Malzeme Karakterizasyonu I
Görüntüleme Modları

Görüntüleme Modları

1. Aydınlık alan görüntüleme (Bright-Field)
2. Karanlık alan görüntüleme (Dark-field)
3. Faz-kontrast görüntüleme (Phase contrast)
4. Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)
5. Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)
6. Floresan görüntüleme

Görüntüleme Modları

- ✓ **Optik mikroskopide prob olarak ışık kullanırız.**

- ✓ **Örneğe gönderilen ve örnekten dönen ışık arasındaki farklar örnekle ilgili bilgi verir.**

- ✓ **Işığın (elektromanyetik dalgaların) temel olarak 4 farklı özelliği optik mikroskobide kontrast oluşturmak için kullanılabilir.**

–Şiddet
–Frekans (dalgaboyu)
–Faz
–Polarizasyon

Görüntüleme Modları

- ✓ **Işık dedektörleri sadece ışık şiddetini ölçebilir. İnsan gözü ya da kamera sensörleri ise ışık şiddetini ve frekansını ayırt edebilir.**

- ✓ **Dolayısıyla görüntüleme tekniklerinde şiddet ve frekans doğrudan;**

–Aydınlık alan görüntüleme
–Karanlık alan görüntüleme

- ✓ **Faz ve polarizasyon farklılıkları ise şiddet farklılıklarına dönüştürülerek kullanılır.**

–Faz-kontrast görüntüleme
–Polarize ışık görüntüleme
–Nomarski kontrast (DIC)

Görüntüleme Modları

- ✓ **Örneğin üzerine homojen bir ışık demeti düşürüldüğünde, örnekten gelen ışıktaki farklılıklar, örneğin mikroyapısının karakterize edilebilmesini sağlar.**
- ✓ **Işık maddeyle etkileştiğinde şiddeti, fazı ya da polarizasyonu değişir.**

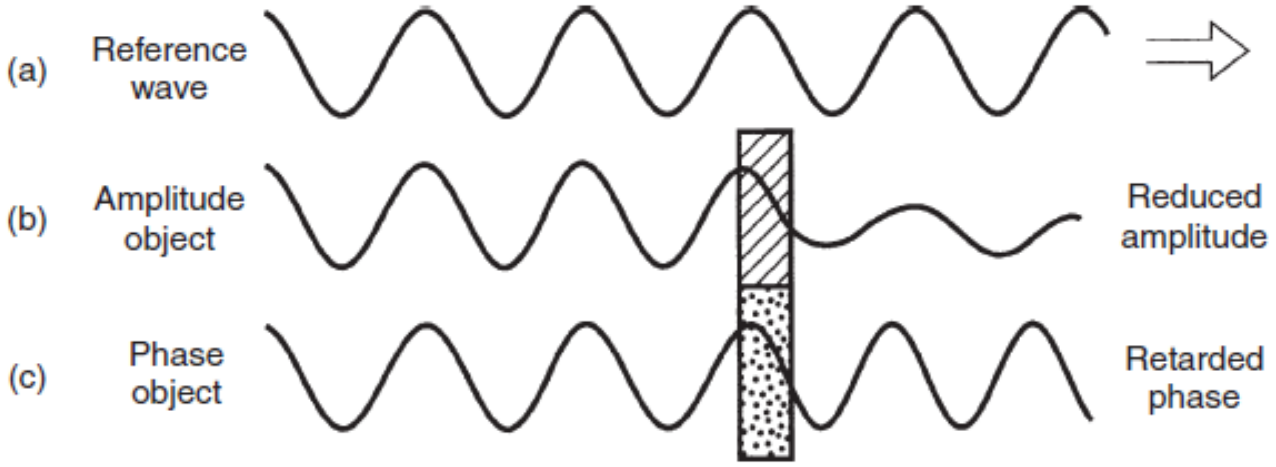


Figure 1.27 (a) Reference wave; (b) amplitude difference; and (c) phase difference generated by objects. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

- ✓ **Aydınlık-Alan ve Karanlık-Alan Görüntüleme**

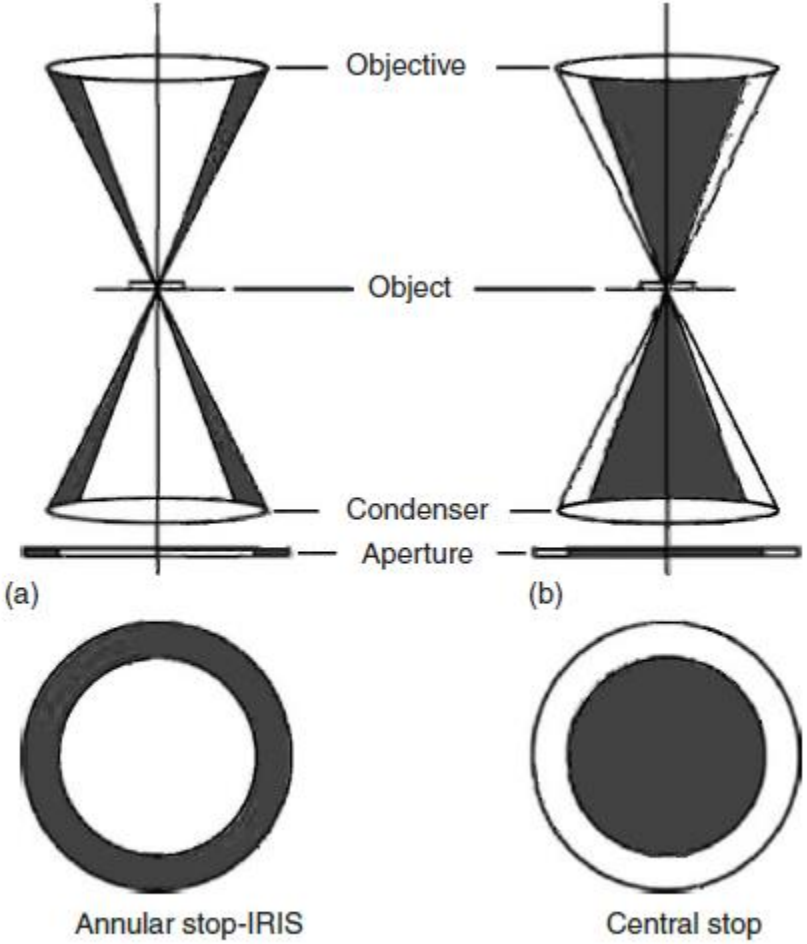
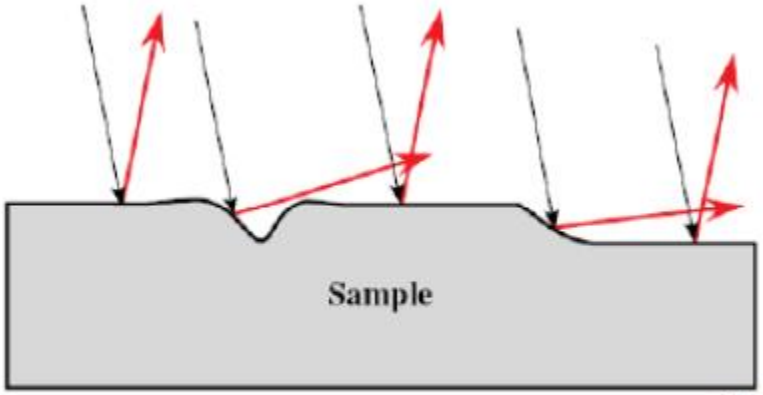


Figure 1.28 (a) Bright-field illumination and (b) dark-field illumination in transmitted mode. Shaded areas indicate where the light is blocked.

Görüntüleme Modları

Aydınlık-Alan:

- ✓ Gelen ışığa (aydınlatma ışığı) dik örnek yüzeyi parlak olarak görülür.
- ✓ Gelen ışığa göre açılı örnek yüzeyleri ise daha az ışığı objektife doğru yansıtacaktır ve daha karanlık görünecektir.
- ✓ Bu modda malzemenin doğal renkleri görülür.



Brandon & Kaplan

Figure 3.23 In bright-field illumination topographical microstructural features are revealed by scattering of light outside the objective lens aperture.

Görüntüleme Modları

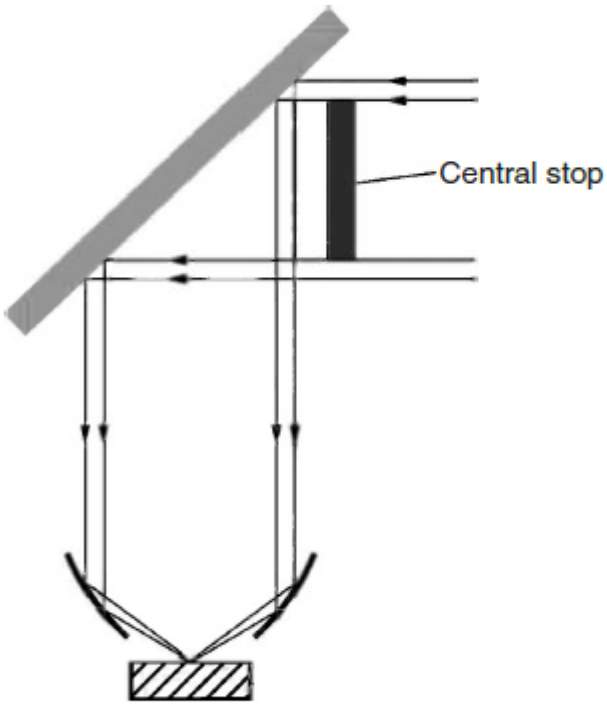


Figure 1.29 Dark-field illumination in a reflected-light microscope.

