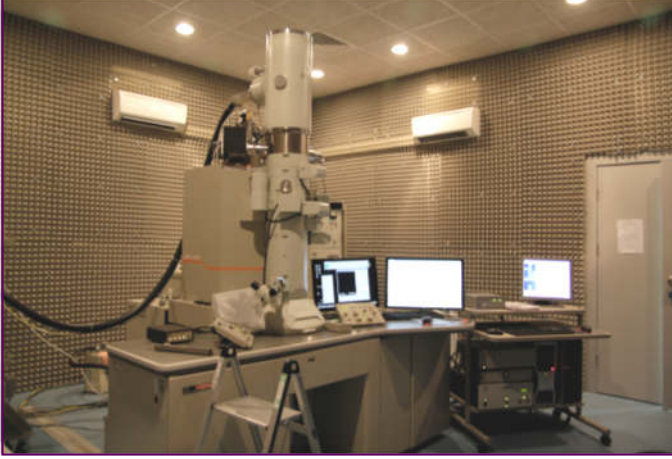


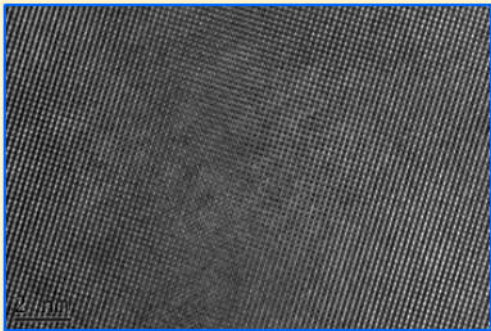
Transmisyon Elektron Mikroskopi Laboratuvarı (TEML)



Geçirimli Elektron Mikroskobu malzemelerin mikroyapı ve kristal yapılarının belirlenmesinde eşzamanlı olarak görüntüleme ve kırınım tekniklerini kullanabilen bir malzeme karakterizasyon yöntemidir. Bir başka deyişle malzemelerden birkaç nanometre boyutlu alanlardan bile hem morfolojik hem de kristalografik bilgilerin alınmasını olanaklı kılar. Merkezi Laboratuvar'da inorganik malzemelerin Yüksek Çözünürlüklü incelemeleri için Jeol 2100F 200kV RTEM cihazı, polimerik ve biyolojik malzemelerin incelemeleri için FEI 120kV CTEM cihazı bulunmaktadır.

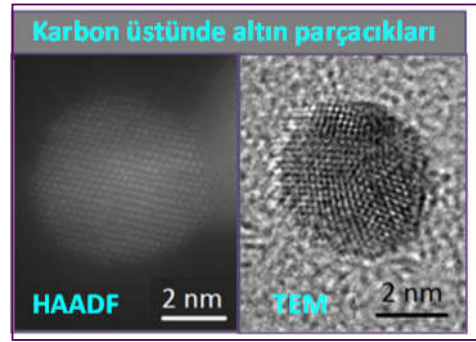
TEMEL PRENSİPLER

Geçirimli Elektron Mikroskop görüntü oluşumu koherent bir elektron demetini, incelenen örneğin ortasında, numune hazırlama yöntemleriyle oluşturulmuş bir deliğin etrafındaki ışın demetine geçirgen incelikteki bir alandan, geçirmek suretiyle ya numunenin altından doğrudan geçen ışınları, ya da malzemenin çeşitli düzlemlerinden Laue şartlarına uygun olarak kırınım yapanları inceleme esasına dayanır. Sırasıyla Aydınlanma Alan ve Karanlık Alan görüntüleme olarak adlandırılan bu yöntemler ile numunelerde mikron altı boyutlu oluşumların incelenmesi, kristal hatalarının incelenmesi, farklı fazlar mevcut ise bu fazların mikroyapı ve kristal yapı belirlenmesi, ikinci faz



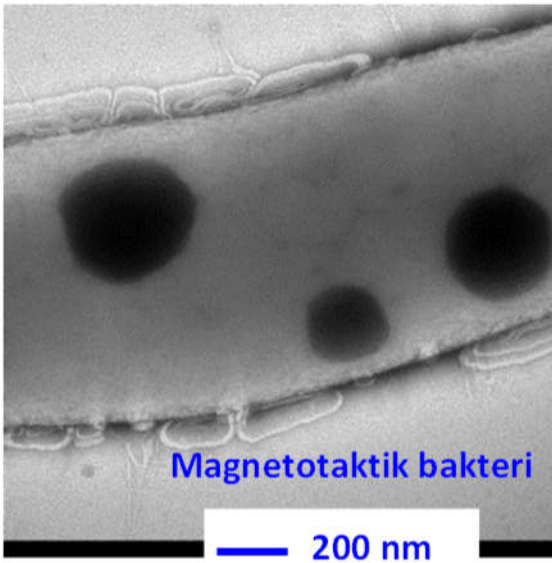
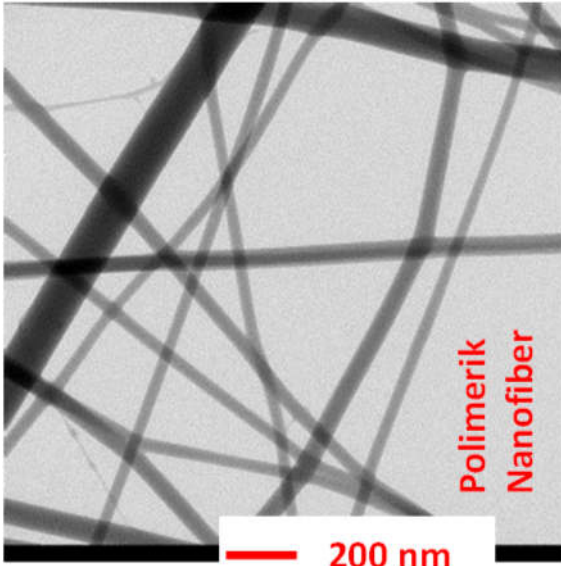
Yönlenmiş altın parçaları girişim çizgileri

