akarsulu ara banyosu

2.3.3. Fıskiyeli Ara Banyoları

Fıskiyeli ara banyolarında tankın içerisinde su yoktur. Filmler tankın içine yerleştirilen fıskiyelerden fışkırtılan su ile temizlenir. Filmlerin temizlenmesi için kullanılan en etkili yöntemdir. Diğer banyolara göre daha etkilidir; fakat çok su harcanmasına yol açar.



Resim 2.3: Fıskiyeli ara banyosu

UYGULAMA FAALİYETİ

Ara banyoyu, film banyosu için hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Durgun sulu ara banyoyu hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temizlenmiş banyo tankını temiz su ile doldurunuz.➤ Tanka % 3 oranında asetik asit ilave ediniz.
➤ Akarsulu ara banyoyu hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Banyoya temiz su sağlayan fışkiyeleri kontrol ediniz.➤ Fışkiyeleri çalıştırarak tank içinde tazyikli su olmasını sağlayınız.
➤ Fışkiyeli ara banyoyu hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Fışkiyelerin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.➤ Banyo için fışkiyeleri çalışır duruma getiriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, ara banyo yapılmamış filmde görülür?
A) Retikülasyon
B) Merdane arızası
C) İmajın çıkmaması
D) Dikroik sis
E) Bromür damarları
2. Ara banyoda kaç derece sıcaklıkta su kullanılmalıdır?
A) 15–18°C
B) 18–20°C
C) 20–22°C
D) 30–32°C
E) 28–30°C
3. Hangi banyoda % 3 oranında asetik asit kullanılır?
A) Tazyikli ara banyo
B) Durgun sulu ara banyo
C) Akarsulu ara banyo
D) Fıskiyeli ara banyo
E) Yıkama banyosu

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız

4. Developman banyosundan çıkan filmlerin üzerindeki developer maddelerinin tespit banyosunda etkilerini sürdürmelerini önlemek için kullanılan banyolaradenir.
5.olunca filmler ışık altında pembe, yeşil görünür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile tespit banyo solüsyonunu hazırlayabilecek ve film banyosu için hazır hale getirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Tespit banyosunun önemi ve fonksiyonunu araştırınız.
- Radyoloji laboratuvarına giderek tespit banyosunun hazırlanmasını gözleyiniz.

3. TESPİT BANYO (FİKSER/2.BANYO) SOLÜSYONUNUN HAZIRLANMASI

Developman ve ara banyosundan sonra tespit banyosu yapılır.

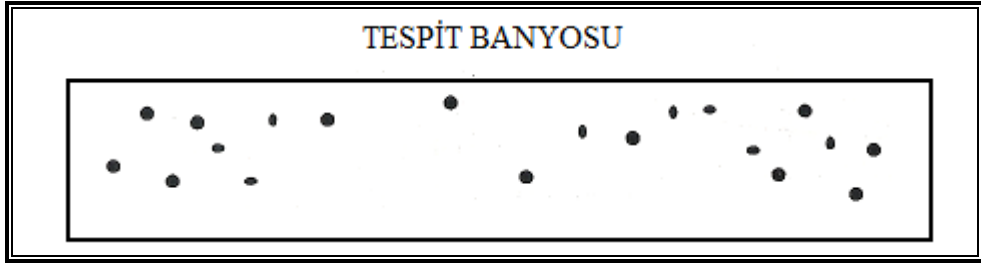
3.1. Tespit Banyosunun Tanımı ve Önemi

Işınlanmamış gümüş halid kristallerini film üzerinden temizleyerek imajın sabit bir hale gelmesini ve ışıktan etkilenmeden incelenmesini sağlayan banyolara, **tespit banyosu** denir.

