

layısıyla bu ilkelerin hükmünden kendini kurtarsa bile birinci ilkenin hükmünden kaçınamayacaktır. Birinci ilke canlıların basitten mükemmele doğru durmadan geliştiğini bize gösteriyor. İnsanoğlu ancak bugün için en mükemmel canlıdır. Dinozorlar da mezozoik devrin en gelişmiş canlıları idi, fakat bu onların yok olmasını ve yerlerini neozoik devrin memeli hayvanlarının almasını önleyemedi! O halde üç milyar yıldır işleyen tabiat kanunu gene hükmünü gösterecek ve insan-

oğlu belki binlerce, belki milyonlarca seneye sonra bir dnozor kadar «demode» olarak ortadan kalkacaktır. Ancak bu olayı bir felâket şeklinde vasıflandırmaya gerek yoktur. Teselli için söyleyelim: Gene tabiatın bugüne kadar şaşmamış olan kanunu mucibince yeryüzü boş kalmayacak, insanoğluna az çok benzeyen fakat ondan yapı, zekâ ve çevreye uyma bakımından çok daha üstün bir yaratık onun yerini alacaktır.

## ELEKTRON MİKROSKOBU

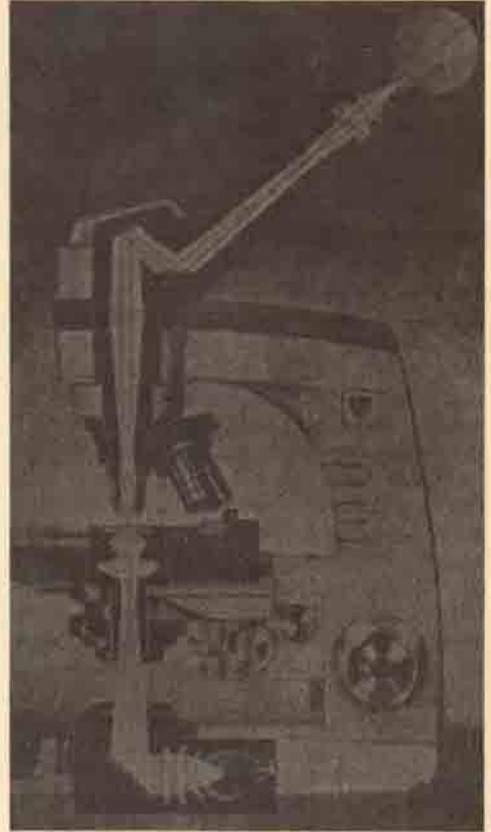
Dr. A. NİHAT BOZCUK

**B**ilimde ilerlemek yeni enstrumanların icadı ile mümkün olagelmıştır. Öyle ki bugün yalnız enstrumanların geliştirilmesi bile ayrı bir bilim ve teknoloji dalıdır. Her bilim dalı kendi yolunda kendi teknik ve yöntemleri ile ilerler. Eldeki araç ve gereçlerin olanağı ile orantılı olarak bilimciler kafalarındaki sorulara cevap bulabilmişler, düşüncelerini biçimlendirmişlerdir. İnsanoğlunun doğayı ve bizzat kendini anlaması zamanla kazanılmış ve belli bir birikim sonucu ortaya çıkmıştır.

