

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ
LABORATUVAR DENEY FÖYÜ

METALOGRAFİ DENEYİ

Prof. Dr. Aykut ÇANAKÇI
Arş. Gör. Sedat A. TUNÇ

TRABZON

2022

RAPORDA İSTENİLENLER

- a. Rapor, Karadeniz Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü internet sitesindeki ‘**Deney Raporu Yazım Kılavuzu**’ esas alınarak, yazım ve noktalama kuralları gözetilerek özenle hazırlanmalı, A4 ebatlarında beyaz kağıda mavi tükenmez kalemle yazılmalıdır.
- b. Rapor; kapak, deneyin amacı, teorik bilgiler, deneyde kullanılan alet ve malzemeler, deneysel çalışmalar, sonuçlar ve tartışma, ödev, kaynakça ve tasarım bölümlerini içermelidir.
- c. Sonuçlar bölümünde deney esnasında mikroskopik inceleme için hazırlanıp optik mikroskopta incelenen numuneye ait içyapı **mavi tükenmez kalem kullanılarak elle** çizilecek ve yapıdaki fazlar gösterilecektir.
- d. Deney raporu deney tarihinden itibaren 1 hafta içerisinde teslim edilmelidir. Teslimi 1 haftayı geçmiş raporlar kabul edilmeyecektir.
- e. **Raporun değerlendirilmesinde sayfa tertip ve düzeni, yazım ve noktalama kuralları, deneyin yapılışı, ödev ve tasarım bölümlerindeki işlemler ve raporun teslim edilme tarihi göz önünde bulundurulacaktır.**

1. Deneyin Amacı

Malzemelerin mikroskopik incelemeye hazırlanması için uygulanan kesme, zımparalama, parlatma, dağlama gibi metalografik yöntemlerin öğrenilmesi, kullanılan araç-gereçlerin tanınması.

2. Teorik Bilgi

2.1. Numune Alma ve Numune Hazırlama

2.1.1. Numune Seçimi

İncelenecek olan numunenin hakkında bilgi edinmek istenen parçayı temsil etmesi gerekir. Örneğin; hasar incelemesi yapılacaksa hasarın olduğu yerden ve hasara uğramamış bölgeden numune alarak karşılaştırılır. Haddelenmiş bir parçadan numune alınırken haddelene doğrultuları dikkate alınmalıdır. Genel amaçlı incelemelerde numunenin, incelenecek parçanın tüm özelliklerini yansıtması göz önünde bulundurulmalıdır. Fazla sayıda numune alınarak incelenmesi güvenilirliği arttırırken maliyeti de arttıracaktır.

2.1.2. Numune Alma

Numuneler ana parçadan kesilirken bu işlem sırasında iç yapılarının değişmemesine dikkat edilmelidir. Isınma ve aşırı deformasyonla numunelerin içyapısı değişebilir. Numune alma işleminde, yapılacak olan incelemenin amacı önemlidir. Metalografik incelemeler aşağıdaki amaçlarla yapılır:

- a) Genel mikroyapı incelemeleri
- b) Sementasyon derinliği incelemeleri
- c) Dekarbürizasyon (karbon kaybı) incelemeleri
- d) Korozyon veya oksitlenme derinliği incelemeleri
- e) Kaplama kalınlığı incelemeleri
- f) Yüzey durumunun incelenmesi
- g) Kalıntıların (inklüzyon) yapısı ve dağılımlarının incelenmesi
- h) İç yapıdaki gözeneklerin incelenmesi
- i) Isıl işlem durumunun incelenmesi
- j) Plastik deformasyonun iç yapıya etkilerinin incelenmesi
- k) Döküm yapısının incelenmesi

