

# Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler

Tamer Kaya

## ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Radyografinin temel tekniğini öğrenmek
- Radyografik görüntülerin diğer radyolojik yöntemlerden farklı olarak görüntü oluşmasına etki eden detaylarını öğrenmek.
- Radyografik kalite ile ilgili bilgi sahibi olmak
- Radyografik yöntemlerin yorumlanmasında temel prensipleri anlamak

## GİRİŞ

Radyografi, radyoloji biliminin ortaya çıkmasına neden olan, x – ışınlarının bulunması ile başlayan ilk görüntüleme yöntemidir. X -ışınlarının bulunduğu günden bu yana yaygın olarak kullanılmaktadır. X ışınlarının penetrasyon özelliği ile görüntüleme sağlar. Temel ilkesi, x -ışınlarının tüm vücut katmanlarından geçirilerek bir alan üzerinde görüntü oluşturma şeklindedir.

X ışınlarının bulunmasından günümüze başlıca radyografi ve radyoskopi başlığı altında olmak üzere röntgen uygulamaları geçerliliğini korumaktadır. Günümüzde kesitsel görüntülemeye yönelik teknolojik yenilikler geniş anlamda tıbbi görüntüleme uygulamalarında yer almıştır. Ancak, radyografi incelemeleri, tek görüntüyle en çok veri taşıyan yöntem olması, uzaysal çözünürlüğünün yüksek olması, incelemelerin kısa olması, çocuklarda genel anestezi gerektirmemesi, basit olması, noninvaziv ve ucuz olması nedeniyle hala yaygınca kullanılmaktadır. Tüm bu avantajları, bugün halen radyografinin rad-

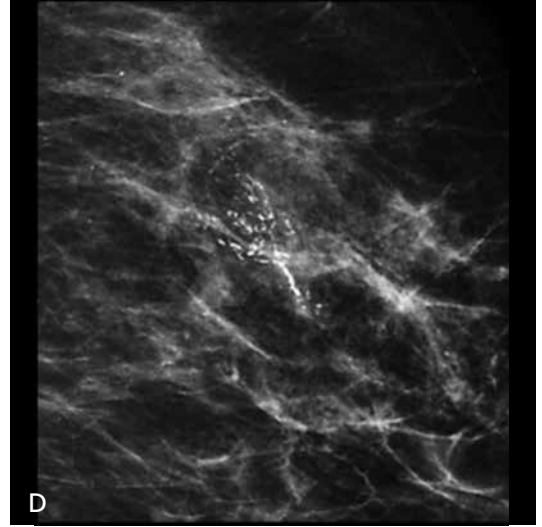
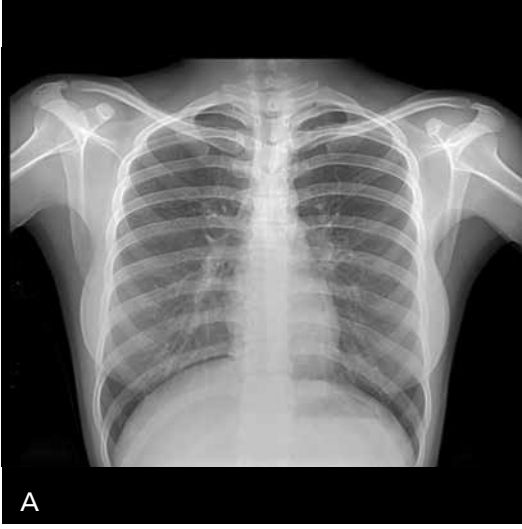
yoloji departmanlarında en çok yapılan tetkik olmasının nedenidir (Resim 1).

Temel bir yöntem olmakla birlikte genel bir görüş olarak BT ve MR gibi temel bir radyolojik yöntem olarak değerlendirilmemektedir. Özellikle ülkemizde kesitsel yöntemlerdeki iş yoğunluğu ve radyolog açığı nedeniyle radyologların rutin olarak raporlama uygulamalarında yeterince yer almamaktadır. Yorumu zordur ve lezyonların atlanabilmesi riski taşır. Deneyim çok önemlidir. Radyografi yorumlamasına yönelik temel bilgi ve deneyim eksikliği gittikçe artmaktadır. İyi bir radyografik yorum için deneyimin öneminin yanı sıra, varyasyonlara yönelik yeterli temel bilginin olması da gerekir. Ayrıca tipik radyografik bulguların farkında olmanın önemi yüksektir.

## RADYOGRAFİNİN TEMEL FİZİKSEL PRENSİPLERİ

### X-ışınının oluşması ve özellikleri

X – ışını, hızlandırılmış elektronların yüksek atom numaralı bir madde ile çarpışması sonu-



**Resim 1. A-D.** Radyografi uygulamalarının birçok avantajı bulunmaktadır. Akciğer grafisi (A), ekstremitelerinde (B) olduğu gibi özellikle iskelet displazilerinin değerlendirilmesinde tek görüntüyle en çok veri sağlayan yöntemdir. Yenidoğan grafilerinde tüm bu detay, kolayca anestezi olarak elde edilebilir (C). Uzaysal çözünürlüğünün yüksek olması, mammografide özellikle mikrokalsifikasyonların gösterilmesini sağlar (D).

cunda ortaya çıkar. İlk kez, elektronların boşlukta transferi üzerine yapılan deneyler sırasında bulunmuştur. Bu deneylerde, havası alınmış cam bir tüpte (Crookes tüpü) katottan anoda doğru elektronlar boşlukta geçirilebiliyordu. Ancak bu deneyleri yapmakta olan hiçbir bilim insanı, bu sırada ortaya bir ışın çıktığını fark etmemiştir. İlk kez 8 Kasım 1895 tarihinde Wilhelm Conrad Röntgen tarafından yapılan deney sırasında, ortamda bulunan floresan bir maddenin parlaması nedeniyle x – ışınları

tespit edilmiş ve yaklaşık 3 ay içerisinde, tıpta kullanımına yönelik hemen tüm detaylar yine Röntgen tarafından ortaya konulmuştur.

X – ışınının oluşturulması için havası alınmış ortamda, önce serbest elektronların ortaya çıkarılması, daha sonra da hızlandırılması ve hızlandırılmış elektronların yüksek atom numaralı bir maddeye çarptırılması gerekir. Röntgen tüpü içinde elektronlar katotta uygulanan akım sonrasında ortaya çıkar. Verilen akım, ortaya çıkan elektronların sayısını belirler. Bu

miliamper (mA) ayarı ile sağlanır. Katotta ortaya çıkan elektronların anota doğru hızlandırılması ise uygulanan gerilim ile ilgilidir. Bu da kilovolt (kV) ayarı ile sağlanmaktadır. Katottan anota doğru hızlandırılan atomlar anot-taki yüksek atom numaralı maddeye (tungsten) çarptığında ortaya x ışını çıkmaktadır. Ortaya çıkan ışının özellikleri, başlangıçta anota doğru hızlandırılan elektronların özellikleri ile doğru orantılıdır. Anota ne kadar çok elektron yönlendirildiyse, anottan o kadar çok foton çıkar. Uygulanan gerilim ne kadar yüksekse anota çarpan elektronların enerjisi de o kadar yüksek olacak ve dolayısıyla ortaya çıkan x – ışını fotonlarının ortalama enerjileri de bununla orantılı olarak artacaktır [1-4].

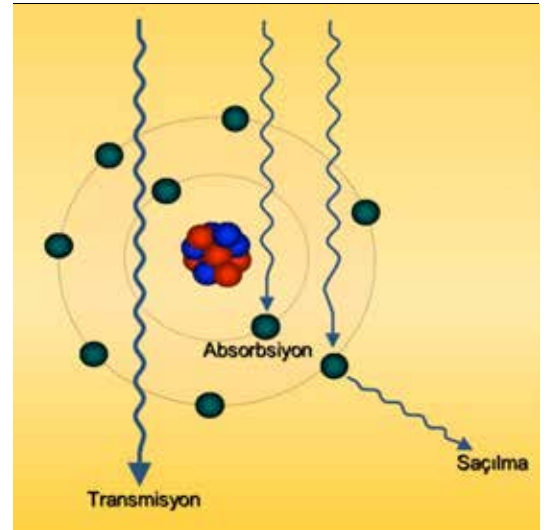
Dolayısıyla hastaya gönderilen ışının miktarı ve enerjisi, başta verilen akım ve voltajla ilgilidir. Akım (mA), hastaya gönderilen ışın fotonlarının sayısını belirler. Voltaj (kV) ise bu fotonların enerjilerini belirler. Ancak kV değeri tüm fotonların aynı enerjide olmasını sağlamaz. Hastaya yönlendirilen x ışını demetinde bulunan fotonların sayıları, enerjilerine göre değişiklik gösterecek şekildedir. En yüksek enerjiye sahip olan fotonun enerjisi verilen kilovolt değerinde olmak üzere bir normal dağılım eğrisi şeklinde olacaktır. Örneğin 100 kV değerinde bir ekspozur belirlendiğinde ışın demetinde 0 ile 100 keV arasında fotonlar bulunacaktır. Bunlar içinde en fazla miktarda 50 keV değerinde fotonlar olacaktır. Enerji değerleri 0 a ve 100 e yakın olan fotonların sayısı düşük olacak, enerjisi 50 keV e yakın olan fotonların sayısı orantılı olarak artacaktır. Voltaj, aynı zamanda aşırı enerji nedeniyle anotta ortaya yeni fotonların çıkmasına neden olarak x – ışını fotonlarının sayısını da etkileyecektir. Çekim süresinin arttırılması, mA arttırılmasına benzer etki eder. Bu nedenle mA, zaman ile birlikte mAs olarak değerlendirilir.

Bir radyografi çalışmasında görüntü, görüntü alıcıya fotonların ulaşması ile ortaya çıkar. Fotonların görüntü alıcıya ulaşması vücudu geçebilmeleri ile mümkündür. Fotonların vücudu geçebilmeleri, bunun için enerjilerinin yeterli

olmasına bağlıdır. Görüntü alıcıyla düşen fotonların sayısı ise görüntünün kalitesinde belirleyicidir. Her bir foton, görüntü alıcıda bir nokta oluşturur. Ne kadar çok foton görüntü alıcıya ulaşırsa görüntü o kadar kaliteli olur.

### X – ışınının dokularla etkileşimi

X – ışınları hastanın vücuduna ulaştığında fotonların bir bölümü vücut atomları ile etkileşime girerken bir bölümü de vücut atomları ile etkileşime girmez ve doğrudan görüntü alıcıya ulaşır (transmisyon). Tanımlanmış birçok fiziksel etkileşim içinde başlıca ikisi radyografik uygulamalarında önem arz eder. Bunlardan birisi Fotoelektrik olaya bağlı absorpsiyon, diğeri ise Compton olayına bağlı saçılmadır (Resim 2). Transmisyon ile birlikte absorpsiyon, radyografik görüntünün oluşumunu sağlayan iki etkileşimdir [5-7]. Radyografi, bu iki etkileşim sayesinde görüntü alıcıda, üç boyutlu objenin düzlemsel bir görüntüsünün oluşmasıdır (Resim 3).



