

BİLİM KÜLTÜR VE EĞİTİM

Dijital devrim çağının öncüsü kimyacı Gordon E. Moore

Prof.Dr. Nihal Sarier

İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

"Dünya üzerinde önemli bir etki yaratma fırsatımız olduğunu düşündük. Aslında çekici olan da buydu. Kalıcı ve büyük ölçekte bir şeyler yapmak..." **Gordon E. Moore**

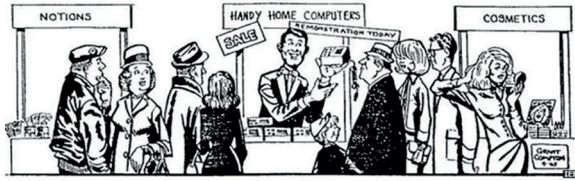
Çağdaş yaşamımızı silikon mikroçipler olmadan hayal etmek oldukça zor. Mikroçip teknolojisi uçak-uzay, otomotiv, sağlık, telekomünikasyon ve tüketici elektroniği gibi çok çeşitli endüstrilerde kullanılıyor. Bilgisayarlar, telefonlar, tabletler ve televizyonlar gibi mevcut tüm dijital cihazlar silikon **çiplerle** (yongalarla) çalışıyor. Intel **Şirketi'nin kurucu** ortağı olan kimyager Dr. Gordon Earle Moore (1929-2023), devrim niteliğindeki yarı iletken teknolojisinin arkasındaki itici güç oldu. Entegre devrenin (Integrated Circuit: IC) uygulanabilir bir teknoloji olarak ortaya çıkmasına ve mükemmelleşmesine önemli katkılarda bulundu.

Gordon E. Moore, 1929'da San Francisco'da dünyaya geldi. Kimya bilimine duyduğu ilgi nedeniyle Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nde kimya lisans öğrenimi gördü. Daha sonra Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde (CalTech) fizikokimya anabilim dalında doktora çalışmalarını tamamladı (1954). Araştırma kariyerine Maryland'deki Johns Hopkins Uygulamalı Fizik Laboratuvarı'nda başladı. Dr. William Shockley (1956 Nobel Fizik Ödülü, yarı iletken transistörlerin keşfi için) tarafından Shockley Semiconductor'a katılmak üzere teklif alınca, yarı iletken transistörler dünyasına 1956'da adım atmış oldu.

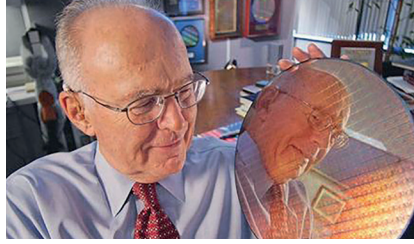
Gordon E. Moore, ilk monolitik mikroçipi keşfeden, kişisel bilgisayar devrimini ateşleyen ve Silikon Vadisine adını veren fizikçi Dr. Robert Noyce (1927-1990) ve altı meslektaş ile beraber Shockley Semiconductor'dan ayrılarak 1957'de "Fairchild Semiconductor" Şirketini kurdu. Burada Noyce'un "**çip**" in temel fikri olan transistörlerden oluşan "kabloz kümeler" yaratma yaklaşımını uyguladılar. Gordon Moore ve Robert Noyce on yıl boyunca yeni geliştirmekte olan yarı iletken endüstrisinde yakın bir şekilde çalıştı.

Dr. Moore, yarı iletken teknolojileri sektöründeki gelişmeleri izleyerek edindiği deneyimlerini ve öngörülerini içeren "**Entegre Devrelere Daha Fazla Bileşen Sıkıştırma**" başlıklı bir makale hazırlayarak "**Electronics**" Dergisinin 19 Nisan 1965 tarihli nüshasında yayınladı. Moore makalesinde: "*Entegre elektroniğin geleceği, elektroniğin*

geleceğidir. Entegrasyonun avantajları, elektroniğin yaygınlaşmasını sağlayacak ve bu bilimi birçok yeni alana itecektir. Entegre devreler ev bilgisayarları - veya en azından merkezi bir bilgisayara bağlı terminaller - otomobiller için otomatik kontroller ve kişisel taşınabilir iletişim ekipmanları gibi harikalara yol açacak. Elektronik kol saatinin bugün uygulanabilir olması için yalnızca bir ekrana ihtiyacı var. Ancak en büyük potansiyel, büyük sistemlerin üretiminde yattır. Telefon iletişiminde, entegre devreler telefon sistemlerinin değiştirecek, veri işlemeyi mümkün kılacak.



Moore "Entegre Devrelere Daha Fazla Bileşen Sıkıştırma" başlıklı makalesinde, bilgisayarların diğer tüketim mallarıyla birlikte satılacağı bir zamanı öngören bu kariküture yer vermişti. (1965)



sistör vb.) sayısının her yıl iki katına çıkacağını öngördü.