Yapılacak incelemeye göre enine veya boyuna kesit alınmalıdır. Kesit alma sırasında numuneyi aşırı ısıtacak ısıl kesme yöntemlerinden kaçınılmalıdır. Mecbur kalındığında nispeten büyük parça kesilerek onun ısınmayan kısmından tekrar başka bir yöntemle kesit alınmalıdır. Kesme işlemi el testeresi, torna, motorlu testere vb. cihazlarla yapılabilir. Ancak ideal kesme işlemi su soğutmalı döner disklerle yapılır. Bunlara metalografik kesit alma diski denir. Her malzemeye uygun disk vardır. Ayrıca hassas kesme diskleri vardır. Bu disklerin yapısında SiC, Al₂O₃, c-BN, elmas tozları gibi aşındırıcı maddeler bulunur. Bu nedenle bu disklere abraziv kesme diski de denir.

Kesme işlemi esnasında oluşan ısı birikimini azaltmak için soğutucu sıvı kullanılmalıdır. Kullanılan soğutucu sıvı, numunede korozyona yol açmayacak yağ ve yağ karışımlarından oluşmalıdır. Soğutucu sıvı bir taraftan kesme esnasında açığa çıkan ısıyı ortamdaki uzaklaştırırken, bir taraftan da yüzeyden koparılan partikülleri kesme bölgesinden uzaklaştırır.



Şekil 1. Hassas kesme cihazı.

Numune boyutlarının zımparalama ve parlatma kolaylığı bakımından, eğer parça boyutları uygunsa 25 mm boyunda ve 25 mm çapında olması uygundur. Daha küçük boyuttaki numuneler için kalıplama veya yataklama yapılmalıdır. Bu işlemde numune kelepçe ile tutturulur veya bir plastik içine gömülerek incelenir.

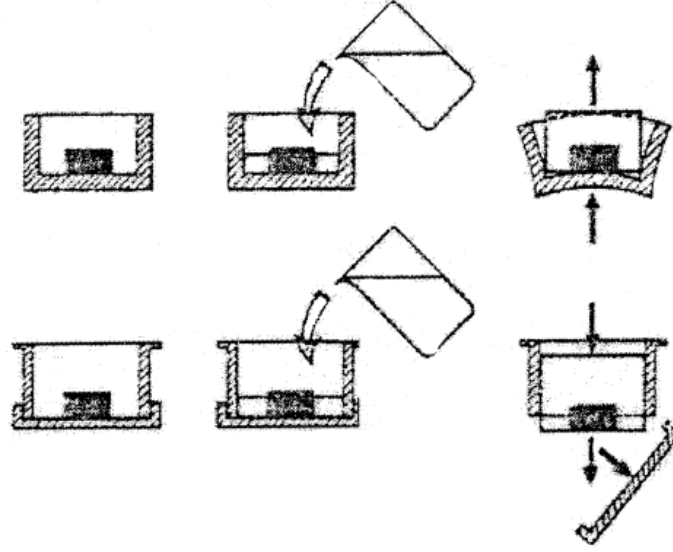
2.1.3. Yataklama (Bakalite Alma)

Numunelerin boyutları elle tutulamayacak kadar küçükse veya şekli düz zeminde yatay duramayacak kadar karmaşıkse bu tür numuneler bir plastik içine yataklanarak veya bir kelepçe ile tutturularak incelenir. Ayrıca numunelerin kenarlarının zımparalama ve parlatma esnasında yuvarlaklaşmasının önlenmesi, numunelerin uzun süre korunabilmesi ve işaretlenerek saklanması için de yataklama tercih edilir.

Kalıplama işlemi sıcak ve soğuk olmak üzere iki farklı şekilde yapılır. Her iki yöntemde de farklı tür reçineler kullanılır. Kalıplamadan önce numune 400'lük zımparaya kadar zımparalanıp alkol veya asetonla temizlenip kurutulmalıdır.