Resim 2. X – ışınının atomla etkileşimi; Radyografik görüntü, başlıca vücudu geçen (transmisyon) fotonların görüntü alıcıda oluşturduğu etkileşim yanı sıra vücutta absorpsiyon ile takılan fotonların ortaya çıkarmış olduğu gölge sayesinde oluşur. Saçılan radyasyon ise görüntü alıcıya düşüğünde anlamlı görüntü oluşturmaz. Saçılma, görüntü kalitesini olumsuz etkilemektedir.

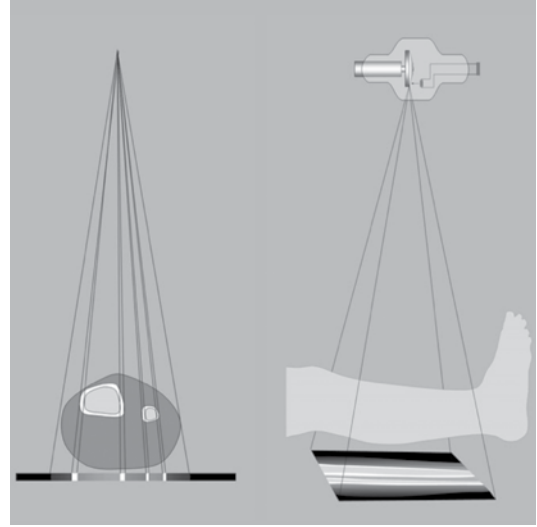
## Absorbsiyon ve Dokuların Yoğunluk Farklılıkları

Bir radyolojik görüntüyü başlıca belirleyen faktör absorpsiyondur. Absorpsiyona neden olan her faktör görüntünün oluşması ve görüntü kalitesi açısından belirleyicidir. Absorpsiyon başlıca  $x$  – ışınının enerjisi ile ilgilidir.  $X$  – ışınının enerjisi ne kadar yüksek ise absorpsiyon o kadar az olur. Bunun dışında absorpsiyonu belirleyen vücut dokularına bağlı üç değişken bulunur. Dokulara bağlı olarak absorpsiyonu etkileyen faktörler, absorpsiyon  $x$  – ışını fotonlarının dokudaki atomların elektronlarına çarparak engellenmesiyle oluştuğu için başlıca önünde ne kadar elektron olduğu ile ilgilidir. Doku kalınlığının, doku yoğunluğunun ve dokunun atom numarasının yüksek olması, absorpsiyonu artırır [4, 6]. Yukarıdaki absorpsiyonu etkileyen dört değişkenin absorpsiyona olan etkisi formüldeki gibidir (Resim 4). Doku kalınlığı göz önüne alınmadığında, radyografi uygulamalarında başlıca maddenin atom numarası ve yoğunluğu farklı kontrast oluşmasını sağlamaktadır. Tabloda bazı vücut yapıları ile kontrast maddelerin atom numaraları ve yoğunlukları verilmiştir (Resim 5).

## RADYOGRAFİK GÖRÜNTÜNÜN ÖZELLİKLERİ

Bir radyolojik görüntü, absorpsiyonun oluşturduğu gölgelerin gri renk spektrumuna katkısıyla oluşan bir gölge grafisidir. Radyogramlarda gölgeler gerçek gölgelerden farklı olarak beyaz ve beyaza yakın renkte izlenirken ışının çok geçişi olan seviyeler siyah ve siyaha yakın olarak görülür. Bu nedenle radyolojik görüntü negatif bir imaj oluşturmaktadır.  $X$  ışınlarının görüntüleme amacıyla kullanıldığı ilk dönemlerden bugüne bu şekilde değerlendirilmeye devam edilmektedir.

Radyografi görüntüsünde siyahtan beyaza değişen başlıca beş ana yoğunluk bulunmaktadır. Bunlar başlıca siyah – siyaha yakın gri – gri – beyaza yakın gri - beyaz olmak üzere sıralanır. Bu beş yoğunluğa karşılık gelen yapılar, vücut oluşumları dikkate alınarak şu



Resim 3. Radyografi; Vücuda ait üç boyutlu yapıları geçen ve takılan ışınların görüntü alıcıda oluşturduğu düzlemsel bir gölge görüntüsüdür.

$$Ab = h.Z^3 . \lambda^3 . tk.d$$

$Ab$ : absorpsiyon       $\lambda$  : dalga boyu  
 $h$  : sabit sayı       $tk$  : doku kalınlığı  
 $Z$  : atom numarası       $d$  : yoğunluk

Resim 4.  $X$  – ışınının vücutta absorpsiyonunu etkileyerek görüntü oluşumuna etki eden faktörler (burada absorpsiyonu azaltan faktör olan ışının enerjisi yerine onunla ters orantılı olan dalga boyu kullanılmıştır)

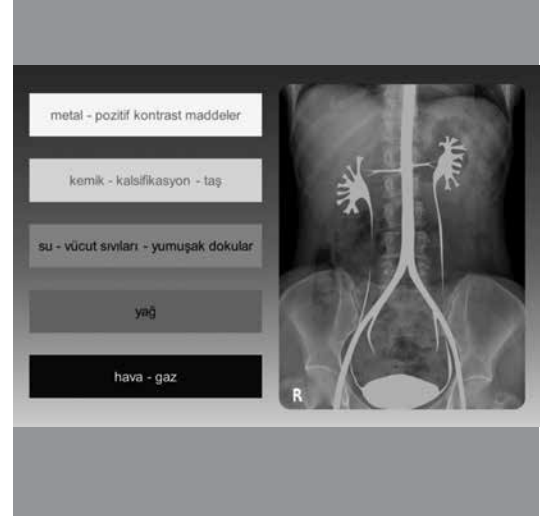
şekildedir. Siyah - hava, siyaha yakın gri - yağ, gri - su ve yumuşak dokular, beyaza yakın gri -kemik ve kalsifikasyon, beyaz - metal ve kontrast maddeler. Bir radyogramda izlenen yapılar kalınlıkları aynı olduğu müddetçe, bu renk sıralamasına uyar. Sıralamada renk tonlarında kayma olsa dahi sıralama hiç değişmez. Hiçbir zaman hava yağdan, yağ

Vücut yapıları	Atom No	Yoğunluk
Kas	7,4	1
Yağ	6,3	0,91
Kemik	13,8	1,85
Akciğer	7,4	0,32
Kontrast maddeler		
Baryum	56	3,5
İyot	53	4,93
Hava	7,6	0,0013

**Resim 5.** Radyografi uygulamalarında farklı kontrast oluşması vücut yapısı ya da maddelerin atom numaraları ve yoğunluklarının ( $gr/cm^3$ ) farklı farklı olması ile ilgilidir. Pozitif kontrast madde olarak kullanılan baryum ve iyot gibi maddelerin atom numaraları ve yoğunlukları vücut oluşumlarından belirgin yüksektir. Diğer yandan vücutta akciğer ve bağırsaklarda normalde bulunan havanın atom numarası yumuşak dokulara çok yakın iken yoğunluğunun belirgin düşük olması, havanın negatif kontrast olarak kullanılabilmesini sağlar.

sudan ya da yumuşak doku kemikten daha beyaz görünüm almaz. Vücut oluşumları yan yana geldikleri diğer bir yapıdan farklı yoğunluk grubunda olmadıkları sürece aradaki fark izlenmez. Örneğin karaciğer içindeki bir tümör bu nedenle düz röntgende izlenemez. Aynı şekilde damar içindeki kan, böbreklerin içindeki kalisiyel boşluklar, mesane içindeki idrar ayrı bir kontrast oluşturmalarından radyografik olarak izlenemezler. Hepsi su ve yumuşak dokular grubunda olup gri renk tonunda izlenmektedir. Ancak damar içine ya da böbreklerin veya mesanenin içine opak kontrast madde verilirse bu fark sağlanır ve ilgili anatomik detay görüntülenebilir (**Resim 6**).

Radyografinin uzaysal çözünürlüğü çok yüksektir. Radyografik görüntü, x – ışını fotonlarının madde ile doğrudan atomik düzeyde etkileşimi sonrasında gölge imajın görüntü alıcıya düşmesi ile oluşur. Konvansiyonel radyografide filmde gümüş halid kristali büyüklüğü ve di-



**Resim 6.** Radyografik görüntüyü başlıca beş farklı yoğunlukta ve/veya atom numarasında olan yapıların ortaya çıkardığı kontrast farkı oluşturur. Bir vücut yapısı, yan yana geldiği diğer bir yapıdan farklı yoğunluk ve/veya atom numarasına sahip ise ancak o zaman aralarındaki sınır görülebilir. Bu amaçla kullanılan kontrast maddeler, vasküler ya da üriner sistem gibi vücut boşluklarını doldurarak oluşturdukları kontrast farkıyla anjiyografi, ürografi gibi yöntemler sayesinde vücut detayını ortaya koyarlar.

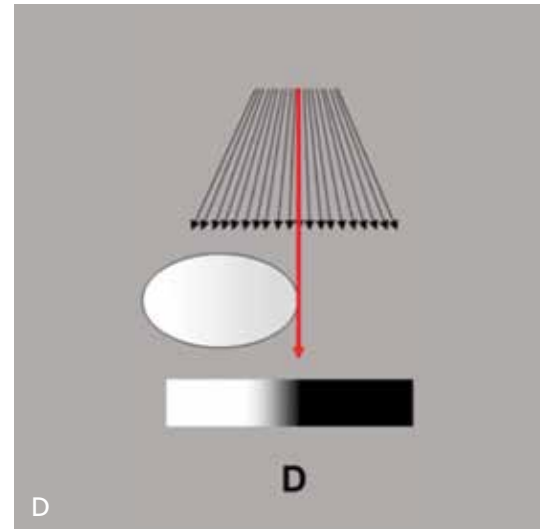
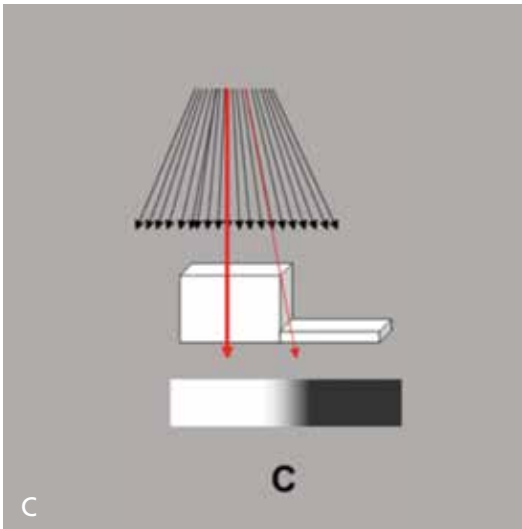
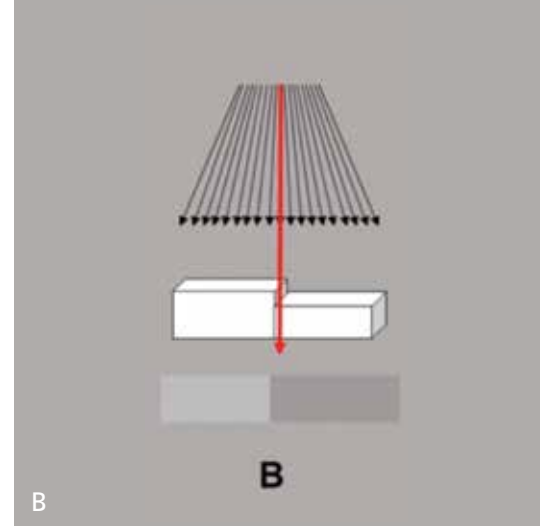
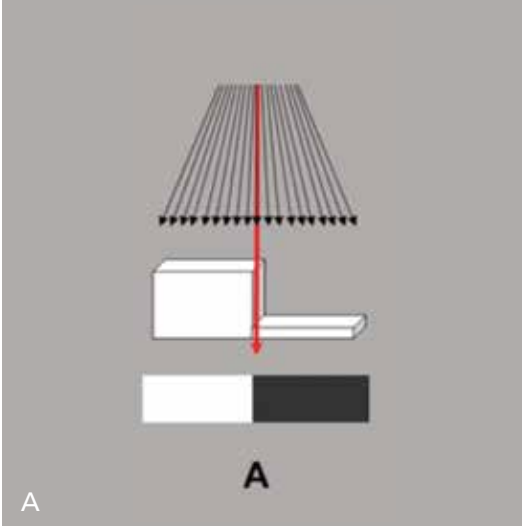
jital radyografide dedektör elemanı büyüklüğü, çözünürlük açısından belirleyici olmaktadır. Yüksek uzaysal çözünürlük sayesinde radyografide incelenen yapıların kenar ve ara yüzey ayrıntısı, çok detaylı olarak gösterilebilir.