Developman banyosu tamamlanınca görüntünün kalıcı olması için fiksasyon işlemi gerekir. Filmin karar ve ışıktan etkilenmesinin durdurulması tespit solüsyonuna geçmesi ile başlar. Film tespit solüsyonunda kaldığı süre içerisinde, üzerindeki ışın değmemiş alanlardaki AgBr (gümüş bromür) kristalleri solüsyon ile reaksiyona girerek solüsyon içerisinde eriyerek dökülür. Bundan sonra film ışıktan etkilenmez. Fiksasyon, film üzerindeki imajın bozulmadan uzun süre kalmasını sağlar

3.2. Tespit Banyosunun Fonksiyonu

Developman banyosu ve ara banyodan geçirilen film üzerinde ışınlanmamış gümüş grenleri vardır. Bu grenler ışıktan etkilenerek film üzerinde oluşan görüntünün bozulmasına sebep olur. Tespit banyosu, ışınlanmamış gümüş grenlerinin tamamını film üzerinden temizleyerek imajın sabit bir hale gelmesi ve filmin ışıktan etkilenmeden incelenmesini sağlar.



Şekil 3.1: Tespit banyosundan çıkan film üzerinde sadece gümüş (Ag) bulunması

Tespit banyosunda ışınlanmamış gümüş halid kristallerinin temizlenmesi asıl tespit elemanları olarak kullanılan sodyumtiosülfat ve amonyumtiosülfat ile sağlanır. Temizleyici maddeler olarak bilinen bu maddeler, film üzerindeki ışınlanmamış ve developman banyosunda etkileşime girmemiş gümüş halid kristalleri ile reaksiyona girerek suda eriyebilen bileşiklere meydana getirir.

3.2.1. Tespit Banyosunun Sodyum Tiosülfat Üzerine Etkisi

Tespit banyosunda kullanılan sodyumtiosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ışınlanmamış gümüş bromür grenleri (tanecik) ile reaksiyona girer. Reaksiyon sonucunda sodyumbromür (2NaBr) ve gümüştiosülfat ($\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$) bileşikleri oluşur. Sodyumbromür suda erirken sodyumtiosülfat suda erimeyen gümüştiosülfat ile reaksiyona girerek suda eriyebilen sodyum gümüşditiosülfatı oluşturur. Böylece, tespit banyosunun asıl fonksiyonu yerine getirilmiş olur. Yani ışınlanmamış gümüş halid kristalleri sodyumtiosülfatla ile reaksiyona girerek film emülsiyonundan ayrılmakta ve imaj sabit ve görünebilir hale gelmektedir.

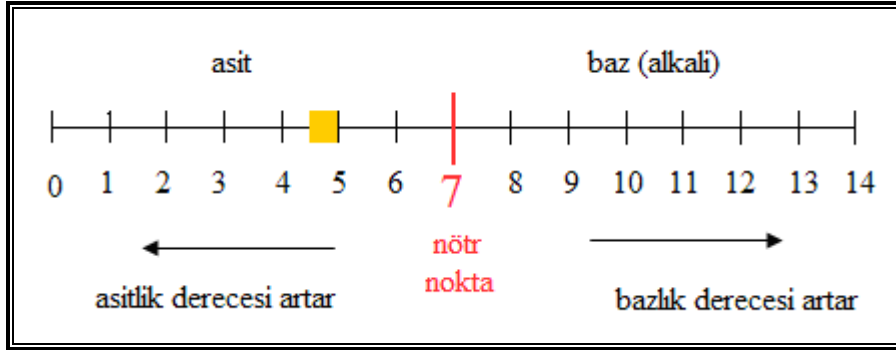
3.2.2. Tespit Banyosunun Amonyum Tiosülfat Üzerine Etkisi

Tespit banyosunda kullanılan amonyumtiosülfat ($\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ ışınlanmamış gümüş halid kristalleri ile reaksiyona girer. Reaksiyon sonucunda amonyumbromür (NH_4)Br ve gümüştiosülfat $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ bileşikleri oluşur. Suda erimeyen gümüştiosülfat, amonyumtiosülfat ile girdiği reaksiyon sonucunda suda eriyen amonyum gümüşditiosülfat bileşimini oluşturur.

3.3. Tespit Banyosunun Ph Değeri

Tespit maddelerinin etkili fonksiyonlarını gösterebilmeleri için banyonun ph değeri 4,5–5 arasında olmalıdır. Tespit banyosu asit özelliğindedir. Banyonun asitlik derecesi arttıkça banyonun etkisi artar, azaldıkça etkisi azalır.

Vasitasız filmlerin emülsiyonları vasıtalı filmlere göre daha kalın olduğu için vasitasız filmlerin tespit banyosu ph değeri daha yüksek olmalıdır.