Sıcak kalıplamada özel kalıplama cihazı kullanılır. Numune 150°C civarında ısıtılırken aynı zamanda 30MPa kadar basınç uygulanır. Genellikle numune cihazda alt zımba üzerine yerleştirildikten sonra numunenin üzerine toz haldeki reçineden ölçek yardımıyla numune boyutuna göre bir miktar dökülür. Üst zımbayı taşıyan kapak kapanarak kilitlendikten sonra basınç altında yaklaşık 15 dakika ısıtıldıktan sonra soğutma suyu yardımıyla soğutulur ve dışarı alınır. Bakalite alma işleminde bakalit, akrilik, epoksi vb. reçineler kullanılır. Bakalit çok kullanıldığından bazen işlem 'bakalite alma' olarak da adlandırılır. İletkenlik kazandırmak için bakır veya demir tozu, sertlik kazandırarak parlatma sırasında köşe yuvarlaklaşmasını önlemek için cam tozu veya çelik bilye dolgu maddesi vb. takviyeler kullanılır.

Soğuk kalıplama oda sıcaklığında yapılır. Basınç veya sıcaklık uygulanmaz. Ancak sertleşme sırasında egzotermik reaksiyonla birlikte bir miktar sıcaklık artışı görülebilir. Bu işlemde reçine, sertleştirici ile sıvı halde karıştırılarak kalıba koyulan numune üzerine dökülerek sertleşmesi beklenir. Akrilik, polyeester, epoksi vb. reçineler kullanılır.

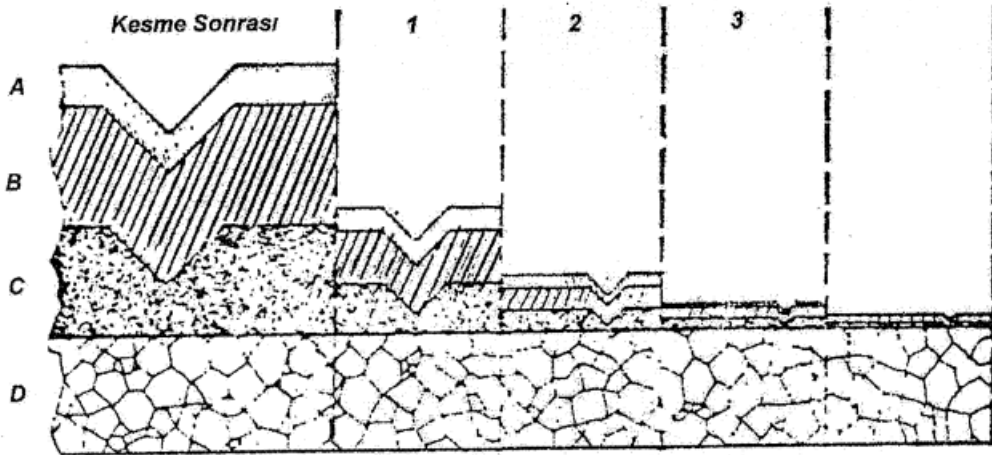


Şekil 2. Soğuk kalıplama uygulamasının şematik gösterimi.

Hazırlanan numunelerin arka ve ön yüzleri asetatlı kalem kullanılarak kodlanır ve numuneler paslanmaması için desikatörde ya da uygun bir ortamda muhafaza edilir.

2.1.4. Zımparalama

İncelenecek parçadan kesilen numunenin yüzeyi son derece pürüzlü olup ayrıca yüzeyde deformasyon tabakası vardır. Mikroskopta inceleme yapabilmek için numune yüzeyinin son derece düzgün olması gerekir. Orijinal iç yapının ortaya çıkarılması için de yüzeydeki deforme olmuş tabaka mutlaka uzaklaştırılmalıdır. Bunun için önce zımparalama, ardından da parlatma işlemi uygulanır. Çünkü yüzeydeki derin pürüzler ancak zımparalama ile hızlı bir şekilde ortadan kaldırılabilir. Her işlemten sonra yüzeyde deformasyon tabakası oluşursa da bu tabakanın kalınlığı giderek azalır.