Uzaysal çözünürlüğündeki bu üstünlüğüne karşın radyografinin kontrast çözünürlüğü oldukça düşüktür. Yoğunluk farklılıklarının detaylı olarak ortaya konmasındaki yetersizliği, radyografinin en büyük engellerinden birisidir. Radyografide incelenen yapılar çok geniş bir doku grubu olduğu halde, ancak beş ana yoğunluk oluşturabilen bir şablonda değerlendirilebilir. Bir radyografi görüntüsünde, birbirine komşu iki yapı eğer bu beş yapıdan aynı gruba giriyorsa, yanındaki oluşumdan ayırt edilemez. Özellikle vücudun çok önemli bölümünü oluşturan su ve yumuşak dokular başlığı sadece bir gri tonda görülür. Radyografi, başlıca akciğer, özellikle ekstremitelerdeki kemik ve eklemleri gibi kontrast farkının yüksek olduğu yerlerde daha avantajlı olarak kullanı-

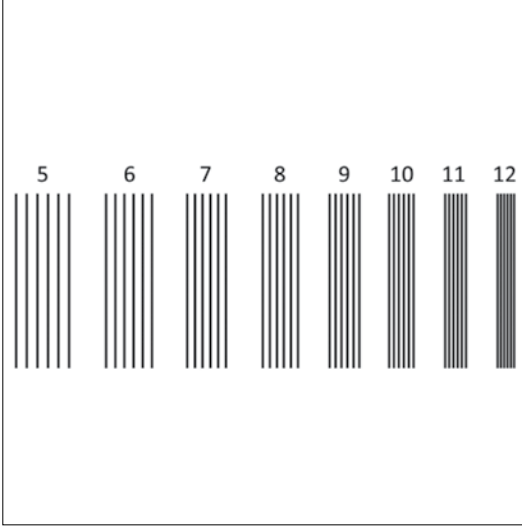
labilirken birçok yerde kontrast farkı oluşturmadığından görüntü detayı sağlamaz. Bunun sonucu olarak basitçe bir batın radyogramında, karaciğerin içindeki tümör ya da kist ayırt edilemez. Böbrek boşlukları gösterilemez ya da mesanenin içindeki tümör gibi doku ayrımları yapılamaz. Bir damarsal yapının lümeninden ve çevre dokusundan ayırt edilmesi mümkün olmaz. Bu nedenle kontrast maddeler

olarak kullanılarak radyolojik görüntü zenginleştirilebilir. Kontrast madde, özellikle lümenli oluşumlarda yüksek bir kontrast çözünürlüğü oluşturur. Ürografi ve anjiyografi gibi yöntemlerin başarısı radyografinin yüksek uzaysal çözünürlüğüne bir de yüksek kontrast çözünürlüğün eklenmiş olmasıyla ilişkilidir.

Radyografi görüntüsü temelde negatif görüntüdür. Işık gölge etkileşiminde gölge her zaman



**Resim 7. A-D.** Kontrastı ve kenar bulanıklığını oluşturan durumlar: (A) Absorbsiyon farkı çok belirgin olan iki yapı, merkez ışın ara yüzeye paralel olarak geliyor. Belirgin kontrast farkı ve kenar keskinliği mevcut (B) Absorbsiyon farkı az olan iki yapı, merkez ışın ara yüzeye paralel olarak geliyor. Kontrast farkı az ve bir miktar kenar bulanıklığı mevcut (C) Absorbsiyon farkı belirgin olan iki yapı, merkez ışın ara yüzeye açılı olarak geliyor. Belirgin kontrast farkına karşın, belirgin kenar bulanıklığı mevcut D: Vücuttaki anatomik yapılara uyar şekilde yuvarlak cisim. Merkez ışın eksenine bağlı olmaksızın, cismin geometrik yapısından kaynaklanan kenar bulanıklığı izleniyor.



Resim 8. Uzaysal çözünürlüğü belirlerken kullanılan çizgi çifti fantomu

siyah olarak görülürken ışığın çok olduğu yerler beyazdır. Radyografi uygulamalarında ise gölge oluşturan kemikler beyaz, ışını en iyi geçiren hava ise siyah görülmektedir. Bu durum başlangıçta elde edilen ve konvansiyonel röntgen filmlerinde oluşan görüntünün nedenidir. Klasik fotoğrafta da negatif görüntü oluşmakta ancak bu alışılmamış bir resim olduğundan ikinci bir işleme pozitif çevrilmiştir. Ancak radyografide böyle bir sorun yoktur. İlk elde edilen negatif görüntü ana görüntü olarak kabul edilmiştir. Bu şekli geleneksel olarak alışılan şekildir. Günümüzde de pratikte bir sorun oluşturmadığı için dijital radyografi uygulamalarında pozitif imaja çevrilmesi kolaylıkla mümkün olduğu halde alışılmış şekli tercih edilmektedir.

## RADYOGRAFİK KALİTE

Radyografik kalite, görüntüleme sisteminin görüntülenmesi hedeflenen yapıyı görüntüye aktarabilme becerisidir. Görüntüde, incelenen anatomik yapı, kabul edilebilir dansite sınırlarında, istenen netlikte ve keskinlikte izlenebilmelidir. Bir radyografik görüntüde incelenen yapıların konturları yorumda çok önemlidir. Konturların silik olması lezyonun kenar yapısı ile ilgili olabileceği gibi çevre yapıdan kontrast farkına bağlı da olabilir. Konturların belirli olabilmesi ve iyi

bir kontrast farkının sağlanabilmesi için uygun radyolojik teknik ve ekipman önemlidir. Görüntüyü oluşturacak verilerin alınması, bu verilerin işlenmesi ve işlenen verilerin görüntüye dönüştürülmesi aşamasındaki çok sayıdaki değişken görüntü kalitesini etkileyebilmektedir. **Radyolojik kaliteyi başlıca belirleyen faktörler, kenar keskinliği (kenar bulanıklığı), kontrast ve gürültüdür. Gürültü, başlıca görüntüleme sistemiyle ilgili durumlardan kaynaklanır [1, 2, 7].**

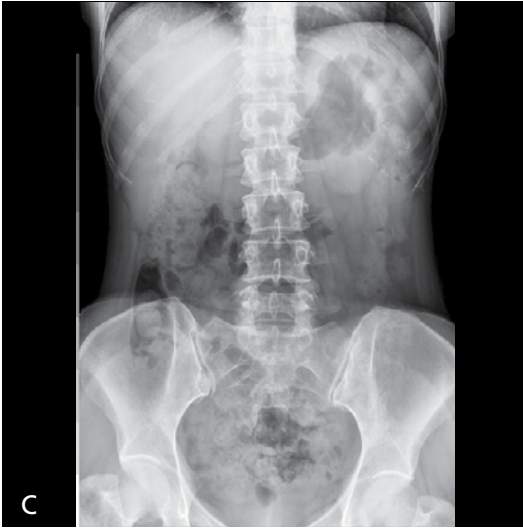
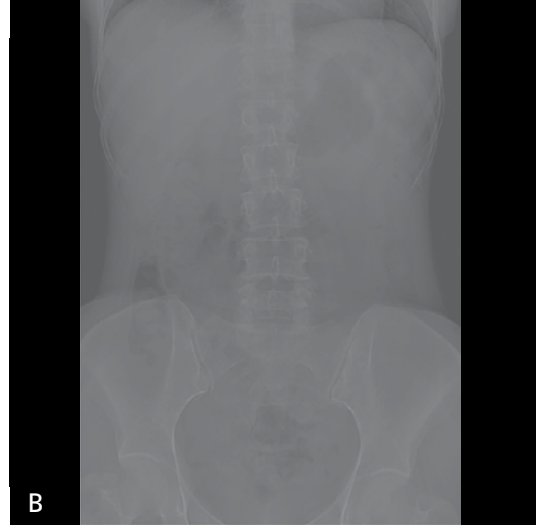
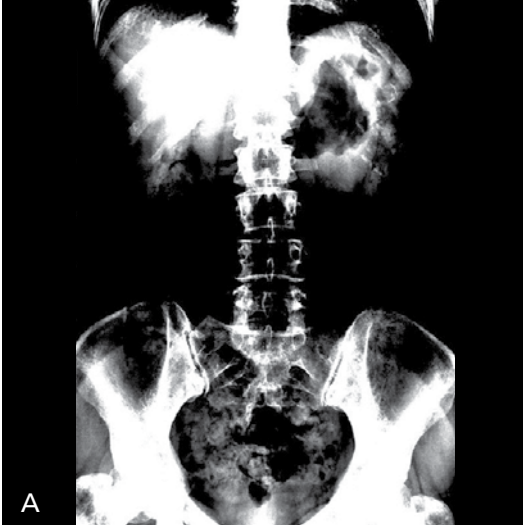
Bu konu başlığı altında, kenar keskinliği ve kontrast yanı sıra kenar keskinliği ile doğrudan ilgili olan kenar bulanıklığı kavramlarına değinilecektir.

## Kenar Keskinliği

Birbirine komşu iki yapıya ait görüntüler arasındaki geçiş bölgesinin genişliğidir. Kontrast ve kenar bulanıklığı, kenar keskinliğini etkileyen faktörlerdir. Kontrastı ve kenar bulanıklığını oluşturan durumlar (Resim 7) de gösterilmiştir.

Görüntüleme sisteminin netliğini sağlayan ve yapıları birbirinden ayırt edebilme başarısı, uzaysal çözünürlük olarak adlandırılır. Uzaysal çözünürlük, görüntüleme yönteminin iki ayrı noktayı birbirinden ayırt edebilme becerisidir.