Şekil 3.2: Tespit banyosu Ph değeri

3.4. Tespit Banyosunun İçeriği

Tespit banyosu ana tespit maddeleri ve yardımcı tespit maddelerinden oluşur.

- Ana tespit maddeleri
 - Sodyum tiosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
 - Amonyum tiosülfat ($\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Yardımcı tespit maddeleri
 - Asitleştirici
 - Koruyucu
 - Sertleştirici
 - Tampon maddeler

3.4.1. Ana Tespit Maddeleri ve Özellikleri

Ana tespit maddesi olarak sodyumtiosülfat ve amonyumtiosülfat kullanılır. Ana tespit maddelerinin gümüş eritme özellikleri vardır. Film üzerindeki ışınlanmamış gümüş halid kristallerini temizler.

➤ Sodyum tiosülfat ve özellikleri

İlk kez 1839 yılında İngiliz fizikçi William Henry Fox TALBOT tarafından kullanılmıştır. Tespit banyosunda ana tespit maddesi olarak kullanılır. Gümüş eritici olarak görev yapar. Daha çok klasik (manuel) banyolarda kullanılmaktadır.

- Özellikleri
 - Banyoda kullanım süresi amonyumtiosülfata göre daha kısadır.
 - Fazla etkili değildir.
 - Etkili olmadığı için banyodaki tespit süresi amonyumtiosülfata göre daha uzundur.

➤ **Amonyum tiosülfat ve özellikleri**

Ana tespit maddesi olarak kullanılır. Sodyum tiosülfata göre daha etkilidir. Amonyum tiosülfat genellikle otomatik banyolarda kullanılır.

- Özellikleri
 - Sodyum tiosülfata göre daha etkilidir.
 - Banyodaki tespit süresi sodyum tiosülfata göre daha kısa sürer.
 - Banyoda kullanım süresi daha uzundur.

3.4.2. Yardımcı Tespit Maddeleri ve Özellikleri

Yardımcı tespit maddelerinin tespit etme (gümüş eritme) özelliği yoktur. Yardımcı tespit maddeleri olarak asitleştirici, koruyucu, sertleştirici ve tampon maddeler kullanılır.

- **Asitleştirici:** Tespit banyosunda kullanılan kimyasal maddelerin etkisini arttırmak ve filmle tespit banyosuna taşınan developer maddelerinin fonksiyonunu durdurmak için kullanılır.

Tespit banyosuna taşınan developer maddeleri, tespit banyosunda ışınlanmamış gümüş halid kristalleri ile etkileşerek ince gümüş grenleri şeklinde film emülsiyonunda toplanır. Bu grenler, film negatoskopla incelendiğinde pembemsi, yansıyan ışık altında incelendiğinde yeşilimsi renkte görülür. Dikroik sis denilen bu iki renkli sis tanıyı zorlaştırır. Dikroik sis ve kahverengi lekelerin oluşmasını önlemek için developer maddelerinin fonksiyonunun durdurulması gerekir. Bunun için tespit banyosu asit özelliğinde hazırlanır. Ana tespit maddeleri etkili fonksiyonlarını asit ortamında gösterir.

Tespit banyolarında, film emülsiyonunun sertleşmesini sağlayan sertleştiricileri etkili kılmak; dikroik sis ve lekelenmeleri önlemek için daha çok zayıf bir asit olan asetik asit (sirke asiti) kullanılmaktadır.

- **Koruyucu:** Koruyucu olarak sodyum sülfat kullanılır. Koruyucunun görevi, zayıf asit ortamda ayrışma özelliği gösteren ana tespit maddelerinin bozulmasını önlemektir.
- **Sertleştirici:** Film emülsiyonunu sertleştirerek daha dayanıklı olmasını sağlar. Böylece filmin merdaneler arasında daha rahat hareketi sağlanır. Tespit banyolarında sertleştirici olarak alüminyum tuzları kullanılır. En çok potasyum alümin ve alüminyum tuzları kullanılır.
- **Tampon maddeler:** Filmlerle taşınan developer maddeleri tespit banyosunun pH değerini bozabilir. Tespit banyosunun pH değerini korumak amacıyla tampon maddeler kullanılır. Ayrıca bazı tampon maddeler tortulaşmayı da önlerler.

