

JEM 414 / JEM 440 MİNERAL TANIMA YÖNTEMLERİ DERSİ

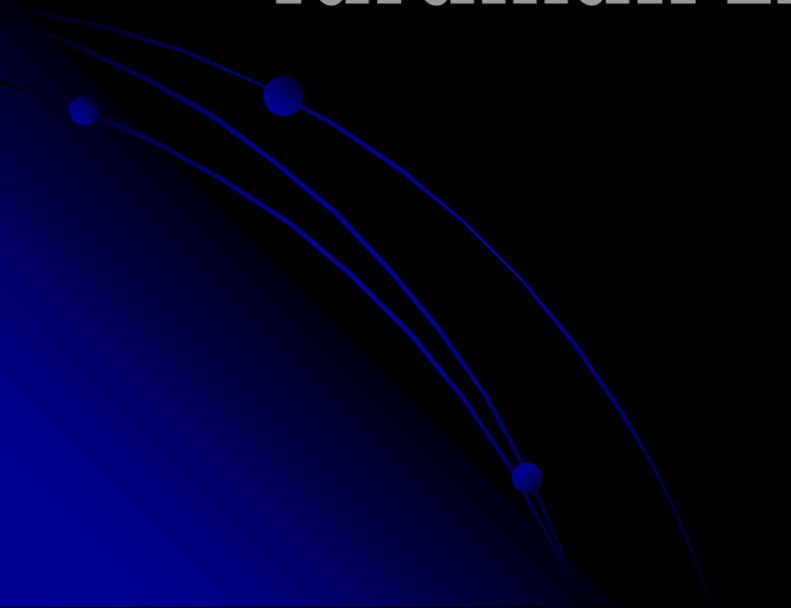
7. HAFTA

Arş. Gör. Dr. Kıymet DENİZ



SEM (Scanning Electron Microscope)

Taramalı Elektron Mikroskobu





Taramalı Elektron mikroskobu (SEM) bünyesindeki elektron tabancasından gönderdiği elektron bulutu ile tanımlanması gereken numuneyi bombardıman ederek, numuneden bir elektron koparıp Onun karakterize edilmesini sağlayan bir sistemdir. İncelenen numunenin ilgili kısmının üç boyutlu görüntüsü elde edilir.

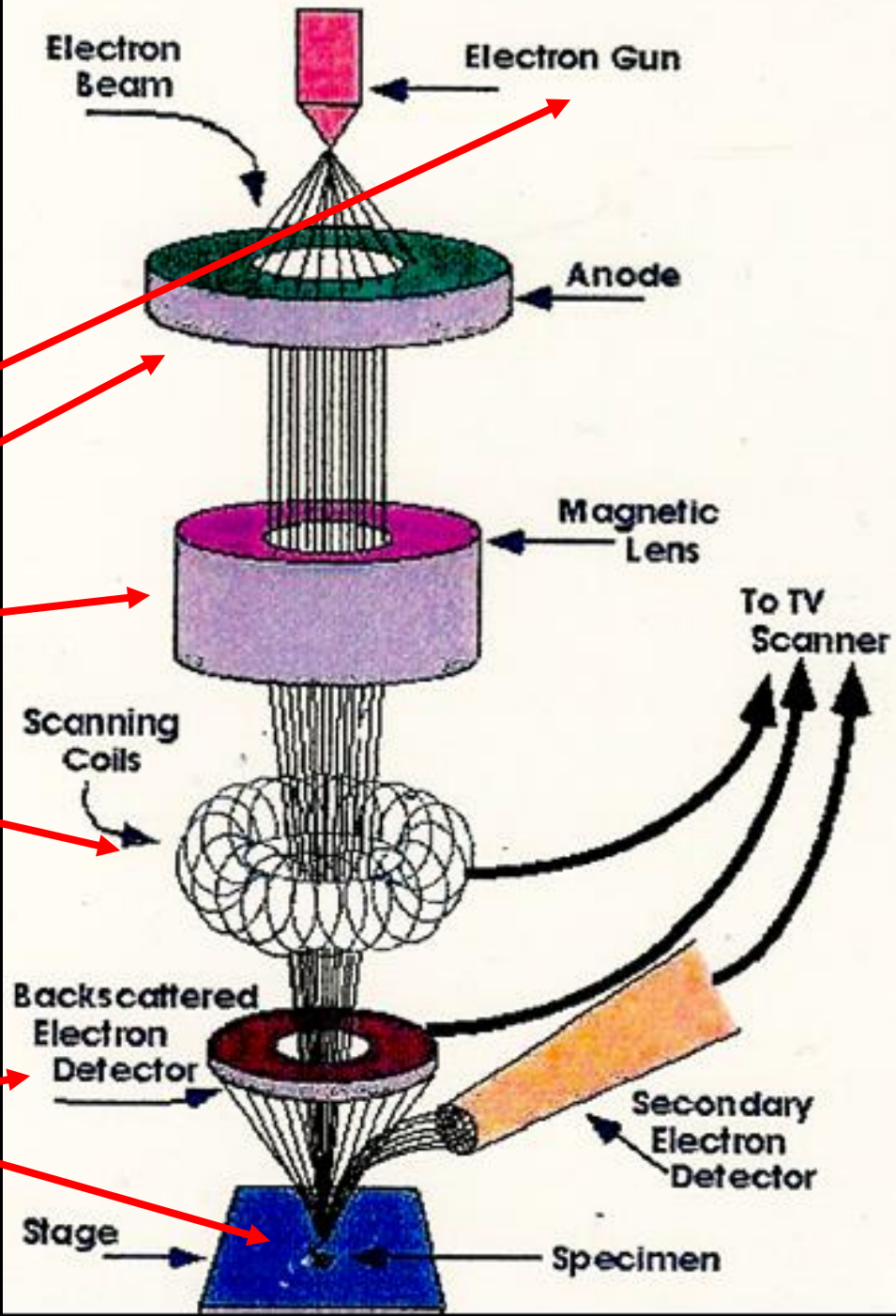


Taramalı Elektron Mikroskobunun vakum odasının görüntüsü



Taramalı Elektron Mikroskobunun Kısımları

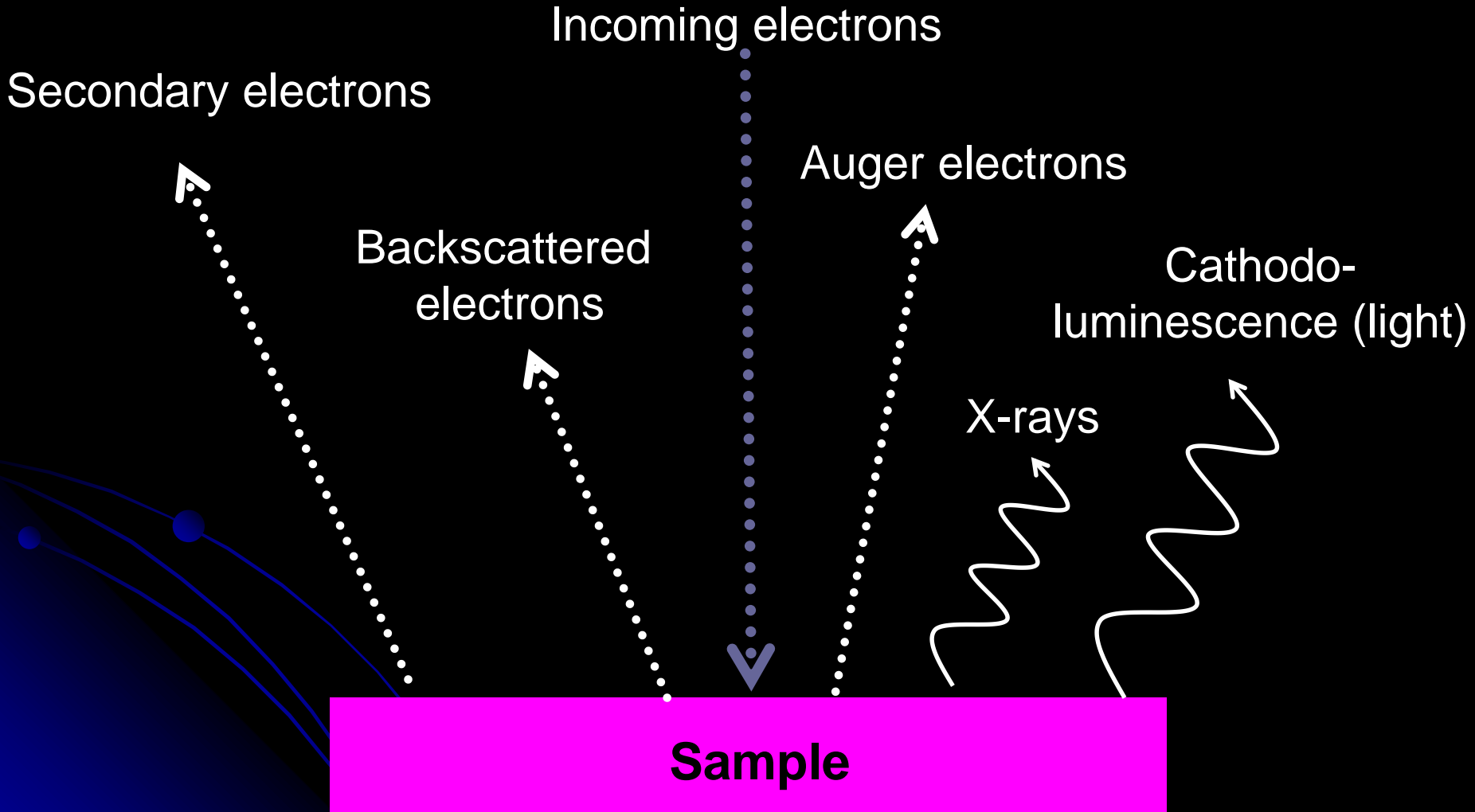
1. Elektron tabancası
2. Elektron lensleri
3. Tarama sistemi
4. Liner tüp
5. Objektif açıklığı
6. Örnek odası
7. Elektron dedektörü
8. Vakum sistemi



