



# MİKROELEKTRONİKTE YENİ BİR ADIM: BİLKENT FİZİK BÖLÜMÜ İLERİ ARAŞTIRMA LABORATUVARLARI

**Prof. Dr. Atilla AYDINLI**  
*Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü*

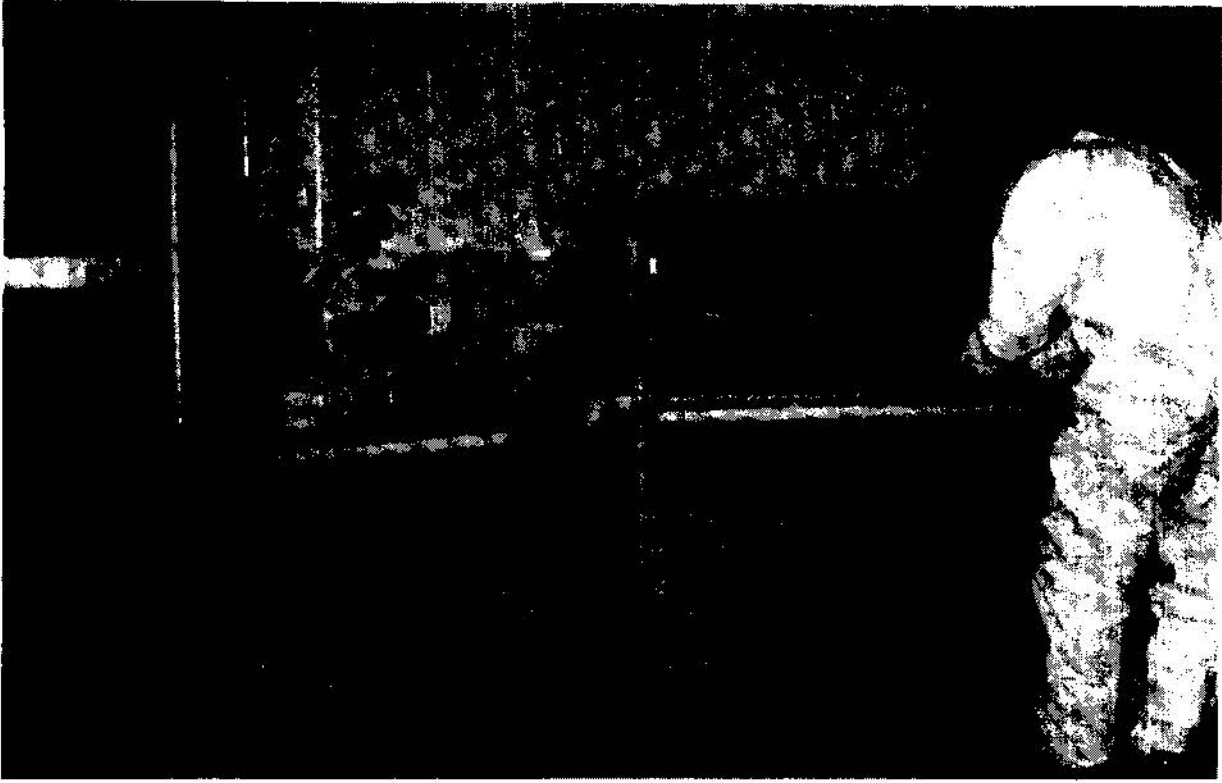
**G**ÜNÜMÜZ teknolojinin gittikçe artan bölümünü mikroelektronik temeline dayalı ileri teknolojilerin oluşturduğu artık inkar edilemez bir gerçektir. İletişimden biyoteknolojiye, ulaşımdan genetik mühendisliğine kadar çok geniş bir alanı kapsayan ileri teknolojilerin ana girdisi yüksek seviyede yetişmiş insan gücü ve temel bilim bilgisidir. Genelde ağırlıklı olarak yapısını mikro ve optoelektronik aygıtların oluşturması yüzünden ileri tekno-

loji ürünleri gittikçe küçülmektedirler. Bu yönleriyle en önemli özellikleri, bu ürünlerin taklit edilemez oluşudur. Kaldı ki bu ürünlerin satın alınmaları, kalite kontrolü ile bakımlarının yapılması dahi yüksek seviyede bilgi birikimi gerektirir. Ülkemizde bunun örnekleri hormonlu et ithalatından Çernobil kirlenmesine kadar birçok defa görülmüştür.

