

YÜKSEK VOLTAJ ELEKTRON MİKROSKOBU

Prof.Dr.Tahsin Nuri DURLU*

İlk kez kullanılabilir hale gelişinden bu yana nerede ise elli yıl geçmiş olan elektron mikroskobu, özellikle son yirmi-otuz yıldır, fizik, kimya, metalurji ve biyoloji dallarında yaygın kullanılan bir laboratuvar cihazı haline gelmiştir. 1960'lı yılların ortalarında, elektron mikroskoplarının kullanımı ile bilhassa metalurji ve biyoloji dallarında uzun zamandır anlaşıl-maya çalışılan pek çok konu kolaylıkla açıklanabil-miştir.

Basit şekilde anlatılmak istenirse, elektron mikroskopları normal ışık ışınları ile çalışan klâsik mikroskoplara benzer prensipte çalışırlar. Ancak, gözle görünür ışıktan çok daha küçük dalga boylu elektron ışınları ile aydınlatma yaparlar ve bu yüzden çözme güçleri çok daha büyüktür. Kullanılan elektron demeti önce uygun potansiyeller altında hızlandırılır, sonra gözlenecek numunenin içinden geçirilerek veya yüzeyinden yansıtılarak yapı incelenir. Birinci durumda iç yapının da gözlenmesi mümkündür. Günümüzde kullanılan elektron mikroskoplarından elektronları numune içinden geçirerek görüntü verenlere geçirmeli (transmission), numune yüzeyinden yansıtarak görüntü verenlere de taramalı (scanning) elektron mikroskobu adı verilir. Taramalı elektron mikroskobu, özellikle metalurji dalında yeni bir çığır açmış ve son yıllarda geliştirilen yeni elektron optiği teknikleri ile çok faydalı hale gelmişlerdir. Halen her iki tür elektron mikroskobu da kendi alanlarında her gün yeni teknikler kullanılarak geliştirilmektedirler. Geçirmeli elektron mikroskobunun taramalı elektronmikroskoba benzer bir düzende çalıştırılması da gerçekleştirilmiş olup, kısaca STEM (taramalı-geçirme elektron mikroskobu) olarak isimlendirilen bu mikroskoplarla inanılması güç çözme güçlerine ulaşılmıştır. Bu tür gelişmiş elektron mikroskoplarıyla - 1 angström çözme gücüne erişmek artık çok kolaydır. İlk kez Japonya'da Profesör Hashimoto'nun karbon atomlarını doğrudan gözlemesi ile başlayan yirmi yıl öncesinin atomik düzeydeki gözlemleri günümüzde artık o kadar çok heyecan vermeyen olağan deneyler durumuna gelmiştir. Şekil 1, bu tür bir elektron mikroskop resmidir ve silisyum kristalinin birim hücrelerini doğrudan göstermektedir.

Geçirmeli elektron mikroskoplar, incelenen numunenin iç yapısını doğrudan gözleyebilmek imkânını vermelerine rağmen, bu mikroskopların kullanımında önemli bir zorluk vardır. Numune içerisinden geçen elektron demeti çok kısa uzaklıklarda so-



1000 kilovoltluk JEM-1000/1250 yüksek voltaj geçirmeli elektron mikroskobu.

ğurulacağı için, öncelikle numune çok ince olmalı, sonra elektron ışınımının hızlandırılma potansiyeli mümkün olduğunca büyük tutulmalıdır. Metallerle yapılan çalışmalarda, 100 kilovolt hızlandırma potansiyeli ile ivmelendirilen elektronlar ancak birkaç yüz angström kalınlığındaki numuneden geçebilirler. Bu yüzden son derece ince örnekler hazırlanmalıdır. Burada, bir de çok ince numunenin incelenen materyalin orijinal halindeki yapısını temsil edip edemeyeceği tartışması işe girer. İşte bu zorlukları aşabilmek amacı ile son yıllarda yüksek voltaj geçirmeli elektron mikroskobu olarak isimlendirilen mikroskoplar yapılmaya başlanmıştır. Genellikle, hızlandırma potansiyeli 200 kilovolttan daha yüksek olan elektron mikroskoplar bu sınıfa girerler. Laboratuvar da kullanılabilen ilk yüksek voltaj elektron mikroskobu, 1959 yılında Fransa'da Toulouse'da G.Dupouy ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olup, 1 milyon voltluk hızlandırma potansiyeli ile çalıştırılmıştır. Daha sonra, aynı amaçla 3,5 milyon voltluk hızlandırma gerilimine kadar çıkabilecek gücüne elektron mikroskoplar da yapılmış bulunmaktadır. Şekil 2, Japonya'da Jeol tarafından üretilen 1 milyon voltluk yüksek voltaj elektron mikroskobu JEM-1000/1250'nin resmini vermektedir. Bu tür gelişmiş mikroskopların kullanımı ile, elektronların numune içerisine girme derinlikleri, 100 kilovoltluk normal geçirmeli elektron mikroskoplara göre 5-10 kat daha artar. Ayrıca, yine bu tür mikroskoplarla yüksek çözme güçlerinde daha iyi kontrast elde edilebilmekte ve enerji kayıpları relatif olarak azaldığı için çözme gücü artmaktadır.