Tampon madde olarak (sodyum asetat + asetik asit) veya (sodyum sülfat + sodyum bisülfat) çiftleri kullanılır.

3.5. Tespit Banyosu Çeşitleri

Tespit banyosunu hazırlamak için toz halinde ve sıvı halde bulunan tespit maddeleri kullanılır. Banyo solüsyonlarının kalitesi ve hazırlama aşamalarında gösterilen özen radyografi kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir.

3.5.1. Toz Halinde Tespit Maddeleri

Bu maddeler daha çok manuel banyolarda kullanılır. Sodyum sülfat, amonyumtiosülfat, sodyumtiosülfat ve asitleştirici ayrı paketlerde bulunur. Toz halindeki tespit maddeleri ile banyonun hazırlanması zor olduğu ve hazırlandıktan sonra solüsyonun (24 saat) dinlendirilmesi gerektiği için yerini sıvı halde bulunan tespit maddeleri almıştır.

3.5.2. Sıvı Halde Tespit Maddeleri

Sıvı halde tespit banyo solüsyonları genellikle (5+1) litrelik bidonlar içerisinde takımlar halinde satılır. Bu maddeler daha çok otomatik banyolarda kullanılır.



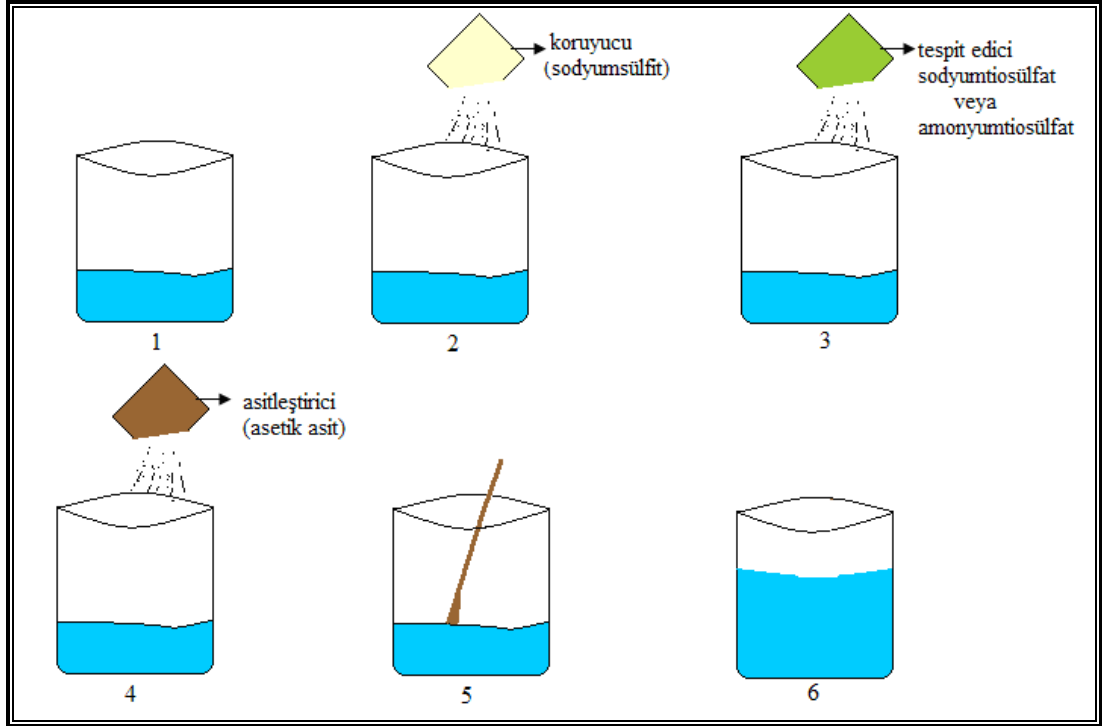
Resim 3.1: Sıvı halde tespit maddeleri

3.6. Tespit Banyosunun Hazırlanışı

Tespit banyo solüsyonu hazırlanırken üretici firmanın tavsiyesi dikkate alınarak hazırlanır.