Dünya ekonomisinde temel bilim getirdiği katma değer hızla arttığı bir dönemde Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, M.S.B. Sa-

vunma Sanayii Müsteşarlığı ve Üniversite Mütevelli heyetinin katkılarıyla öncelikle mikro ve optoelektronik konularında araştırma ve geliştirme yapmak ve bu konuda ekonominin ihtiyacı olan insan gücünü yetiştirmek üzere İleri Araştırma Laboratuvarları'nı (IAL) kurmuştur. İAL'in temel çalışma konusu galyum arsenit gibi III-V yarıiletkenleri ile onların alaşımlarına dayalı opto ve mikroelektronik yapıların tasarım ve prototip üretimini gerçekleştirmek ve bu aygıtların ve bu aygıtlarda kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerini incelemektir. Periyodik tablonun III. ve V. kolon elementlerinin alaşımlarından oluşan yarıiletkenler, mikroelektronik için klasik malzemesi olan silisyum ile karşılaştırıldığında üstün optik ve elektronik özelliklere sahiptir. Bu malzemeler, yük taşıyıcılarının üstün hareketliliğinin sonucu olarak ortaya çıkan yüksek çalışma frekanslarının yanısıra, oluşturabildiği sayısız alaşımlarla diyot laser teknolojisinde görünür bölgeden kızıl ötesine kadar çok çeşitli dalgaboylarında ışık kaynakları ve algılayıcıları sağlamaktadırlar. Bilindiği gibi ışınma özelliği olmadığından silisyumdan diyot laserler yapmak mümkün değildir. Teknolojik alanda İAL bir yandan mikroelektronik değil yandan optoelektronik yöneltmiştir. Mikroelektronikte hedef yüksek frekanslarda çalışan MESFETlerle başlayarak tümleşik mikrodalga devrelerin (MMIC) geliştirilmesi, optoelektronikte ise laser diyotlar gibi ışık kaynakları ve fotoalgılayıcıların gerçekleştirilmesidir. Temel bilim araştırmalarında ise, İAL öncelikle nanosistemlerin (1E-9m boyutlarında) fiziğine yönelmeyi planlamaktadır. Bunlar arasında düşük boyutlu (2, 1 ve 0) yarıiletken sistemlerinin elektronik ve optik özellikleri başta gelmektedir.

Laboratuvarlar 11 Om<sup>2</sup> 10.000 sınıfı ve 55 m<sup>2</sup> 100 sınıfı temiz odalarda kurulmuştur. Temiz odalarda sıcaklık 21 ±1°C, nisbi nem oranı ise %45 ± %5 olarak düzenlenmiş olup sistem kesintisiz 24 saat çalışan soğutma, ısıtma ve filtreli havalandırma birimleriyle desteklenmektedir. Laboratuvar yardımcı tesisleri 50 kW kesintisiz güç kaynağı, 2.5 tonluk sıvı azot deposu, basınçlı temiz hava ve azot dağıtım sistemi, 35 kW soğutma su-



