

21. Yüzyılın Entegre Devreleri

1947'de transistörün bulunuşundan kısa bir süre sonra geliştirilmiş olan entegre devre teknolojisi, elektronikte devrim yaratmıştır. Geleceğin "bilgi toplumu"nun altyapısını oluşturan temel öğelerden biridir bu teknoloji. Bu çığır açıcı buluşun ilk örneklerinde, yalnızca, 1-12 mantık kapısı bulunuyordu. Entegre devre teknolojisinin bu ilk aşamasına, SSI (Small Scale Integration -küçük ölçekli entegrasyon) denir. Daha sonra, bir entegre devreye sığdırılan mantık kapılarının sayısı hızla artmıştır. SSI aşamasını sırayla, MSI (Medium Scale Integration -orta ölçekli entegrasyon), LSI (Large Scale Integration -büyük ölçekli entegrasyon) ve VLSI (Very Large Scale Integration -çok büyük ölçekli entegrasyon) aşamaları izlemiştir. Günümüzdeyse VLSI teknolojisi bile aşılmış ve milyonlarca transistör içeren yongalar üretilmeye başlanmıştır (Intel şirketinin ürettiği son yongalarda dört milyonun üzerinde transistör bulunmaktadır).

Önde gelen yonga üreticilerinin ve üniversitelerin çalışmaları, bu gelenekselleşmiş teknolojiyle (yarı iletken malzemeler kullanılarak yapılan) yonga üretiminin, 2010 yılına değin süreceğini ortaya koyuyor. Çünkü geleneksel teknolojiyle yarıiletken yonga üretimi, artık birtakım fiziksel sınırlamalarla karşı karşıya kalmaya başladı. 2010 yılından sonra bu (artık eskimiş olacak) teknolojinin yerini belki de yeni bir teknoloji alacak. Şaşırtıcı bir teknoloji: Molekül elektronığı.

Dijital elektronikteki 0 ve 1 (Evet ve Hayır) durumları genellikle bir transistörün açık ya da kapalı konumlarıyla uygulanır. Molekül elektronığındeyse transistörün yerini bir molekülün (ya da bir molekül grubunun) alması düşünülüyor. Eğer

bu düşünceyi yaşama geçirme çalışmaları başarıyla sonuçlanırsa, yongalardaki mantık kapılarını oluşturan devre elemanları bundan böyle moleküllerden yapılacak. Bu sayede elektronik devrelerin boyutlarında inanılmaz bir küçülme gerçekleşecek. Böylece bugün birkaç milyon mantık kapısından oluşan yongaların yerini, onlarca kat daha fazla mantık kapısı içeren, çok daha üstün yeni tip yongalar alacak.

Molekül elektronığı araştırmaları, iki ana gruba ayrılıyor. Moleküllerin, makromoleküllerin ya da organik maddelerin makroskopik özelliklerinin ortaya çıkarılmasına yönelik araştırmalara, MME (Molecular Materials for Electronics -elektronik için molekül malzemeleri) deniyor. MME'nin ilgi alanına giren malzemeler; organik yarıiletkenler, metallar, sıvı kristal maddeler, piezoelektrik maddeler, pyroelektrik malzemeler, elektrokromik malzemeler ve nonlinear optik maddelerdir. Bir molekülün ya da küçük bir molekül grubunun, elektronik uygulamalarının kullanılabilirliği, mikroskopik özelliklerine yönelik çalışmalara da MSE (Molecular Scale Electronics -molekül ölçeğinde elektronik) denir.

Bugünlerde molekül elektronığı alanındaki kuramsal çalışmalar, yavaş yavaş deneysel çalışma aşamasına geçiyor. Yapılan hesaplamalara göre bugün bulunan aşamada, molekül elektronığı, kuruluş yatırımını yüksek bir alan. Ayrıca yatırımcılar için henüz yüksek risk grubunda. Öte yandan da gelecek için çok umut vaat ediyor. Yapılacak ilk yatırımların yüksek olmasına karşın üretilen yongalar daha ucuz olacak. Öyle görülüyor ki, çalışmalar bu hızla sürdürülürse, moleküler elektronik, 21. yüzyılın önde gelen bilim dallarından biri olma yolunda.

