

# Metalografi Deney Föyü

## 1. Deneyin Amacı

Metalografi, metallerin içyapılarını inceleyerek özelliklerini belirleyen bilim dalıdır. Bu deney ile mikroskobik inceleme için numune hazırlanması, parlatma, dağlama tekniklerinin öğrenilmesi ve hazırlanan numunelerin mikroskop altında incelenmesi hedeflenmektedir.

## 2. Kullanım Alanları

Metalografi deneyi metalin kullanıldığı her alanda kullanılır. Deneyler ve incelemeler metalografi laboratuvarlarında gerçekleştirilir.

## 3. Teorik Bilgi

Günlük hayatta kullanılan malzemeler ister geleneksel ister ileri teknoloji malzemeleri olsun, iç yapıları ile özellikleri doğrudan ilgilidir. Pratikte kullanılan bu malzemeler üzerine uygulanan herhangi bir işlem biçimi mühendislik özelliklerini değiştirir. Malzemelerin mühendislik özelliklerini değiştiren bu özellikler iç yapı göz önüne alınarak açıklanabilir. İç yapıdaki değişiklikler yalnızca malzeme özelliklerindeki bu değişimlerin açıklanmasında kullanılmaz, aynı zamanda hasarla sonuçlanmış olayların açıklanmasında da iç yapıdaki değişiklikler incelenebilir. Metal ve alaşımlarının iç yapısını inceleyen, iç yapı ile özellikler arasında bağlantı kuran bilim dalı Metalografi olarak adlandırılır.

Malzemelerin iç yapısını incelerken hangi yöntemin ve hangi cihazın seçileceğine karar verebilmek için, hem yapılacak mikroyapı çalışmasının boyutu hakkında, hem de yöntem ve cihazların bu boyuta duyarlılığı hakkında bilgi sahibi olmak gereklidir. Malzeme içerisindeki mevcut fazların, faz miktarlarının, tane boyutu ve tane dağılımlarının incelenmesinde optik mikroskop yeterli olacaktır. Fakat mikroyapıdaki nano ölçekli çökeltilerin tespit edilmesinde ve gözlemlenmesinde daha ileri cihaz ve teknikler kullanılır.

### 3.1 Numune Seçimi

İncelenecek numunenin seçiminde dikkat edilmesi gereken nokta, numunenin hakkında bir yargıya varılacak olarak parça ya da parçaların yapısının yansıtabilmesidir. Örneğin kaplama yapılan bir numunenin incelenmesi için yüzeyden veya karşılaştırma (kaplama ve kaplamanın altında kalan bölge) için yan kesit alanından numune alınması gerekir. Bunların dışında hasar tespiti yapılacak parçalarda numune hasara uğramış bölgeden veya bu bölgenin yakınından alınır. Alınan numunenin bir değer taşıyabilmesi için, numunenin her yönden ana malzemeyi tam olarak temsil etmesi gerekir. Ana kriter, numunenin inceleme amacına uygun olmasıdır.

### 3.2 Numune Alma

Numuneler ana parçadan kesilirken bu işlem sırasında içyapılarının değişmemesine dikkat edilmelidir. Isınma ve aşırı deformasyonla numunelerin içyapısı değişebilir. Bu yüzden zorunlu olmadıkça ısıl kesme metotları kullanılmaz. Burada asıl amaç orijinal malzeme içyapısının mikroskop altında görülebilmesi içindir. Numune almada, yapılacak olan incelemenin amacı önemlidir. Metalografik incelemeler genellikle aşağıdaki amaçlar için yapılır.

- Genel mikroyapı incelemeleri
- Sementasyon derinliği incelemeleri
- Dekarbürizasyon derinliği incelemeleri
- Korozyon derinliği ve yapısı
- Kaplama ve kaplama kalınlığı incelemeleri

- f) Yüzey durumunun incelenmesi
- g) Kalıntıların (inklüzyon) yapısı ve dağılımının incelenmesi
- h) İçyapıdaki gözeneklerin incelenmesi
- i) Isıl işlem durumunun incelenmesi
- j) Plastik deformasyonun içyapıya etkilerinin incelenmesi
- k) Döküm yapısının incelenmesi