Karanlık-Alan:

- ✓ **Karanlık alan mikroskopi genellikle örnekteki çatlakları, gözenekleri, boşlukları ve büyük miktarlı safsızlıkları incelemekte kullanılır.**
- ✓ **Karanlık alan mikroskopi, aydınlık alan mikroskopinin tersi olarak çalışır. Gelen ışına dik yüzeylerden yansıyan ışınlar görüntü oluşumuna katılmaz.**
- ✓ **Sadece açılı yüzeylerden yansıyan ışınlar objektife girerek görüntü oluşturur.**

Görüntüleme Modları

Karanlık-Alan vs Aydınlık-Alan

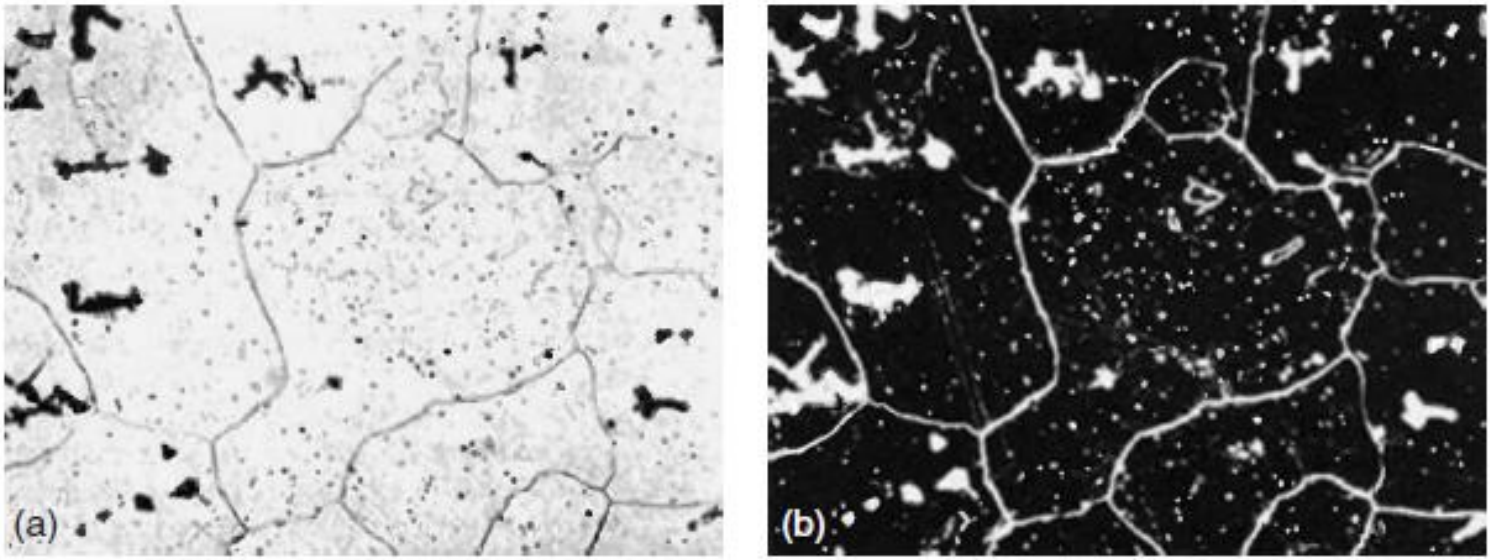
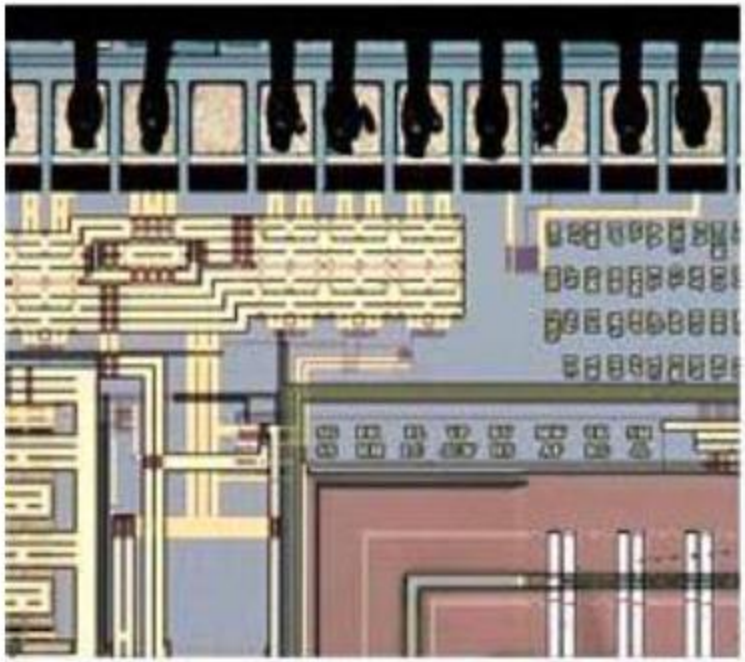


Figure 1.30 Comparison between: (a) bright-field and (b) dark-field images of AISI 1080 high carbon steel. In addition to grain boundaries and oxide particles, annealing twins are revealed in the dark-field image. (Reproduced with permission of ASM International®. All Rights Reserved. *www.asminternational.org.* Ref. [2]. © 1984 ASM International®.)