Şekil 3. Testere ile kesme sonrası numune yüzeyindeki deformasyon tabakası ve bu tabakanın zımparalama aşamasında giderek incelen zımpara ile değişimi. (A, B, C deformasyona uğramış bölge, D orijinal iç yapı)

Zımparalar sert ve aşındırıcı nitelikteki SiC veya Al₂O₃ taneciklerinin suya dayanıklı kağıt veya kumaş üzerine yapıştırılması ile üretilir. Zımparalar bu abraziv taneciklerinin boyutuna göre (elendikleri elek açıklığına göre) numaralandırılırlar. Bu numaralar abraziv partikülün elendiği eleğin mesh sayısını göstermekte olup 1 inç uzunluktaki delik sayısını temsil etmektedir. Bu nedenle numara arttıkça toz boyutu küçülür ve zımpara inceler. Zımparalama sırasında zımpara üzerinden su akıtılır. Bu su hem aşınan parçacıkları uzaklaştırır hem de numunenin ısınmasını önler. Bu nedenle metalografide kullanılan zımparalara ‘su zımparası adı’ verilir.

Zımparalama işlemine geçilmeden önce özellikle numune bakalite alınmamışsa keskin kenarları eğe, kaba zımpara veya taşlama ile yuvarlatılır (pah kırılır). Aksi halde zımparalamada zımpara kağıtları, parlatmada ise disk üzerindeki kumaş yırtılabilir. Zımparalama işleminde kalın zımparadan başlanarak inceye doğru sırasıyla bir yol izlenir. Zımparalar bant şeklinde, döner disk üzerine monte edilmiş veya özel parlatma cihazında cam üzerine monte edilmiş durumda (elle zımparalama) olabilir.

Kaba zımparalama işleminin yapıldığı (80-320 no’lu zımparalar) kalın zımparaların bant şeklinde olması tercih edilir. Genellikle bir önceki zımparanın izleri bir sonraki zımparalamada ortadan kaldırılıncaya kadar zımparalamaya devam edilir. Elle yapılan zımparalamada, zımpara izlerinin ortadan kaldırılmasını kolay izleyebilmek için bir sonraki zımparalamada numune 90° döndürülerek zımparalanır.

İnce zımparanın aşındırması az olduğundan bir sonrakinde nispeten daha uzun süre zımpara yapılır. Numune zımpara kağıdı üzerine çok hafif bastırılır. Aşırı yük özellikle yumuşak numunelerde numune yüzeyine batarak zımparalama süresini uzatır ve zımpara kağıdının çabuk yıpranmasına neden olur. İnce zımparalama (400-800 no’lu) aşamasından sonra yüzey pürüzlülüğü yaklaşık 1µm düzeyine iner.

Tablo 1. Zımpara kağıtlarının sınıflandırılması

Zımpara Tane No.	Uzun Yazılış Şekli	Kısaltılmış Şekli	Tane Boyutu(µm)
80	4	-	201-177
150	3	-	105-88
180	2	-	88-74
240	1	-	53-45
320	0	1/0	37-31
400	00	2/0	31-27
600	000	3/0	22-18
800	0000	4/0	15-11

2.1.5. Parlatma

Parlatma mekanik, elektrolitik, kimyasal, otomatik parlatma yöntemlerinden biriyle yapılabilir. Mekanik parlatma işleminde 150-600 dev./dak. hızla dönen disklerden faydalanılır. Diskler plastikten yapılmış olup disklerin üzeri parlatma aşamasına göre çadır bezi, sert çuha, poplin, kadife, naylon vb. kumaşlar ile kaplanır. Parlatma işlemi de kaba ve ince parlatma olmak üzere ikiye ayrılır.