Uzaysal çözünürlük, milimetredeki çizgi çifti sayısı ile ölçülür. Çizgi çifti test fantomları ile yapılan ölçümler kenar keskinliğini ölçmektedir (Resim 8). Çizgi çifti değeri bilinen bir sistemin görüntüleyebileceği en küçük nesne boyutunu hesaplarken sistemin önce ayırım gücü belirlenir. Bunu belirlerken birim uzunluktaki çizgi sayısı uzunluğa bölünür örneğin çözünürlük 5 çç / mm ise,  $1 \text{ mm} / 5 \text{ çç} = 0,2 \text{ mm} / \text{çç}$  bulunur. Çizgi çifti olduğundan gerçek değer bunun yarısıdır (0.1 mm). Bu ölçümlerde kullanılan modaliteler içinde en yüksek sistem mamografi olup yaklaşık 20 çç/mm düzeylerine ulaşmaktadır. Ekran film düzeneklerinde 5 – 8 çç / mm düzeylerinde olan rezolüsyon, konvansiyonel floroskopide ise yaklaşık 1 çç/mm düzeylerine düşmektedir. Ekranların kullanıma girmesinden önce kullanılan ekransız filmin rezolüsyonu çok yüksek olup 100 çç / mm değerindedir. Ancak doku detayında istenilenin çok üzerinde veriye sahip olan bu



*Resim 9. A-C.* Yüksek kontrast mı ? düşük kontrast mı?; İdeal görüntülemelerde hedef kontrastın yüksek olması (A) ya da düşük olması (B) değil, görüntülenmesini istediğimiz yapıların arasındaki kontrast farkının ortaya konmasıdır (C). A görüntüsünde, yüksek kontrast farkı eklem aralıkları ya da karındaki yumuşak doku yapılarının tek bir yoğunlukta görülmesine ve ayrılmamasına neden oluyor. B de ise kontrast farkı çok düşük olduğundan yapılar izlenmiyor. İdeal kontrastta alınmış C görüntüsünde ise farklı dokuların kontrast farkları yeterince ayrımlanabiliyor.

yöntem, yüksek radyasyon dozu nedeniyle bugün kullanılmamaktadır.

## Kontrast

Birbirine komşu iki yapının dansitesi arasındaki farktır. Görüntüleme sisteminin kontrast ayırımındaki başarısı, kontrast çözünürlüğü olarak adlandırılır. Kontrast çözünürlüğü, görüntüleme yönteminin iki farklı yapı arasındaki dansite farkını ortaya koyabilme becerisidir. **İdeal görüntülemelerde, kontrastın yüksek olması ya da düşük olması hedeflenmez. Asıl hedeflenen, görüntülenmesini istediğimiz yapıların arasındaki kontrast farkının ortaya konmasıdır**

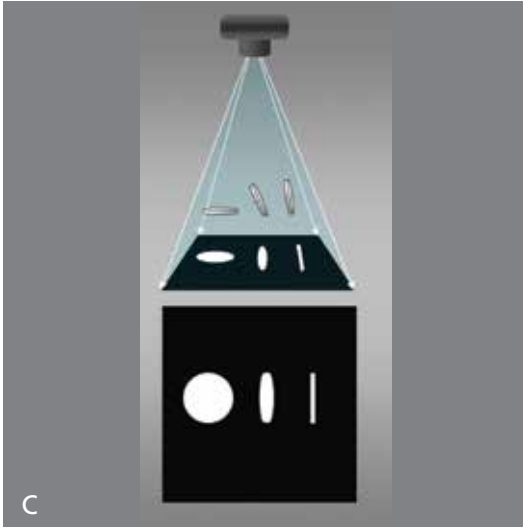
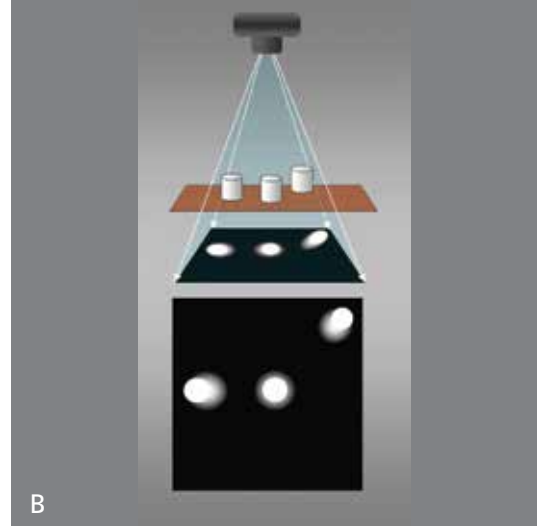
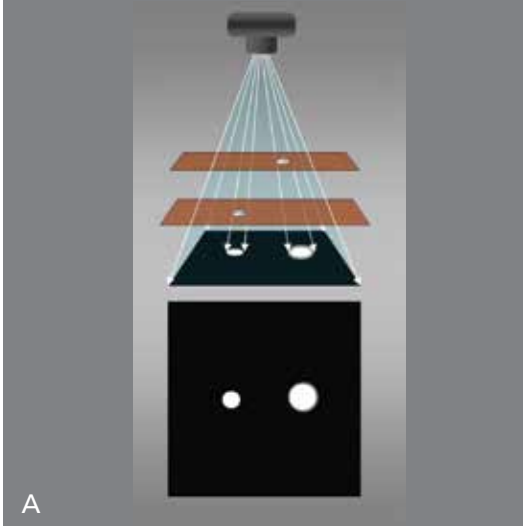
(Resim 9). Kontrastın yüksek olması görsel olarak, kenar keskinliğinin de fazla görülmesini sağlar [2].

## Radyografik Kontrastı Etkileyen Faktörler

**Maddenin absorpsiyon farklılıkları:** İncelenen bölgenin kalınlığı, yoğunluğu ve atom numarası, kontrastı belirleyen faktörlerdir.

**Işının enerjisi:** kVp arttıkça penetrasyon artar. Ancak dokular arasındaki absorpsiyon farkları nedeniyle diferansiyel absorpsiyon azalır ve dolayısıyla kontrast azalır. İdeal kont-





*Resim 10. A-C. Magnifikasyon ve Distorsiyon: (A) Objenin filme uzak olması; daha fazla magnifikasyona ve kenar bulanıklığına neden olur. (B) Objenin konumu; filmin merkezinde ya da çevresinde olması, olduğundan farklı görülmesine ve distorsiyona yol açmaktadır. (C) Objenin pozisyonu; aynı objenin değişik açılarda yerleştirilmesi farklı görümlere neden olmaktadır.*

rast için foton enerjisi mümkün olan en düşük değerde olmalıdır.

**Saçılan radyasyon:** Kontrastın azalmasına neden olur. Saçılan radyasyonu arttıran faktörler, (kVp, obje kalınlığı, alan) kontrastın azalmasına neden olurlar. kVp artınca saçılma azalır. Ancak absorpsiyona kıyasla saçılma relatif olarak artar bu durum kontrastı düşürür. Saçılmayı en aza indirmek için kVp düşük tutulmalı kolimasyon yapılmalı, grid kullanılmalıdır.

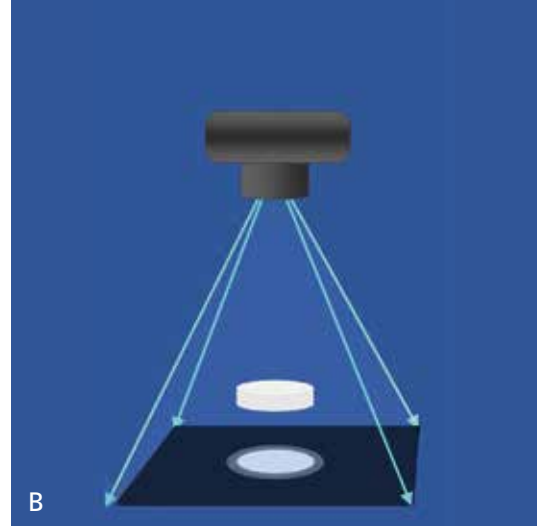
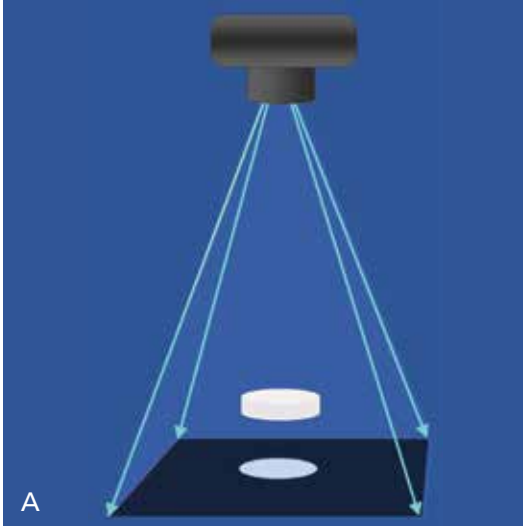
**Radyografi tekniği:** Görüntülenecek alana uygun projeksiyon seçilmesi ve kontrast

madde kullanılması kontrast çözünürlüğünü artırır.

**Filme ve görüntüleme sistemine bağlı faktörler:** Film tipi, banyo işlemi (Kimyasal maddenin aktivitesi, banyo ısısı ve banyo süresi), ranforsatör özellikleri, görüntüleme ışığının ve monitörün ayarları da kontrastı etkileyen faktörlerdendir.

### **Kenar Bulanıklığı**

Birbirine komşu iki yapı arasındaki dansite değişimi olan bölgenin genişliğidir. Radyografik kenar bulanıklığını etkileyen faktörler başlıca geometrik faktörler ve harekettir.



Resim 11. A, B. Kaynak – görüntü alıcı mesafenin etkisi; (A) Kaynak – görüntü alıcı mesafesi uzak (B) Kaynak – görüntü alıcı mesafesi yakın. A da kenar bulanıklığı ve magnifikasyon yok iken B de obje olduğundan daha büyük boyutlu ve gölge çevresinde kenar bulanıklığı penumbra izleniyor.

### Geometrik Faktörler

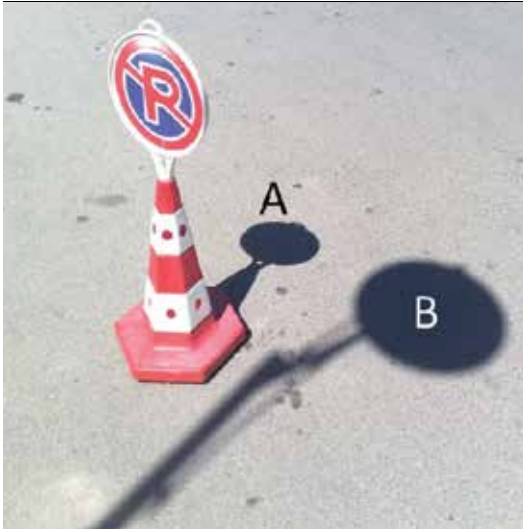
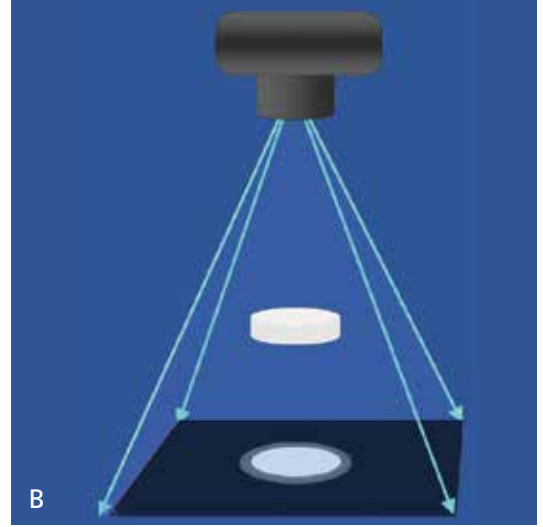
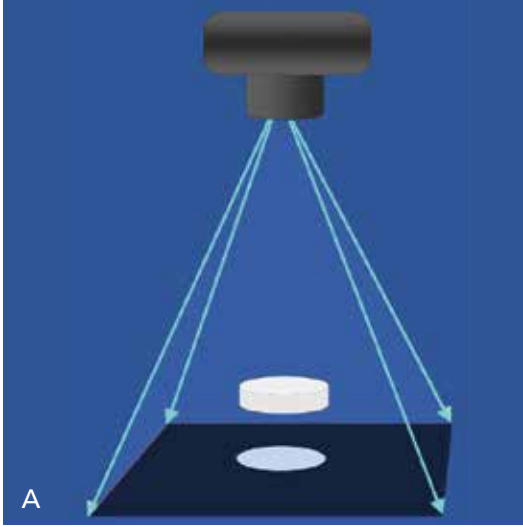
Geometrik faktörler başlıca görüntü boyutunun objeye göre artmasına (Magnifikasyon) ya da objenin olduğundan farklı biçimde görüntü oluşmasına (Distorsiyon) neden olmaktadır (Resim 10). Bu değişiklikleri belirleyen durumlar, objenin, görüntü alıcının ve ışın kaynağının konumu, objenin pozisyonu ve ışının çıkış yeri kaynak boyutu (fokal spot) genişliği ile ilgilidir.