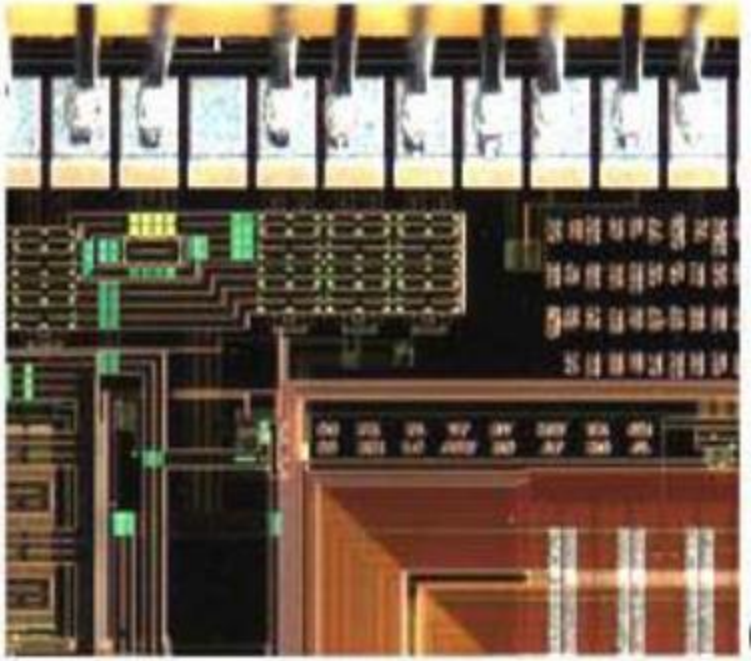
Görüntüleme Modları

Karanlık-Alan vs Aydınlık-Alan

Aydınlık Alan



Karanlık Alan

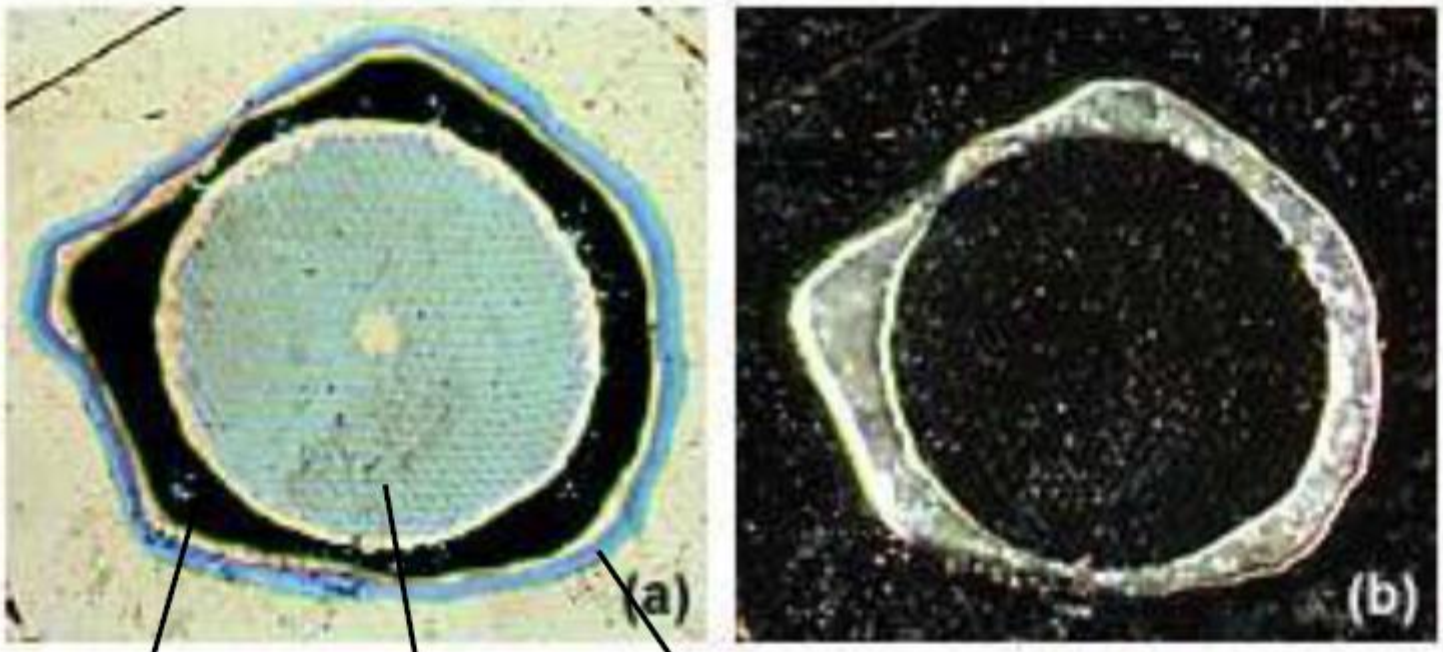


Görüntüleme Modları

Bakır Matris içinde niobium-kalay süperiletken tel demeti

Aydınlık Alan

Karanlık Alan



Artık Kalay

Tel Demeti

Tantalyum Band

Görüntüleme Modları

3-Faz-kontrast görüntüleme (Phase contrast)

- ✓ **Aydınlık alan modunda görüntü vermeyen saydam örnekler için kullanılır. (Ör: polimerler)**
- ✓ **Örnek tarafından oluşturulan faz değişimleri, şiddet değişimine çevrilir.**

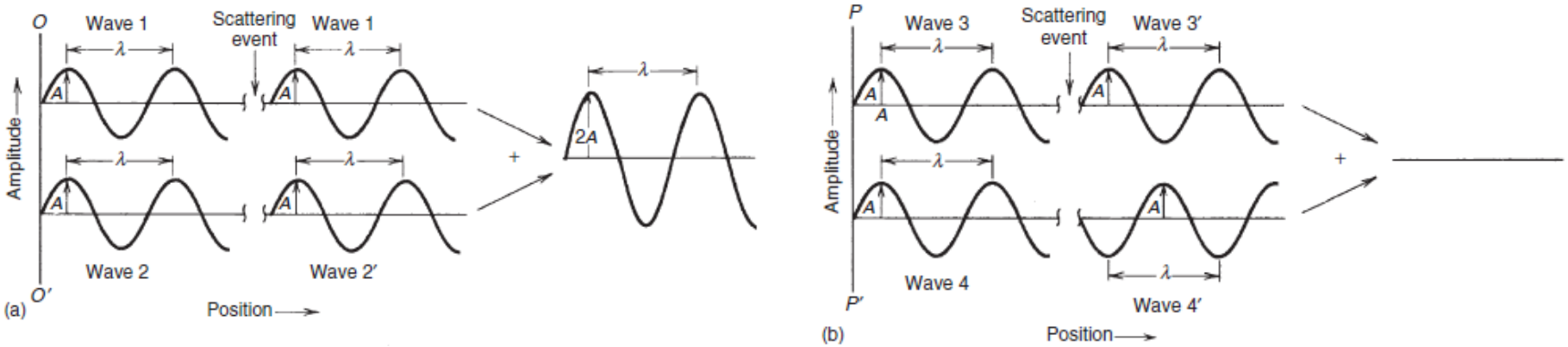


Figure 1.31 Illustration interference between waves: (a) constructive interference and (b) completely destructive interference. (Reproduced with permission from Ref. [3]. © 2006 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

3-Faz-kontrast görüntüleme (Phase contrast)

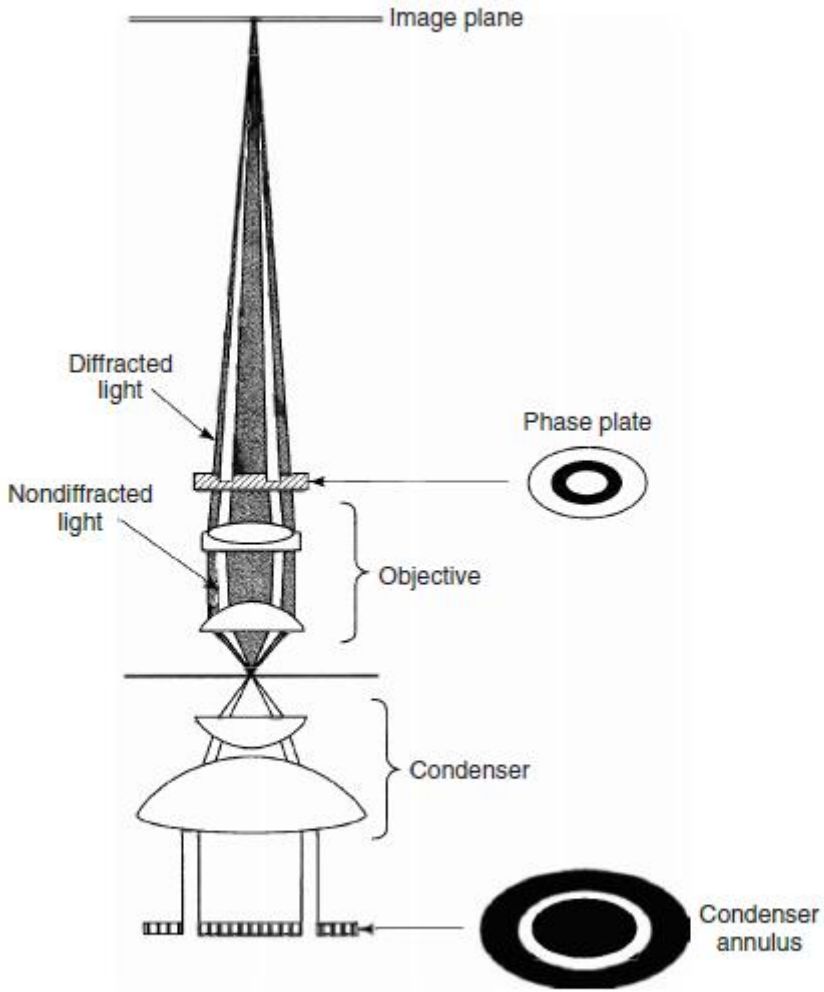
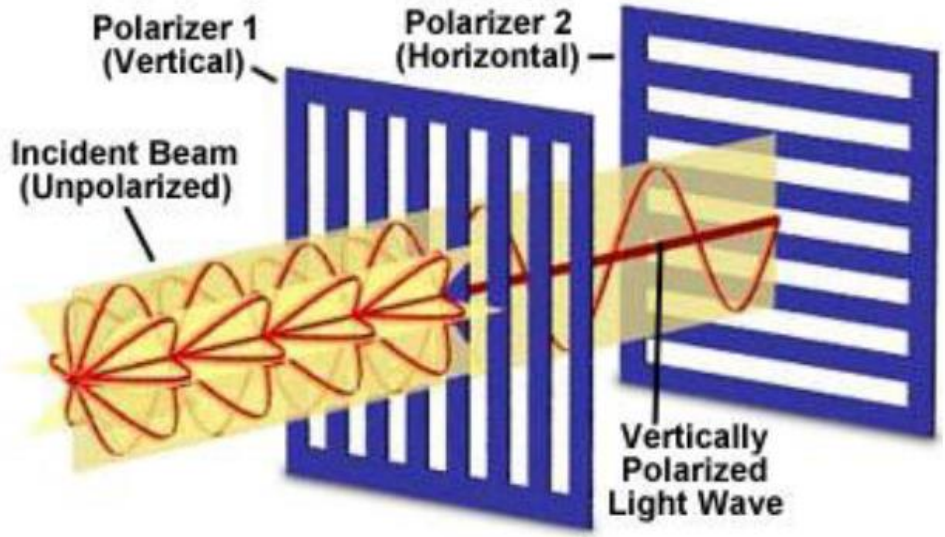


Figure 1.32 Optical arrangement of phase-contrast microscopy. Shading marks the paths of diffracted light. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

- ✓ **Polarize ışık sadece bir yönde salınım yapan ışınlardan oluşur.**
- ✓ **Optik olarak izotropik olmayan malzemelerin incelenmesinde kullanılır.**