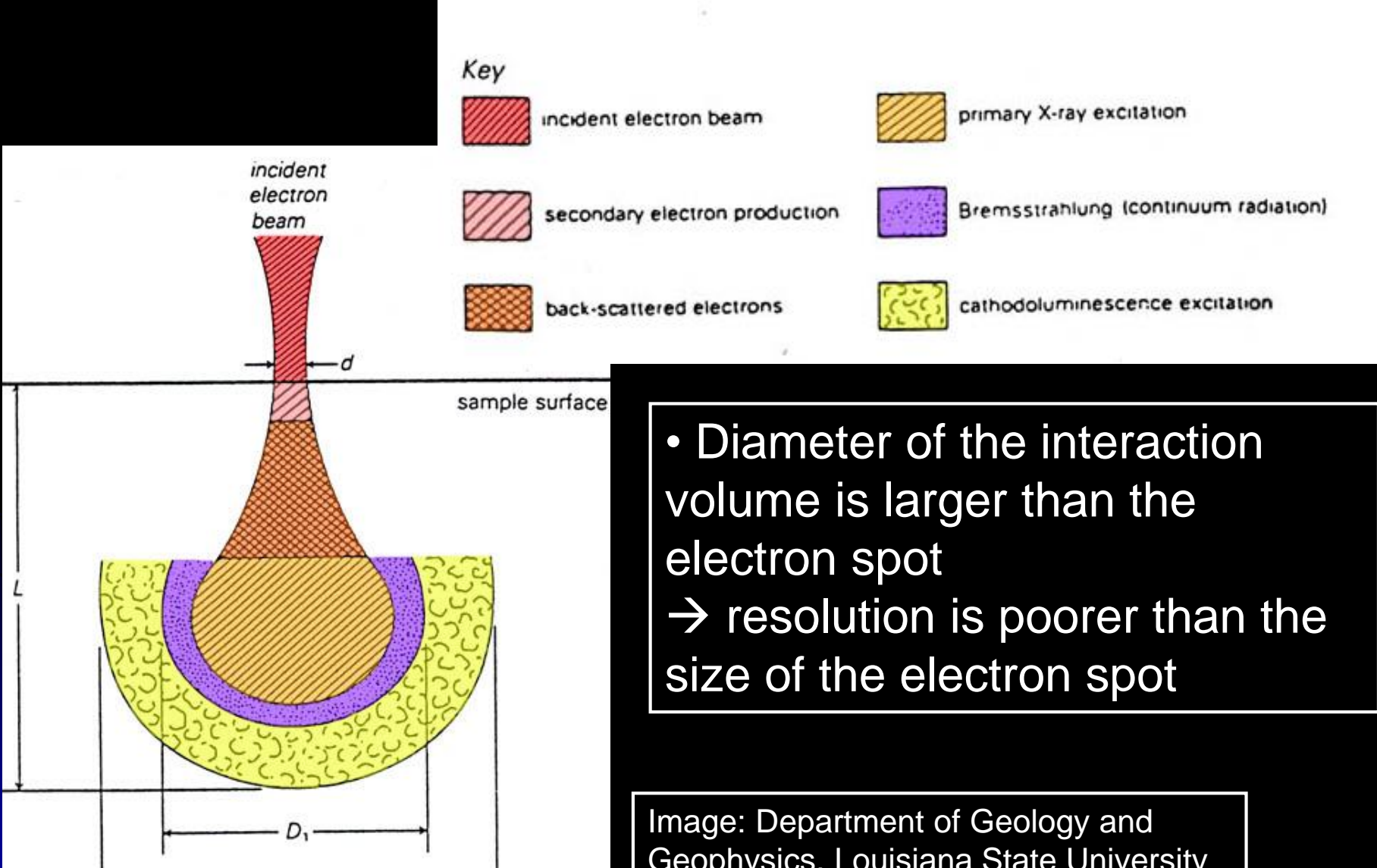
SEM' in Avantajları

1. İkincil elektronlar kullanıldığından üç boyutlu ve net görüntüler elde edilir.
2. Gönderilen elektronların geri yansımaya dayalı bir kesit işleyiş mekanizmasına sahip olduğundan incelenen kesitin kalınlığı sınırlayıcı bir değer söz konusu değildir. Teknik düzgün olmayan yüzeyli numunelerde de kullanılabilir.
3. Optik mikroskoba oranla çok daha iyi bir fokus derinliği geniş bir büyütme alanına sahiptir.
4. Pahalı bir tekniktir.

Signals from the sample



Where does the signals come from?



• Diameter of the interaction volume is larger than the electron spot
→ resolution is poorer than the size of the electron spot

Image: Department of Geology and Geophysics, Louisiana State University

Detectors

Backscattered electron detector:
(Solid-State Detector)

Secondary electron detector:
(Everhart-Thornley)

