

## "CRAMMING MORE COMPONENTS ONTO INTEGRATED CIRCUITS"

Makale, entegrelerin elektronığın geleceği olduğunu vurgulayarak başlıyor. Entegrasyonun yayılması ile evler, arabalar, bilgisayarlar, bilgisayara bağlı çalışan birçok şey gibi önemli durumlar doğuracaktır. Bunun nedeni entegrelerin olanak sağladığı veri işleme sayesinde bilgisayarların veya daha büyük sistemlerin, daha organize olması sayesinde daha hızlı olmaları ile mümkündür. Bu sayede ihtiyaç duyulan birçok şeyin giderek küçülüp daha düşük maliyetlere ulaşacağı öngörmüştür. Moore, kullanıcıya indirgemenin mümkün olmadığı teknolojilerin entegreler sayesinde artık mümkün olabileceğini ve daha minyatürize bir şekilde bugün yapılamayan birçok elektronik işlemin gelecekte mümkün olacağını savunuyordu. Zamanla meydana gelen küçülme oranı; birçok araştırmacı tarafından birbirinin kombinasyonu olduğu düşüncesi ile bu değişimlerin hepsinin biribinden esinlendiğini savunuyordu. Entegrelerin varlığından itibaren askeri alanlarda kullanılması zorunlu sayılabilen derecede güvenilir ve küçük boyuttaydı. Entegrelerin kolay ürtilebileceğini ve daha fazla iş yükü kaldırabileceğini ve tasarım olarak da çok daha iyi bir tekniğe bağlı kalındığını belirtiyor. Entegrelerin güvenirliği zamanındaki sistem makinelere kıyasla harika performans göstermiştir. Daha sonra tüm toplumda mevcut bulunup, şuan yetersiz kalınan birçok işleme cevap verecektir. Bu nedenle entegreler düşük maliyetli, çok fonksiyonlu ve basitleştirilmiş tasarımları tercih edilecektir. Bununla beraber birçok uygulama için yarı iletkenler kullanımında olacaktır. Silikon gibi bir yarı iletkenin düşük maliyetinden dolayı yine temel malzeme olarak kullanılabilenin muhtemel olduğunu belitmiştir. Moore, basit devreler için bileşen başına maliyet neredeyse bileşen sayısıyla ters orantılı yani eşdeğer bir paketteki yarı iletken parçası daha fazla bileşenden olduğu için azalan verim açığını kapatmanın maliyeti artırduğunu görmüştür. Daha sonra 5 yıl ileriley düşünerek, devre başına yaklaşık 1000 bileşenin minimum kalacığını entegreler sayesinde mevcut maliyetin 5 yıl sonra şu anının  $1/10$ (onda biri) olacağını öngörmüştür. Moore, boyutların ne kadar önemli olduğunu bildiğini ve entegre devrelerde izole yüksek performanslı transistörler, birkaç direnç ve birkaç diyon sayesinde inşa edilen bir bina kolonu 500 ayrı bileşen içerebileceğini bunun da 65000 bileşenin sadece  $1/4$  inçkare alan kapladığını belirtiyor. Ayrıca Moore, entegre devrelerinde ısıya dayalı bir sorun olmayacağıını iki boyutlu olmalarından kaynaklı yüzeye yakınlıklarına bağlıyor. Moore'a göre entegre devreleri belirli bir sisteme bağlı kaldığımız sürece esnek teknikler geliştirmek orantısız bir masrafın önüne geçilebilir. İlk olarak mantıka dayalı bir teknik izlenirken ileride tasarım ve otomasyon prosedürleri çerçevesinde tekrar düzenlenebilir bir sistem olacaktır. Çünkü birbirinden ayrı fakat beraber çalışabilen küçük sistemler büyük sistemlere oranla çok daha yararlı verimliydi. Bu sayede birim başına düşen iş yükü azalacak, hızlı ve daha organize çalışabileceklerdi. Entegre devreleri doğrusal sistemleri dijital sistemler kadar sabit bir değişime uğratmayacak, fakat dijital sistemlerin içerisinde de yer alacaktır. Simdilik kapasitör ve induktörlerden feragat edemememizin sebebini de doğrusal alandaki entegrelerin en büyük temel sınırlaması olmasydı. Bazı rezonans olaylarına dahil olsa bile doğası gereği daha fazlası yapılmamıştır. Bu nedenle Moore, "R-F amplifikatörünün ileride minimum maliyete yüksek kazanç sağlayabileceğini bunun yanında kristal kararlılığı sahip osilatörlerin, mikrodalga alanındaki birçok gelişmenin, radarda devrim niteliğindeki gelişmelerin ve antenlerin içerisinde entegre kullanılacaktır" öngörmüştür. Gordon Moore, bir raporajında "Önündeki 10 yıl içinde "Elektronik Dergi"nin 35. yıldönümü baskısı için silikon bileşenlerde neler olacağını tahmin etme görevini aldım. O zaman entegre devrelerde ne yaptığımıza baktım sonra birkaç devre yaptık ve laboratuvara bulunan en karmaşık yongalarda 30 devre ulaştık. Aslında 1959 olan orijinal düzlemsel transistörün günlerinden beri, her yıl bir çip üzerine koyabileceğimiz bileşen miktarını iki katına çıkardık. 1965'te bir çipte 60'a kadar bileşen ve yaklaşık 10 yıl boyunca kör olarak tahmin edildim ve tamam dedim, 1975'te bir çipte yaklaşık 60 bin bileşenimiz olacak. Bunun doğru bir tahmin olacağını bilmiyordum, ama 10 katlama yerine inanılmaz derecede yeterli ki 10 yılda 9 aldık, ama hala eğri boyunca oldukça iyi takip etti. Ve arkadaşlarımdan biri Cal Tech Profesörü Dr.Carver Mead, bu Moore Yasasını adlandırdı." diye konuşuyor. Buradan yola çıkararak bir

yorum yaparsam, aslında Moore şanslıydı. Ama neyi nasıl araştıracagini biliyordu. Bir gözlem tahmini dahi olsa, laboratuarda yapılmış bir gözlemdi. Şuan günümüzde kullandığımız neredeyse her şeyin içeresine dahil olan hatta ana birimi olan entegrelerin, gelişiminin belli bir kombinasyonda olduğunu birçok araştırmacı düşünürken, Moore 10 senelik emeğinin karşılığını bir transistörü gözlemi sayesinde aldı. Şuan Gordon'un çizdiği ilerleme grafiği bir fit doğrusu olarak varsayılıyor olması yaptığı tahminin, söylediği( $2^{2..}$ ) kombinasyonun doğruluğunu ve ne kadar iyi bir gözlemci olduğunu kanıtlıyor.

Muhammet Fatih KESKİN