Kaba parlatma aşamasında çadır bezi gibi tüysüz kumaş kullanılır. İnce parlatma aşamasında ise kısa tüylü çuha veya kadife kullanılır. Kaba parlatmada aşındırıcı boyutu 15 µm-1 µm arasındadır. İnce parlatmada ise 0.25 µm-0.05 µm arasındadır. Bu diskler üzerine aşındırıcı tozu dökülür. Aşındırıcı olarak α -Al₂O₃, Cr₂O₃, MgO, Fe₂O₃, elmas tozu gibi aşındırıcılar kullanılır. Elmas tozu kumaş kaplı disk üzerine sürüldükten veya püskürtüldükten sonra özel yağlayıcı ile birlikte kullanılır. Zor parlatılan çok sert ve çok yumuşak numunelerin parlatılmasında elmas tozu daha iyidir.

Parlatma sırasında süspansiyon arada bir disk üzerine dökülmelidir. Dökme aralığı numune disk üzerinden kaldırıldıktan sonra birkaç saniye içinde kuruyacak şekilde ayarlanmalıdır.

Numune disk üzerinde dönme yönüne ters istikamette hareket ettirilmeli ve arada bir kendi etrafında sağa-sola çeyrek tur döndürülmelidir. Parlatmanın yeterli olup olmadığını kontrol etmek için numune yüzeyine çıplak gözle ve mikroskopta 100X büyütmede bakılır. Gözle bakıldığında ayna gibi parlak olmalı ve mikroskopta bakılınca çizik olmamalıdır.

Tablo 2. Parlatmada kullanılan aşındırıcılar ve kullanım alanları.

Zımparalama		En ince zımparalama	İnce Zımparalama	Kaba Zımparalama
Parlatma	Son parlatma	İnce parlatma	Kaba parlatma	
Sünger taşı				
Alçı taşı				
SnO ₂				
MgO				
Fe ₂ O ₃				
Cr ₂ O ₃				
Zımpara				
Doğal korund				
Sentetik korund				
BeO				
Al ₂ O ₃				
SiC				
B ₄ C				
Elmas				
Parçacık Boyutu(µm)	0	0,1	1	10 100

Parlatılan numune önce su ile sonra alkol veya asetonla yıkanarak uygun bir şekilde kurularak dağlamaya hazır hale getirilir. Ancak dağlanmamış numune de incelenerek şu gözlemler yapılabilir:

- a) Dökme demirlerde grafitlerin yapısı ve dağılımı
- b) İnküzyonlar
- c) İç yapıda bulunan gözenekler
- d) Çatlaklar
- e) Taneler arası korozyon incelemeleri

İç yapıda bulunan fazların ve tane sınırlarının metal mikroskobunda görülebilmesi için dağlama işlemi gerekir. Dağlama kimyasal, elektrolitik veya fiziksel olabilir.,

2.1.6. Dağlama

Kimyasal dağlama işleminde çeşitli kimyasal maddelerin karışımından oluşan ve her malzeme için farklı olan ‘dağlama ayırıcı veya dağlama reaktifi’ kullanılır. Ayıraçlar su, alkol, gliserin, glikol veya bunların karışımlarından oluşan çözücülerin çeşitli asit, alkali veya diğer kimyasalların karıştırılmasıyla elde edilirler. Ayraç numune üzerine dökülerek belirli bir süre etki ettirilir.

Bu ayraç numune üzerine döküldüğünde malzeme yapısında bulunan fazlar ve/veya tane sınırları ve tane içi arasında mikro düzeyde piller oluşarak enerjisi yüksek olan tane sınırları ve fazlar anot, diğer bölgeler ise katot olarak görev yapar. Anot olan bölgeler aşınır, katot olan bölgeler ise aşınmaz (korunur). Aşınan kısımlar mikroskop altında ışığı farklı yönlere yansıttığından mikroskop altında koyu renkte, aşınmayan bölgeler ışığı geri yansıttığından açık renkte görülürler. Böylece oluşan kontrast yardımıyla taneler ve fazların yapısı incelenir. Dağlama ayırıcının numune üzerine tatbik edilmesi; daldırma, damlatma, yıkama, silme, alternatif daldırma vb. gibi değişik şekilde uygulanabilir.

Tablo 3. Dağlama yöntemleri.