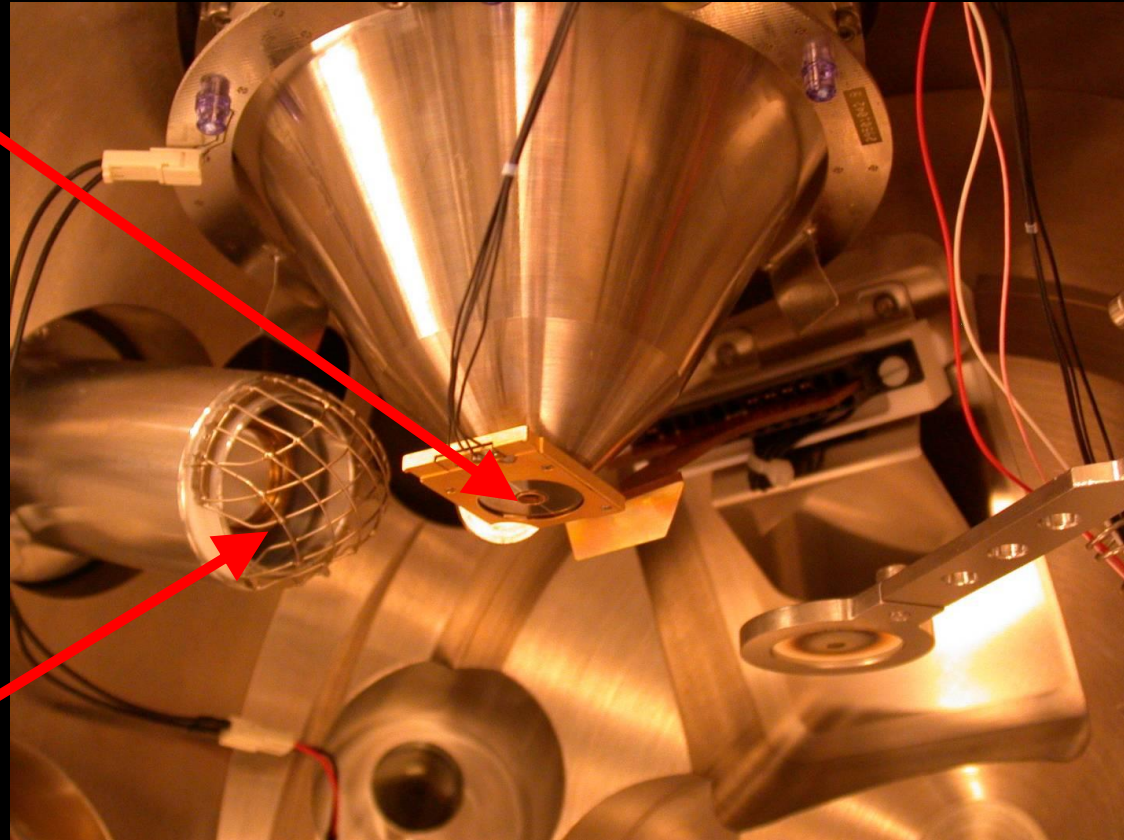
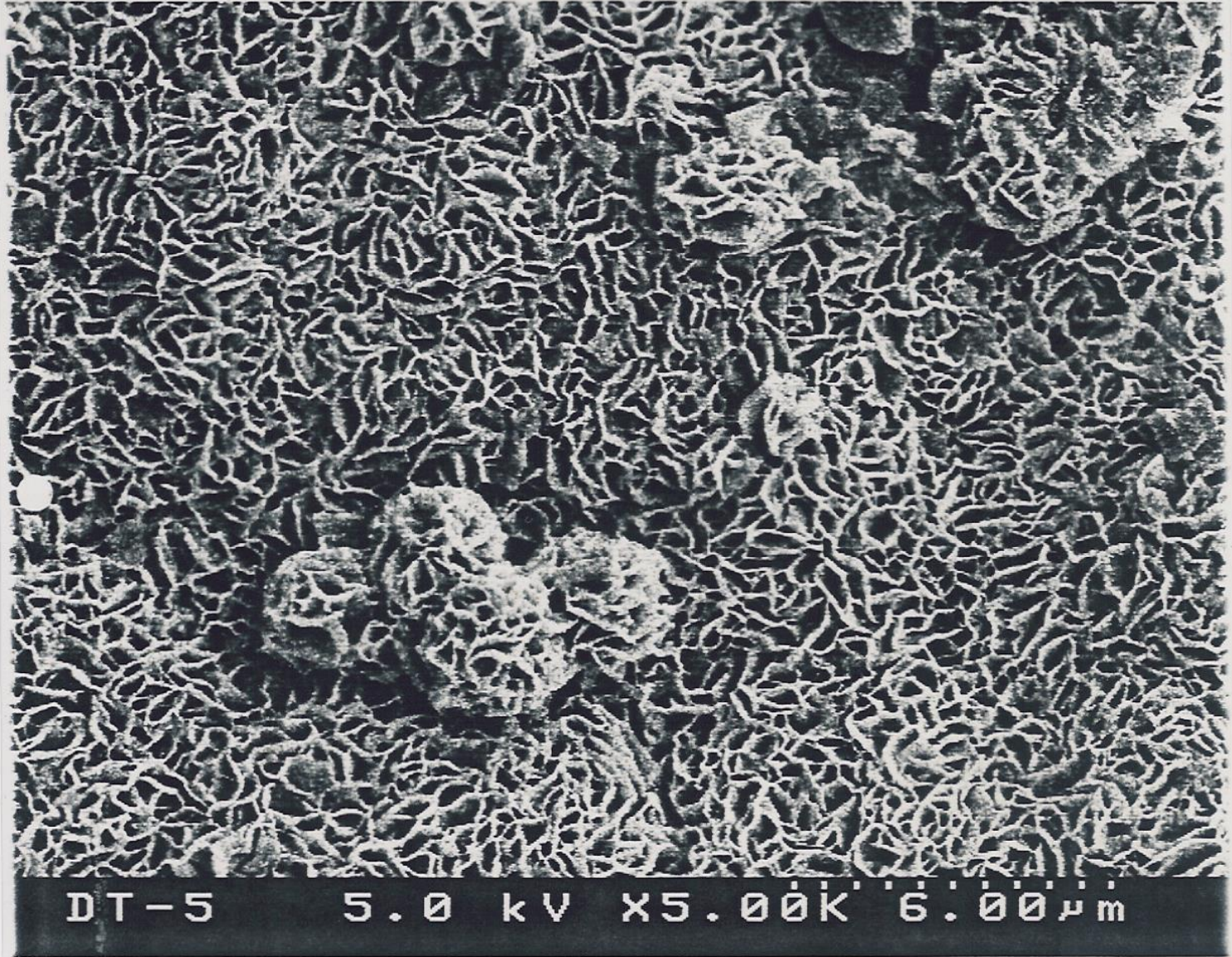
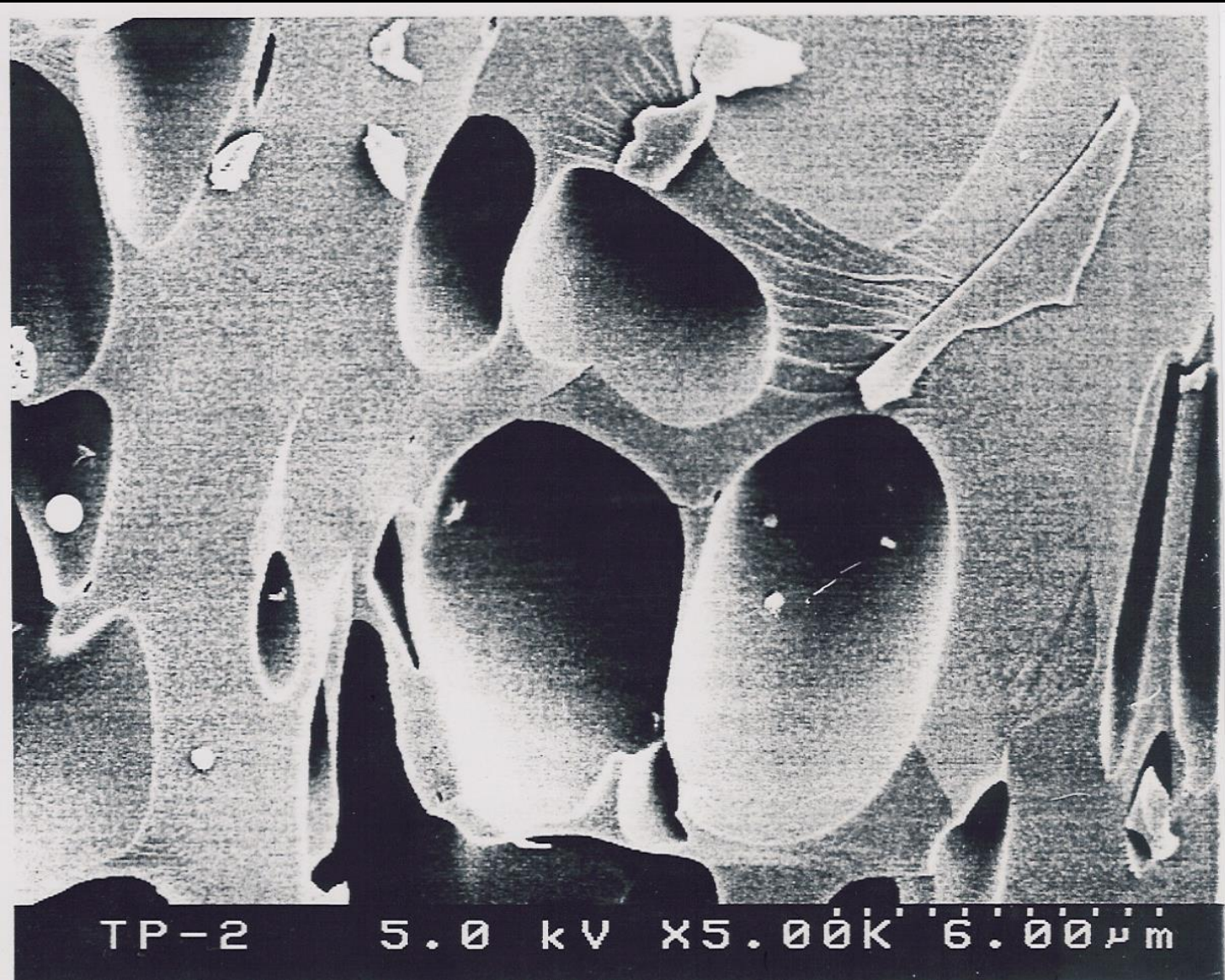