Şekil 1 Kesme Cihazı

### 3.3 Kalıplama

Metalografik incelemeye tabi tutulacak numuneler elle tutulamayacak kadar küçükse ve/veya düz bir zeminde stabil halde duramayacak bir şekle sahipse, bu numuneler kalıplanır. Bunun dışında otomatik parlatma ünitelerine sahip cihazlar içinde numunelerin standart boyuta gelmesi için kalıplama yapılır. Metalografik amaçlı numune kalıplama işlemlerinde Sıcak Kalıplama ve Soğuk Kalıplama yapılır. Sıcak kalıplamada özel kalıplama cihazı kullanılır. Numune 150°C civarında ısıtılarak yapılır. Soğuk kalıplama oda sıcaklığında yapılır, sıcaklık uygulanmaz. Ancak sertleşme sırasında egzotermik reaksiyonla bir miktar ısı artışı olabilir. Soğuk kalıplamada iki sıvı ya da bir sıvı ve bir tozdan oluşan karışım kullanılır. Bunlardan bir tanesi reçine (polimerik esaslı) diğeri ise sertleştiricidir. Reçine ve katılaştırıcı uygun oranlarda karıştırılır, aksi takdirde kalıp sertleşmez.



Şekil 2 Sıcak Kalıplama Cihazı

### 3.4 Zımparalama ve Parlatma

Mikroskop altında incelenecek olan numune yüzeylerin kalıplama işleminden sonra belirli bir yüzey pürüzlülük değerine ulaşması gereklidir. Bundan dolayı numune yüzeyleri zımparalama ve parlatma işleminden geçirilir. Bu işlemler için zımparalama ve parlatma cihazları kullanılır (Şekil 3).

Her kademedeki bir önceki kademedeki kullanılan aşındırıcılardan daha ince bir aşındırıcı kullanılır. Böylece her kademenin numune yüzeyinde oluşturduğu deformasyon ve çizik miktarı minimum seviyeye indirilir. Zımparalama işleminin ilk aşamalarında (kaba zımparalama) yüzeydeki pürüzlülük değeri yaklaşık 10-100 µm seviyesine indirilir. Son zımparalama kademesinden sonra bu değer 1 µm altına indirilir.

Zımparalar kum ve karbondan elde edilmiş SiC tanelerinin belirli bir kumaş veya kağıt üzerine yapıştırılması ile elde edilen aşındırıcılardır. Zımparalar SiC haricinde %55-75 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve magnetit tozundan veya sadece Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozu içeren kâğıtlardan da yapılabilir. Zımpara kâğıtları tane boyutuna göre farklı zımpara numaralarına sahiptir. Zımpara numarası arttıkça aşındırıcı tane boyutu küçülmektedir.

Zımparalama işleminden sonra parlatma işlemi yapılır. Parlatma kademesinde genellikle Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve elmas tozu gibi aşındırıcılar kullanılır. Elmas tozu, macun veya sprey şeklinde, diğerleri ise damıtık su ile süspansiyon şeklinde kullanılır.