➤ Toz halinde tespit maddeleri ile banyo solüsyonunun hazırlanması

Tespit banyosu tankına 1/3 oranında sıcak su koyulur. Tespit maddeleri sıcak suda kolay eridiği için suyun sıcaklığı 50 °C olmalıdır. Tanktaki sıcak suyun içine önce koruyucu sodyum sülfat, sonra tespit edici amonyumtiosülfat veya sodyumtiosülfat ve asitleştirici asetik asit koyulur. Banyo maddeleri sıra ile tanka dökülür ve her madde döküldükten sonra solüsyon tahta bir çubukla karıştırılır. Üzeri su ile tamamlanır. Solüsyon 24 saat dinlendirildikten sonra kullanılır.



Şekil 3.3: Toz halinde tespit maddeleri ile banyo solüsyonunun hazırlanması

➤ **Sıvı halinde tespit maddeleri ile banyo solüsyonunun hazırlanması**

Banyo solüsyonları genellikle (5+1) litrelik bidonlar içerisinde takımlar halinde satılır. Konsantre solüsyona 20 litre temiz su ilave edilerek hazırlanır. Bu işlem üretici firmanın belirlemiş olduğu tarife aynen uyarak hazırlanmalıdır. Konsantre solüsyonlarının hava almamış olması ve son kullanma tarihlerinin geçmemiş olması gerekir. Developer ve fikser ayrı ayrı birbirinden farklı renklerdeki kaplarda hazırlanır. Genellikle bu amaca uygun 25–30 litrelik plastik kova veya geniş ağızlı bidon tercih edilir. Karıştırıcı çubuklar da birbirinden ayrı olmalıdır. Hazırlama aşamasında solüsyonların birbirine karışmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Az miktarda dahi fikser solüsyonunun developere karışması developerin bozulmasına yol açar. Hazırlama suyunun 25–35 °C olması ve hazırlama aşamasından sonra en az 2 saat beklemeden sonra kullanılması önerilir. Solüsyonların ışıktan etkilenmesini önlemek ve çevreye yaydığı kötü kokunun en aza indirilmesini sağlamak için kapların kapakları sürekli kapalı tutulmalıdır.

Sıvı halindeki tespit maddeleri 20 lt'lik çözelti için beş litrelik A (F1) çözeltisi amonyumtiosülfat ve bir litrelik B (F2) çözeltisi alüminyumsülfat şeklinde bulunmaktadır.

Tespit banyosu tankına 1/3 oranında koyulur. Tanktaki suyun içine önce beş litrelik A çözeltisi amonyumtiosülfat, sonra bir litrelik B çözeltisi alüminyumsülfat koyulur. Banyo hazırlarken üretici firmanın tavsiyesi ve işlem sırasına dikkat edilmeli ve solüsyon hazırlandıktan sonra birkaç dakika karıştırılmalıdır.

- **Banyo solüsyonu hazırlanırken aşağıdaki işlem sırası uygulanır.**

- Kimyasal maddelerden korunmak için eldiven giyilir.



Resim 3.2: Eldiven giyilmesi

- Tankların temizliği sağlanır.



Resim 3.3: Temizlenmiş tespit tankı

- Tanka 1/3 oranında su koyulur.



Resim 3.4: Tanka su koyulması

- Tanktaki suyun içine önce beş litrelik F_1 (A) çözeltisi amonyumtiosülfat koyulur.



Resim 3.5: F_1 (A) çözeltisi amonyumtiosülfat koyulması

- Bir litrelik F_2 (B) çözeltisi alüminyum sülfat koyulur.



Resim 3.6: F_2 (B) çözeltisi alüminyum sülfat koyulması

- Solüsyonun üzerine 20 lt 'ye denk gelecek şekilde sıcak veya soğuk su ilave edilir.