Elektronığın bu yeni alanı, alternatif elektronik malzemeler, aygıtlar ve uygulamalar aranırken ortaya çıkmış. Bu

arama çalışmalarının ortaya çıkardığı bir başka şaşırtıcı alan da organik elektronik malzemeler. 1950'lerde bilim adamları optik özellikleri nedeniyle, alternatif yarı iletkenler yaratmak amacıyla, organik malzemeler üzerinde çalışmaya yönelmişlerdi. Bu ilk çalışmalarda organik maddelerin gerçekten de yarıiletkenlere alternatif olabileceği ortaya çıkınca, başta ABD ve Sovyetler Birliği olmak üzere Almanya, Japonya, İngiltere ve Fransa polimerlere yönelik çalışmalara hız verdiler.

1970'lerde, iletken polimerler bulundu. Polimerler esnek yapıları, dayanıklı ve işlenmesi kolay malzemelerdir. Bu özelliklerine bir de yarıiletken malzemelere (silisyum, galyum arsenit vb) benzer elektriksiz özellikler de eklenince, elektronığın birçok önemli alanında kolayca (ve ucuz) uygulanabilirliği ortaya çıkmıştır.

Araştırmalar, öncelikle plastik LED (Light Emitting Diode -ışık yayan diyot) alanında meyvelerini vermiştir. LED'ler, fotonik devrelerin temel elemanlarından biridir. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yarıiletken devre elemanı belki de LED'lerdir. Bu küçük elemanlar kısa ve orta mesafeli fiber iletişiminde kullanılıyor. Özellikle de düşük güç gerektiren uygulamalar için lazer diyotlardan daha uygun. Çünkü hem üretim maliyetleri düşük hem de güvenilir. Ayrıca ortam sıcaklığına karşı da duyarsızlar (sıcaklığın artışı performanslarını etkilemiyor). Organik LED'ler de yarıiletken LED'lerden aşağı kalmıyor. 15 voltun altındaki gerilimlerde bile yüksek elektroşimaya düzeylerine çıkabiliyorlar. Ayrıca renkli ışık da verebiliyorlar. Bundan dolayı da organik LED'lere renkli göstergeler için çok uygun bir malzeme gözüyle bakılıyor. Üstelik polimer LED'ler kullanılarak yüksek çözünürlüklü ekranlar yapmak olası. Bu nedenle plastik LED'lerin yakın

bir gelecekte bilgisayar ve televizyon ekranlarında çok yaygın olarak kullanılması bekleniyor (Seiko ve EPSON şirketleri bu konuda ortak çalışmalar yürütüyorlar). Ne var ki bu uygulamalar için LED'lerin uzun ömürlü olması gerek. Televizyon ekranlarında kullanılacak LED'lerin en azından 10 000 saatlik bir ömür olması. Bugünkü plastik LED'lerin ömürleri ise 1000 saate sınırlı.

Polimerlerin elektronikte kullanılmasına yönelik bir başka araştırma konusu da plastik transistörlerdir. Plastik transistörler alanındaki çalışmalardan da gelecek vaat eden sonuçlar çıkmıştır.

İlk polimer transistör, 1988'de üretilmiştir. Bu transistör, klasik bir yarıiletken transistörün tüm özelliklerini taşımaktaydı. Ne var ki yalnızca düşük frekanslarda ve düşük güç gerektiren uygulamalarda çalıştırılabiliyordu. 1990'da da ilk organik FET (Field Effect Transistor -alan etkili transistör) üretildi. Ancak o da düşük frekansta ve düşük güç gerektiren uygulamalarda kullanılabiliyor. Plastik transistörler yarıiletken transistörlerden daha hafif ve daha dayanıklıdır. Üretimi daha kolay ve en önemlisi daha da ucuz. Ne ki, üzerlerinde hâlâ bilimsel çalışmaların yürütüldüğü polimer transistörlerin, klasik yarıiletken transistörlerin yerine geçmesine daha uzun zaman var. Ancak polimerlerin ömüründeki yüzyılda elektronik dünyasında kendilerine büyük bir yer edineceğinden neredeyse kimsenin kuşkusuna yok. On-on beş yıl içinde plastik elektronik sistemler, optik bilgisayarlar, kimyasal ve biyolojik bilgisayarlar, yüksek çözünürlüklü plastik televizyonlar günlük yaşamımızın sıradan aygıtları olacaklar.

Kaynaklar:
<http://electronicsfora.com/efyhome/efyhome/covers/molecule/molecule.htm>
<http://mmpwww.ph.gmw.ac.uk/molelec.html>
<http://www.dupont.com/corp/science/flatpanel.htm>