Şekil 3 El ile zımparalama işlemi



Şekil 4 Zımparalama ve Parlatma Cihazları

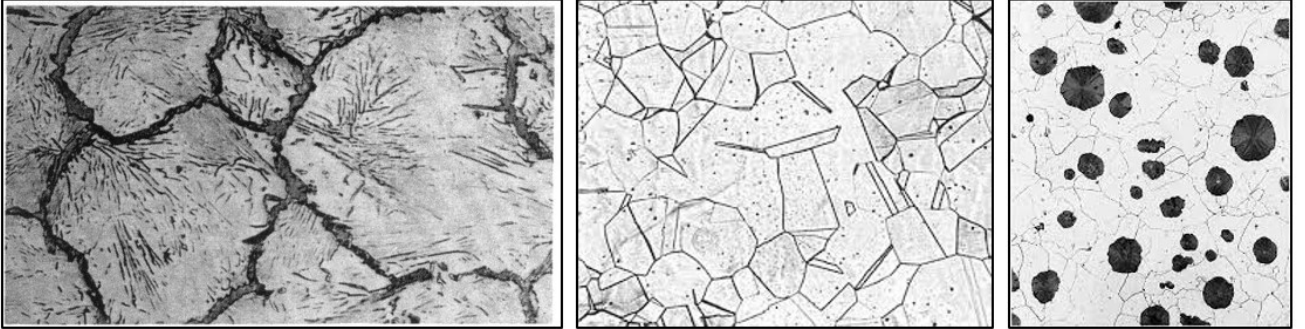
### 3.5 Dağlama

Parlatılmış fakat henüz dağlanmamış yüzeylerden istisna durumlar hariç mikroskop altında görüntü almak olanaksızdır. Parlatma sonrası numune yüzeyi düzdür ve yüzeye düşen ışık demetleri eşit şekilde yansydıklarından numuneden görüntü alınmaz. Bu nedenle yapıda kontrast oluşturulması gerekir. Bunun için yapılan işleme dağlama denir. Dağlama, kimyasal, elektrolitik veya fiziksel olabilir. Kimyasal dağlama işleminde çeşitli kimyasal maddelerin karışımından oluşan ve her malzeme için farklı olan “dağlama ayraç ve dağlama reaktifi” kullanılır. Ayraçlar su, alkol, gliserin, glikol veya bunların karışımından oluşan çözücülerin çeşitli asit, alkali veya diğer kimyasalların karıştırılmasıyla elde edilirler. Bu ayraç numune yüzeyine belirli süre etki ettirildiğinde, fazlar arasında veya tane içi ile tane sınırları arasında mikro düzeyde piller oluşur. Enerjisi yüksek olan kısımlar (tane sınırları ve fazlar) anot, enerjisi düşük olan kısımlar (tane içleri) katot olur. Anot olan bölgeler aşınır, katot olan bölgeler ise korunur. Aşınan kısımlar mikroskop altında ışığı farklı yönlere yansıttığı için mikroskop altında koyu

renkte, aşınmayan bölgeler ise geri yansıttığı için açık renkte görülürler. Bu şekilde oluşan kontrast yardımı ile taneler ve fazların yapısı incelenir. Uygulamada sık olarak kullanılan kimyasal dağlama yöntemleri tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Uygulamada Kullanılan Kimyasal Dağlama Yöntemleri

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

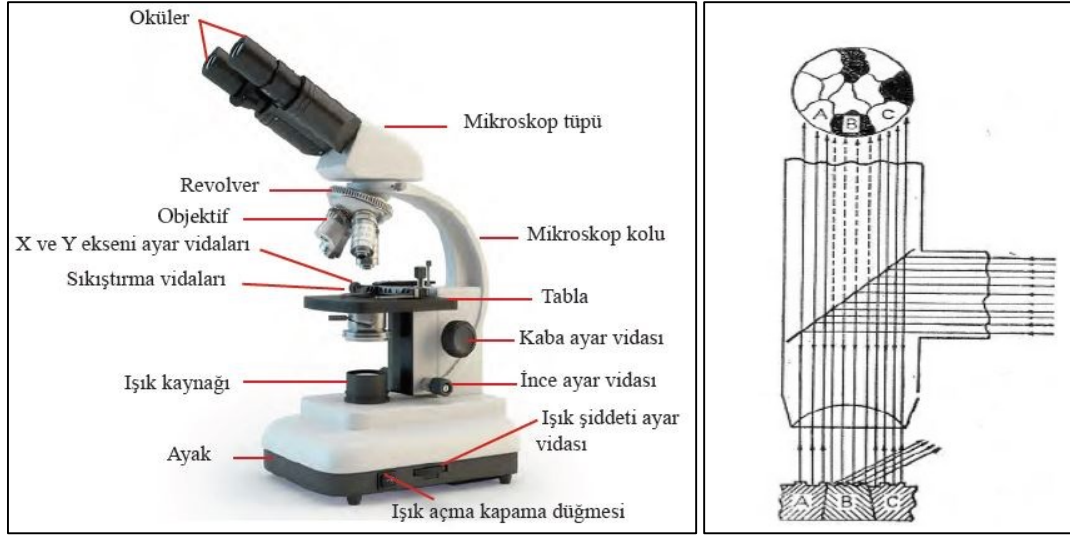


Şekil 5 Farklı Mikroyapı Örnekleri

### 3.6 Mikroskop ile inceleme

Malzeme iç yapısının incelenmesinde optik mikroskop kullanılır. Bir optik mikroskop objektif, oküler ve aydınlatma sisteminden oluşur. Büyütme miktarı objektif ve okülerin büyütme değerlerinin çarpımı ile bulunur. Metal mikroskop ile numunedeki fazların özellikleri, dağılımları, tane sınırları, porozite, kalıntı ve çatlaklar gibi çeşitli yapılar incelenir. Optik mikroskopun yapısı Şekil 6’da verilmiştir. Stereomikroskop ile numunenin bir bölgesi veya tamamı daha düşük büyütme oranları ile

incelenerek numunede imalat yöntemi ile meydana gelmiş (ısı tesiri bölgeleri, yönlenmeler, katmerler) olan yapısal değişiklikler, çeşitli makro hatalar (çatlak, gözenek, boşluk, cüruf kalıntısı vs.) incelenir.



Şekil 6. Optik mikroskop ve Yapısı

#### 4. Deney Raporu

Deney raporu hakkında bilgi ders esnasında verilecektir.

#### Kaynaklar

- E. Geçkinli, Metalografi, İTÜ Yayınları, İstanbul, 1982
- S. Salman, G. Özkan, Metalografi Bilimi, Kısım-I, Nobel Yayıncılık, Ankara, 2004

#### Hazırlayan:

Arş. Gör. Dr. İsmail Bayar

Batman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü

Eylül 2022