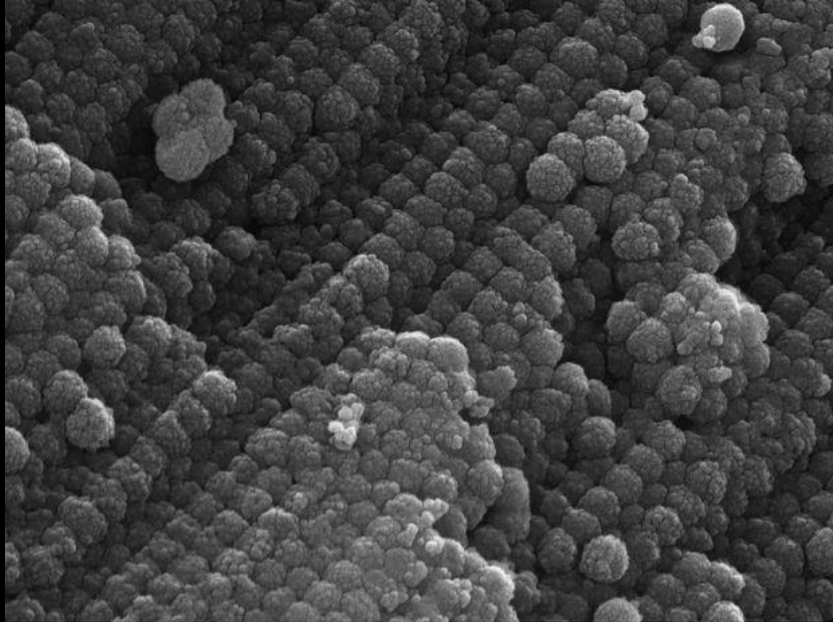
Image: Anders W. B. Skilbred, UiO

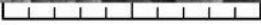


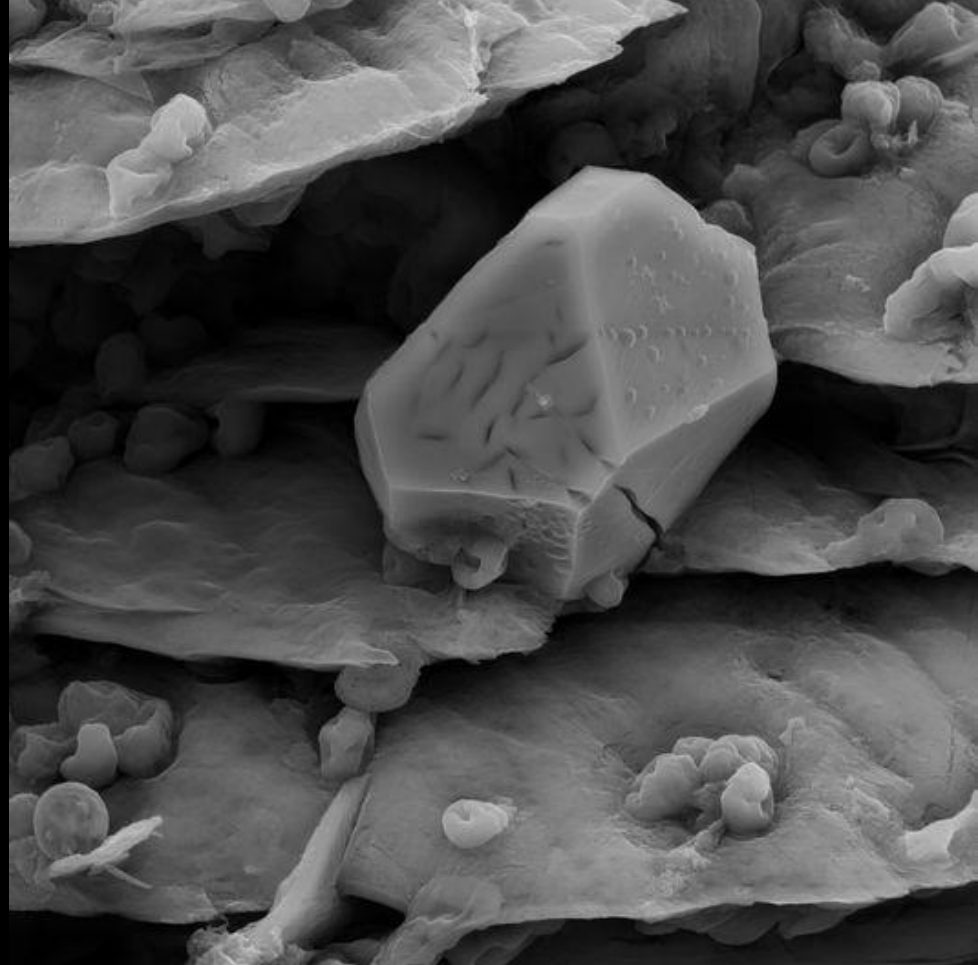
Kil mineraline ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü




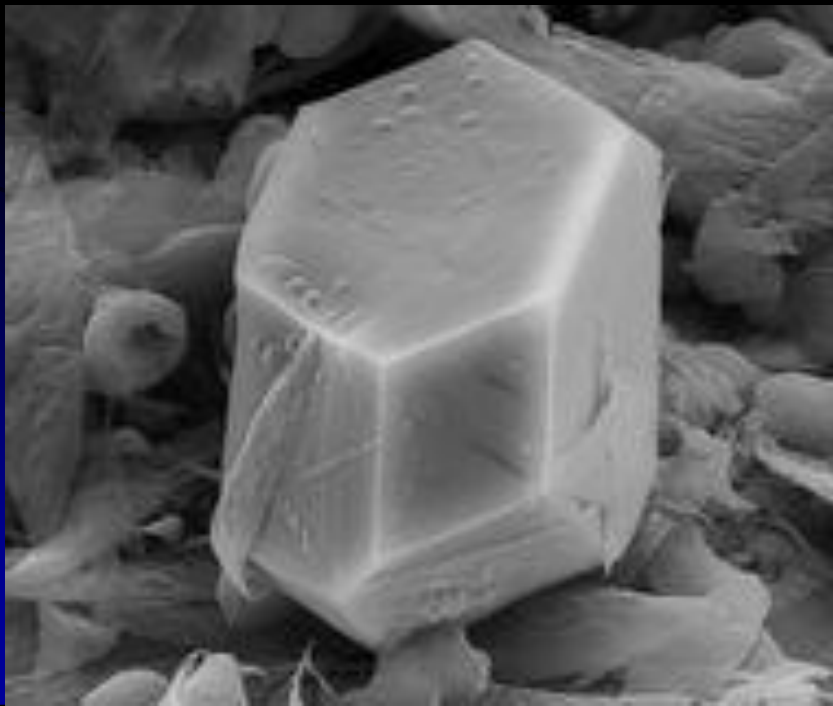
**Bazalttaki vesiküler boşlukların
Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü.**



SEM MAG: 93.54 kx DET: BE Det + SE Det 
HV: 25.00 kV WD: 6.0866 mm 2 μ m Mira ©Tescan
DET: BE Det + SE Det SM: RESOLUTION Digital Microscopy Imaging



SEM MAG: 11.72 kx DET: BE Det + SE Det 
HV: 15.00 kV DATE: 02/09/06 20 μ m Mira ©Tescan
VAC: HiVac Device: MI0010578CZ Digital Microscopy Imaging

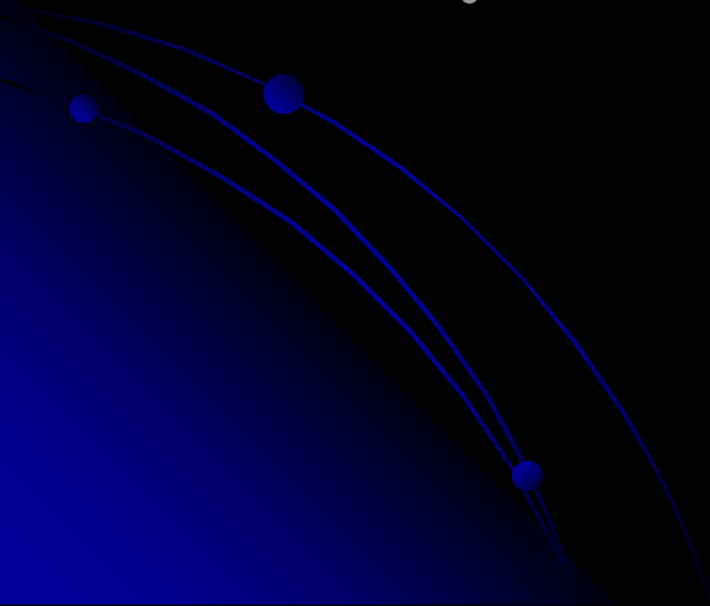




Bir karınca kafasının taramalı elektron mikroskopuyla alınmış görüntüsü.

TEM (Transmission Electron Microscope)

Geçirimli Elektron Mikroskobu



GEÇİRİMLİ ELEKTRON MİKROSKOBU (TEM)

Geçirimli elektron mikroskopu, numunenin iki boyutlu ve detaylı görüntüsünün elde edilmesini sağlar. Bu teknikte elektronları numuneden yansımaları değil, onun içinden geçmesi gerektiği prensibine dayandığından numunenin ince kesit kalınlığı elektronların geçebileceği kadar olmalıdır (1/10 mikron). Minimum seviyeye kadar inceltilmiş olan kesite iyon bombardımanı yapılarak 1/10 mikron kalınlığı elde edilir.

Bu teknikte örnek bir tutkal ile doyurulur. Daha sonra örnek ion-beam aletine monte edilir (ion-beam; iyon bombardıman aleti). Ve alet örnekte bir delik açana kadar inceltir. Daha sonra bakır levha üzerine monte edilir ve TEM tarafından inceleme yapılır.

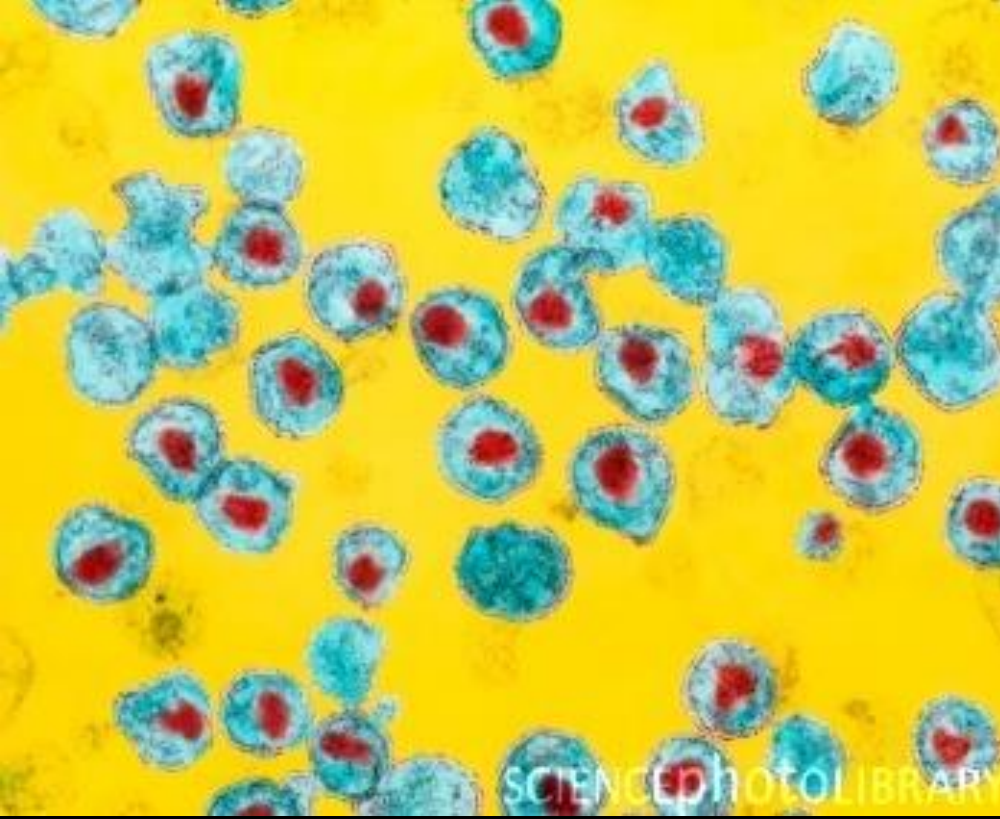
ALETİN GENEL ŞEKLİ

Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) şu kısımlardan oluşur:

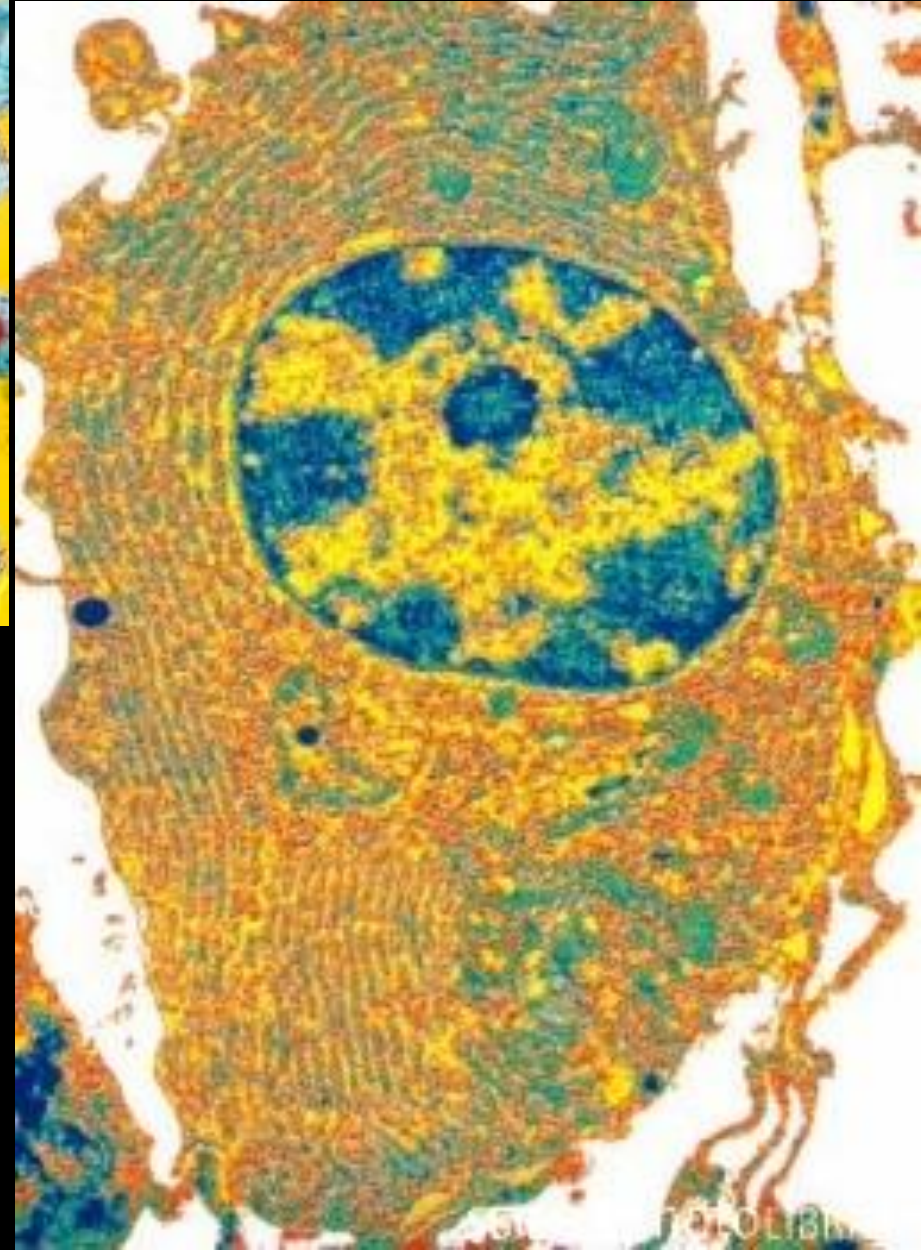
1. Aydınlatma sağlayan bir elektron kaynağı.
2. Elektron enerjisinin artırılmasını sağlayan bir elektrot serisi.
3. Optik sistemin aydınlatılmasının yayılımını kontrol eden manyetik lenslerden meydana gelen bir aparat.
4. Numune odası ve objektif lensi.
5. Resim büyütülmesinin kontrolü için projeksiyon lens optikleri.
6. Fotoğrafların görüntülendiği bir dedektör sistemi.

TEM' in Avantajları

1. TEM analizi maddenin fiziksel özellikleri ile mikro yapıları arasındaki bağıntının anlaşılmasını sağlar.
2. TEM maddelerin mekanik özellikleri, ısı iletkenliği, oksidasyon içeren bilimsel problemlerin yeniden çözümünü sağlar.
3. Kil materyaller TEM tarafından çok iyi incelenir. Kil parçacıklarının bileşimi, yapısı, şekli ve boyutu belirlenebilir. Kil partiküllerinin kompozisyonunda kalın taneler ince olanlara göre daha koyudur.
4. Numunedeki yüksek elektron yoğunluğuna sahip bölgeler koyu renkli, düşük elektron yoğunluğuna sahip bölgeler ise açık renkli görülür.
5. Atom numarası büyük olan elementlerin bulunduğu alanlar atom numarası düşük olanlara göre daha koyudur. Örneğin kil materyallerde Fe'liler koyu alüminyumlu silikatlar ise açıktır.



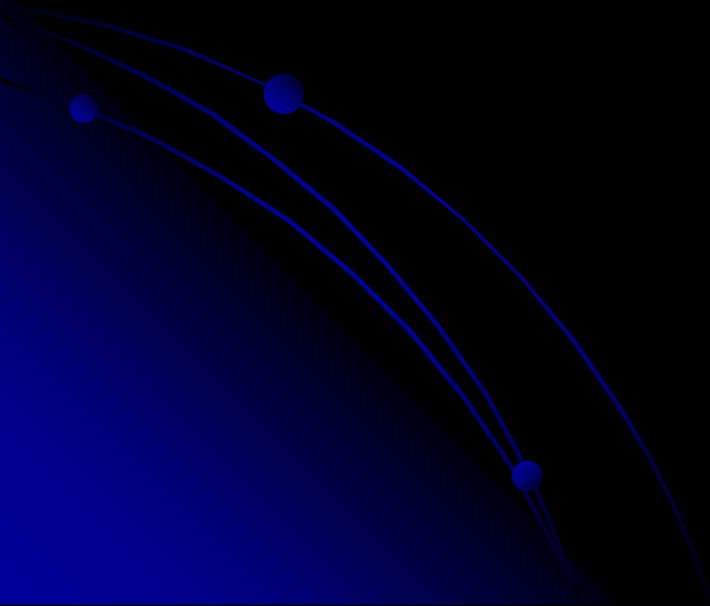
İnsan Hücresi



HIV Virüsünün TEM'deki görünümü

EPMA

(Elektron Prop Mikroanaliz)



EPMA

(Elektron Prop Mikroanaliz)



EPMA **(Elektron Prop Mikroanaliz)**

Küçük hacimli jeolojik malzemelerin, örneğin bir bazalt içerisinde piroksen kristalinin analizi istendiği takdirde; bu bazalt örneğinin parçalanıp öğütülmesi daha sonra mineral ayırma teknikleriyle piroksenlerin seçilip ayrılması gerekir. Örnek içerisindeki ayrı küçük bir bölümün analizinin gerektiği bu gibi hallerde, örneği tahrip etmeden yerinde analizini sağlayan yöntemler geliştirilmiştir.