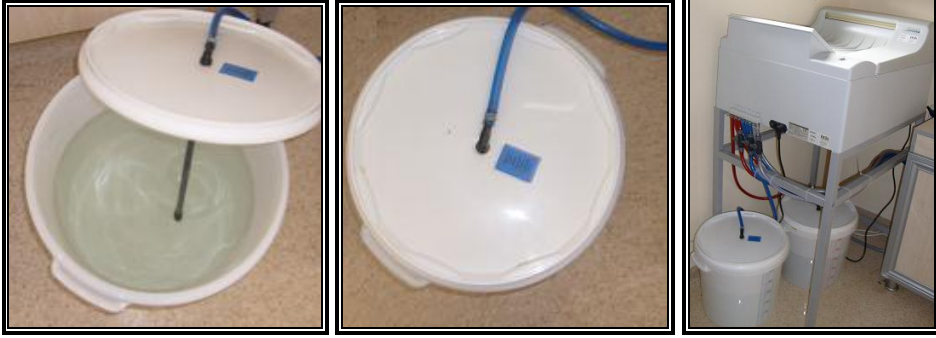
Resim 3.7: Solüsyonun su ile 20 lt 'ye tamamlanması

- Solüsyon tahta bir çubukla birkaç kez karıştırılır.



Resim 3.8: Solüsyonun karıştırılması

- Solüsyonun ışıktan etkilenmesini önlemek ve çevreye yaydığı kötü kokunun en aza indirilmesini sağlamak için tankın kapağı kapatılır. Solüsyon tankı yerine çekilir.



Resim 3.9: Tankın kapağının kapatılarak yerine yerleştirilmesi

- **Solüsyon hazırlarken dikkat edilmesi gereken noktalar**
 - Banyo maddelerinin tahriş etme ve zehirlenme özelliği vardır. Kesinlikle bu maddelere çıplak elle dokunmamalıdır.
 - Banyo maddeleri eritilirken buharından uzak durmak için gerekli önlemler alınmalıdır. Tankın üzerine eğilip kimyasal maddeler teneffüs edilmemelidir.
 - Banyo hazırlarken üretici firmanın tavsiyesi ve işlem sırasına dikkat edilmelidir.
 - Tespit maddelerinin son kullanma tarihleri ve kapaklarının açık olup olmadığı kontrol edilmelidir.
 - Solüsyon hazırlanacak tankların temizliği sağlanmalıdır. Solüsyonların içine konulduğu tankların kalay, bakır, çinko veya demir gibi solüsyonla reaksiyona girebilecek maddelerden yapılmamış olması gerekir. Lehimli olan tanklarda lehim maddesi, solüsyonla reaksiyona girerek filmde sislenmeye neden olmaktadır.
 - Tanka su koyduktan sonra tespit maddeleri sırası ile koyulmalıdır.
 - Solüsyonu karıştırmak için tahta bir çubuk kullanılır.
 - Solüsyonların ışıktan etkilenmesini önlemek ve çevreye yaydığı kötü kokunun en aza indirilmesini sağlamak için kapların kapakları sürekli kapalı tutulmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Tespit banyo solüsyonunu film banyosu için hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Korunma önlemlerini alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Maske takınız.➤ Eldiven giyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Tespit banyosu tankına 1/3 oranında➤ su koyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tankın temiz olup olmadığından emin olunuz.➤ Hazırlama suyunun 25–35 °C olmasını sağlayınız.➤ Tanka su koymadan önce kesinlikle banyo maddelerini koymayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beş (5) litrelik A çözeltisi amonyumtiyosülfatı koyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ F₁ ve F₂ çözeltilerinden oluşup mavi etikette tespit yazdığına dikkat ediniz.➤ Cilde temasını önlemek için yavaş boşaltınız.➤ Cilde temas halinde bol su ile yıkayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Bir (1) litrelik B çözeltisi alüminyumsülfatı koyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cilde temasını önlemek için yavaş boşaltınız.➤ Tankın üzerine eğilmeden boşaltınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ 20 lt 'ye denk gelecek şekilde su ilave ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tanka ilave ettiğiniz suyun fazla ya da az olmamasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Birkaç dakika karıştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Solüsyonun iyice karıştırıldığından emin olunuz.➤ Kullandığınız karıştırma çubuğunun developer ve tespit için ayrı olmasına dikkat ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hangisi, ana tespit maddesidir?
A) Amonyum tiosülfat
B) Sodyum sülfat
C) Potasyum alüm
D) Sodyum sülfat
E) Sodyum bisülfat
2. Aşağıdakilerden hangisi, tespit banyosunun ph değeridir?
A) 10-11,5
B) 4,5-5
C) 5-5,5
D) 9-10,5
E) 4,5-6
3. Aşağıdakilerden hangisi tespit banyosunda dikroik sis oluşumunu önlemek için kullanılır?
A) Tampon maddeler
B) Ana tespit maddeleri
C) Koruyucu
D) Asitleştirici
E) Sertleştirici
4. Aşağıdakilerden hangisi, yardımcı tespit maddelerinden değildir?
A) Sodyum asetat+asetik asit
B) Sodyumsülfat
C) Potasyum alüm
D) Asetik asit
E) Sodyum tiosülfat
5. Aşağıdakilerden hangisi, tespit banyosu için doğru değildir?
A) Sıvı banyo solüsyonları genellikle (5+1) litrelik bidonlar içerisinde konsantre olarak bulunur.
B) Konsantre solüsyonlarının hava almamış olması gerekir.
C) Sıvı banyo solüsyonları ile bany en az 2 saat bekletilmeli sonra kullanılmalıdır.
D) Hazırlama aşamasında solüsyonların birbirine karışmamasına özellikle dikkat edilmelidir.
E) Tespit banyosu gizli imajın görünür hale gelmesini sağlar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti ile yıkama banyosunu hazırlayabilecek ve film banyosu için hazır hale getirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yıkama banyosunun film banyosu açısından önemini araştırınız.
- Yıkama banyosunun özellikleri hakkında bilgi toplayınız.