YÖNTEM	TANIM VE ÖNERİLER
Daldırma	Numune dağlama reaktifine daldırılır.
Damlatma	Dağlama reaktifinden birkaç damla numune yüzeyine damlatılır.
Yıkama	Numunenin yüzeyi dağlama reaktifi ile çalkalanır. Genellikle büyük numunelerde uygulanır.
Alternatif Daldırma	Numune alternatif olarak iki farklı dağlama reaktifi ile dağlanır. İkinci dağlamada, birinci dağlama sonucu bozulan tabakalar çözünür.
Silme	Numunenin yüzeyi dağlama reaktifine daldırılmış bir pamuk veya bezle silinir.
Temperleme	Numune ısıtılır. Faz yapısına göre renklenme gerçekleşir.
Sıcak Dağlama	Numune ısıtılmış dağlama reaktifi içerisine daldırılır.
Çifte Dağlama	Farklı fazlar, farklı renklere karşı duyarlı olduğunda kullanılır.
Tespit Dağlaması	Belirli fazların tayini için özel reaktiflerin kullanılmasıdır.
Elektrolitik Dağlama	Numune elektrolitik içerisinde anot durumundadır, dağlama ile belirli bir akım yoğunluğu ve voltajın uygulanması ile gerçekleştirilir.

Dağlama işlemi gözle, ışık veya stereo mikroskopta düşük büyütmelemlerde (örneğin 50X, 100X) inceleme yapmak amacıyla yapılırsa bu tür dağlamaya **makro dağlama**, daha yüksek büyütmelemlerde yapılacak incelemeler (tane, faz yapısı vb.) için yapılan dağlamaya ise **mikro dağlama** adı verilir.

Makro dağlamada numune önce 400 no'lu zımparaya kadar zımparalanır ve kuvvetli asit içeren özel makro dağlama ayıraçları ile dağlanır. Makro dağlamadan sonra yapılacak olan incelemelere örnekler aşağıda verilmiştir:

- Döküm yapısı (kolonsal, dendritik, eş eksenli yapı)
- Soğuk şekil verme sonrası akış izleri
- Segregasyon ve kalıntılar
- Karbürizasyon veya dekarbürizasyon tabakaları
- Gözenek ve çatlaklar
- Kaynak bölgesi
- Karbür ve ferrit bantlaşması

Tablo 4. Çeliklerde ve Dökme Demirlerde kullanılan dağlayıcı reaktifler.

Dağlayıcı Reaktif Bileşimi	Kullanım Alanı
1-10 ml HNO ₃ , 90-99 ml metil alkol ya da etil alkol	Nital olarak bilinen; demir, çelik ve dökme demirlerde en sık kullanılan dağlayıcı reaktiftir. Yapıdaki genel fazların ve tane sınırlarının ortaya çıkmasını sağlar. Raf ömrü uzundur.
4 gr pikrik asit, 100 ml etil alkol	Pikral olarak bilinir. Ferrit ve sementit fazları içeren yapılarda kullanılır.
1-4 gr K ₃ Fe(CN) ₆ , 10 gr KOH, 100 ml su	Murakami çözeltisi olarak bilinir. Taze olarak hazırlanıp kullanılması gerekir. Dađlanacak numune, reaktifin kaynama sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra dağlanır. İşlem sonucunda Sementit fazları siyah, perlit fazları kahverengi tonda görülür.
100 ml ethanol, 5 ml HCl, 1 ml pikrik asit	Vilella çözeltisi olarak bilinir. Ferrit ve karbür içeren alaşımlarda tercih edilir. Paslanmaz çeliklerde östenit fazının ayırt edilmesini sağlar.
30 ml su, 25 ml etil alkol, 40 ml HCl, 5 gr CuCl ₂	Fry çözeltisi olarak bilinir. Genellikle çeliklerde soğuk deformasyon sonucu oluşan kusurların ortaya çıkarılması için tercih edilir.
15 ml HCl, 20 ml su, 1 gr CuCl ₂ , 5 ml pikrik asit, 135 ml etil alkol	Noren çözeltisi olarak bilinir. Kaynak işlemi uygulanmış malzemelerde kaynak işlemi sırasında oluşan çatlakların ortaya çıkarılması için tercih edilir.
10 ml oksalik asit, 100 ml su	Çelikler için kullanılan elektrolitik dağlayıcı reaktiftir.