**Magnifikasyon:** Görüntünün objeyi boyut olarak olduğundan büyük olarak yansıtmasına neden olan bir durumdur. Objeye uzak yerleşimli ise görüntü boyutu artacaktır. Magnifikasyonu belirleyen faktörler, kaynak - görüntü mesafesi ve obje - görüntü mesafesidir. Kaynak - görüntü mesafesinin artması, görüntüde kenar bulanıklığının ve magnifikasyonun azalmasına neden olur (Resim 11). Objeye - görüntü mesafesinin artması ise, kenar bulanıklığının ve magnifikasyonun artmasına neden olur (Resim 12). Bu durum ayrıca harekete bağlı kenar bulanıklığının etkisini de artırır.

**Distorsiyon:** Görüntünün objeyi şekil olarak farklı yansıtmasına neden olan bir durumdur. Distorsiyona bağlı objenin uzaması, kısalması ya

da olduğundan farklı görülmesi söz konusudur. Bir anatomik oluşumun gölgesi geometrik olarak değişebilir. Bu durum  $x$  - ışınlarının nokta kaynaktan ışımsal yayılımının bir sonucudur.  $X$  ışınının anottan kaynaklandığı nokta kaynaktan, filmin düzlemsel yüzeyinde her yere eşit mesafede olmaması sonucu objenin her yerinde eşit olmayan magnifikasyonlarla görüntünün oluşması ile ilgilidir. Distorsiyon, filmin kenarlarına ve köşelerine doğru gittikçe artar. Objenin kalınlığı, pozisyonu ve şekli distorsiyonda belirleyicidir. Vücut yapıları normalde eğik olup yuvarlak kenar göstermektedir. Bu durumda görüntüdeki farkın, vücut yapısına mı yoksa distorsiyona mı bağlı olduğunu ayırt etmek zor olacaktır.

**Kaynak boyutu (fokal spot):**  $X$ -ışınlarının salındığı alanın genişliği ne kadar az ise, oluşan görüntünün kenar bulanıklığı o kadar az olacaktır. Geniş fokal spotla yapılan incelemede ortaya çıkan kenar bulanıklığı, penumbra olarak adlandırılır. Penumbra  $X$  - ışınının nokta kaynak olmaması nedeniyle ortaya çıkar. Gölge çevresinde oluşan yarı gölgelerin (bulanıklığın) nedenidir (Resim 13). Fokal spot bulanıklığını azaltmak için, küçük fokal spot kullanmak, Objeye - Film mesafesini azaltmak ya da Film - Foküs mesafesini arttırmak gerekir.



*Resim 12. A, B. Obje – görüntü alıcı mesafenin etkisi; (A) Obje görüntü alıcıya yakın (B) Obje görüntü alıcıya uzak. B de obje olduğundan daha büyük boyutlu ve gölge çevresinde kenar bulanıklığı penumbra izleniyor. Bir örnek olarak park levhasının gölgesi keskin sınırlı olarak izlenirken, objenin yüzeye uzak olduğu elektrik lambasının gölgesinin kenar bulanıklığı gösterdiği görülüyor.*

## Hareket

Ekspozur sırasında hasta ya da cihazın hareketi, sabit görüntü kaydını engelleyerek kenar bulanıklığını artırır. İstemsiz hareketi olan hastalarda ya da çocuklarda olduğu gibi, hareketin sorun oluşturacağı durumlarda, ekspozur zamanının mümkün oldukça kısa tutulması ve obje-film mesafesinin azaltılması gerekir [3].

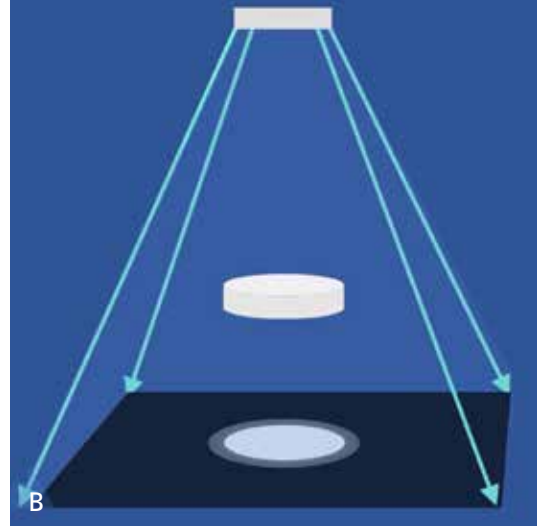
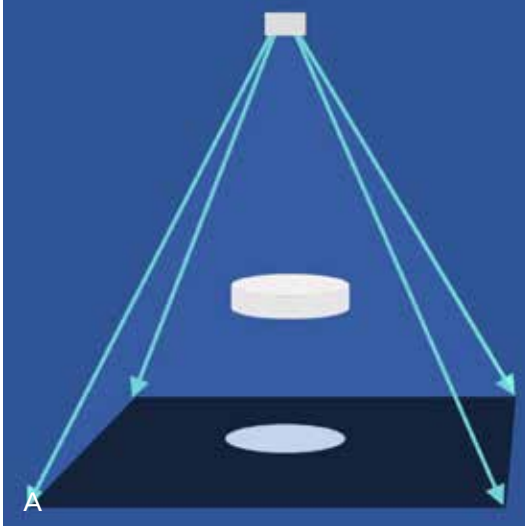
## RADYOGRAFİK YORUMDA TEMEL İLKELER

Radyografi başlıca x- ışınının madde ile etkileşimdeki temel fiziksel prensipleri ile görüntüyü

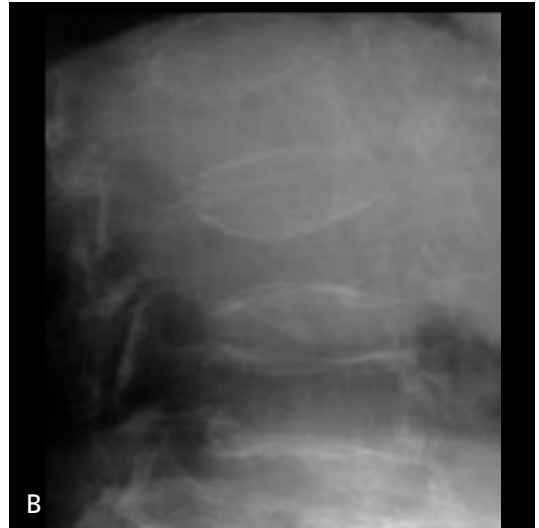
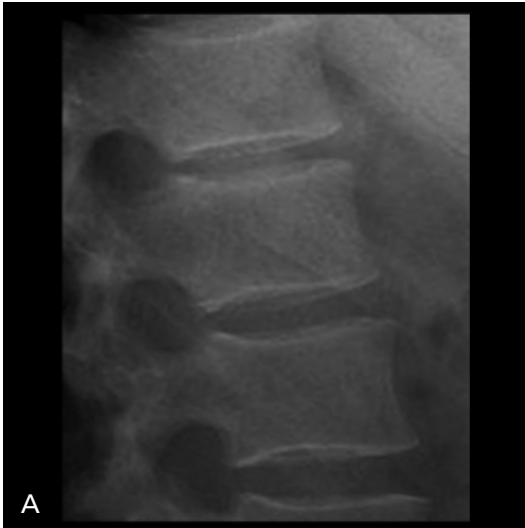
oluşturur. Her ne kadar ışınlar dokunun içerisinden geçiyor olsa da radyografi uygulamalarının temel prensipleri, görülebilir ışığın fiziksel kuralları ile aynıdır. Işık ve gölge kuralları geçerlidir. Görüntü, tüm katlardaki dokuların absorpsiyonlarının bir ortalamasıdır. Bu nedenle bu fiziksel ilkelerin bilinmesi, görüntünün değerlendirilmesinde önemlidir.

## Radyografik yoğunluk

Radyografik yoğunluklar dokuların özellikleri için belirleyicidir. Yukarıda da belirtildiği gibi radyografide beş ana yoğunluk bulunmaktadır. Özellikle yoğunlukların değişimine bakılarak patolojiler hakkında fikir sahibi olabiliriz (Resim 14).



Resim 13. A, B. Kaynak boyutunun etkisi (A) Küçük kaynak boyutu, Fokal spot küçük (B) Büyük kaynak boyutu, Fokal spot büyük. Büyük fokal spotlu incelemede gölge çevresinde kenar bulanıklığı penumbra izleniyor.



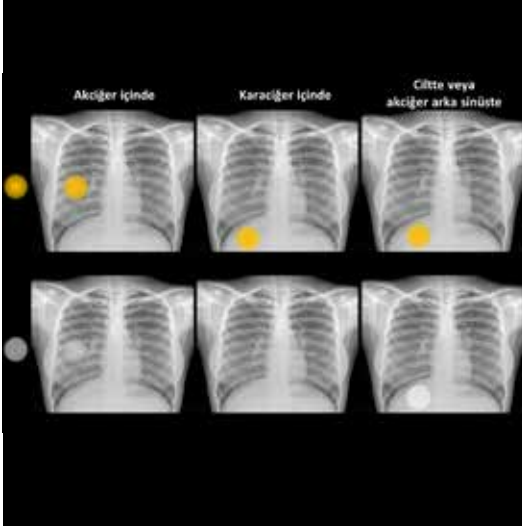
Resim 14. A, B. Radyografik yoğunluklardaki değişim; Normal bir vertebra radyogramında kemik yoğunlukları normal beyaza yakın renk tonunda, disk aralıkları ise su ve yumuşak doku grubuna uyan şekilde gri renk tonunda izleniyor (A). Diğer görünümde ise vertebral yoğunluk siyaha yakın gri bir tonda, disk aralıkları ise önceki görünümle aynı olarak izleniyor (B). Bu grafide kemik yoğunluğunun disk aralığındaki yoğunluktan dahi daha düşük olduğuna dikkat ediniz. Bunun nedeni kemik yoğunluğunun ileri derecede azalmasıyla ilişkilidir. Kemik yoğunluğunun aşırı azalması, yağlı kemik iliği nedeniyle yağ yoğunluğunun hakim olmasına neden olurken aslen kemik olan alanın yumuşak doku grubundan bile düşük yoğunlukta görülmesine neden olabilmektedir.