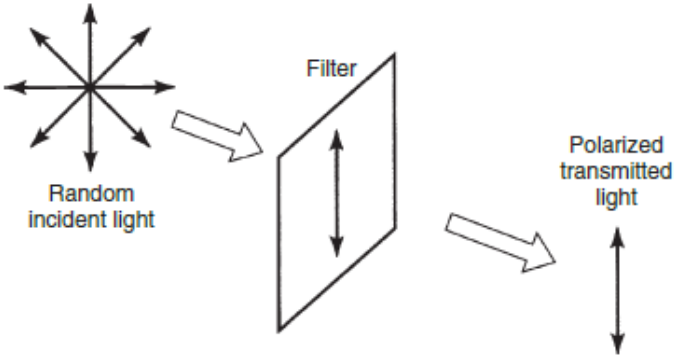
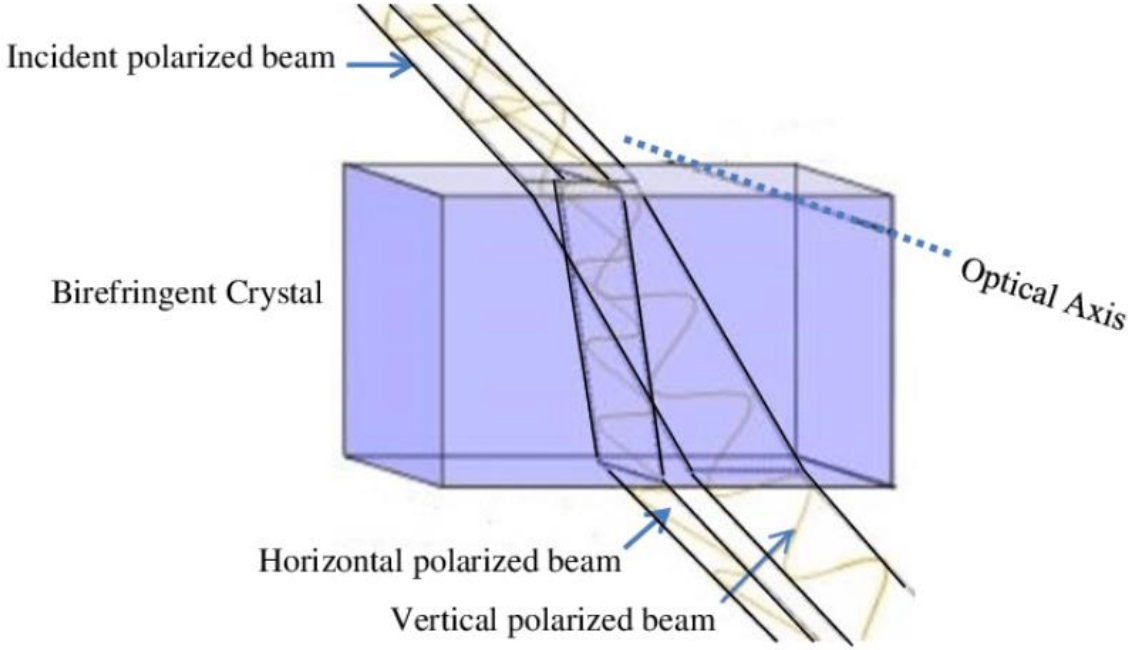


Figure 1.34 Formation of plane-polarized light by a polarizing filter. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

- ✓ **Birefringence, 2 veya 3 refraktif indise sahip malzemelerin sergilediği optik özellik.**
- ✓ **Anizotropik malzemelerde gözlenmektedir.**
- ✓ **Birçok kübik kristal yapıya sahip olmadıkalrı için birçok silikat, oksit, nitrür, intermetalikler ve bazı metalikler polarize ışık altında daha iyi görüntülenir.**



Birefringence arisen due to refraction of polarized light by two optical axis.

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

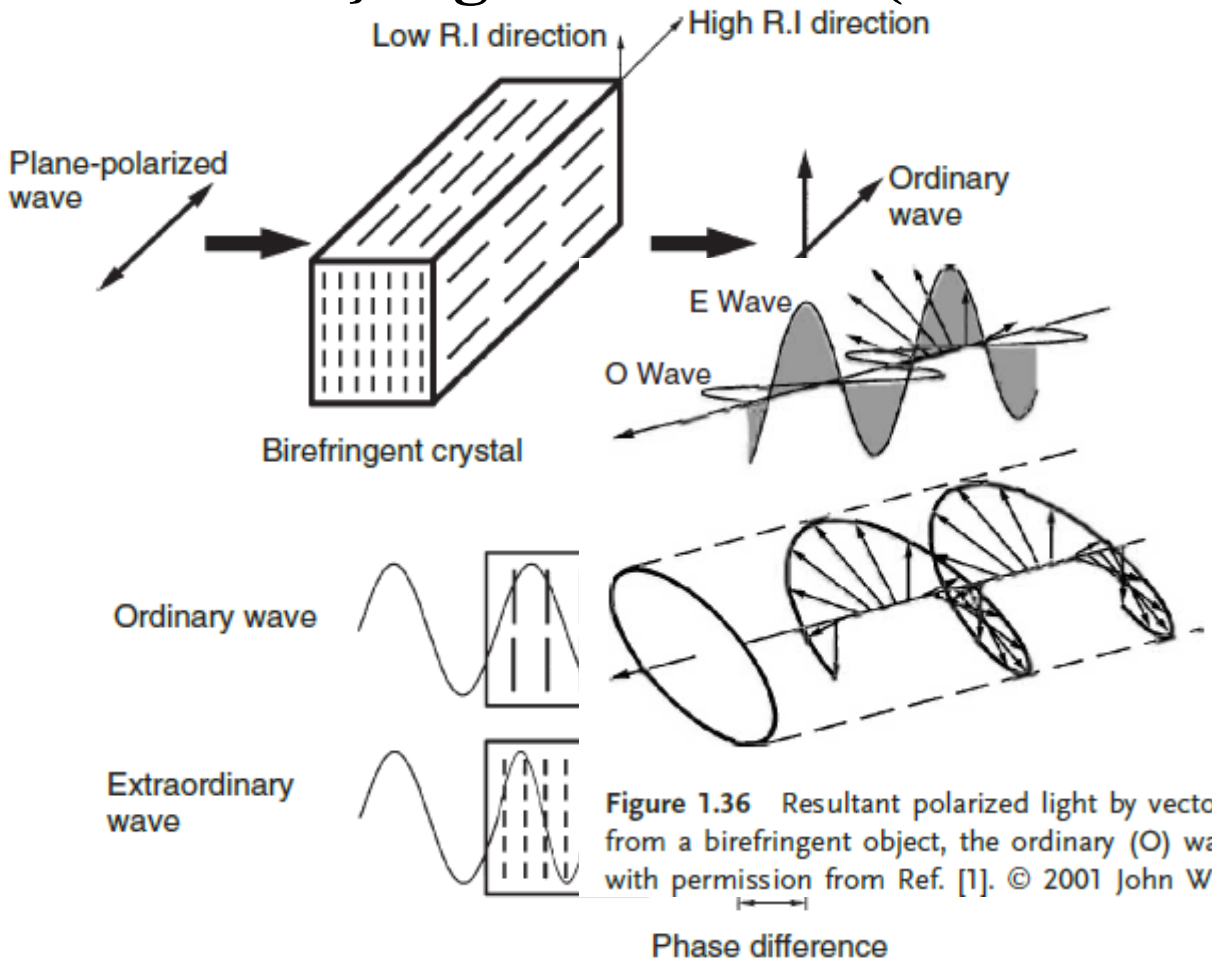


Figure 1.36 Resultant polarized light by vector addition of two plane-polarized light waves from a birefringent object, the ordinary (O) wave and extraordinary (E) wave. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Figure 1.35 Interaction between plane-polarized light and a birefringent object. Two plane-polarized light waves with a phase difference are generated by the materials. RI, refractive index.