4. YIKAMA VE KURUTMA

4.1. Yıkama Banyosunun Tanımı, Amacı ve Önemi

Tespit banyosundan çıkarılan filmlerin üzerinde bulundukları ve filmin görüntüsünü bozabilecek maddelerden temizlenmesini sağlayan hareketli, temiz sudan oluşan banyolara, yıkama banyosu denir.

Yıkama banyosu, tespit banyosundan çıkarılan film emülsiyonu üzerinde bulunan tespit maddelerinin ve tuzların temizlenmesini sağlar.

Tespit banyosunda çıkarılan film emülsiyonu üzerinde bulunan tespit maddeleri temizlenmezse film üzerinde sarı-kahverengi lekeler oluşur. Film üzerinde bulunan tuzlarda kristalleşir. Bu da filmin görüntü kalitesini bozar.

4.1.1. Yıkama Banyosunun Hazırlanması

Yıkama banyosu hareketli ve temiz sudan ibarettir. Yıkama banyosunun durgun su yerine akarsulu olanı daha etkilidir. Tespit banyosundan çıkarılan film üzerinde yoğun miktarda tespit maddesi bulunur. Yıkama banyosunun suyu ne kadar çok olursa ve hareketliyse yıkama işlemi de o kadar kısa olur. Suyun ısı 20°C olmalıdır. Suyun soğuk olması yıkama işlemi geciktirdiği gibi çok sıcak olması da film emülsiyonunu yumuşatarak filmin zarar görmesine ve film üzerinde çatlakların oluşmasına sebep olur.

- **Yıkama banyosu hazırlanırken aşağıdaki işlem sırası uygulanır.**
 - Yıkama tankı normal temiz su ile doldurulur.
 - Yıkama tankındaki suyun ısını 20°C olacak şekilde ayarlanır.

4.2. Kurutma

Kurutma, banyo sonunda film üzerinde bulunan suyun atılarak yumuşamış olan film emülsiyon tabakasının kuruyup sertleşmesini sağlamak için yapılan son işlemdir.

Filmlerin incelenmesi ve korunabilmesi için kurutulması gerekir. Bu aşamada sıcak hava sirkülasyonu kullanılır. Tam olarak kurutulmamış bir röntgen filmine sert ve keskin uçlu cisimler sürüldüğünde kolayca çizilebilir. Kağıt gibi maddelerle temas halindeyken yapışabilir. Fazla kurutulması ise filmin çatlamasına ve kırılmasına sebep olur. Bu nedenle filmler %10 su içerecek kadar kurutulmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Yıkama banyosunu film banyosu için hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yıkama tankını normal temiz su ile doldurunuz.	➤ Tankın temizliğini sağlayınız.
➤ Yıkama tankındaki suyun ısısını 20°C olacak şekilde ayarlayınız.	➤ Tanktaki suyun ısısını termometre ile ölçünüz.
➤ Yıkama tankının su sirkülasyonunu sağlayınız.	➤ Tankta su sirkülasyonunun olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Filmlerin kurutulmasını sağlayınız.	➤ Filmleri %10 su içerecek şekilde kurutunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Tespit banyosundan çıkarılan filmlerin üzerinde bulundurdıkları ve filmin görüntüsünü bozabilecek maddelerden temizlenmesini sağlayan hareketli, temiz sudan oluşan banyolara,denir.
2. Tespit banyosundan çıkarılan film emülsiyonları üzerinde bulunanve.....temizlenmesini sağlamaktır.
3. Tespit banyosunda çıkarılan film emülsiyonu üzerinde bulunan tespit maddeleri temizlenmezse film üzerinde oluşur.
4. Yıkama banyosunun çok sıcak olması film üzerindeoluşmasına sebep olur.
5. Filimlerin çatlamasını ve kırılmasını önlemek için filmler.....su içerecek kadar kurutulmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise Modül Değerlendirme'ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