yu tesisi, özel gazlar için oda ve dağıtım sistemi ile 350 kVA lık güç üreticinden ibarettir. Laboratuvarın araştırma teçhizatı araştırma hedefleri doğrultusunda seçilmiş olup aygıt üretiminde kullanılanlar kısaca şöyle sıfalanabilir: özellikle Schottky eklemelerinin elde edilmesinde Ti, W, Pt gibi metal ince tabakaların kaplanmasında kullanılmak üzere elektron demetli ultra yüksek vakumda buharlaştırma sistemi, ohmik eklemelerin elde edilmesinde kullanılacak ısı buharlaştırıcı birimi ile yalıtkanlar da dahil her türlü tabaka kaplayabilen magnetrol çığılması (sputtering) birimini içeren yüksek vakum sistemi, yarıiletken, metal ve oksit tabakalarında gerekli desenleri elde etmek üzere reaktif iyonla aşındırma birimi, 3 saniyede 1200°C sıcaklığa çıkabilen yeni ani tavlama fırını, dielektrik ve çevre koşullarına karşı koruyucu olarak kullanılmak üzere SiO<sub>2</sub> ve Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> gibi yalıtkanları elde edilmesi için plazma ile etkinleştirilmiş kimyasal (gaz fazından) film büyütme sistemi, 0,5 mikrometre boyutunda desen pozlandırabilen maske hizalama ve pozlandırma sistemi, elektron demet pozlandırmasına da elverişli taramalı elektron mikroskobu, morötesi

duyarlı film serme sistemi, ince film kalınlık ölçme sistemi, pul çizme ve kırılmaklama makinesi, tel bağlama birimidir. Laboratuvar ayrıca kullanılan malzemelerin ve geliştirilen aygıtların optik ve elektrik özelliklerini ölçmek üzere çeşitli ölçme düzenekleri ile donatılmıştır. Bunlar arasında optik soğurma, yansıma, geçirgenlik, fotoişma, uyarmalı fotoişma ve Raman spektroskopilerinde kullanılmak üzere foton sayma sistemi ile birlikte 1 metrelik çift odalı monokromator, 5 Watt'lık Ar laseri, 10°K sıcaklığa inebilen optik güğüm ve titreşimsiz optik masa düzeneği, Hail ve magnetodirenç deneyleri için 10°K sıcaklığa inebilen güğüm, 1,2 Teslaya çıkabilen elektromıknatis, akım kaynakları, gerilim ölçerler ile 50 GHz'e kadar devre saçılma parametrelerini ölçebilen şebeke analizörü vardır.

Bilim ve teknolojinin en ön safında araştırma ve geliştirme yapmanın temel kurallarından biri de bu tip araştırmayı yapan kişi ve kuruluşlarla sürekli temasının sürdürülmesidir. Bu sebeple laboratuvar, daha şimdiden, kadrolu iki öğretim üyesinin yanısıra, bir Cezayirli, iki de Rus bilim adamını misafir etmektedir.

"Hemen satılabilecek bir şey üretmiyorsa yok et gitsin" şeklinde es-tirilen günümüz ekonomik rüzgarlarının ülkemizde, ileri teknolojiler için bir temel oluşturmakta geçerli olmadığını kabul etmek gerekir. Nitekim, ileri teknolojileri üreten ülkeler serbest piyasa ekonomisine sahip olsa bile bu teknolojileri üreten şirketleri devlet kaynaklarından doğrudan veya dolaylı olarak desteklemektedirler. Bu desteği sağlamak için kullanılan yollar çeşitlidir. Kimi zaman araştırma fonları ile kimi zaman konsorsiyumlarla, kimi zaman ise o firmanın ürettiği malların devletçe kasıtlı olarak yüksek fiyatla satın alınmasıyla verilen bu destek, aslında o ülkelerin geleceğine verilen destektir. İleri teknolojilerin gerektirdiği insan gücünü (yüksek lisans ve doktoralı eleman) karşılamak ve bu konularda araştırma yapmak pahalı bir iştir. Bu tip laboratuvarların işletme giderlerinin nisbeten yüksek olduğu da bir gerçektir. Ancak geleceğe yatırım yapmak istiyorsak, bu maliyetleri karşılamamızın yollarını mutlaka bulmak zorundayız.