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

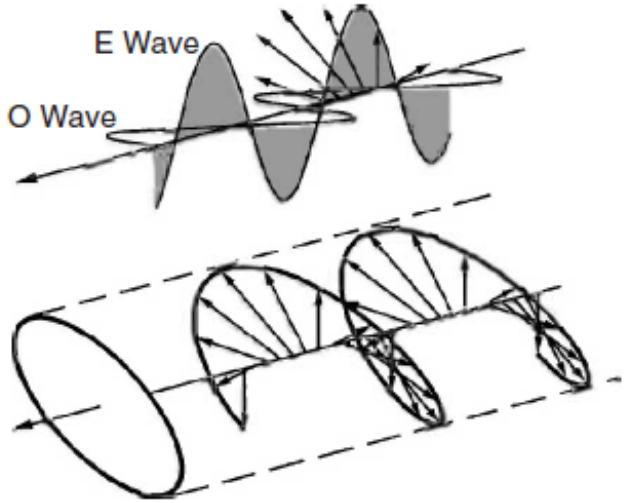


Figure 1.36 Resultant polarized light by vector addition of two plane-polarized light waves from a birefringent object, the ordinary (O) wave and extraordinary (E) wave. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

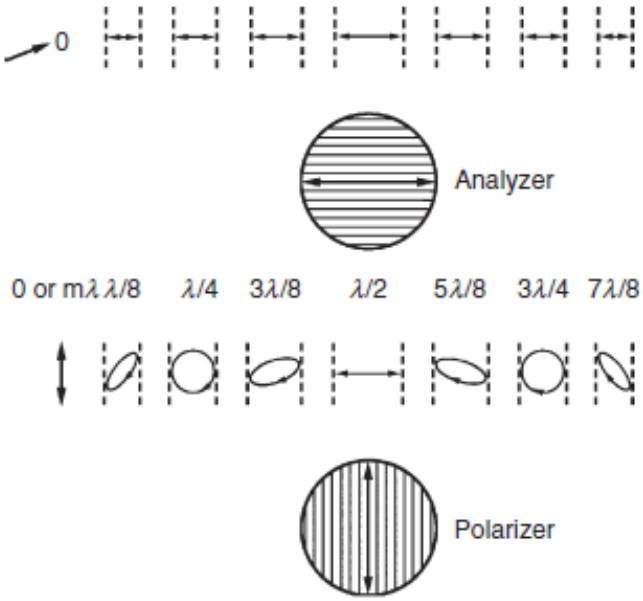


Figure 1.37 Intensity change of polarized light passing through an analyzer when the elliptically polarized light changes. The polarizer and analyzer are in a crossed position. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

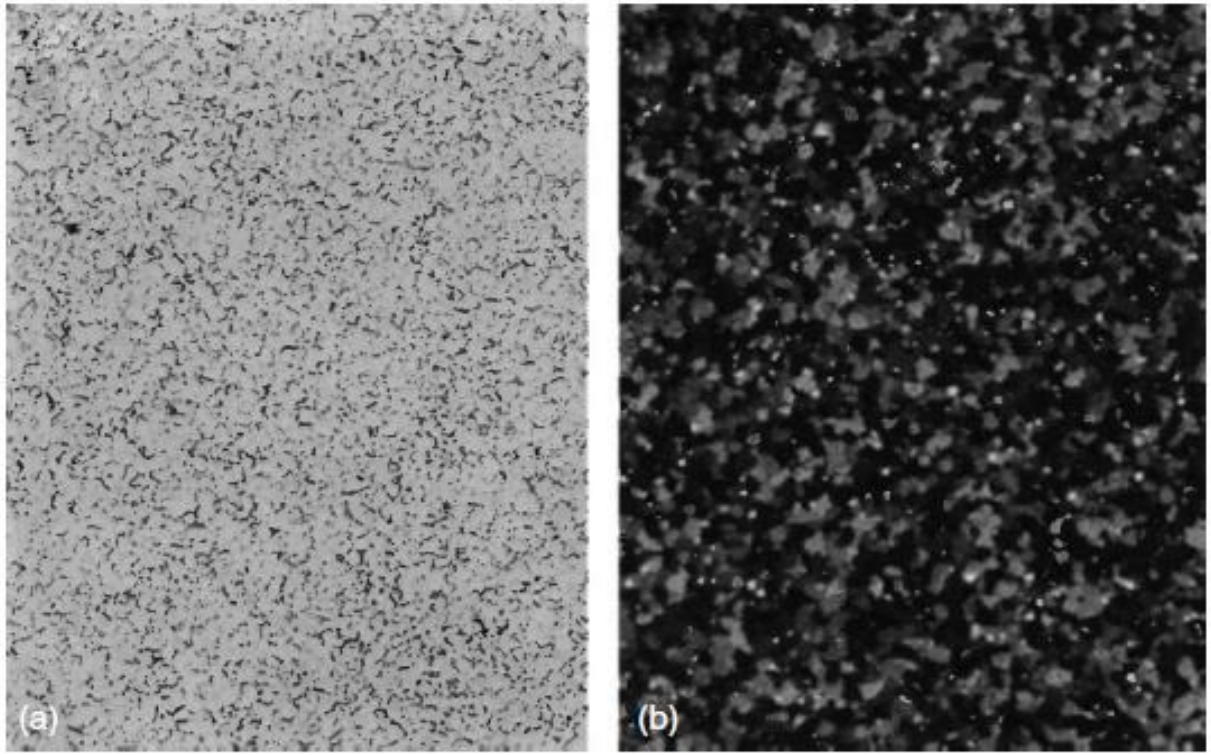


Figure 1.38 Example of using polarized-light microscopy for pure titanium specimen: (a) bright-field image and (b) polarized-light image in which grains are revealed. (Reproduced from Ref. [2]. © N. Gendron, General Electric Co.)

Görüntüleme Modları

4-Polarize ışık görüntüleme (Polarized light)

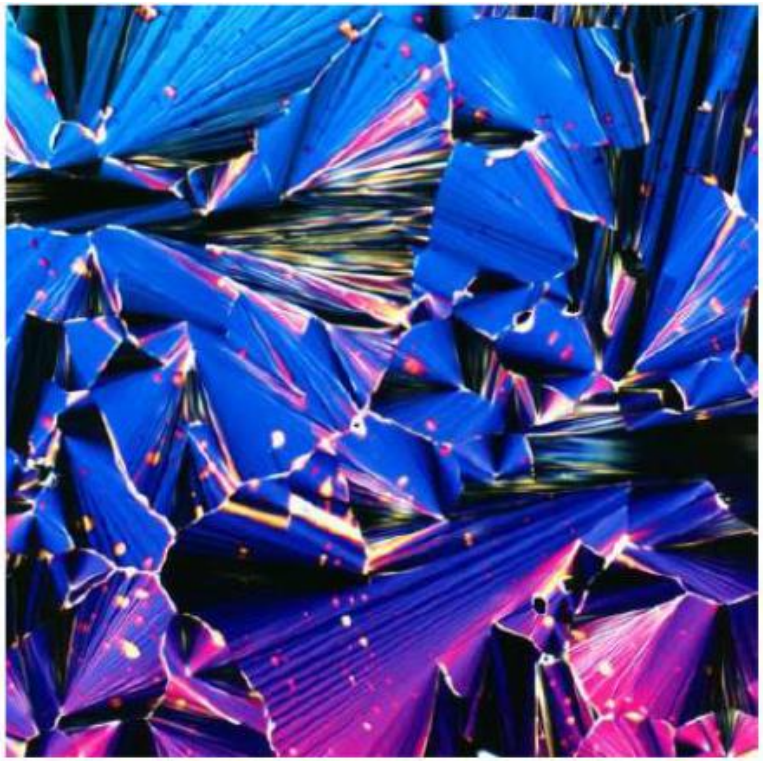


Figure 21. Photomicrograph of high-density columnar-hexatic liquid crystalline calf thymus DNA at a concentration of approximately 450 milligrams/milliliter. This concentration of DNA

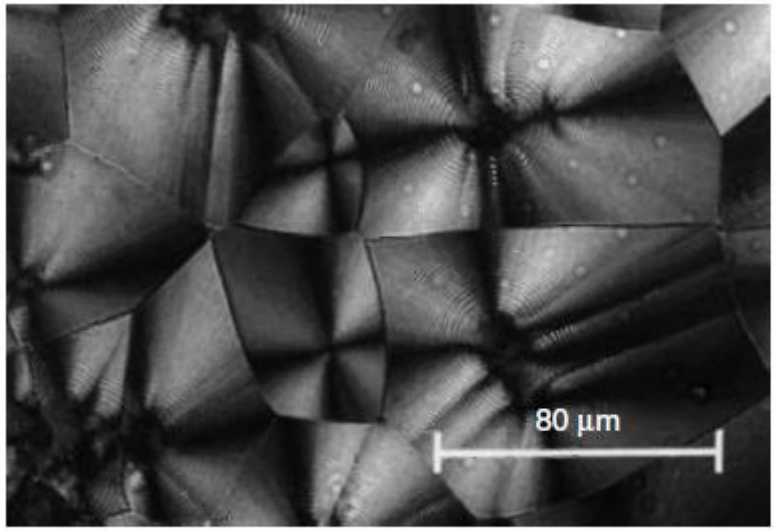


Figure 1.39 Polarized-light micrograph of crystallized high-density polyethylene (HDPE). (Reproduced with permission from Ref. [5]. © 2000 John Wiley & Sons Ltd.)