Yüksek çözünürlüklü kafes görüntüleme (High resolution lattice imaging) milyon kat büyütme mertebelerinde atomik düzlemlerin izdüşümlerini görüntülemeye kullanılan daha ileri bir inceleme tekniğidir. Yüksek Açılı Alansal Karanlık Alan detektörü kullanılan Taramalı-Geçirimli Elektron Mikroskop (STEM) modunda ise Taramalı-Geçirimli Elektron Mikroskop Aydınlanma Alan (STEM BF) ve Yüksek Açılı Halkalı Alan Karanlık Alan (HAADF) görüntüleri elde edilebilir. Bu görüntülerin eldesinde büyütme lenslerindeki hatalardan etkilenmemiş, sadece tarama sargıları yardımıyla elde edilen ışın kullanılarak bir görüntü oluşturulduğundan daha iyi ayırma gücüne sahip görüntü eldesi mümkündür.



Klasik kırınım görüntüleri yanında, yüksek açılı huzme kırınımı (CBED) ise malzemelerin kapsamlı kristalografik analizinde (nokta ve uzay gruplarının belirlenmesi) kullanılabilen bir başka kırınım tekniğidir. Modern elektron mikroskoplarda analitik karakterizasyon için vazgeçilmez donanımlar olan Enerji Saçılım Spektroskopisi (EDS) ve Elektron Enerji Kaybı Spektroskopisi (EELS) merkezimizdeki cihazımızda mevcuttur. Bu donanımlar elektron demetinin numuneyle etkileşimi sonunda açığa çıkan, sırasıyla, karakteristik X ışınlarını ve enerji kaybeden (inelastik) elektronların enerji kaybı dağılımlarını kullanarak element analizi amacıyla kullanılırlar. Enerji Filtrelemeli Görüntüleme (EFTEM) ise enerji kaybetmemiş (elastik) ve enerji kaybetmiş (inelastik) olarak saçılmış elektronlardan oluşmuş görüntülerdeki farklı saçılma unsurlarını birbirinden ayırarak görüntü kontrastının iyileşmesini sağlar.

CTEM cihazı özel lens konfigürasyonu sayesinde düşük kontrast veren numunelerden maksimum kontrast elde etmek için dizayn edilmiştir. CTEM'in 20 kV ile 120 kV arasında değişen hızlandırıcı voltaj ile hızlı bir geçiş ile çalışabilmesi biyolojik ve polimerik örneklerde elektron demeti hasarını azaltmak için ideal bir özelliktir. Mikroskopta aydınlık alan, karanlık alan ve seçilmiş alan kırınım görüntülemesi yöntemleri kullanılabilir. Ayrıca tomografi opsiyonu yardımıyla numuneden farklı eğme (tilt) açılarıyla alınan görüntüler Xplore 3D programı ile birleştirilerek numunenin üç boyutlu görüntüleri elde edilebilmektedir.



Numune Hazırlama:

TEM numune hazırlama yöntemleri metalik, toz, polimerik ve biyolojik örnekler için farklıdır. Metalik hacimli numune ilk etapta mekanik yöntemlerle 3 mm çapında 100 µm kalınlığında bir diske dönüştürülür ve ardından elektron geçirgenliğine uygun bir delik açılması için ya elektroparlatma ya da iyonla inceltme yöntemlerinden biri uygulanır. Mekanik inceltme sürecinde kullanılabilecek elmas kesici, zımba, ultrasonik kesici, disk zımparalayıcı, oyuklaştırmacı merkezimizde mevcuttur. Toz örnekler ependorf içinde uygun sıvıda süspansiyona alınır ve homojen bir şekilde dağılına kadar ultrasonik banyoda tutulduktan sonra mikropipet ya da şırınga yardımıyla ızgara üzerine 5-10 µL damlatılıp kurutulur. Numune kabul kriterlerinde belirtilen uygun boyutlarda (minimum 5 mm kalınlıkta) getirilmiş hacimli polimerik örnekler ise ultramikrotomda elmas bıçak ile oda sıcaklığı ya da düşük sıcaklıklarda 100 nm kalınlığında kesitler alınarak incelenmektedir. Fiksasyon, dehidrasyon, gömme, kesit alma ve boyama gibi işlemlerden geçmiş biyolojik örneklerin ızgara üzerinde hazır getirildiği takdirde mikroskopik incelemeleri yapılmaktadır.



UYGULAMALAR

- Polimerik örnekler
- Nanofiber
- Nanokompozit
- Nanoparçacık
- Biyolojik örnekler
 - Bakteri
 - Doku
 - Hücre
- İnorganik Numuneler
 - Katalizör malzemeleri
 - Mezogözenekli malzemeler
 - Metalik alaşımlar, seramik malzemeler
 - Mineraller
 - Karbon nanotupler
 - Nanomalzemeler
 - Yarı iletken malzemeler
 - İnce film malzemeler



Laboratuvar e-posta: mlabteml@metu.edu.tr