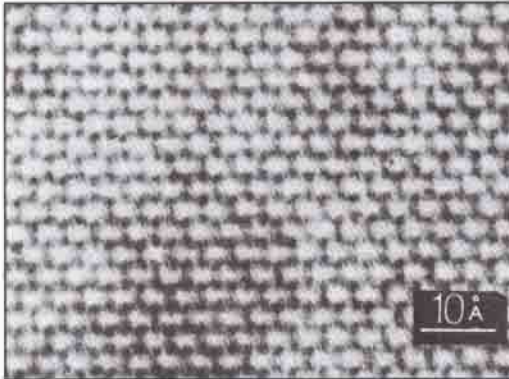


FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Haz.: CEMAL ÇAĞAN

Geçen sayıda yayınladığımız meteorlara benzeyen alttaki fotoğrafta bir böbrek ve safra kesesi taşının Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy cihazıyla invitro kırılması görülmektedir.

Bu sayıda da yandaki fotoğrafı ilginize sunuyoruz.



Silisyum kristalinin yüksek çözme gücünde görünümü.

Hemen düşünülebileceği gibi, böyle bir mikroskobun yapımında çok büyük teknik zorluklar karşımıza çıkar. Birinci zorluk, yüksek gerilimden dolayı ortaya çıkacaktır. Hızlandırma potansiyelinin büyüklüğü, hızlandırma tüpünün yalıtılmasını çok zorlaştırır. Son yıllarda seramik materyal kullanımı bu problemi çözmeye çok yardımcı olmuştur. Ayrıca, tüp içerisindeki vakumun son derece geliştirilmiş özel pompalarla ideale yakın düzeye indirilmesi gerekir. Yine önemli bir problem, güç kaynağının kararlı bir durumda tutulabilmesi ile ilgilidir. 3,5 milyon volt ile çalışan bir elektron mikroskobu için, 1 angström çözme gücüne ulaşmada, ancak 5 voltluk bir potansiyel oynaması kabul edilebilir. Böyle bir hata oranı, ne kadar incelikli dizayn yapılması gerektiği hakkında çok iyi fikir verir. Mekanik titreşimlerin önlenmesi de büyük bir problemdir. Şehir trafiği ya da soğutma su-

yu akışı bile çözme gücünü etkileyen olumsuz titreşimler doğurabilir. Bu mikroskoplarda manyetik mercekler kullanılır ve büyük manyetik alanları gerçekleştirebilmek için gerekli söz konusu mercekler çok hacimli ve çok ağırdır. Bütün bu zorlukların üstüne bir de x-ışınları problemi ortaya çıkar. Büyük potansiyeller altında hızlandırılan elektronlar, mikroskop içinde çarptıkları her noktadan x-ışınları üretirler. Bu ışıklardan korunabilmek için, mikroskobun özel kurşunlu camdan yapılan gözlem penceresindeki cam kalınlığı bazı mikroskoplarda 30-40 cm'ye varan kalınlıkta imal edilir.

1980'li yılların başında Dünya'da toplam 55 tane yüksek voltaj elektron mikroskobu varken, bu sayı günümüzde birkaç yüze çıkmıştır. İlk başlarda, laboratuvarlar için özel sipariş ile yapılan yüksek voltaj mikroskopları artık prototip olarak üretilmektedir. Günümüzde genellikle 300-500 kilovoltluk mikroskoplar yaygın olarak kullanılmaktadır. Seri üretimle birlikte yeni cihazların boyutları da oldukça küçülmüştür, bunda gelişen teknolojinin büyük katkısı vardır. Bu konuda bir karşılaştırma yapmak gerekirse, 1968 yılında çalışmaya başlayan Oxford Üniversitesi'ndeki AEI EM7 tipi 1 milyon voltluk yüksek voltaj geçirmeli elektron mikroskobu üç katlı bir bina yüksekliğinde iken, bugün benzer bir mikroskop 1/3 yükseklikte yapılabilmektedir. Yukarıda da açıkladığı gibi, yüksek voltaj elektron mikroskobunun yapımı ile yalnızca cisimlerin daha iyi gözlenme imkânı sağlanmamış, ayrıca küçük hacimlerde büyük gerilimler elde edilmesi ya da ideale yakın vakum veya yalıtım tekniklerinin gerçekleştirilmesi gibi, diğer pek çok kullanım yerinde yararlı olabilecek teknolojik gelişmeler de elde edilmiştir. □