Görüntüleme Modları

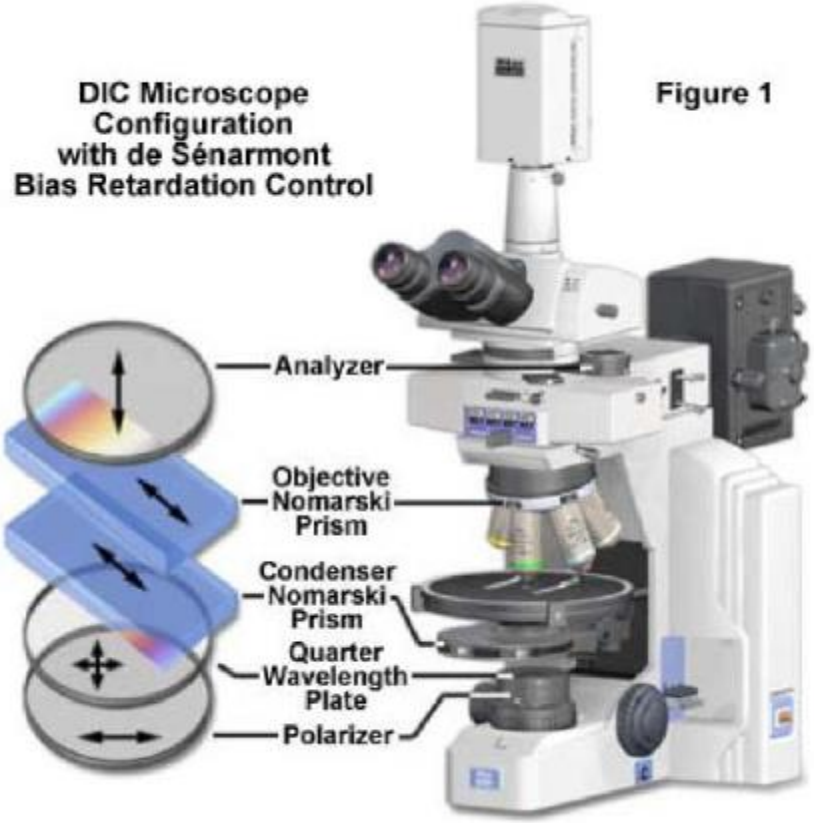
5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

- ✓ **Nomarski mikroskobu olarak adlandırılır.**
- ✓ **Yüzey morfolojisini iyi görüntüler.**
- ✓ **DIC birçok optik parça gerektirdiğinden, sistemi kurmak oldukça pahalıdır.**

Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

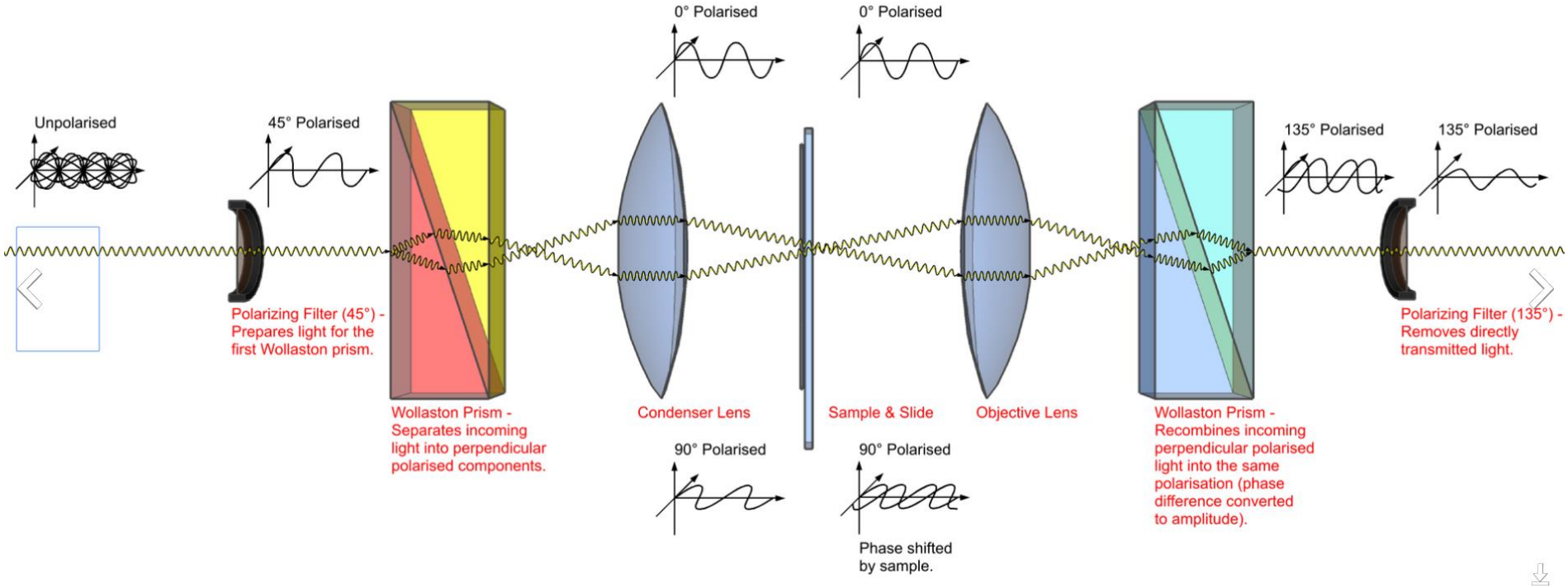
- ✓ Işık önce polarizatörden geçer
- ✓ Sonra bir prizmadan geçerek aralarında küçük bir faz farkı olan iki demete ayrılır.
- ✓ İki ışın demeti birden bir yoğunlaştırıcı mercekten ve sonrasında örnekten geçer veya yansır.



Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

Quartz prizma (Wollaston Prizması), polarize ışığı hem ayrımak hem de faz farkı oluşturmak için kullanılıyor.



Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

- ✓ **Numune üzerine gelen 2 paralel ışın demetinde herhangi bir faz farklı (yol değişimi) oluşturamazsa, polarizatörlü analizör bunları geçirmeyecek.**
- ✓ **Numune ışın demeti çiftinde faz farkı oluştururs a ikinci DIC prizma ile eliptik polarize ışık oluşacak.**
- ✓ **Analizör karanlık ve aydınlık alanların oluşmasını sağlayacak.**

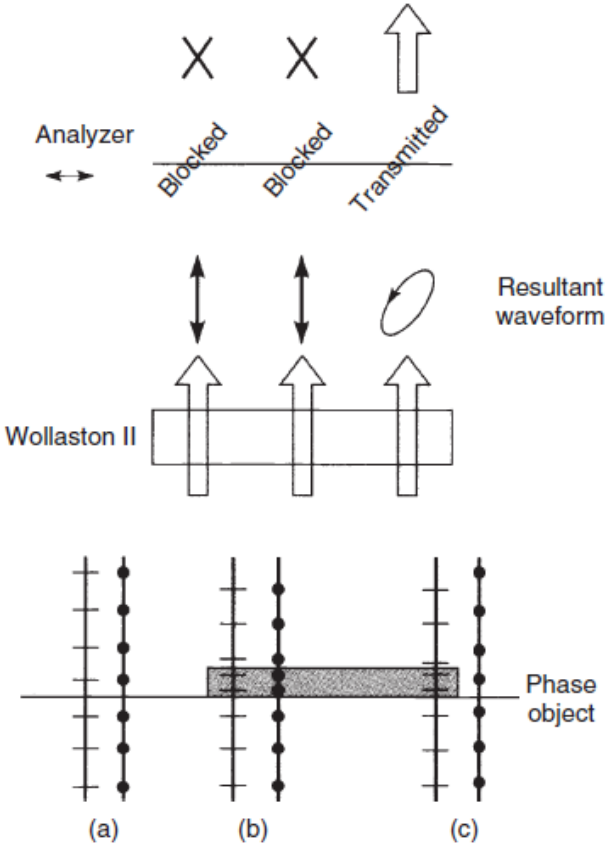
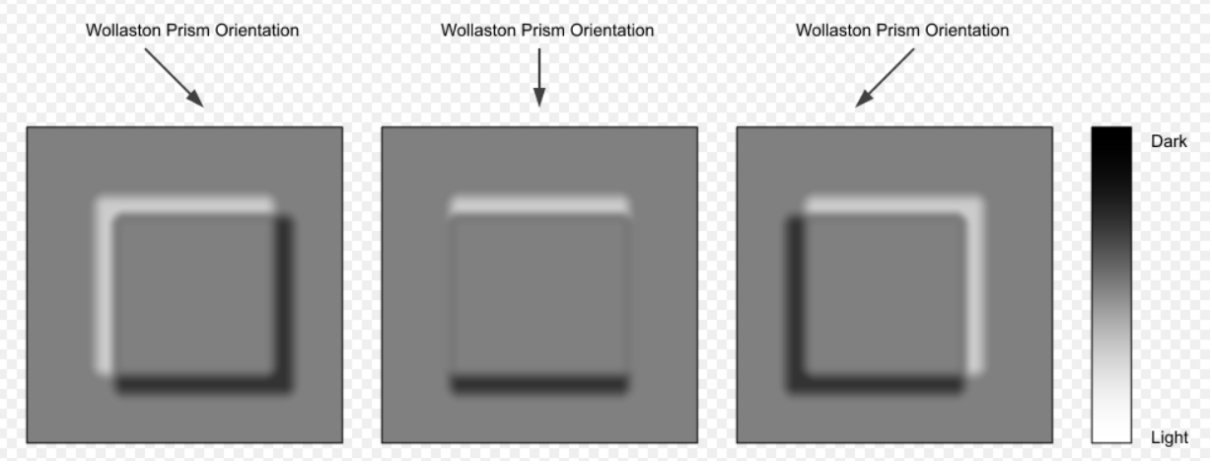


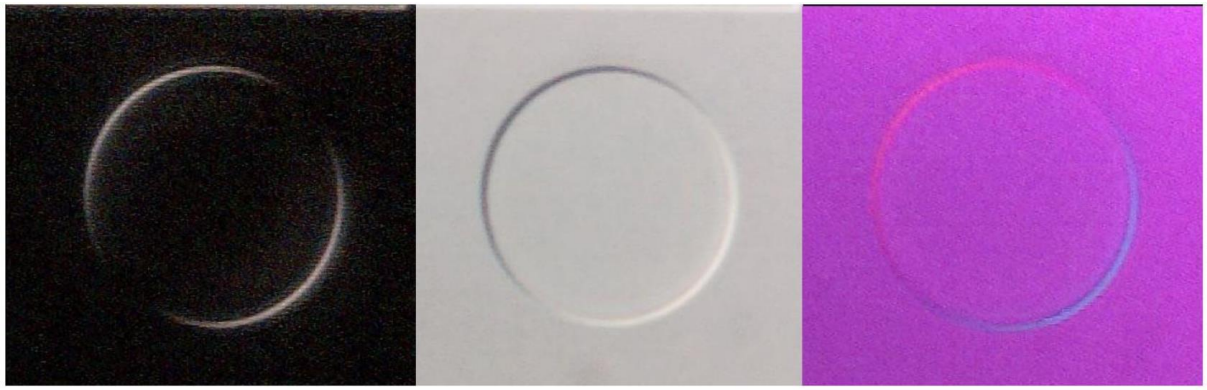
Figure 1.40 Nomarski contrast generation using polarized light. The first differential interference contrast (DIC) prism (not shown) generates two parallel polarized beams illuminating the specimen. The second DIC prism recombines two beams. Elliptically polarized light is generated by the second DIC prism when a phase difference between the two beams is induced by an object: (a) both polarized beams do not pass through a phase object; (b) both beams pass through a phase object; and (c) one of the two beams passes through a phase object. (Reproduced with permission from Ref. [1]. © 2001 John Wiley & Sons Inc.)

Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

- ✓ **Wollaston prizmasının yönlendirmesine bağlı olarak güçlü aydınlık ve karanlık alanların oluşumu ile 3-boyutlu görüntü oluşumu.**
- ✓ **Kontrast, prizmanın faz açısı ile ayarlanabilir.**





$\varphi_0 = 0$ $\varphi_0 = \pi/4$ $\varphi_0 = 2\pi$

Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

- ✓ **Nomarski mikroskobu ile daha güçlü kontrast oluşturuldu.**

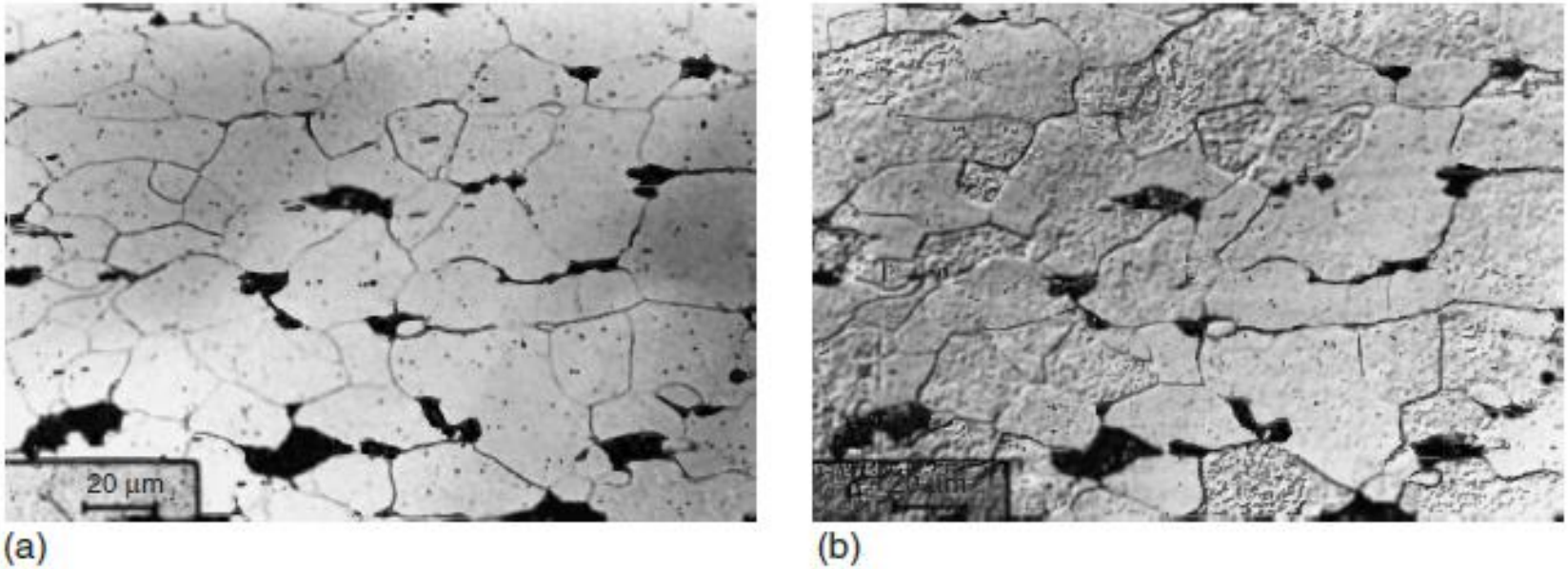


Figure 1.42 Effects of Nomarski contrast on carbon steel micrographs: (a) bright field and (b) Nomarski contrast of the same field. (Reproduced with permission of Gonde Kiessler.)

Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

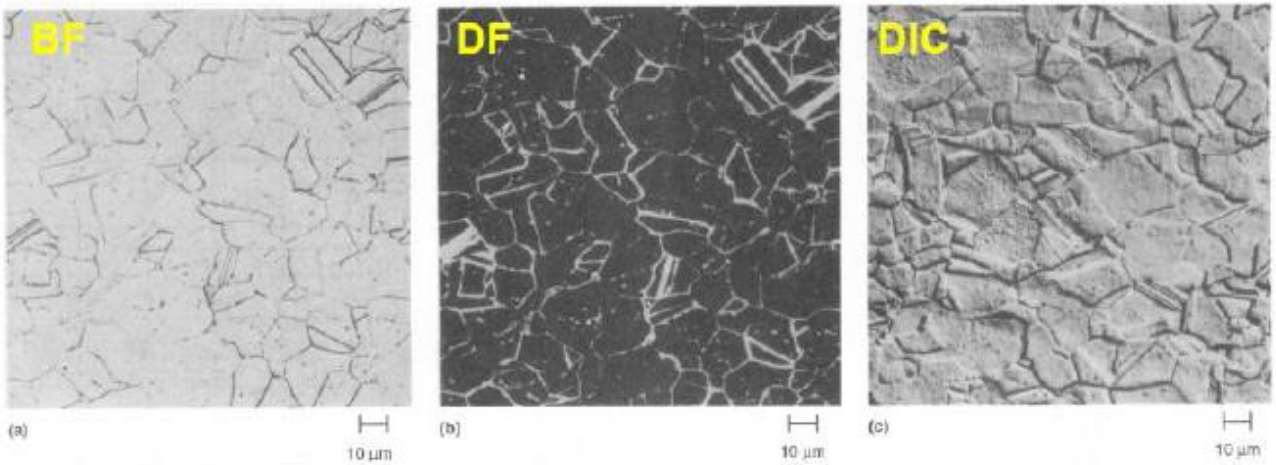


Fig. 19 Austenitic stainless steel (Fe-20Cr-33Ni-2.5Mo-3.5Cu and Nb + Ta), solution annealed. (a) Bright-field illumination. (b) Dark-field illumination. (c) Differential interference-contrast illumination. 15 mL HCl, 10 mL acetic acid, 10 mL HNO_3, and 2 drops glycerol. 400×