1968'de, halen dünyanın en büyük silikon mikroçip üreticisi olan Intel (International Electronics Corporation) şirketini Dr. Robert Noyce ile birlikte kurdu. İkili Intel'i karmaşık, genel amaçlı çipleri yüksek hacimde üretme fikri üzerine inşa ettiler. Moore, Intel'in silikon bellek alanındaki ilk liderliğine, mikroişlemcilerin icadına ve şirketin 1980'lerin ortalarında silikon bellekten mikroişlemcilere geçişine liderlik etti. Takip eden yıllarda Intel, bu çipleri yalnızca elektronik performans açısından değil aynı zamanda termal performans, transistör sayısı, güç verimliliği ve yoğunluk açısından da geliştirdi.

Gordon E. Moore, 1965 tarihli makalesindeki öngörüsünü gözden geçirerek 1975 yılında yeni bir makale yazdı. Bu makalesinde "bir mikroçip başına bileşen sayısının her iki yılda bir iki katına çıkacağını, aynı zamanda maliyetlerin de düşeceğini" belirtti. Gordon E. Moore'un, Fairchild Semiconductor'da ve Intel'deki çip üretiminde ortaya çıkan eğilimleri dikkate alarak yazdığı makalesindeki "Tek bir çipteki bileşen sayısı, minimum maliyetle her iki yılda bir ikiye katlanır" şeklindeki öngörü ifadesi daha sonra meslektaşları tarafından "Moore Yasası" olarak adlandırıldı.

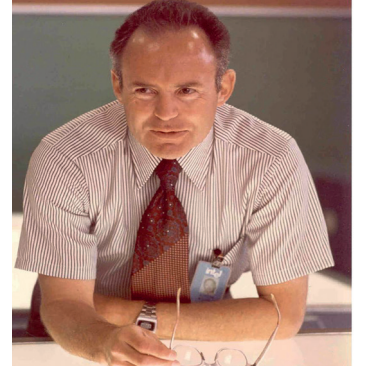
1975'te bir röportajında, Gordon Moore "Moore Yasası" isminin CalTech'ten arkadaşı Dr. Carver Mead tarafından yakıştırıldığını gülerek ifade etti.

Moore'un öngörülerini, genç bir endüstriye ilişkin gözlemler olarak başladı. Ancak zamanla bu bir beklenti ve kendi kendini gerçekleştiren bir kehanet haline geldi. "**Moore Yasası**"nın ortaya çıkışını takip eden on yıllar boyunca, hızla gelişen bir endüstri, akademik ve endüstriyel araştırmacılar tarafından oluşan ordular, Moore Yasası'na ayak uydurmaları gerektiğini, aksi halde yarışın dışında kalacaklarını tahmin ederek büyük yatırımlar yaptılar, para, zaman ve insan kaynağı ayırdılar. Moore, **çığır açan öngörülerini**: "Yapmaya çalıştığım tek şey, bir çipin üzerine daha fazla bileşen koyarak tüm elektronikleri daha ucuz hale getirebileceğimiz mesajını iletmektir." şeklinde yorumladı. Son yıllarda ilerlemenin hızı düşmüş olsa da, **günümüzün en gelişmiş çipleri** yaklaşık 50 milyar transistöre sahip. Moore Yasası, bilgisayarlara, internete, cep telefonlarına, daha iyi, daha küçük ve daha ucuz hale gelmeye devam eden bir dizi başka ürünün icadına ve geliştirilmesine **öncülük etmeye**, geçerliliğini korumaya devam ediyor.

Gordon Moore ve eşi tarafından, gelecek kuşaklara hizmet etmek amacıyla 2000 yılında Gordon & Betty Moore Vakfı kuruldu. Vakıf her yıl yaklaşık 100 milyon dolarlık bağış bütçesiyle temel bilimlerde yürütülen çığır açıcı bilimsel çalışmalara ve buluşlara destek sağlıyor, çevreyi korumak, hasta bakım yöntemlerini ve hizmetlerini iyileştirmek için yapılan çalışmalara destek veriyor. Alçakgönüllülüğü ve dünyayı değiştiren dehasını kendine özgü bir şekilde harmanlaması nedeniyle Silikon Vadisi'nin "**sessiz devrimcisi**" olarak bilinen Gordon Moore, 24 Mart 2023'de Hawaii'de aile evinde yaşama veda etti.

Kaynaklar

- 1) Moore, Gordon E. "Cramming more components onto integrated circuits, Reprinted from Electronics, volume 38, number 8, April 19, 1965, pp. 114 ff." IEEE solid-state circuits society newsletter 11.3 (2006): 33-35.
- 2) Moore, Gordon, and Kevin Davis. "Learning the silicon valley way." Building high-tech clusters: Silicon Valley and beyond 7 (2004): 36.
- 3) Moore, Gordon E. "Lithography and the future of Moore's law." Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control IX. Vol. 2439. SPIE, 1995.
- 4) Moore, Gordon E. "No exponential is forever: but "Forever" can be delayed[semiconductor industry]." 2003 IEEE International Solid-State Circuits Conference, 2003. Digest of Technical Papers. IS-SCC. IEEE, 2003.
- 5) <https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/gordon-e-moore/>



**T.C.
İSTANBUL
KÜLTÜR
ÜNİVERSİTESİ**

**ÜNİVERSİTE
KÜLTÜR'DÜR**