2.1.7. Mikroskopik İnceleme

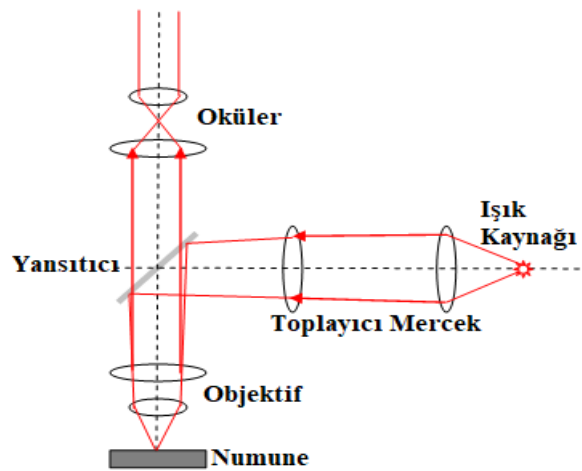
Malzemelerin mikroskopik incelemesi, malzeme bünyesindeki faz dağılımlarının ve morfolojisinin incelenmesinde, kristal yapı kusurlarının ve modelinin belirlenmesinde önemli bir etkidir. Malzeme bilimi için en temel araçlardan biri olan mikroskoplar, incelenmek istenen yapının görüntüsünün elde edilmesi ve basılmasının görece daha kolay ve daha az maliyetli olmasından ötürü sıklıkla tercih edilmektedir. Yapıdaki dağılımın ve morfolojinin görüntülenmesinde, yapının özellikleri biliniyorsa kantitatif analizlerin yapılmasına olanak sağlayarak malzeme hakkında bilgi edinilmesini kolaylaştırmaktadır. Bunun yanı sıra kısıtlı da olsa tane yapısı ve yüzey morfolojisiyle alakalı araştırmalar da optik mikroskoplar yardımıyla yapılabilmektedir.

Mikroskopik incelemede net bir kontrast ve geçerli bir sonuç elde edebilmek için, incelenecek numunenin yüzeyi parlatılmış ve uygun bir dağılayıcı reaktifi ile dağlanmış olmalıdır. Parlatılıp dağlanmış bir numunede tane sınırlarının yanında, yapıdaki diğer fazların parlaklık, biçim ve renk olarak farklılıkları ile ayırt edilebilir. Yapıdaki kontrast farklılıkları farklı fazların ışığı farklı oranlarda absorbe etmesinden ya da yansıtmasından kaynaklanmaktadır.

Mikroskopik inceleme ile malzeme hakkında edinilebilecek kantitatif özellikler aşağıda verilmiştir:

- Numunenin ortalama tane büyüklüğü
- Birim hacim başına düşen arayüzey alanı
- Yapıdaki fazların kapladığı alan
- Yapıyı oluşturan fazların miktarı ve dağılımı