Bir yapının radyografik yoğunluğu ancak komşuluğundaki yapıdan farklı olduğunda o yapıya özgü detayın anlaşılması mümkündür. Bu durum radyografik yorumda dikkat edilmesi gereken önemli bulgular ortaya koyar (Resim 15). İçerisinde farklı radyografik yoğunluk alanları içeren yapılar, hava bronkogramı gibi

patolojiye özel radyografik bulgular ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Resim 16).

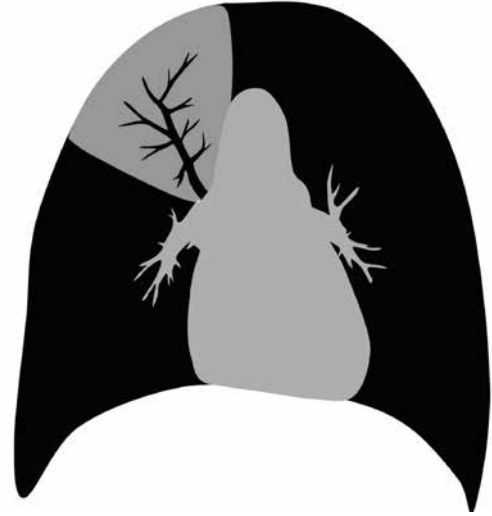
### Pozisyon ve projeksiyon

Radyografi uygulamalarında pozisyon ve projeksiyon çok önemlidir. Objenin konumu

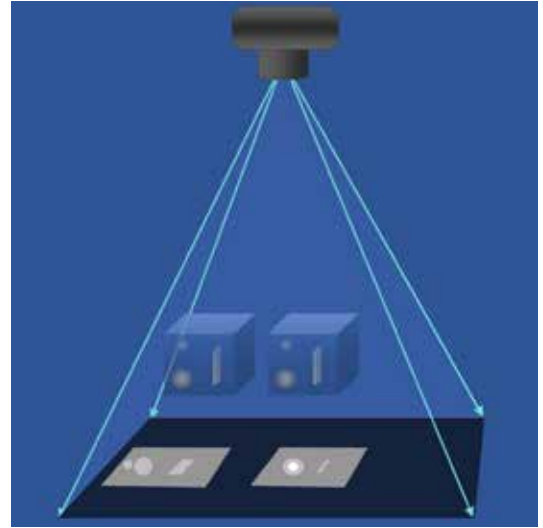


**Resim 15.** Bir yapının radyografik olarak görülebilmesi, onun radyografik yoğunluğunun, çevreleyen oluşumun yoğunluğundan farklı olması ile mümkündür. Üst sırada sarı renkte verilen örnek yumuşak doku oluşumunun bulunduğu yerler belirtilmiştir. Alt sırada ise bunların radyografik görünümleri verilmiştir. Yumuşak doku yapısı, akciğer içinde iken, kendisinden farklı bir yoğunlukla (havayla) çevrelendiği için görülebilir. Aynı yapı karaciğer içinde, karaciğer dokusuna göre bir yoğunluk farkı oluşturmadığı için radyografik olarak izlenmez. Ciltte ya da akciğer arka sinüs içerisinde bulunduğunda ise çevredeki hava ile çevrelendiğinden radyolojik olarak yine görülebilecektir.

ve ışığın geliş açısı, görüntünün nasıl oluşacağını belirleyen özel değişkenlerdir (**Resim 17**). Objenin konumu pozisyon, ışığın geliş açısı ise projeksiyonu belirlemektedir. Pozisyonun düşünülen patolojiye uygun seçilmesi, beklenen patolojik bulgunun ortaya çıkmasını sağlayabilir. Örneğin bir naviküler kemik kırığı şüphesi olan olgu eğer naviküler kemik pozisyonunda alınmış bir radyografi ile değerlendirilmezse kırık atlanabilir (**Resim 18**). Diğer yandan projeksiyon da çok önemlidir. Objenin ışın eksenine göre duruş açısı ya da ışının verildiği açı değiştiğinde bunun görüntüye yansımaları çok farklı olabilmektedir (**Resim 19**). Işının vücuda ve düşünülen patolojiye göre ekseninin nasıl olduğu, lezyonun görüntüye yansımaları açısından belirleyicidir (**Resim 20**). En – boy oranı yüksek olan plak

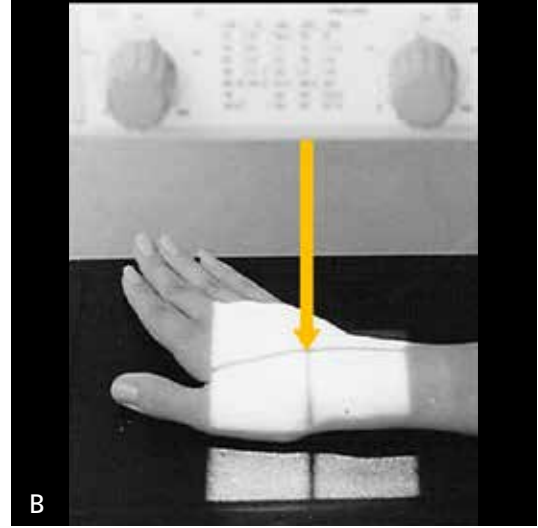


**Resim 16.** Hava bronkogramı; Akciğerde yoğunluk artışı gösteren bir yapının içinde hava yoğunluğu gösteren bronşial ağaçla uyumlu bir görünüm izlenirse, bu hava yoğunluğunu oluşturan bronşial ağacın yoğunluk artışı gösteren yapının önünde ya da arkasında değil içerisinde olduğu düşünülür. Bu da yoğunluk artışının akciğere ait olduğunu gösterir.



**Resim 17.** Objenin konumu; Objenin merkez ışın aksına göre konumu, oluşan görüntüyü önemli oranda etkileyebilir. Aynı objenin ışın merkez ekseninde yer alması ya da yanda yer alması birbirinden farklı görüntülerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

tarzı yapılarda, uzun kenarları ışın aksına paralel olanların görülme şansı daha yüksektir. Örneğin akciğerdeki bir ateletatik segmen-



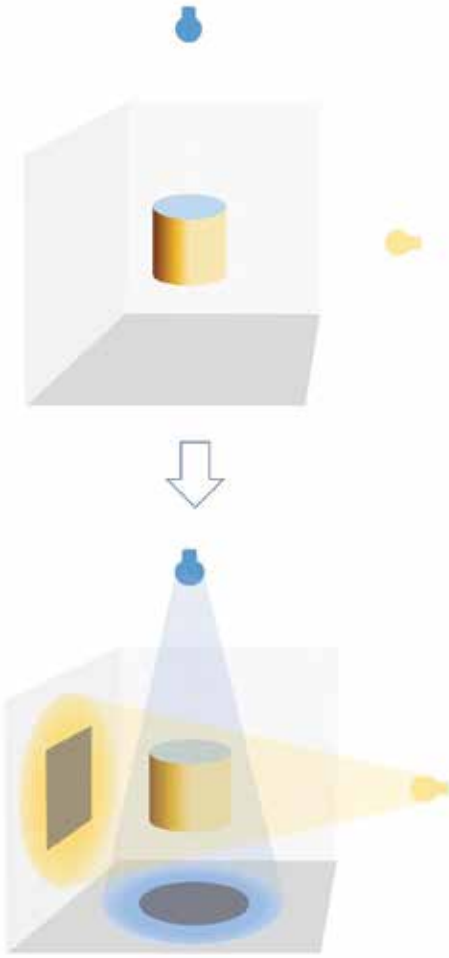
**Resim 18. A-C.** Naviküler kemik kırığı şüphesi olan olguda normal el bilek pozisyonunda radyografide patolojik bulgu görülüyor (A). El ulnar deviasyonda iken özel naviküler kemik pozisyonunda (B) alınmış bir radyografi ile elde edilen görünümde ise (C) naviküler kemik orta seviyesinde kırık izleniyor (ok).

tin uzun kenarı ışın eksenine paralel değilse filmde izlenemeyebilir. Bu durum falks kalsifikasyonu gibi yüksek yoğunluklu yapılarda bile geçerli olabilmektedir (Resim 21). Diğer bir örnek olarak radius başının nondeplase fraktürlerinde ışın aksı kırık hattına paralel değilse kırık görülmeyebilir. Bu gibi olgularda uygun projeksiyon tesadüf etmezse birbirine dik iki yönlü filmde dahi kırık hattını izlemek mümkün olmayabilir (Resim 22).

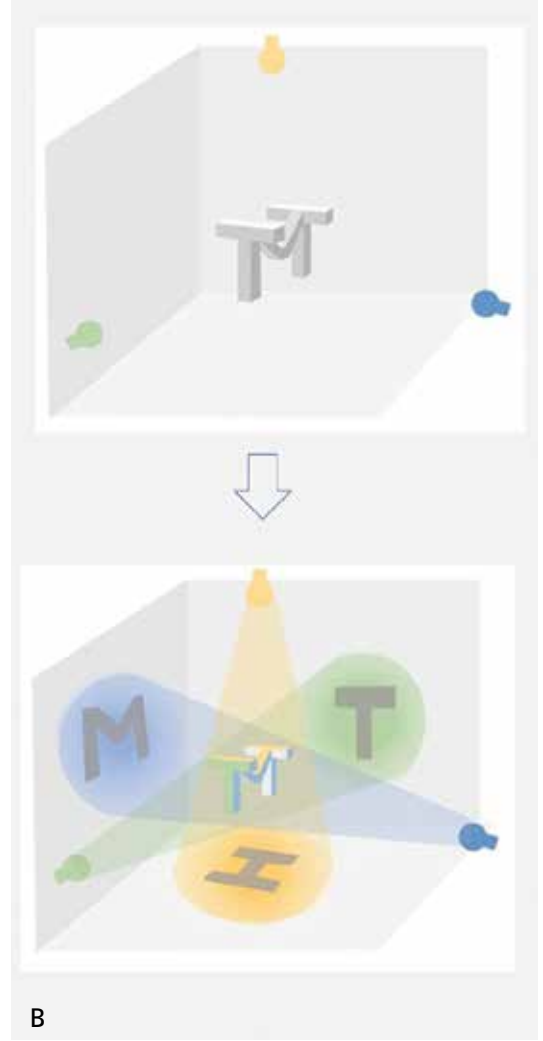
### Süperpozisyon

Radyografi görüntüsünü kesitsel yöntemlerden belirgin olarak ayıran bir diğer özel-

liği ise süperpozisyonel olmasıdır. Radyografi çalışmalarında ortaya çıkan ve kesitsel yöntemlere kıyasla sınırlayıcı olan en önemli eksiklik, görüntünün süperpozisyonel olmasıdır. Radyografide görüntüler hacimsel verilerin, bir düzleme düşürülmesi ile oluşturulur. Süperpozisyon, ışın verilen tüm vücut kalınlığının verilerinin görüntüye aktarılması sonucunda görüntüde tüm katmanlara ait verilerin çakışmasıdır. Radyografik veriler ışının tüm doğrultusu yönünde birbirine çakışacak şekilde görüntüyü oluşturur. Vücuda ait üç boyutlu verinin, görüntüye iki boyutlu olarak düşmesi, kompleks şekilli bir yapının olduğundan çok farklı bir görünüm vermesine ya



A



B

**Resim 19. A, B.** Projeksiyonun önemi; Radyografiye örnek olarak ışık gölge etkileşiminde cismin şekline göre ışığın açısı çok önemli farklılıklar oluşturabilir. Bir silindir, projeksiyona göre kare ya da daire şeklinde görülebilir (A), Sağ tarafta çok özel olarak oluşturulmuş bir şekil örneğinde olduğu gibi birbirine dik olan üç farklı projeksiyonda, üç ayrı harfin gölgesinin ortaya çıkabilmesi dahi mümkün olabilmektedir (B).

da ışının yolu üzerinde bulunan birçok oluşumun birbiri üzerine düşmesine bağlı görüntünün orijinalini yansıtma etkisinin düşmesine zemin hazırlar. Görüntüler çoğu zaman aslında olduğu gibi görülmeyebilir. Radyolojik incelemeler içerisinde BT, MR gibi kesitsel görüntülemelerden farklı olarak röntgenin bu süperpozisyonel özelliği nedeniyle temel radyografik yorum farklıdır. Ayrıca temel radyografik anatominin ve yoğunlukların dikkate alınması gerekir. Bu durum, iki boyutlu veriler üzerinden, üç boyutlu bir kurgulamayı ge-

rektir. Burada görüntüler değerlendirilirken, konuyla ilgili temel görsel algısal yanılgıların önüne geçebilecek şekilde deneyime sahip olmak önemlidir.

Radyografinin bu negatif yanı, ekstremite gibi anatomik detayın çok az olduğu yerlerde fazla dezavantaj oluşturmaz. Ancak, özellikle kompleks vücut bölgelerinin değerlendirilmesinde sorun oluşturur. Burada doğan olumsuz etki, farklı projeksiyonlarda alınan grafiyle giderilebilir. Radyografinin ön – arka ve lateral gibi başlıca birbirine

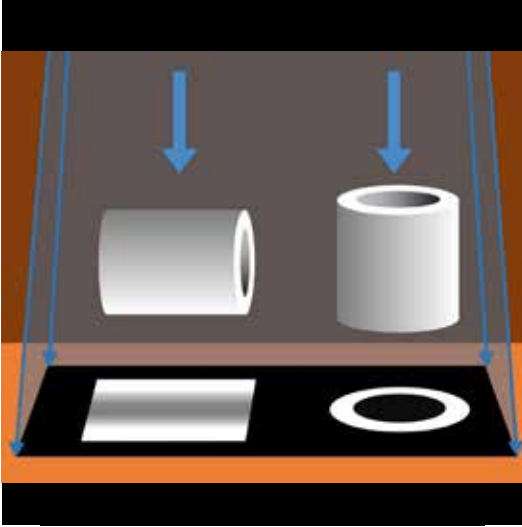
dik iki projeksiyonda alınarak yorumlanması değerlendirici için büyük avantaj oluşturur (Resim 23).

Röntgenin bu süperpozisyonel özelliği nedeniyle bazı özel radyografi bulgularına hâkim olmak patolojilerin lokalizasyonu ve daha doğru

yorumlanabilmesi için avantaj oluşturmaktadır. Bunlar içinde, siluet işareti, hava bronkogramı, servikotorasik işaret, hilus örtüsü bulgusu önde gelen bulgulardır.

### Siluet İşareti

Özellikle akciğer grafilerinin değerlendirilmesinde dikkate alınan bir bulgudur. **Siluet işaretinin temel prensibi “Birbirine temas eden komşu iki yapı, eğer beş ana yoğunluğu oluşturan yapılardan aynı gruba giriyorsa, yanındaki oluşumdan ayırt edilemez” ilkesi ile değerlendirilen bir yorumdur.** Burada bakış açısı bu yorumun tersi şeklindedir. Bir radyografik yapı yanındaki oluşumdan ayırt edilemiyorsa birbirine temas etmektedir. Bu ilke, oluşumlar arasında kontur görülüyorsa bu oluşumların aynı hizada olduğunu anlamamızı sağlar. Aynı ilke diğer bir bakış açısıyla şu yorumu da mümkün kılabilir. Birbiriyle aynı radyografik dansiteye aynı yoğunluk gurubuna girdiğini bildiğimiz iki yapı ayrı kontur oluşturuyorsa bu iki yapı aynı hizada değildir. Ancak farklı yoğunluk

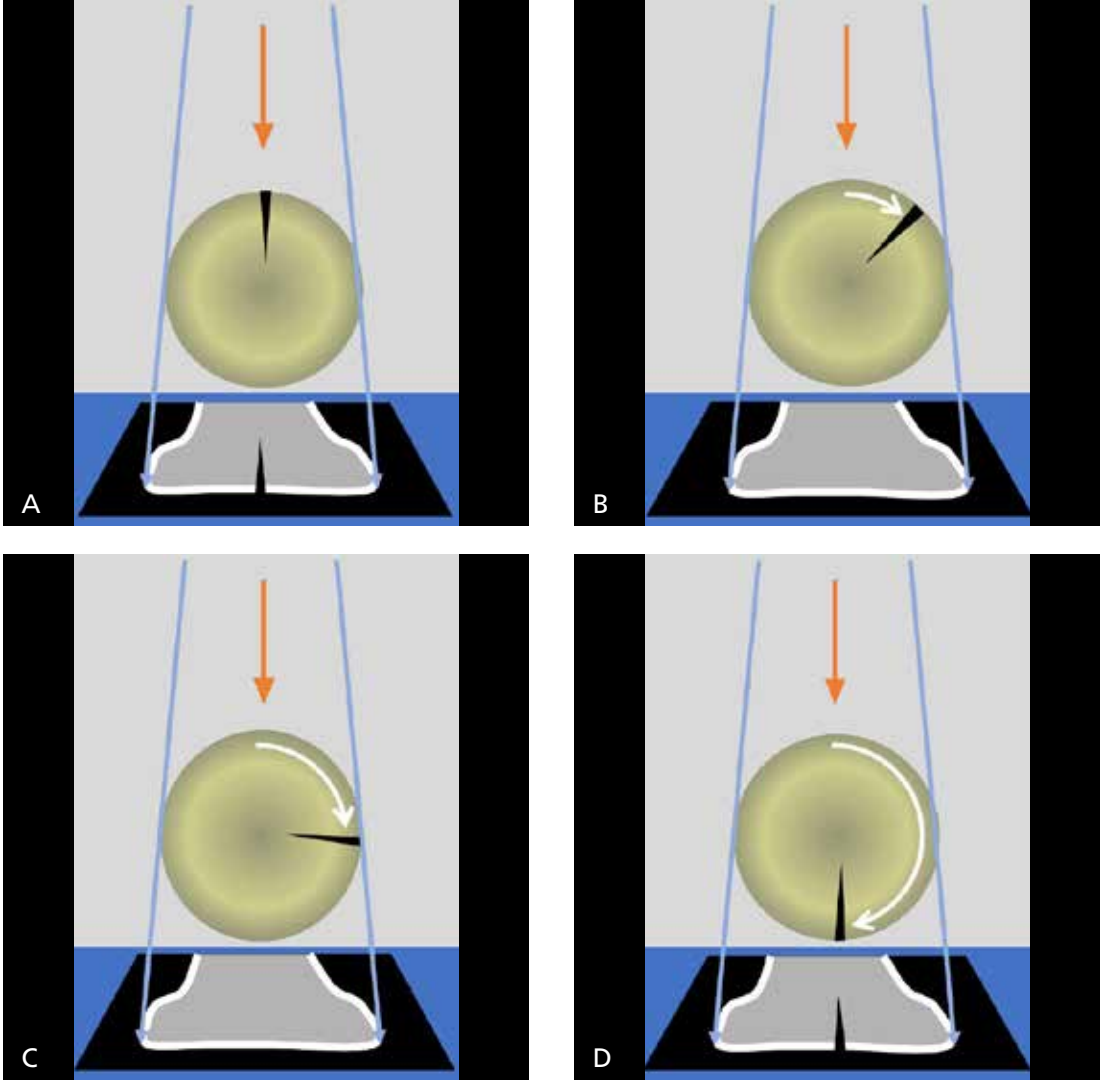


Resim 20. Radyografik olarak projeksiyonun önemi; Örnek olarak bir kemik parçası üzerinden verilen projeksiyon örneğinde yatay ve dikey konumda ortaya çıkan farklı görüntüler.



Resim 21. A, B. Bir boyutu kısa olan, plak şeklindeki lezyonlarda ışının lezyonun uzun eksenine paralel olması, görüntülemeye avantaj sağlarken, ışın aksı eğer lezyonun kısa kenarına denk gelirse lezyonun görülmesi olanaksızlaşır. Görüntüler atelettazi başlığında [www.radiologyassistant](http://www.radiologyassistant.com) sayfasından alınmıştır. Sağ akciğer orta lob kollapsı lateral grafide net bir yoğunluk farkı ve sınır oluştururken, ışın aksının lezyon kısa boyutuna paralel olduğu arka – ön projeksiyonda benzer bir görünüm oluşmayıp sadece kalp sınırını silen bir siluet oluşacaktır (A). Fals kalsifikasyonunda da benzer bir durum söz konusudur. Ön arka grafide kalsifikasyon net bir yoğunluk ve sınır ile görülürken lateralde izlenmemektedir (B).





**Resim 22. A-D.** Kırıkta ışının lezyonun uzun eksenine paralel ya da dik olması görünümü etkiler (Radius başı kırığı örneği; her bir görünümde üstte radiusa eklem tarafından bakış, altta radyografi görüntüleri şematize edilmiştir); görünümde sırasıyla radius başı nötralde (A), 45 derece rotasyonda (B), 90 derece rotasyonda (C) ve 180 derece rotasyonla ters projeksiyonda (D) izlenmektedir. Işın ekseninin lezyonun uzun eksenine paralel olması, kırığın görülmesini mümkün kılar (A, D). Ancak, ışın aksı kırık hattına dik açıda ya da dik açıya yakın açılarda olduğunda kırık görünümü görüntüye yansımaz (B, C).

gurubuna giren iki yapı, aynı hizada iseler ayrı kontur oluşturabilirler (Resim 24).

### Servikotorasik işaret

PA grafide ön mediastinal kitlelerin supraklaviküler bölümlerinin lateral kenarları belirsiz iken arka mediastinal kitlelerinki keskin-dir.

### Hilus örtüsü bulgusu

**Hilusa süperpoze olmuş kitleler:** Postero-anterior (PA) grafide hiler opasite varlığında opasite içinden hiler damarlar seçilebiliyorsa bu lezyon hilusta değil hilusun önünde veya arkasındadır. Eğer opasite içinden hiler damarlar izlenemiyorsa bu durum, lezyonun hiler yerleşimli olduğunu düşündürmelidir (8).