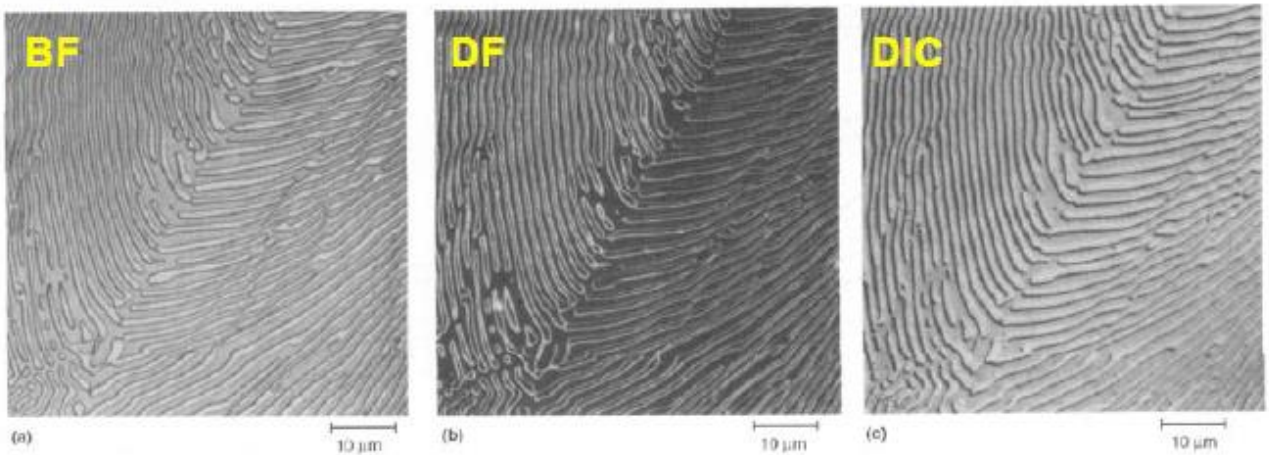
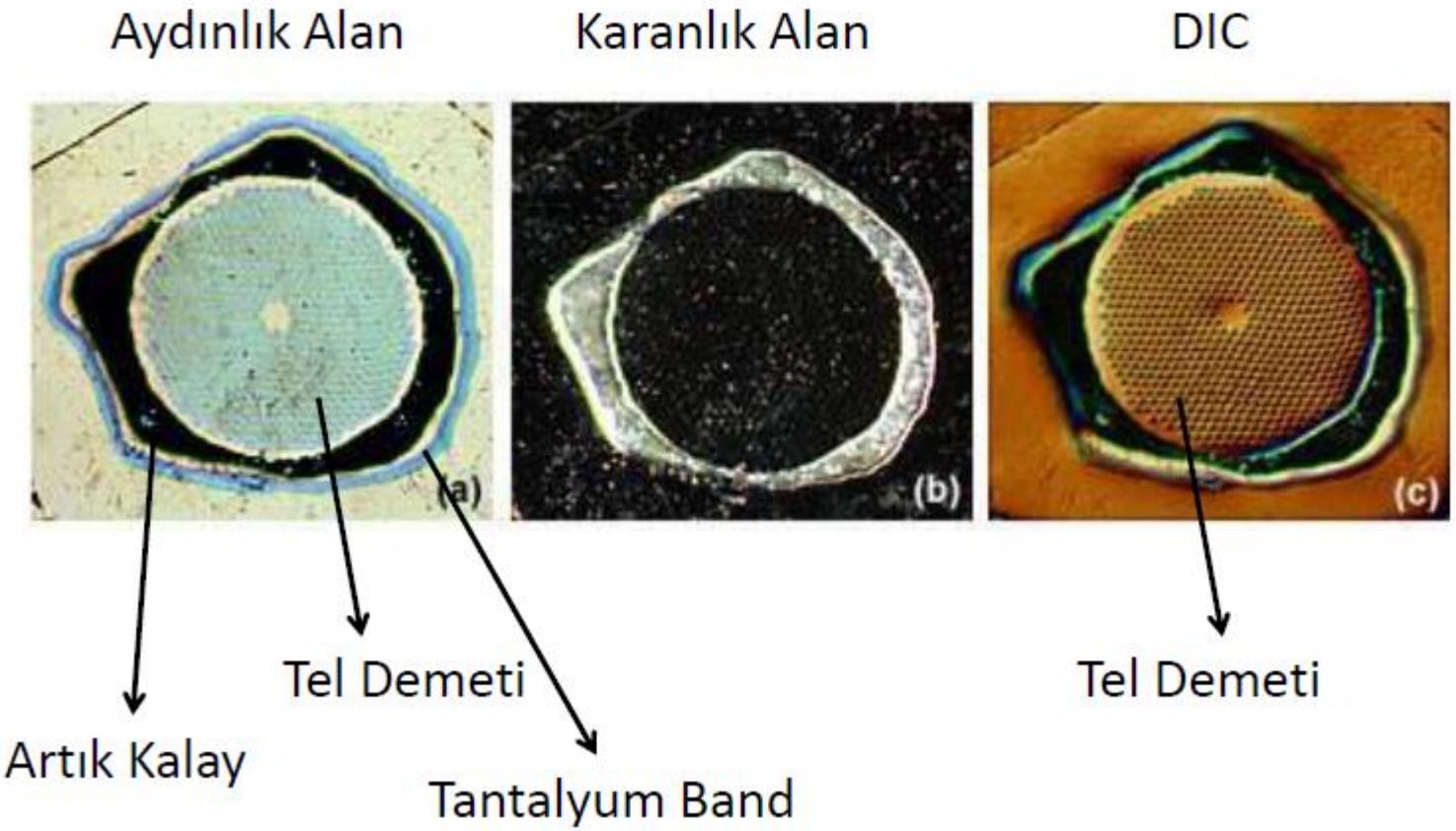


Fig. 20 Cu-8.9P sand cast alloy showing the α + Cu_3P eutectic. (a) Bright-field illumination. (b) Dark-field illumination. (c) Differential interference-contrast illumination. Swab etched using an aqueous solution of 3% $(NH_4)_2S_2O_8$ and 1% NH_4OH. 1000×

Görüntüleme Modları

5- Nomarski kontrast (DIC-Differential Interference Contrast)

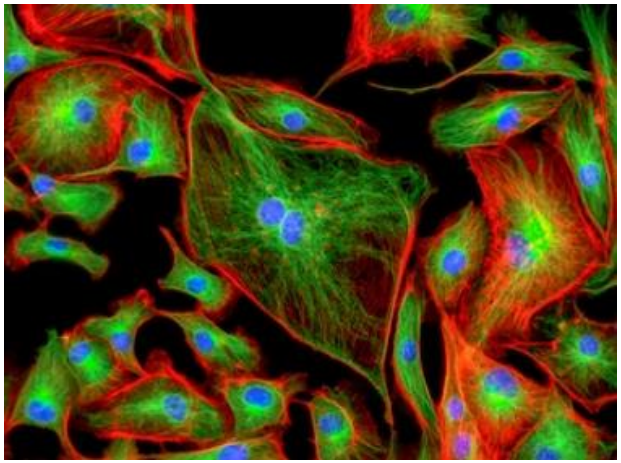
Bakır Matris içinde niobium-kalay süperiletken tel demeti



Görüntüleme Modları

5- Floresan görüntüleme

Floresan ışık yayan nesneler için uygundur.
Çok az malzeme floresan özellik göstermekte, ancak bu malzemeler floresan boya ile boyanabilmekte.
Kullanılan ışık kaynağı numunenin floresan özelliğine göre UV, mor veya mavi olmalı.



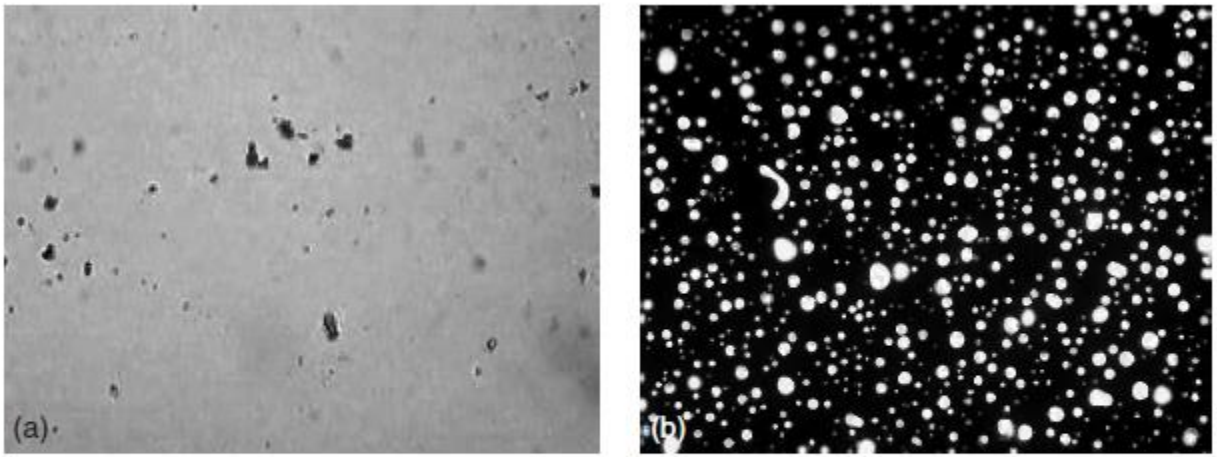


Figure 1.44 Micrographs of asphalt–polyolefin elastomer (POE) blend obtained with transmitted-light microscopy: (a) bright-field image that cannot reveal the two phases in the blend and (b) a fluorescence-labeled image that reveals two-phase morphology. (Reproduced with permission of Jingshen Wu.)