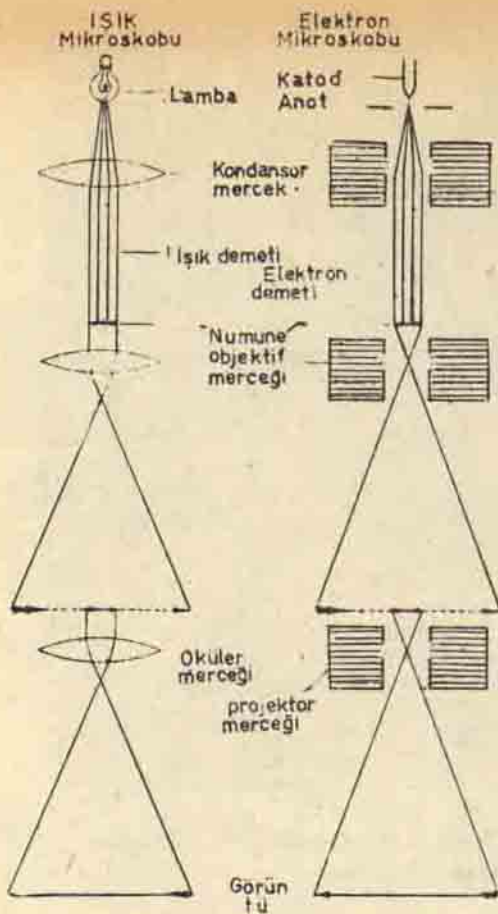
Çağımız insanı bir yandan kendi gezegenimiz dışını başka bir deyişle evreni anlamak çabasıdadır. Bir yandan da kendi yaşamı ile ilgili olarak canlılık ilkelelerini anlamak istemektedir. Modern insanın baş-belası kanserle savaşmak canlılık olaylarını iyice anlamak ve bilmekle mümkündür. Canlılığın yapısal ve fonksiyonel birimi olan *hücre* nedir? Yapı taşları, organelleri ve bunların fonksiyonları nelerdir? Büyüme, gelişme, üreme ve ölüm ne demektir, nasıl olaylardır? Ayrıca hücrenin kimyasal ve fiziksel özellikleri nelerdir? İşte bu soruları her hücre tipi için ayrı ayrı ve detayı ile cevaplandırabildiğimiz zaman kanserle savaşı kazanabileceğiz, bunlara cevap bulmadan ortaya atılan tedavi usulleri kanımızca köklü bir çözüm olamaz.

Hücreyi anlamak için çeşitli yöntemler geliştirilirken ayrıca bir takım imkânlarda yaratılmıştır. Genellikle hücre de-

yince akla *mikroskop* gelir. Çünkü hücreler gözle görülemeyecek kadar küçük olduklarından ancak mikroskobun icadı ile varlıklarından haberdar olunmuştur. Mikroskoplar da ilk icad edildikleri zamandan bugüne kadar değişiklik ve evrim geçirdiler. Basit olarak tanımlayacak olursak mikroskop «gözle görülemeyecek kadar küçük olan objeleri belli miktarda büyüterek inceleme imkânı veren bir mercekler düzenidir», diyebiliriz. İlk mikros-



Günümüzde kullanılan bir ışık mikroskobu.



**Işık ve Elektron mikroskobu optik sistemlerinin karşılaştırılması.**

kop benzeri araç 1590 da bir gözlükçü tarafından yapıldı. 1665 de R. Hooke'un mikroskobu 30 defa, 1673 te Leeuwenhoek'in ki 275 defa büyütebiliyordu. Bu mikroskoplar hücre bilimi demek olan *sitoloji*'nin doğmasına yol açtı. Bundan sonra mikroskop ve mikroskopla araştırma teknikleri gelişimlerine devam etti. Hücre de ışık mikroskobu ile tesbit edilebilecek yapılar 1920 yılına kadar görülüp anlaşılmıştı. Işık mikroskobunda azami büyütme gücü 2-00 kadardır. İnsan gözüünün ayırdetme gücü 0.1 mm. yani  $10^6$  Å (Angstrom) iken en iyi bir optik (ışık) mikroskobununki 2000 Å dur. 2000 Å yani 0.2 mikrondan (1 mikron =  $10^{-3}$  mm) küçük nesnelere ışık mikroskobu ile ayırdedemeyiz. Halbuki birçok hücresel yapılar mikrondan küçüktür. İşte ozaman daha gelişmiş bir mikroskoba ihtiyaç duyulmuştur. Elektron mikroskobunun (EM) icadı bundan sonraki devreye rast-

lar. Elektron mikroskobunun hem büyütme ve hemde ayırdetme gücü çok gelişmiştir. 1947 yılında EM 10 Å ayırdetme gücüne ulaşmıştır. Elektron mikroskobundaki asıl gelişmeler 1950 den sonradır. Yani şunun şurasında 20-25 yıllık bir geçmişi var. Ama bize çok önemli canlı yapıları öğretmiştir. Hastalık yapan virusları, bakterileri ve diğer mikropları görüp anlamamız mümkün olmuştur. Hücrenin yapısındaki mitokondri, Golgi, çekirdek, çekirdekçik, kromozom, endoplazmik retikulum, ribozom, lizozom ve hücre zarı vesaireyi EM ile tanıyabildik.