ÇALIŞMA PRENSİBİ

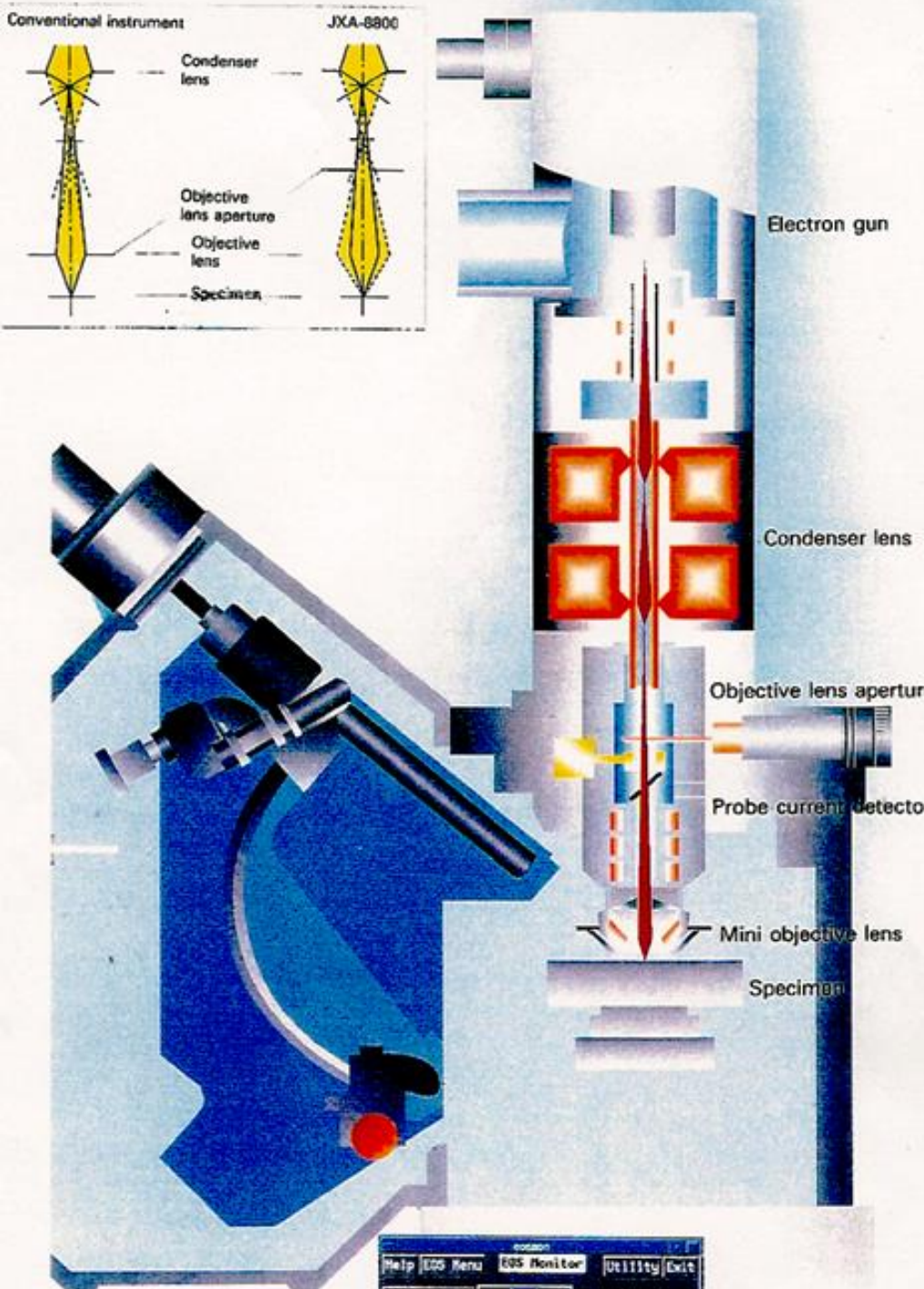
Elektron mikroprob 0,25 mm çapında bir elektron akımı demetini yönlendirip örnek üzerine gönderen bir sistemdir. Bu işlem elektron tabancaları denilen manyetik mercekle yardımcı olur. Elektron bombardımanı ile uyarılan element atomları, X-ışınlarıyla uyarılmada olduğu gibi ikincil floresans X-ışınları yayırlar. Bu nedenle sistem, gerçekte bir X-ışınları floresans spektrometresidir; ancak bu sistemde X-ışını tüpü yerine elektron tabancası kullanılır.

EPMA (Elektron Prop Mikroanaliz)

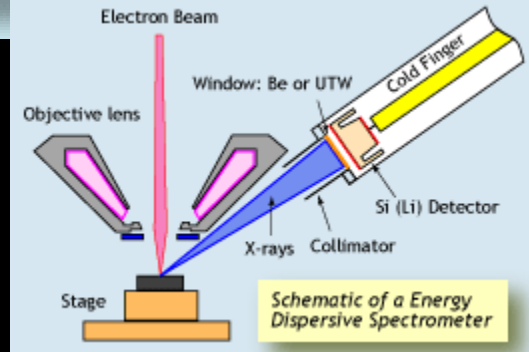
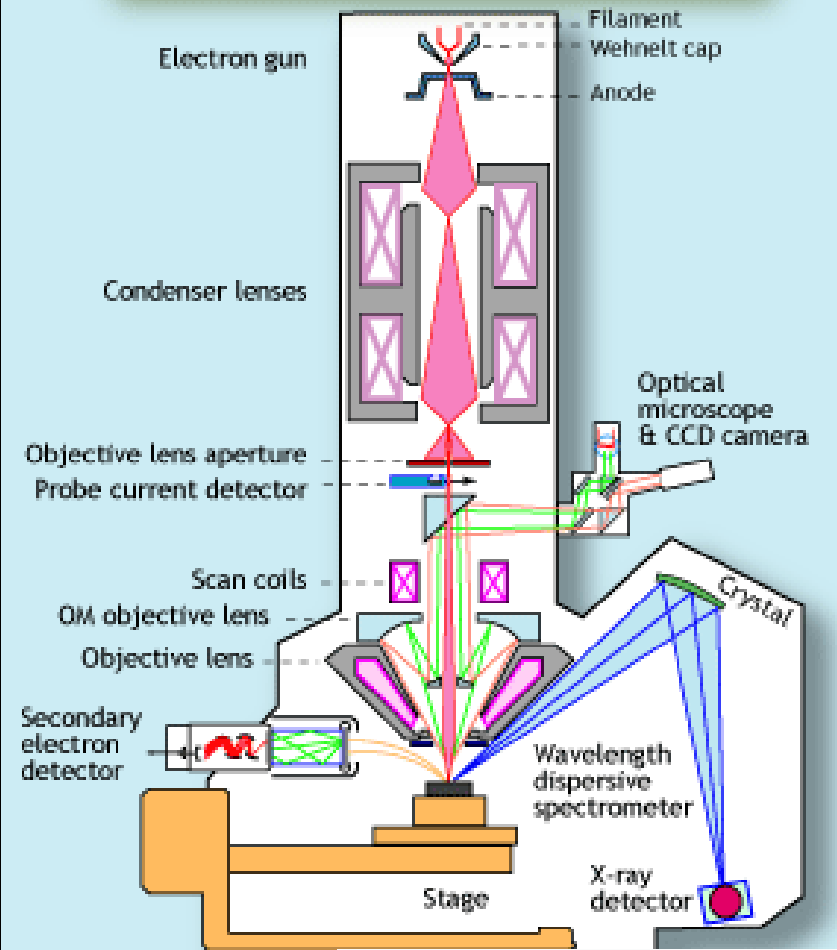
ÖRNEK HAZIRLANMASI

Üzeri parlatılmış ve özel karbonla kaplanmış petrografik ince kesit sisteme bağlı bir optik mikroskop yardımıyla incelenir; analizi istenen noktaların x, y koordinatları saptandıktan sonra, mikroskop devreden çıkartılarak elektron tabancası devreye alınır ve seçilen noktalar elektron bombardımanına tabi tutulur. Böylece bu teknikle 1mm^3 kadar küçük hacimler analiz edilebilir.

Elektron mikroprobun jeokimyada kullanıma sunulması, özellikle minerallerin tahrip edilmeden yerinde analizi açısından çok yararlı olmuştur. Bu yöntem ile bir incekesit içinde çok küçük de olsa bir mineralin analizi yapılabildiği gibi mineraldeki kimyasal zonlanma veya değişim saptanabilir.