1. () Filmin banyo aşamaları sırası ile developman banyosu, ara banyo, tespit banyosu, yıkama banyosu ve kurutma işlemlerinden oluşur.
2. () Ana developer maddeleri metol+hidrokinon veya fenidon+hidrokinon olarak kullanılır.
3. () Developerin fazla aktivasyonu sonucu ortaya çıkan ve radyografik kaliteyi etkileyen gümüş sis (duman) denir.
4. () Banyo solüsyonları hazırlanırken üretici firmanın tavsiyesi ve işlem sırasına dikkat edilmelidir.
5. () Tespit maddelerinin istenilen etkiyi gösterebilmesi için tespit banyosunun ph değerinin 10- 11,5 arasında olması gerekir.

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

6. ışınlanmamış gümüş grenlerinin tamamını film üzerinden temizleyerek imajın sabit bir hale gelmesi ve filmin ışıktan etkilenmeden incelenmesini sağlar.
7. Durgun sulu ara banyoda durdurucu olarak kullanılır.
8. Yıkama tankındaki suyun ısısı..... olacak şekilde ayarlanır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Developman banyosu ile ilgili ifadelerden hangisi yanlıştır?
A) Developman banyosu asit özelliğe sahiptir.
B) Solüsyonun oksitlenme belirtisi kahverengileşmesidir.
C) Fenidon + hidrokinon daha çok otomatik banyolarda kullanılır.
D) Solüsyon hazırlandıktan ve bir saat dinlendirildikten sonra kullanılabilir.
E) Developer maddelerinin asıl görevi ışınlanmış kristal üzerinde etki göstermektir.

10. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
- A) Amonyum tiosülfat genellikle otomatik banyolarda kullanılır.
 - B) Tespit maddeleri film üzerindeki ışınlanmamış gümüş grenlerini temizler.
 - C) Amonyum tiosülfat, sodyum tiosülfata göre daha etkilidir.
 - D) Yardımcı tespit maddelerinin tespit etme (gümüş eritme) özelliği vardır.
 - E) Solüsyonların ışıktan etkilenmesini önlemek için kapların kapakları sürekli kapalı tutulmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	A
5	E

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	B
4	ara banyo
5	dikroik sis

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	E
5	E

ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜNCEVAP ANAHTARI

1	yıkama banyosu
2	tespit maddeleri ve tuzlarının
3	sarı kahverengi lekeler
4	çatlama ların
5	%10

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	tespit banyosu
7	asetik asit (sirke asiti)
8	20°C
9	A
10	D

KAYNAKÇA

- CEYDELİ Nergis, **Radyolojik Görüntüleme Tekniđi** ,İzmir,2000.
- KAYA Tamer, Baki ADAPINAR, Yakup ÖZKAN, **Temel Radyoloji Tekniđi**, Nobel Kitabevi, Bursa, 1997.
- KUMAŞ Ahmet, **Radyasyon Fiziđi ve Tıbbi Uygulamaları**, Palme Yayıncılık Ankara, 2006.
- MERİÇ Cemil, Rüstem SEVEN, **Uygulamalı Radyoloji**, S.B. Sağlık Eğitimi Genel Müdürlüğü Yayın. No:503 (I. Baskı), Ankara 1983.
- TUNCEL Ercan, **Diognastik Radyoloji (Ders Kitabı)**, U.Ü.T.F Yay. U.Ü Basımevi, 1983.