Işık mikroskobunda bir biyolojik materyel canlı veya cansız olarak incelenebilir. Ayrıca eldeki materyele uygun boyalar yapılabilir ve detay gözlenip incelenebilir. Bununla beraber kalın bir canlı dokusu mikroskop altında doğrudan doğruya incelenemez. İBr kaç mikron kalınlığında kesitler alınarak incelenir. Kesitler *mikrotom* denen kesici bir aletin ucundaki keskin bıçakla alınır. Kesit alınacak doku parçasının uygun muamelelerle hazırlanması gerekir. Kesitler lâm denen dikdörtgen şeklindeki cam üzerine konarak yapıştırılır. Boyanır ve üzerine lamel denen bir ince cam daha yapıştırılarak mikroskopta incelenir. EM ta incelemek objenin hazırlanışı, detayı değişik olmakla beraber, asıl olarak yukarıda anlatıldığı gibidir. Ama bazı ayrıcalıklar var. Bunlardan en önemlileri şunlardır:



**Işık mikroskobunda görülerek fotoğrafı çekilen değişik bölünme devrelerindeki soğan kökü hücreleri (325 x).**





Bir karaciğer hüresinin elektron mikrografı (11000 x). N : Çekirdek, NM : Çekirdek zarı, Er : Endoplazmik retikulum, M : Mikondria.

İlk olarak : Mikrotom yerine çok daha ince kesit yapabilen elmas veya cam bıçaklı *ultramikrotom* kullanılır. Ultramikrotom 50-100 milimikron kalınlığında kesitler alır.

İkincisi : EM da canlı materyel incelenemez. Çünkü normal mikroskopta ışığın yerine elektron kullanan EM ta elektron demeti havadan geçemediği için yüksek bir vakum içinden geçirilir. Canlı materyel böyle vakum içinde çabucak dehidre olup (su kaybedip) öleceğinden canlı madde EM ile incelenemez.

Üçüncüsü : Işık mikroskopunda görüntü objeden geçen ve obje tarafından tutulan ışınlarla belirlenir. Halbuki EM ta ışık yerine elektronlar geçmiştir. Objeden geçerek yayılan ve obje tarafından tutulan elektronlar son görüntüyü meydana getirirler. Diğer bir deyişle ışık ve mercekle yerine elektron demeti ve elektromanyetik alanlar kullanılır. Örneğin canlı yapıda bulunan fosfor ve kükürt gibi

yüksek atom numaralı atomlar EM daki görüntünün ortaya çıkmasına yardımcı olurlar.

Dördüncüsü : Işık mikroskopunda büyütme azami 2000 x iken EM unda takriben 500.000 x kadardır.

Böyle teknik avantajları bize sağlayan bir elektron mikroskopunun maddi değeri de muhakkak ki çok yüksektir. Bir kaç milyon lira değerinde olan bu cihaza sahip kurumlarımız vardır. Ama bütün Üniversite veya araştırma kuruluşlarında bir EM olmasını bekliyoruz. Böylesine pahalı bir cihaza yapılacak yatırım iyice hesaplanmalıdır. Kendisinden yararlanılmayacak bir cihaz satın almaktansa hiç almamak daha yerinde olabilir. Çünkü biyolojik bilim dallarında önemli araştırmalar yalnız EM ile yapılmaz. Başka araç ve gereçler de vardır ki bunlar da bize çok büyük yardım sağlayabilirler. Yurdumuzda EM ile değerli araştırmalar yapan az sayıda bilim adamımız bulunmaktadır.