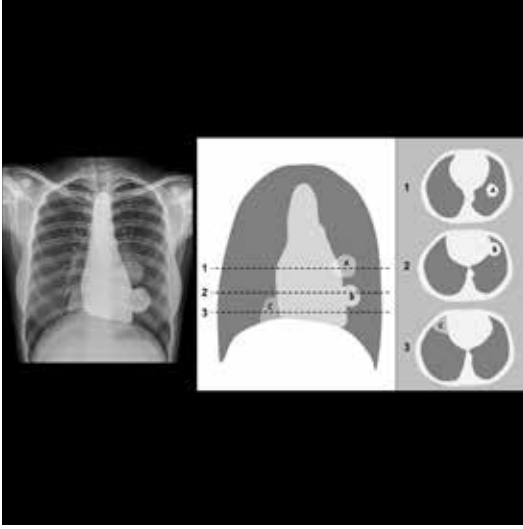
**Resim 23. A-C.** İki yönlü radyografinin önemi; Radyografide yapıların süperpozisyonu nedeniyle yorumu olumsuz etkileyen görünüşler ortaya çıkabilir. Bu nedenle kırık bir kemiğin parçaları bütünlük içinde görülebilir (A), kemik dışındaki bir yapı kemik içinde gibi görünüm verebilir (B) ya da kemiğin korteksiyle sınırlı bir litik alan kemik içindeymiş gibi görülebilir (C). Bu gibi durumlarda yanlış, birbirine dik projeksiyonlarda alınan görüntülerle yorum yapılarak giderilebilir.

Bu bulguya hilus örtüsü bulgusu adı verilir (Resim 25).

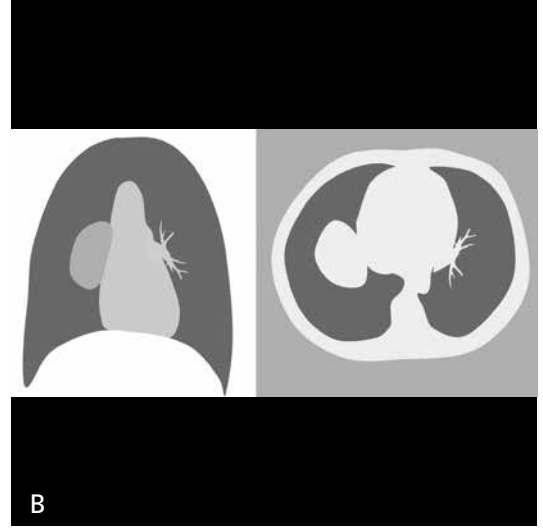
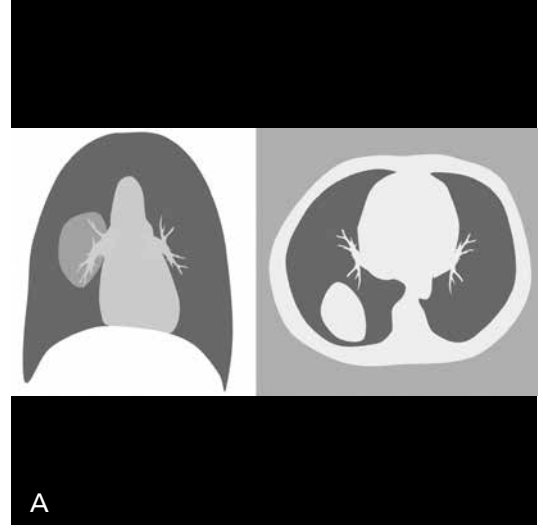
### Sonuç

Radyografi, basit, ucuz ve bütünüyle bir değerlendirme yapılmasına olanak veren yapısıyla, bulunduğu günden bugüne, doğru endikasyonlarla etkin bir şekilde kullanıldığına oldukça avantajlı veriler sağlayan bir

inceleme yöntemidir. Yöntem, düşük kontrast çözünürlüğü ve görüntünün süperpozisyonel olması dezavantajlarına karşın bu negatif etkilerin bilinerek kullanılması koşuluyla tanıda ve izlemede önemli avantajlar sunabilmektedir. Radyografinin yüksek uzaysal çözünürlüğü en büyük avantajlarından biridir. Temel radyolojik yöntem olma özelliği ile belirli patolojilerin doğrudan tanısı yanı sıra, sonraki tanı yönteminin belirlen-



**Resim 24.** Siluet işareti; Radyografik olarak aynı yoğunluğa sahip olan ve temas halinde olmayan iki yapının konturları ayrı görülür (A). Radyografik olarak aynı yoğunluğa sahip olan iki yapı bir-biriyle temas halinde ise aralarındaki sınır kaybolur (B). Radyografik olarak farklı yoğunluğa sahip olan yapılar (kalp ve perikardiyal yağ gibi) temas halinde olsalar da aralarında kontur görülür (C).



**Resim 25. A, B.** Hilus örtüsü bulgusu. Bir akciğer radyogramında hilus seviyesinde izlenen bir lezyon üzerinde eğer hilusa ait damarsal yapılar süperpoze olarak izlenebiliyorsa bu durum lezyonun hilus seviyesinde olmadığını arkada ya da önde olabileceğini gösterir (A). Eğer hilus damarlar izlenemiyorsa bu durum, lezyonun hilus yerleşimli olduğunu düşündürür.

mesi ile tanısal algoritimde önemli bir kavşak noktasında yer alır. İlk kullanıma girmesinden bu yana rutin radyoloji uygulamalarında artarak kullanımı devam etmekte olan radyografi, kesitsel görüntüleme yöntemlerinden farklı teknik özelliklere sahiptir. Bu durum, görüntülerin radyolojik yorumunda

farklı bir bakış açısını gerektirir. Bu nedenle yapılan radyografik incelemelerin doğru radyografik yorumunu sağlayarak yöntemin rutinde daha işlevsel olabilmesi için radyografiye özgü durumların ve özel radyografik bulguların farkında olmak oldukça önemlidir.

## Kaynaklar

- [1]. Bushong SC; Radiology Science For Technologists. 6th Ed, Mosby 1997.
- [2]. Adler AM, Carlton RR. Principles of Radiographic Imaging. Delmar Thomson Learning, 2001.
- [3]. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. Temel Radyoloji Tekniği. 3. Baskı Bursa: Güneş & Nobel, 1997.
- [4]. Petterson H. A Global Textbook of Radiology. Oslo: Nicer Institute, 1995.
- [5]. Tuncel E. Klinik Radyoloji. Genişletilmiş İkinci Baskı. Bursa: Güneş-Nobel, 2008.
- [6]. Putman CE, Ravin CE. Textbook of Diagnostic Imaging. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994.
- [7]. Temel Radyoloji Fiziği; Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları. İzmir. 2005.
- [8]. Sutton D. Textbook of Radiology and Imaging. 7th edition. New York: Churchill Livingstone; 2002.

# Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler

Tamer Kaya

## Sayfa 4

X – ışınının enerjisi ne kadar yüksek ise absorpsiyon o kadar az olur. Bunun dışında absorpsiyonu belirleyen vücut dokularına bağlı üç değişken bulunur. Dokulara bağlı olarak absorpsiyonu etkileyen faktörler, absorpsiyon x – ışını fotonlarının dokudaki atomların elektronlarına çarparak engellenmesiyle oluştuğu için başlıca önünde ne kadar elektron olduğu ile ilgilidir. Doku kalınlığının, doku yoğunluğunun ve dokunun atom numarasının yüksek olması, absorpsiyonu artırır.

## Sayfa 4

Radyografi görüntüsünde siyahtan beyaza değişen başlıca beş ana yoğunluk bulunmaktadır. Bunlar başlıca siyah – siyaha yakın gri – gri – beyaza yakın gri - beyaz olmak üzere sıralanır. Bu beş yoğunluğa karşılık gelen yapılar, vücut oluşumları dikkate alınarak şu şekildedir. Siyah - hava, siyaha yakın gri - yağ, gri - su ve yumuşak dokular, beyaza yakın gri -kemik ve kalsifikasyon, beyaz - metal ve kontrast maddeler. Bir radyogramda izlenen yapılar kalınlıkları aynı olduğu müddetçe, bu renk sıralamasına uyar.

## Sayfa 7

Radyolojik kaliteyi başlıca belirleyen faktörler, kenar keskinliği (kenar bulanıklığı), kontrast ve gürültüdür. Gürültü, başlıca görüntüleme sistemiyle ilgili durumlardan kaynaklanır.

## Sayfa 8

İdeal görüntüleme, kontrastın yüksek olması ya da düşük olması hedeflenmez. Asıl hedeflenen, görüntülenmesini istediğimiz yapıların arasındaki kontrast farkının ortaya konmasıdır.

## Sayfa 11

Ekspozür sırasında hasta ya da cihazın hareketi, sabit görüntü kaydını engelleyerek kenar bulanıklığını artırır. İstemsiz hareketi olan hastalarda ya da çocuklarda olduğu gibi, hareketin sorun oluşturacağı durumlarda, ekspozür zamanının mümkün oldukça kısa tutulması ve obje-film mesafesinin azaltılması gerekir.

## Sayfa 16

Siluet işaretinin temel prensibi “Birbirine temas eden komşu iki yapı, eğer beş ana yoğunluğu oluşturan yapılardan aynı gruba giriyorsa, yanındaki oluşumdan ayırt edilemez” ilkesi ile değerlendirilen bir yorumdur. Burada bakış açısı bu yorumun tersi şeklindedir. Bir radyografik yapı yanındaki oluşumdan ayırt edilemiyorsa birbirine temas etmektedir. Bu ilke, oluşumlar arasında kontur görülmüyorsa bu oluşumların aynı hizada olduğunu anlamamızı sağlar.

## Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler

Tamer Kaya

1. X ışını ile ilgili hangisi yanlıştır?
  - a. X ışını anodda oluşur
  - b. X ışını demetindeki fotonların sayısı mA ile enerjileri kV ile belirlenir.
  - c. 100 kVp ile yapılan radyografi ekspozurunda ışın demetindeki tüm fotonlar 100 keV değerindedir.
  - d. X ışınlarının dokulardaki absorpsiyonunu fotoelektrik olay, saçılmasını ise Compton olayı belirlemektedir.
2. Hangisinin yüksek olması absorpsiyonu azaltır?
  - a. Atom numarası
  - b. Doku yoğunluğu
  - c. Doku kalınlığı
  - d. Işının enerjisi
3. Birbirine komşu iki yapının dansitesi arasındaki fark neyi tanımlar?
  - a. Kenar bulanıklığı
  - b. Kontrast
  - c. Kenar keskinliği
  - d. Distorsiyon
4. Hangisi kenar bulanıklığını azaltır?
  - a. Obje – görüntü mesafesinin artması
  - b. Hareket
  - c. Kaynak boyutunun küçük olması
  - d. Kaynak – görüntü alıcı mesafesinin azalması
5. Siluet işareti ile ilgili hangisi yanlıştır?
  - a. Yapıların yoğunlukları hakkında fikir sahibi olmak için kullanılır.
  - b. Özellikle akciğer grafilerinin değerlendirilmesinde dikkate alınan bir bulgudur.
  - c. Birbiriyle aynı yoğunluk grubuna girdiğini bildiğimiz iki yapı ayrı kontur oluşturuyorsa bu iki yapı aynı hizada değildir.
  - d. Farklı yoğunluk grubuna giren iki yapı aynı hizada olduğu halde aralarındaki kontur görülebilir.