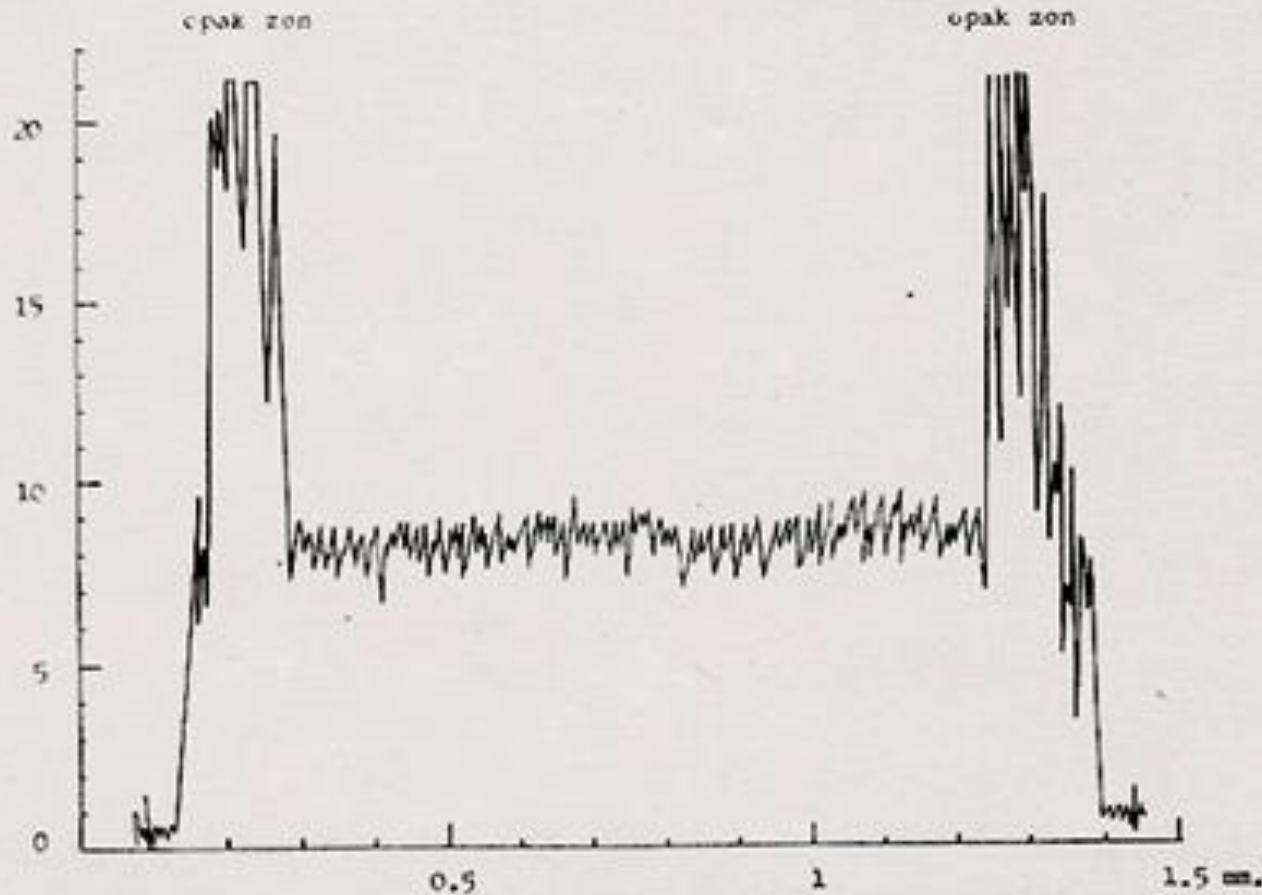


Schematic of an Electron Microprobe with a Wavelength Dispersive Spectrometer

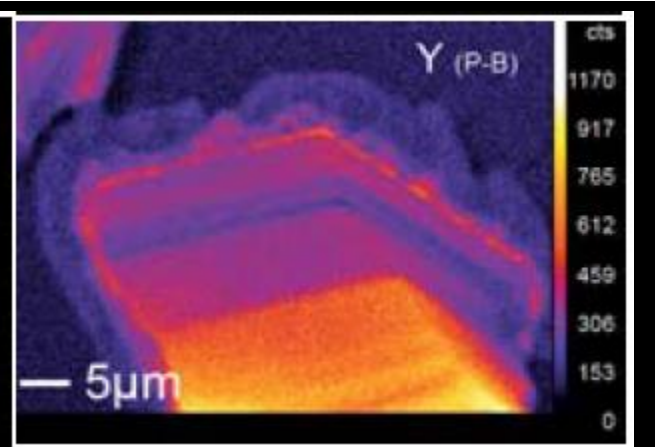
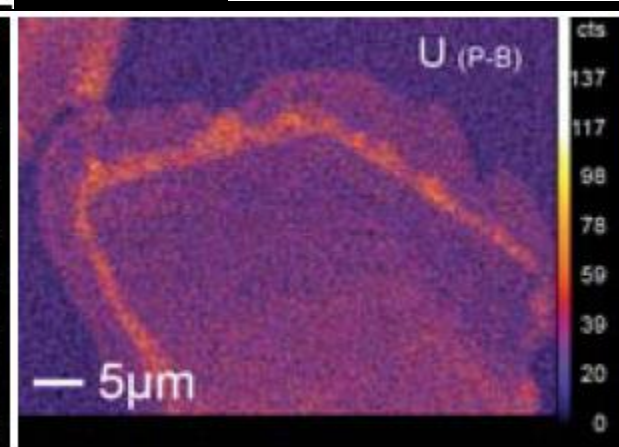
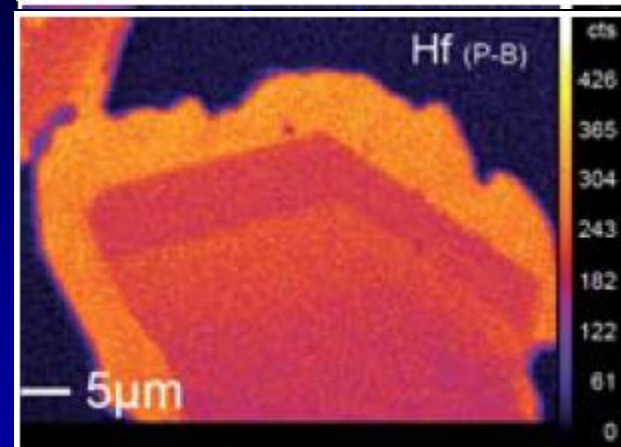
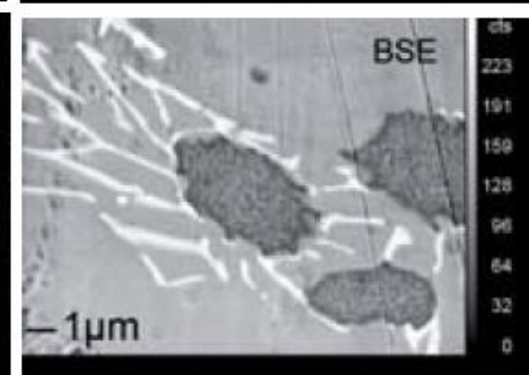
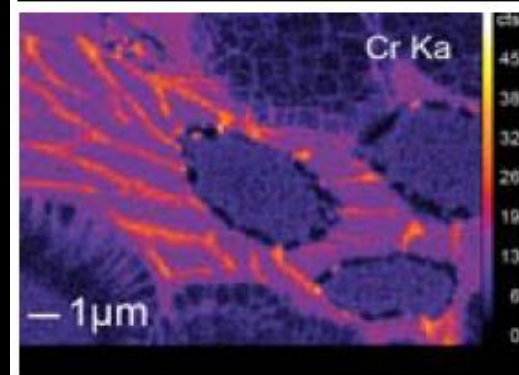
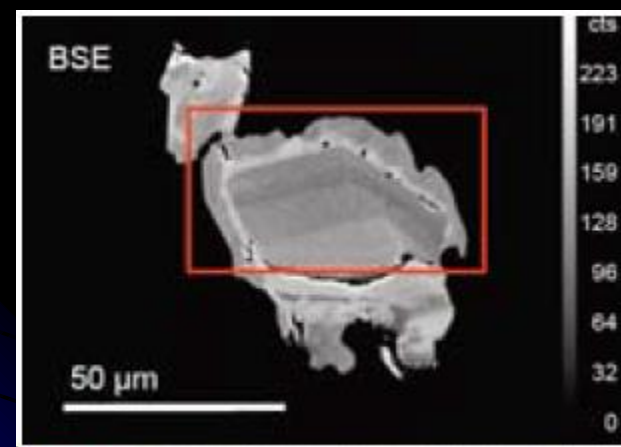
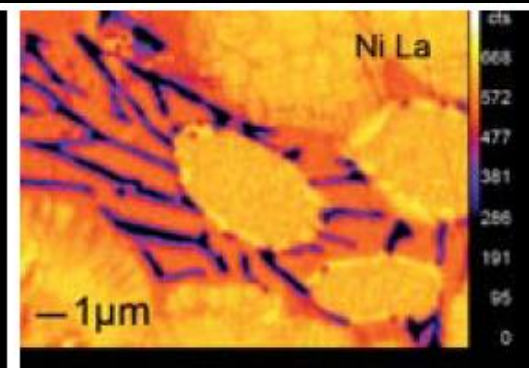
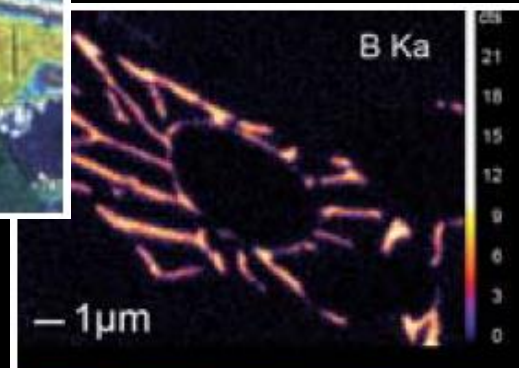
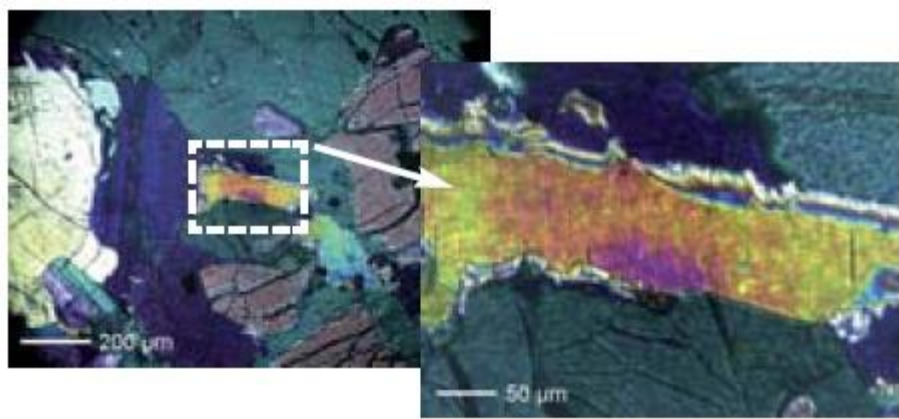


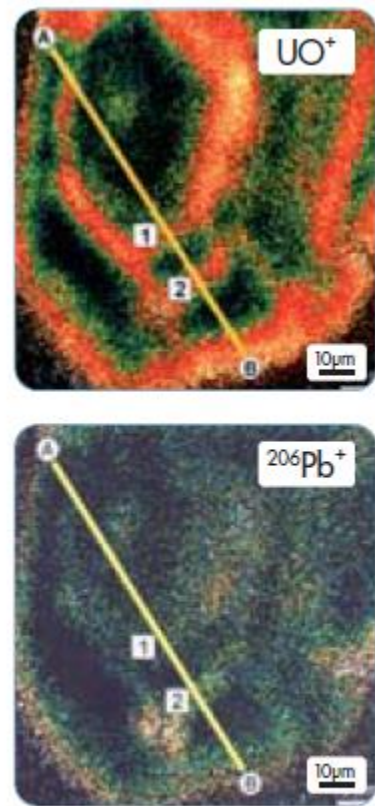
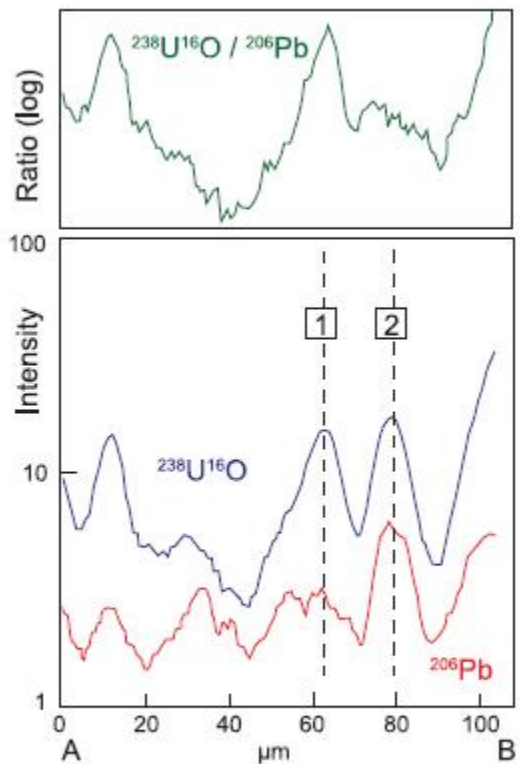
Schematic of an Energy Dispersive Spectrometer

EPMA (Elektron Prop Mikroanaliz)



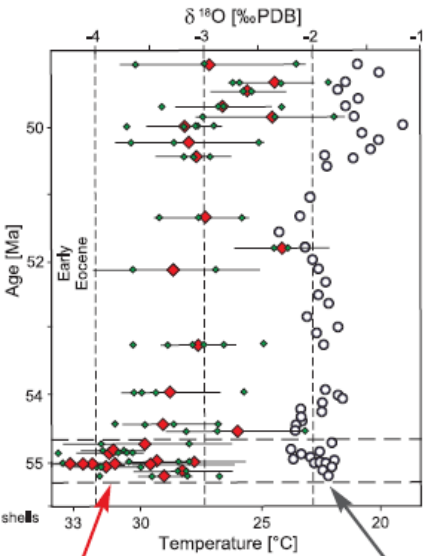
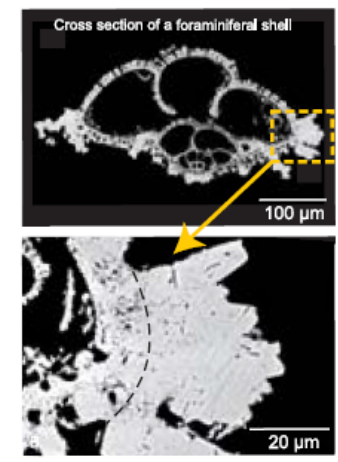
Elektron-prob mikroanaliz sisteminin jeokimyada kullanımını gösterir örnek. Doğu Karadeniz bölgesi Üst Kretase yaşlı volkanitlerde sık görülen bazaltik hornblend kristallerinde opak kenarın nedeninin araştırılması. Kristali enine kesen bir travers boyunca elektron-prob'la Fe taramasında, gövdede % 9 civarında olan Fe miktarının kenarlarda % 20 nin üzerinde olduğu görülmektedir.



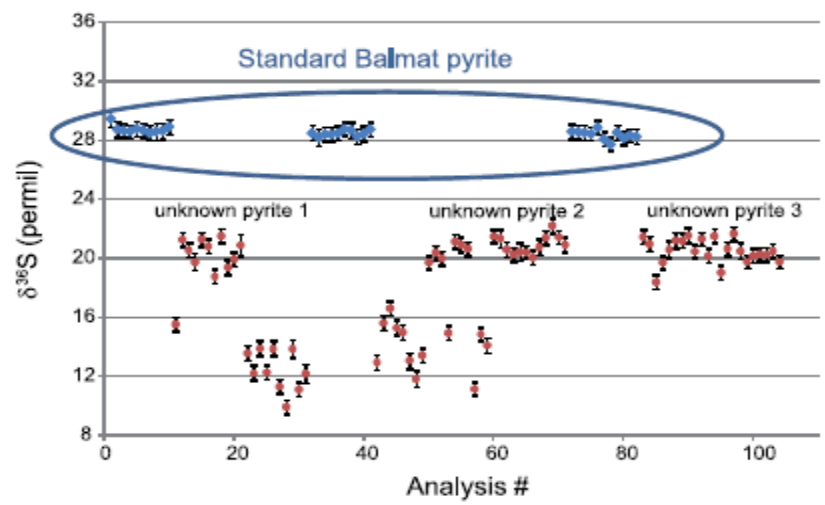


U-Pb mapping in zircon

Courtesy of M.J. Whitehouse, NORDSIM, Sweden.

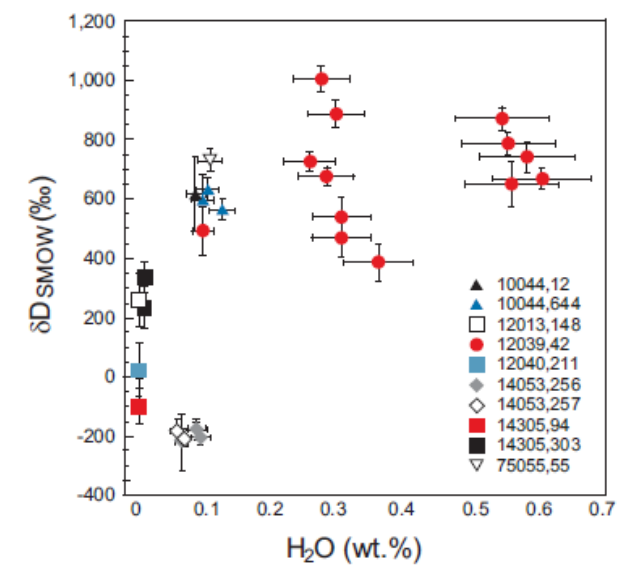


In situ SIMS analysis Bulk analysis



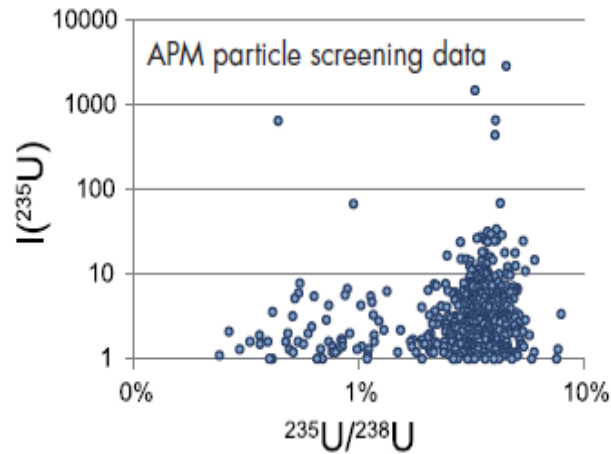
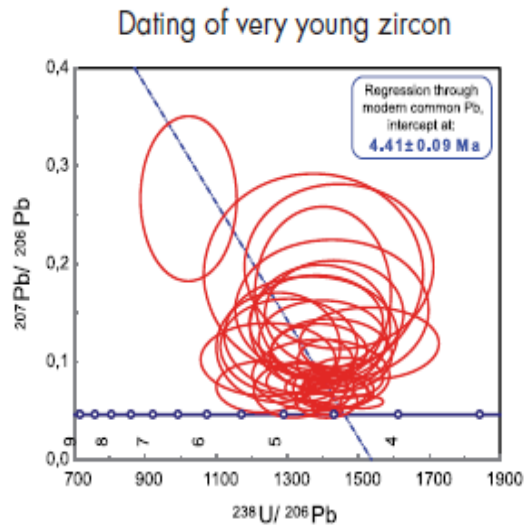
$\delta\text{D}_{\text{smow}}$ values vs. H_2O content in lunar apatite

Data from J.P. Greenwood et al., Nature Geoscience (2011)



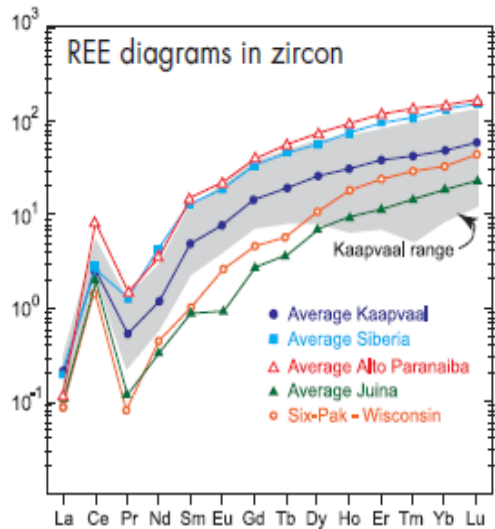
U/Pb Dating in Zircon

Mineral age determination.



Small Particle Analysis

Nuclear forensics & environmental studies.



Trace Element Analysis

Mineral identification through its elemental composition.

Data from F. Z. Page et al., GCA (2007)

Stable Isotopes

Studies of physical processes involved in rock formation.