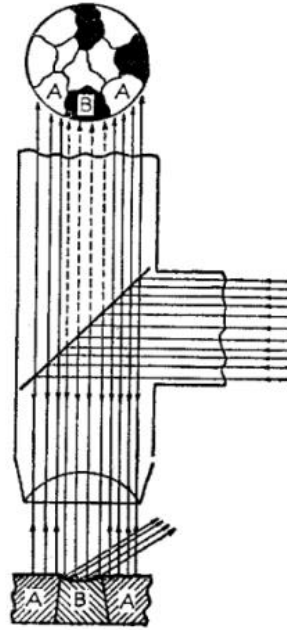
Metal ve alaşımlara ait mikroyapıların incelenmesinde metalurji mikroskoplarından faydalanılır. Optik mikroskoplar 2000X'e varan büyütme ve 1000Å ayırt etme kabiliyetine sahip mikroskoplardır. Daha büyük büyütmeler için elektron mikroskopisinden faydalanılmalıdır. Biyoloji alanında kullanılan mikroskoplardan farklı olarak metalurjide kullanılan mikroskoplarda ışığın yansıtılması prensibiyle görüntü oluştururlar. Optik mikroskoptaki çalışma prensibine yönelik şematik bir örnek aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. Optik mikroskopun şematik gösterimi.

Optik mikroskopta, yansıtıcı aynalar vasıtasıyla numune üzerine düşürülen ışık demetleri, numune yüzeyinden okülere geri yansır. Optik eksen normaline yaklaşık olarak

yansıyan (gelen ışık demetine dik) herhangi bir ışık, objektiften, reflektörden geçer ve okülere ulaşarak görülebilecek olan açık renkli fazların görüntüsünü oluşturur. Optik eksen normaline meyilli olarak (gelen ışık demetine yaklaşık olarak paralel) yansıyan herhangi bir ışık demeti saçılıma uğrar ve objektiften geçemez, bu sayede karanlık görülen fazları oluşturur. Optik mikroskop vasıtasıyla elde edilen bu görüntüde sonuç olarak iki veya daha fazla birbirinden farklı faza sahip numunedeki bir fazdan yansıyan ışık optik eksene dik olarak yansıyarak açık renkte görülürken, ışık demetini optik eksene paralel yansıtan faz karanlık olarak görünür (Şekil 5). Böylece mikroyapıya ait birçok unsurun (tane sınırları, inklüzyonlar, çökelen partiküller vb.) görüntülenmiş olur.



Şekil 5. Optik mikroskopta incelenen çok fazlı yapıya ait görüntünün oluşumunun şematik gösterimi

3. KAYNAKÇA

- [1] Salman, S., Özkan, G. 'Metalografi Bilimi-I. Kısım', Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2004.
- [2] Geçkinli, E. 'Metalografi', İTÜ Kimya Metalurji Fakültesi, İstanbul, 1982.
- [3] Üçışık, H. 'Metalografik Numune Hazırlama Tekniğinde Dağlama ve Dağlama Reaktifleri' İTÜ Kimya Metalurji Fakültesi, İstanbul, 1981.
- [4] Metals Handbook, Vol.8, 'Metallography, Structures and Phase Diagrams', ASM Metals Park, Ohio, 1973.
- [5] Smallman, R.B., Ashbee, K.H.G., 'Modern Metallography-Applications of Modern Metallographic Techniques' ASM, 1969.
- [6] <https://www.metallographic.com/Metallographic-Etchants/Metallography-Etchants.htm>

TASARIM

- Tasarım ödevi kapsamında, Metalografi deneyinde edindiğiniz bilgiler ve araştırmalarınızla, birbirinden farklı istediğiniz üç adet **demir dışı** malzemeyi seçerek aşağıya isimlerini yazınız.
- Seçtiğiniz her bir metal alaşımı için uygun dağlayıcı reaktifini araştırarak belirleyip aşağıdaki alana bu reaktife ait bileşenleri de belirterek yazınız.
- Daha sonra bu alaşımın seçtiğiniz dağlayıcı reaktifle dağlandıktan sonra ortaya çıkan içyapısını çiziniz ve fazlarını gösteriniz.

(Gerekli işlemler ve çizimler yalnızca bu sayfa üzerinde yapılmalı ve bu sayfa kesilip yırtılmadan tek parça halinde deney raporunun sonuna eklenmelidir.)

Mikroyapı

Malzeme:

Dağlayıcı:



Mikroyapı

Malzeme:

Dağlayıcı:



Mikroyapı

Malzeme:

Dağlayıcı:

