

ÇİP YAPALIM MI?

Ali Serim Akurgal
Elektrik Mühendisi
ali@akurgal.com

Başta ekonomi yazarı Murat Muratoğlu olmak üzere birçok insan “turnayı gözünden vurmak için” satış miktarı yüksek ve bedeli de hürmetli olan yapay zekâ çipleri yapma düşüne kapılmışlar. Öyle anlaşılıyor ki, okumamış olanlarla, balık hafızalı olanlar için kısa bir özet gerekiyor.

Tanım

Önce ne yapmak istediğimizi bir tanımlayalım: söz konusu çip, bir olay karşısında, bir insanın düşünebildiğinden çok olasılığı düşünüp, hepsini değerlendirip en uygun çözümü öneriyor.

Bunun için çok fazla sayıda duyarga üzerinden olayları izliyor. Bunları “artık okutulmayacağı için aklımızın ermediği” integral alma gibi tekniklerle değerlendirip en doğru çözümü belirliyor. Böyle bir çip yapmak için önce o teknikleri bilmek, sonra onları kullanabilmek gerekir. Ardından, kullandığımızda doğru sonuçlar alabilmek için bunlar üzerinde deneyiminiz olması gerekir. Diyelim deneyim yok o zaman büyük olasılıkla işe yaramaz bir çip tasarlıyorsunuz.

Tasarım

Çip tasarımında (belli konularda) uzmanlaşmış tasarımcılarımız var. Bunlar mevcut 9 adet çip fabrikasında ve onlara çip siparişi veren firmalarda çalışıyorlar. 9 ayrı çip fabrikamız var, hemen hepsi aynı firmanın. Çünkü bu fabrikalarda çapraz kirlenme (cross contamination) olabiliyor, bunları ayrı ve birbirinden uzakta tutmak gerekiyor. Çip yapalım diye feryatlar yükselirken elde olan 9 fabrikayı bilmeden konuşanlara selam edelim. Bu 9 fabrika kendi amaçlarına çok yararlı olarak çalışmakla birlikte, işin acı tarafı, çok dar bir pazara hitap ediyorlar: savunma sanayi. Dünya genelinde çip pazarının %1,5’i savunma sanayine yönelikken, bizde bu oran %100.

Üretim

Masa başı mühendisler bilmiyorlar ki bizim her köşede bir çip fabrikamız olmaması bir ekonomi sorunu. Çeyrek asır önce, Marsilya civarında bir atom santrali vardı ve buradan elde edilen elektrik, civardaki çip fabrikalarına kWh’si 4 € cent’ten veriliyordu. AB’nin çip üretim tesisleri orada toplanmıştı. Şimdi bir aksaklık olmazsa, Akkuyu’daki nükleer santral devreye girecek ve devlet bundan elektriği kWh’si 23 € cent’ten alacak. Her halde bunu da çip fabrikalarına 45 € cent’ten satar. Üretimin %80 masrafı (yatırım hariç) elektrik masrafı. “Giderlerse gitsinler” elemanlar, bunun yanında ufak bir yüzde olarak kalıyor.

Kime Ne Satacağız?

Diyelim tanımı mükemmel yaptık. Tasarımı da parmak ısırtan şekilde başardık. Devlet de kWh’sini 23 € cent’ten aldığı elektriği çip fabrikasına 4 € cent’ten verdi. Ürettiğimiz çipler sudan ucuz, rekabeti de sağladık. Bu çipleri bir işlemciyle süreceksiniz. Hangi işlemci? Hangisi olursa olsun, birinin ekmeğine tereyağı sürüyor olursunuz. Bu işte “azıcık hâmile kalmak” olmaz. İşlemcisini sizden alsınlar diye onu da tasarlayacaksınız. Böyle böyle ufaktan ama zincirleme, yarı iletken üretimine girmek gerekir.

Karamsar olacak ama bizim çip üretmemiz olanak dışı. Çip üretiminin %80 maliyeti elektrik. Bunu çip üreten ülkelerde genellikle kWh’si 4 € cent’ten veriyorlar. Bizde yaklaşık 7-8 katı. Tasarlıyorsunuz ama üretemezsiniz. Akkuyu da çözüm değil, o da 12 \$ cent.

Silikon yerine grafen kullanmaktan söz ediyorum ama dünya o aşamaya gelmedi.

Türkiye’nin çip/yarı iletken üretiminde dışa bağımlılıktan kurtulması stratejik bir zorunluluktur; ancak bu hedefe ulaşmak için fabrika kurmakla başlamak değil, ekosistemi bütünüyle inşa etmek gerekir. Yazarın Herkese Bilim Teknoloji Dergisi’nde 2022 yılında yayınlanan yazı dizisi hala güncelliğini korumaktadır. Bu yazıları Dosya içinde tekrar okuyucuların dikkatine sunuyor, iyi okumalar diliyoruz.

ÇİP FABRİKASI KURMAK-1

Ali Akurgal

Herkes Bilim Teknoloji Dergisi, Sayı: 342, 20 Ekim 2022

Nurettin Nebati, haberlere düşen bir demecinde “Ekonomi politikamızın temelini üretim oluşturuyor” demektedir. Eğer dezenformasyon değilse bu habere çok sevinmek gerek, çünkü, görüşüm, ekonominin temelinde üretimin yattığı, içinden üretim çıkartılırsa geriye para üzerinden para kazanmanın (tefecilik) kaldığı şeklinde idi. Bu haberin yayınlandığı sırada Kemal Kılıçdaroğlu da ABD’de bilim ve teknolojinin yöneldiği alanları incelemek için bir teknoloji gezisine çıkmıştı. Hazır bu rüzgârı yakalamışken, gelin sizlerle ulaşılmaz bir hedefmiş gibi gösterilen çip dünyasını yakından tanıyıp, buradan bize ne iş düşer diye düşünelim. Konu, bir köşe yazısında geçiştirilebilecek bir konu değil, yazı dizisi olacak. Görüşlerimi, 1986 senesinde Türkiye’nin çalışan ilk çip tasarımı yapmış kişi sıfatı ile sizlerle paylaşacağım. Elimden geldiğince halk dilinde anlatmaya, teknolojiye gömülmemeye çalışacağım.

Hammadde

Çipin hammadde kum. Silika. Bir kısım cevherlerin saflaştırılması ancak elektroliz yoluyla oluyor, bu nedenle bunlar sanayi devrimi belli aşamaya ulaşana kadar yaygın kullanıma girmiyor. En bilineni alüminyum. Bunun cevherinden saf alüminyum elde etmek için kimyasal banyolarda elektroliz ile (kaplama yapar gibi) metali, cevher içerisindeki diğer maddelerin arasından çekip almak gerekiyor. Buna büyük miktarda elektrik enerjisi gerekiyor. Ülkemizde Seydişehir’deki tesiste gereken elektriği üretmek için hemen yakında bir baraj (HES) kurularak enerjisi bu işe hasredilmişti. Silikon da böyle. Cevherinden (kum) silikon kütük elde etmek için kimyasal banyolarda elektrik enerjisi ile saflaştırma gerekli. Elektriğinin %40’ını doğalgazdan elde eden ülkemizde bu işin ne kadar pahalıya geleceğini düşünün. Haydi diyelim, silikon kütükleri hazır satın aldık. Bu işin bir piyasası var elbette, arz-talep, ileri tarihli teslim sözleşmeleri, diyelim bir şekilde araya girdik tedârik zincirinde yer aldık. Daha ilk adımda kazığın ucu gözükte, zor iş bu iş, devlet politikası olarak yürütülmezse, yürümez.

Pul Yapımı

Türkiye’nin yarı iletken serüvenini başlatan ve uzun süre en önde koşturan Prof. Duran Leblebici’nin dilimize yerleştirdiği terimleri kullanacağım. Pul, İngilizce “wafer”ın karşılığı. O silikon kütükler salam doğrar gibi dilim dilim doğrandığında gramofon plağı gibi dairesel diskler ortaya çıkıyor. Bunlara pul deniyor. Pullar çok çok ince ve kırılabilir; bu çok ince diski her tarafı aynı kalınlıkta kesmek maharet istiyor. Bunun makinesi var elbette, siz yalnızca çalıştırıyorsunuz. Sekiz-on-oniki inç ve daha büyük çaplarda pullar standart olarak üretiliyor. Çip üretim makineleriniz hangi çapı işleyebiliyorsa o çapta kütükten kesiyorsunuz bu pulları. Üreteceğiniz yıllık pul sayısı böyle bir makineye sahip olmayı ticari olarak kurtarmıyorsa (fizibilitesi olumlu değilse) bu aşamayı da atlayıp, hazır pul da satın alabilirsiniz. Elbette, bir ambargoya takılmazsa. Çünkü, pul tedariki, bir ülkenin teknolojik olarak boğazının sıkılabileceği noktada.

Fabrika

Türkiye 1980’li yılların başında bir çip fabrikası kurdu: TESTAŞ. Bu iş için ABD’ye çok da para ödedik. Fabrika çalıştı ama, çalıştırılmadı. Öylece yattı. Neden

çalıştırılmadığını, bir iki yazı sonra, işin ekonomisini ele aldığımında anlatacağım. Sonunda sembolik 1 Dolar karşılığında ODTÜ'ye devredildi. ODTÜ burayı araştırma laboratuvarı gibi kullandı, bir kısım güncellemeler ve iyileştirmeler yaparak savunma sanayiinin düşük miktarlı ihtiyaçları için değerlendirmeye çalıştı. Ama TESTAŞ Çip fabrikasının araştırma laboratuvarı olarak TÜBİTAK MBEAE Elektronik Ünitesi içerisinde kurulan YİTAL (Yarı İletken Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı) ise bir pilot tesis olarak yaşadı, gerekli güncellemeler ve iyileştirmeler yapılarak ve tamamen Türk tasarımı yeni bir teknolojiye geçerek günümüze kadar geldi. Burada halen küçük çaplı üretim var.

TÜRKİYE'DE ÇİP FABRİKASI KURMAK-2 Ali Akurgal Herkes Bilim Teknoloji Dergisi, Sayı: 344, 03 Kasım 2022

Türkiye'de Çip Teknolojisini Geliştirme Ve Üretimine Başlanmasının Öyküsü

Süreç, yarı iletken üretim süreci, bir kimyasal ve optik süreç. İngilizcede "process" deniliyor. Silikon pulların üzeri ışığa duyarlı bir koruyucu ile kaplanıyor, sonra optik olarak üzerine yansıtılan belli bir desenin ışıkla poz verilerek tıpkı fotoğraf basar gibi (artık tarihe karıştı) pulun üzerinde oluşması sağlanıyor. Belli bir kimyasalda yıkanınca koruyucunun ışık almayan yerleri yıkanıp gidiyor, buralar açığa çıkıyor. O açıktaki yerlere kimyasal işlemler yapılıyor. Çeşitli katmanlar oluşturularak böyle 25-30 kere farklı desen baskı ve farklı kimyasal işlem sonrasında pulların üzerinde yarı iletken devre elemanları oluşmuş oluyor. Bazen bir pulun üzerinde on bine ulaşan sayıda minyatür devre elemanı. 1984 yılında YİTAL'da bunu elde etmiştik. Sürecin çeşitleri yarı iletken dünyasında tek bir süreç yok. Onlarca değişik süreç var. Kimyasal işlemlerde, silikon malzeme üzerine uyguladığınız katkı maddelerinin çeşidine göre, kimi süreç size yüksek gerilime (voltaaj) dayanıklı yarı iletken veriyor, kimi süreç yüksek GHz. lerde yayın yapabilen telsiz yarı iletkenleri sağlayarak cep telefonlarınızı baz istasyonlarıyla konuşturuyor, kimi süreç gece görüş kameralarının retinasını oluşturan kızılötesi (infrared) dalga boylarına duyarlı duyarga (sensor) devre elemanları veriyor. Bu süreçler çoğu zaman çapraz kirlenme (cross contamination) nedeniyle aynı fabrikada yer alamıyor. Bu katkı maddelerinin bir kısmı da insan sağlığına çok zararlı, kullanımı ve atıklarının zararsız hâle getirilmesi de ayrı bir konu.

Teknolojik Seviye

Hep duyarsınız "0,15 mikron teknolojisi", "45 nanometre teknolojisi", "7 nanoya inmişler" diye. Buradaki ölçü, silikon pulun üzerinde kimyasal işleme açabileceğiniz bir adacığın ölçüsü. Ortalama bir saç telinin 50-80 mikron çapında olduğunu düşünürseniz, "kılı kırk yarabildiğiniz zaman" 1,5 mikron teknolojisine ulaşmış oluyorsunuz. Bu ölçü ne kadar küçükse, devre elemanınız o kadar daha az enerji ile, o kadar hızlı çalışabiliyor, silikon üzerinde daha küçük yer kapladığı için o kadar da daha ucuza mal oluyor. Çip üretiminde işlem bir pulun tamamına yapıldığı için pul başına maliyet sabit, siz bir puldan 50 değil de 500 devre elemanı çıkartabiliyorsanız, maliyeti onda birine getiriyorsunuz. Ama bu ölçü küçüldükçe, işlenen katmanlarda üst üste aynı yeri tutturmak zorlaşıyor. Desenler bir diğerine göre biraz kayarsa, devre elemanlarının başarımları (performans) kötüleşiyor, çok kayarsa, devre elemanları hiç çalışmayabiliyor (pul hurda oluyor). İlk bakışta en küçük ölçülü teknoloji en gerekli olan gibi duruyor. Ama ileriki yazılarda ele alacağım, özellikle elektrikli otolarda motoru süren yüksek akımlı güç elektroniği

(power semiconductor) devre elemanlarında silikon üzerinde oluşturulan desen geometrilerinin büyük olması gerekiyor. O zaman 45 nanometre gibi hassas ölçülere gerek de olmayabiliyor. Her teknolojiye başka bir işte gerek var. Ölçülerin küçülmesi yalnızca optik sistemin daha nitelikli olmasıyla elde edilmekte, süreçlerden bağımsız.

Kırmık (Çip)

Silikon pul üzerinde belki on bine yakın devre elemanını elde ettik diyelim, bunları ayırıp kılıflamak gerek. Bu iş için silikon pul, camcıların camı elmas kalemle çizip çizgi boyunca düzgün biçimde kırılmasını sağladıkları gibi bir yöntemle birer devre elemanı büyüklüğünde parçalara ayrılıyor. İşte kırmık, İngilizcesiyle “chip” sözü buradan geliyor.

Yarı iletkenin tarihine baktığımızda bir Alman-Macar fizikçi olan J. E. Lilienfeld'in 1925 yılında Kanada'da “field effect transistor” (FET) başlığı ile bir patent başvurusu olduğunu görüyoruz. Ama ilk çalışan transistor benimle yaşıt; 1947'nin son günlerinde ABD'de New Jersey eyaletinde, bir zamanlar elektronüğın “Kâbe”si sayılan “Bell Labs”da elde edildi. Mucitleri 1956'da Nobel fizik ödölünü aldılar. Mucitlerden Shockey, 1948de bunu geliştirerek “bipolar junction transistor” (BJT) tekniğini ortaya koydu. Bu yöntemle üretilen transistorlar hemen o sene ticari olarak kullanılmaya başlandı. Hammadde olarak germanyum kullanılmakta idi. Bunu saflaştırmak zordu. Teorik çalışmalar, germanyum yerine silikon kullanılmasının avantajlı olacağını göstermekteydi. 1954 senesinde, gene Bell Labs'de ilk silikon transistor modeli çalıştırıldı. Ancak bunun da üretimi çok zordu. Ertesi sene, silikonu katkı maddeleri ile kimyasal tepkimelere sokup (önceki yazımda anlattığım 25-30 kimyasal işlem) transistor yapım tekniği keşfedildi. 1950'lerin sonuna kadar germanyum, transistor üretiminde başı çekmekteydi. 1955 senesinde silikon oksit tabakası ile silikon transistorun yeteneklerinin çok artırılması ve sonunda CMOS (complementary metal oxide semiconductor) tekniğinin elde edilmesi, germanyumu tahtından indirdi. 1964'de 120 kadar transistordan oluşan bir “tümleşik devre” (tümdevre de diyoruz) ile bir karmaşık işlev ilk kez tek bir devre elemanı içerisinde konulmuş oldu. Günümüzde halk diliyle “çip” dediğimizde aslında bu “karmaşık işlevleri tek devre elemanında barındıran tümdevre”leri kast etmekteyiz. Türkiye'de YİTAL öncesi dönemde, İTÜ'de Prof. Duran Leblebici, CMOS devreler üzerine mühendis yetiştirmekte ve laboratuvarında da CMOS devre elemanları oluşturarak akademik düzeyde gelişmeleri ülkemize yansıtmaktaydı. YİTAL ekibinde yer alanların çoğunluğu da onun öğrencileriydi.

Bipolar mı; CMOS mu?

Günümüzde, her iki teknikle üretilen transistorların da kullanımda yeri var. Hammadde olarak germanyum artık kullanılmıyor, silikon egemen. Grafen bunun yerini alır mı, bunu göreceğiz. 1970lerin sonunda Türkiye'de bir yarı iletken fabrikası kurulması gündeme geldiğinde çapraz kirlenme nedeniyle ikisi birden tek fabrikada olamayacağı için birine karar verilmesi gerekiyordu ve pazar ihtiyaçları da göz önüne alınarak bu fabrikanın bipolar tekniği ile çalışması kararlaştırıldı. İTÜ'de senelerdir PMOS devre elemanları ve tümdevreler tasarlanıp laboratuvarında üretilmekte olmasına karşılık, YİTAL de bu doğrultuda bipolar olarak araştırmaya başladı. Benim de yer aldığım bu çalışmada, ilk çalışan bipolar tümdevreyi tasarlamak, “neyi yanlış yaptığımızı, Silikon vadisinde çalışıp dayak yiyerek öğrenmem” sonunda 1986'da bana nasip oldu. TESTAŞ'ın bir türlü üretime geçememesi sonucu, YİTAL 1988'de başlayan bir yenileme ile kendi özgün CMOS teknolojisine geçti. Çapraz kirlenme nedeniyle, sıfırdan tekrar kuruldu dersek yanlış olmaz. 11.inci Kalkınma Planındaki Elektronik Sektör Raporu'nda yer aldığı şekli ile, günümüzde ülkemizde, çoğu ASELSAN iştiraki olan ve savunma

sanayiine yönelik şu tesisler ve yetenekleri bulunmakta:

YİTAL, CMOS; 250nm

YİTAL, CMOS / SiGe; 130nm

YİTAL AŞ, CMOS; 90nm, 65nm

ODTÜ MEMS, duyargalar

AB Mikro Nano, GaN; yüksek hızlı transistör

ODTÜ KANAL, GaAs; kızıl ötesi duyarga

ODTÜ KANAL – CÜNAM, InGaAs; kızıl ötesi duyarga

ODTÜ KANAL, HgCdTe; kızıl ötesi duyarga

Ermaksan, yüksek güçlü lazer

Ülkemizin elektronik sanayii, günümüzde artık ticari yarı iletken tasarımı öne çıkartmalı. Çip fabrikası kuralım derken bunu kast ediyoruz.

TÜRKİYE'DE ÇİP FABRİKASI KURMAK-3 Ali Akurgal Herkes Bilim Teknoloji Dergisi, Sayı: 346, 17 Kasım 2022

Evet katma değer zincirinin ortasında “fabrika ve üretim” yer almakta. Ama ağır ağır çıkılacak bir merdiven de var önünde ve arkasında. 11. Kalkınma Planı'nda yer aldığı üzere, 2016'da dünyadaki fabrikalara bir bakalım. Listede yalnızca üretim yapan, değer zincirinin diğer parçalarından arındırılmış sayılar yer alıyor. İlk 10 üreticinin, 2015 ve 2016 sıralaması değişmemiş.

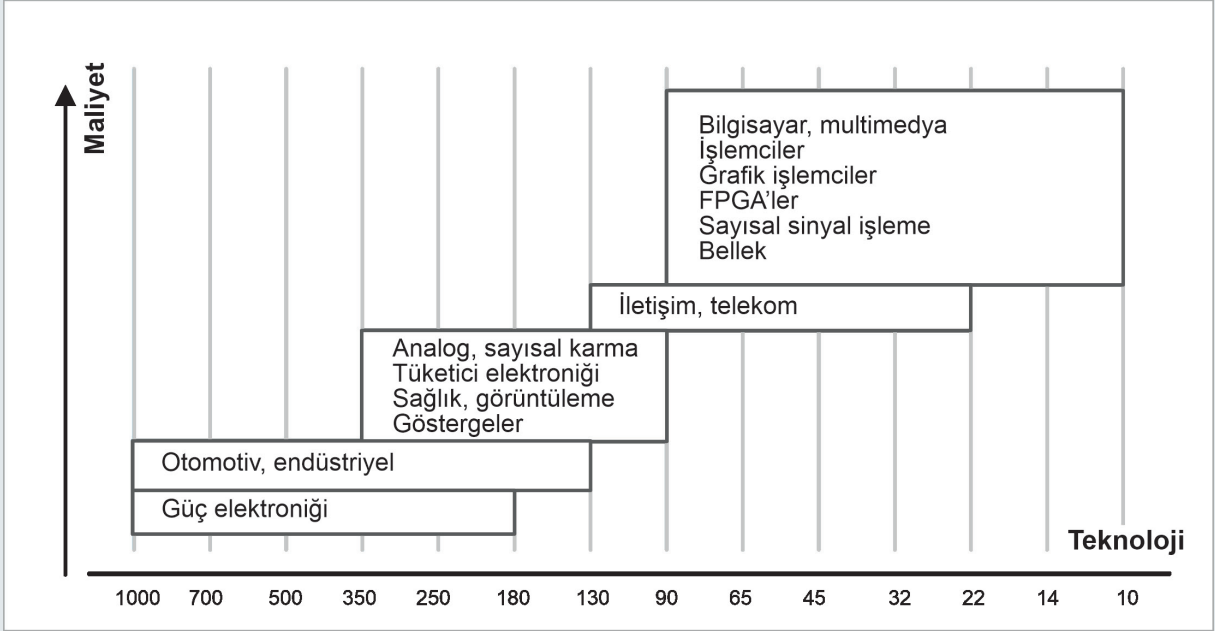
Şirket	2016 ciro M\$	Senelik artış	Pay
TSMC (Tayvan)	29.488	%11	%59
Global Foundries	5.545	%10	%11
UMC Group (ABD)	4.582	%3	%9
SMIC (Çin - TSMC)	2.921	%31	%6
Powerchip (Tayvan)	1.275	%1	%3
Tower Jazz (İsrail)	1.249	%30	%2
Vanguard (Tayvan)	800	%9	%2
Hua Hong Semi (Çin)	712	%10	%1
Dongbu HiTek (G.Kore)	672	%13	%1
X-Fab (Avrupa)	510	%54	%1

Toplam cironun paylaşılmasına bakarsak tüm devrelerde bellek %30, işlemci %38 ciro payı almış. Analog %11, tek yarı iletken %11, opto elektronik (LED ve benzeri) %10. Uygulama alanlarına bakarsak, otomotiv %8, iletişim (cep telefonu) %27, tüketici elektroniği (TV) %18, veri işleme %37, endüstriyel %9, savunma sanayii %1.

Ülkemizdeki dağılım %100 savunma sanayii. Dünyanın geri kalanından nasıl ayrıştığımız ortada. Eğer dünya cirosunun %99'unun olduğu ticari alana adım atacaksak, buranın ne kadar yabancı olduğu görülmekte. Merdivenleri ağır ağır çıkmak gerek. Bakılması gereken bir başka gerçek de kimin elinde hangi teknolojinin olduğu (2016):

Şirket	130nm	90nm	65nm	40-45nm	28-32nm	20-22nm
Altis Semiconductor	X					
Dongbu HiTek	X	X				
Grace Semiconductor	X	X				
SMIC	X	X	X	X		
UMC	X	X	X	X	X	
TSMC	X	X	X	X	X	X
GlobalFoundries	X	X	X	X	X	X
Seiko Epson	X	X				
Freescale	X	X				
Infineon	X	X	X			
Sony	X	X	X			
Texas Instruments	X	X	X			
Renesas (NEC)	X	X	X	X		
IBM	X	X	X	X		
Fujitsu	X	X	X	X		
Toshiba	X	X	X	X		
STMicroelectronics	X	X	X	X	X	
Intel	X	X	X	X	X	X
Samsung	X	X	X	X	X	X

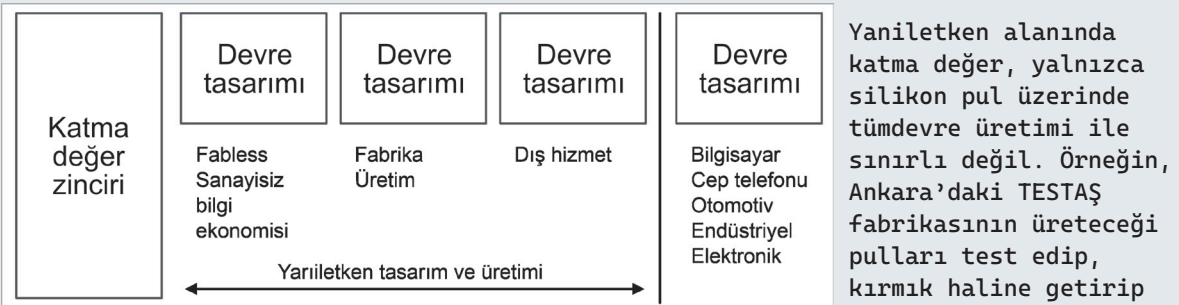
Acaba nereden başlamalı? Teknoloji ile alanlar arasındaki bağ da şöyle:



Düşük yatırım maliyeti ile otomotiv, endüstri ve güç elektroniğine yariletken üretebilirsiniz. Bu pazarın %19'u gibi bir alan. Bu alan dar geliyor der ve daha geniş bir alanda pazara çıkmak istiyorsanız, %27 pazar payı olan iletişim, telekom alanına göz dikebilirsiniz, ama yatırım maliyetiniz iki katına çıkar. Pazarın en büyük alan %37 ile veri işleme, ama burada da yatırım maliyeti otomotive göre 8-10 kat. Üstelik bu pazarın iki üreticisi, toplam pazarın %70'ini elinde tutuyor. İşte merdivenin basamakları bunlar.

Değer Zinciri

Bu noktada, yarı iletkendeki değer zincirini hatırlamakta yarar var.



ayrı olarak yanlış hatırlamıyorsam Denizli'de kurulmuştu. Böyle bir tesisin kurulması ile hem katma değer yaratabilecek, hem yarı iletken dünyasında varlık gösterilmeye başlanabilecektir.

Devre tasarımı alanında ise, yetişmiş işgücümüz vardır, her sene bu güce yeni insanlar eklenmektedir, çok azı yerli tasarım şirketlerinde, bir kısmı yabancı tasarım şirketlerinde çalışmakta bir kısmı da yurt dışına gitmektedir. İTÜ, bu insanların yetiştiği önde gelen üniversitelerden olduğu için Arı Teknokent, bu şirketler için

çekim merkezi olmuştur. Bu yetişmiş iş gücümüzden en üst düzeyde yararlanabilmek sektörün ele alınarak düzenlenmesi ve teşvik edilmesiyle mümkündür.

Değer zincirinin sonunda yer alan, sistem tasarımı ile katma değer yaratmak, salt yarı iletken alanının değil, genel elektronik alanının kapsamı dahilinde yer almakta. Bunu ayrı bir yazıda ele almak gerek.

TÜRKİYE'DE ÇİP FABRİKASI KURMAK-4 Ali Akurgal Herkes Bilim Teknoloji Dergisi, Sayı: 348, 01 Aralık 2022

Top oyunları ile çip üretiminin benzer yanları vardır. Ping-pong topu, golf topu, bilardo topu, tenis ve amerikan futbolu topları, voleybol, hentbol, futbol ve basketbol topları; hepsi değişik teknolojilerle üretilir. Çiplerde de iki önceki yazımda söz ettim, katkı malzemelerine (Galyum, arsenik, indiyum, fosfor, germanyum, xenon, ...) ve hat inceliklerine (3 mikron, 0,5 mikron, 60 nano, 7 nano, ...) göre teknoloji farklılıkları var. Her biriyle üretilen ürünler de farklı uygulamalara yönelik. Futbol topuyla belki voleybol oynanır ama tenis topuyla ping-pong oynamak gülünç sahnelere neden olabilir. Çipte de öyle. Ticari olarak da sürdürülemez sonuçlar doğurabilir.

Oyun alanı

Diğer bir husus da hangi ligde oynayacağımız. Ülkemizin günümüzdeki görünümü, voleybol, basketbol, hentbol, ping-pong takımları olan bir kurumsal şirketin kendi başına gösteri maçları yapmasına benziyor. Tüm çip tesisleri aynı ana şirketin iştirakleri ve yalnızca ona çalışıyor. Amatör ligi bir yana bırakın, profesyonel lig kurulup burada farklı kulüplerin takımları yarışıp şampiyon ortaya çıkmadan, uluslararası şampiyonluklara katılmak olanaksız. Çipte de böyle. Hep söylenir, "önce kendi ülkende varlık göstereceksin" diye. Dış pazara açılmak içeride tutunduktan sonra mümkün olabilir. Sporda, bu açılım, federasyonlar üzerinden oluyor. Bunlar birer GON-GO (Government Organised Non-Governmental Organisation). Kısaca devlet tarafından sahiplenilen bağımsız, yöneticileri seçimle belirlenen kuruluşlar. Bunlara siyaset bulaşınca yaşananları düşünün. Çip için yurt dışına açılmakta, bence, devlet tarafından sahiplenilmiş bir bağımsız kuruluş gerekmekte. Bunlara siyaset bulaştırmamanın önemini aklınızdan çıkartmayın.

Yatırım

Bir çip fabrikasına milyarlarca dolar yatırım gerekiyor. İşin bu devasa akçalı boyutu, bu yatırımı özel sektörden beklemenin anlamsızlığını ortaya koymakta. Bakınız, umarım önce ülkemizde sonra Avrupa pazarında kendine yer bulacak ve başarılı olacak olan TOGG'u günümüzdeki durumuna getirebilmek için bir değil beş babayiğit gerekti, ve bunlara ayrıntısını bilmediğimiz sıra dışı koşullar ile kredi sağlandı. Özetle, büyük olasılık TOGG sizin, benim vergilerimiz ile yapılıyor. Ben bununla gurur duyuyorum. Benzerinin, ne zaman yatırım yapmaya sıra gelecekse, o zaman çip fabrikası içinde yapılması gerektiğini görüyorum. Hangi modelleri hangi sıra ile üretime sokacağına TOGG karar verdi. Burada bir siyasi etki olduğunu sanmıyorum. Haber sızıyor ama, mutlaka içte ve dışta çok ayrıntılı bir pazar incelemesi yapılmıştır. Satış fiyatları da bellidir. Özellikleri ve satış fiyatı (hedefi) belli olmayan bir ürün tasarlanamaz. Eğer tasarlanırsa özellikleri ya eksik olur pazarda tutunamaz, ya da fazla olur, pahalı geldiği için satmaz. Aynı şey, çip için de geçerlidir. İşe nereden başlanacağını uzman (liyakatli) bir ekip kararlaştırılmalıdır.

Strateji

Değerli okurlar, sizlere 11.inci Kalkınma Planı'ndan alıntılar verdim. Bu planın sektör raporunu, 35 kadar sektör temsilcisinin ortaya koyduğu görüşler doğrultusunda Kalkınma Bakanlığı bana yazdırmıştı. Bir önceki plan için sektör raporunu da ben yazmıştım. Bugünlerde 12nci Kalkınma Plan sektör raporu için çalışmaya başlayacağız. Sektörde yer alanlar, üşenmeden, usanmadan bu görüşlerini belgeliyorlar. Bu güne kadar bunların uygulamaya geçirilenleri, önerilenlerin yüzde 3-5'ini geçmedi. Ama sektör raporlamaya devam edecek. Çip üretimi konusu 11.inci Kalkınma Planı sektör raporunda önemli yer tutuyor. Strateji olarak size bu rapordan alıntılar yapacağım. En az yatırımla (20-30M\$) değer zincirine girilebilecek alan, sistem tasarımcılarının Çin'e bağımlılığını ortadan kaldıracak bir (çıplak) baskı devre üretim evi kurmaktır. Ülkemizin uluslararası pazarda bir kısıt, sınırlama veya yetersizlik ile karşılaştığı gibi bir durum yoktur, ama bu girişim, yerlileştirme konusunda bir adım, bir temel oluşturacaktır. Geçmişte bu alanda çalışan birçok firmamız vardı, ancak bunların sarf malzemesine gümrük vergisi konulup, yurt dışından ithal edilen bitmiş ürüne gümrük vergisi konulmayınca, rekabet edemeyip kapandılar, bir-iki firma kaldı.

Yarı İletken İçin

Gene 11inci Kalkınma Planı sektör raporuna göre 90nm teknolojisi ile 1 milyar USD'ye bir fabrika kurulması, burada ayda 40-50.000 pul işlemek için 300-400 personel çalıştırılması en makul yol olarak görülmekte. Bu çalışanların Malezya gibi rakip ülkelerdeki ucuz iş gücü ile başedebilmesi için mutlaka maaşlarının bir kısmının devlet tarafından karşılanması gerekecektir. Çünkü, pazara yeni girecek olan ülkemizin önünü kesmek için rakip ülkeler her türlü rekabet oyununu sergileyeceklerdir. Fabrika'da kullanılan elektrik bedelinin de benzer fabrikalara verilen elektrik bedelleri dolayında tutulması gerekecektir. CMOS/SiGe üretimi yapabilmek için bunlarda lisans alınması söz konusu olabilecektir. Bu lisanslama bedellerinin gene devlet tarafından karşılanması gerekebilecektir.

Yarıiletken tasarımcılarının işi de kolay değildir. Her küçük unsur patentlerle korunmuş bir konuda başkalarının patentlerini çiğnemen, zedelemeyen benzer ürünler tasarlamak durumunda olacaklar. Zor iş. Ama yapılabilir. Çok gerektiğinde başkalarının patentlerinden "royalty" ödenerek yararlanılabilir.

Geç Kalmanın Bedeli

Türkiye bir mikroelektronik tesisi kurarak girmekte geciktiği bir sektöre girmeye çalışacaktır. Dünya çapında pek çok firma yıllardır yaptıkları bu işte çok önemli yol almışlardır. Türkiye'nin kuracağı tesisin bu rekabetçi pazarda kendine yer bulabilmesi için verilebilecek teşviklerin azami şekilde yüksek tutulması gereklidir. Böyle bir fabrika senelerce gerçekte "zarar yazacak"; bu yazılan zarar, yapılan için stratejik önemi nedeniyle devlet tarafından, hepimizin vergileri ile karşılanacaktır. Geç kalmanın bedeli budur.

Tasarım Evleri

"Design house" alışık olmadığımız bir kavram. Toplumumuz, ne yazık ki, büyük ölçüde, tasarıma önem ve değer vermiyor. Belki bunu sanat yoksunluğu ile bağlantılayabiliriz. Tiyatro, bale, konser gibi sanatsal eylemlerin istenmediği, heykellerin, resimlerin eleştiri yerine "içine tükürüldüğü" dönemlerden geçiyoruz. Bir tasarım evi de kendi

teknolojik alanında bir sanat eseri oluşturur. Bu nedenle sanatsal eylemler ile aynı değerlendirme sonucu, yaptıklarının küçük ve önemsiz görülmesine şaşdırmamak gerekir. Ama, bu yazı dizisinde ele aldığımız yarı iletken konusu, bir ekosistemin ürünüdür. Bu ekosistem içinden yalnızca “fabrika” kısmını çekip alıp, onu kurarsanız, diğerlerini önemsemezseniz, ekosistem çökecek, zarar edecek ve asla toparlanamayacaktır. TESTAŞ fabrikasının çalıştırılmamasını ben bu ekosistemin oluşturulamamasına bağlarım. Ders alınmalı, yeni bir TESTAŞ vak’ası daha yaşanmamalıdır.

Tasarım evleri, 10-20 kişilik küçük gruplar olabilir. Bunlar üstün uzmanlık yeteneğinde çalışanlar barındırır. Prof. Duran Leblebici’nin sayesinde ülkemizde bu insanlardan yetişmektedir. Küçük grup olmalarına karşılık, büyük, çok değerli, fabrikanın üretimini dünyada aranın kılacak yeniliklere imza atarlar. Mikro KOBİ ve KOBİ düzeyindeki bu tasarım evlerinin, ister tek yarıiletken (transistor), ister tümdevre, isterse sistem ya da yazılım olsun, önlerinin açılması ve ellerinden tutulması gerekmektedir. Bu küçük grupların en önemli ihtiyacı esnek çalışma saatleridir, çünkü sanat ve buluşu mesai saatleri cenderesine sığdırmak mümkün değildir. Neyse ki esnek çalışma saatlerine devlet teşviği almak, küresel Covid salgını nedeniyle ülkemizde de kabul görür oldu.

Sonuç

Bu uzun yazı dizisinde yarıiletken konusuna teknoloji içerisinde kaybolmadan, şöyle bir baktık. Aslında olayı derinliğine incelediğinizde bir çok ayrıntı ve engel daha çıkacak karşınıza. Ama durum böyle diye bu konuda hareketsiz kalmak yanlış olur. En az gayret ve yatırım ile yapılabileceklerden başlamak gerek. Yazılım, sistem ve devre tasarımıyla başlanılabilir.



Çip üretimi, kumdan elde edilen silikon pullar üzerine 25-30 kez tekrarlanan kimyasal ve optik işlemlerden oluşan karmaşık bir süreçtir. Türkiye’nin bu alandaki geçmişi 1980’lere dayanır; TESTAŞ fabrikası kurulmuş ancak çalıştırılmamış, YİTAL ise bugün hâlâ küçük ölçekli üretim yapan bir araştırma tesisi olarak ayakta kalmıştır.



Dünyadaki çip üretiminin %99’u ticari alana yönelikken, Türkiye’deki tesislerin tamamı yalnızca savunma sanayiine çalışmaktadır. Ticari pazara açılmak için teknoloji düzeyine ve hedef uygulamaya göre basamak basamak yatırım artırmak gerekmektedir.

Çip fabrikası bir ekosistemdir; sadece fabrikayı kurup diğer halkalarını ihmal etmek TESTAŞ’ın tekrarlanmasına yol açabilir. Önerilen yol haritası şöyledir:

En düşük maliyetle başlangıç (~20-30 milyon \$): Baskı devre üretim evi

Orta vadeli hedef (~1 milyar \$): 90nm teknolojisiyle ticari çip fabrikası

Devlet desteği: İşçilik, elektrik ve lisans maliyetleri sübvans edilmeden rekabet edilemez

Tasarım evleri: 10-20 kişilik uzman gruplar, fabrikanın can damarıdır; bunların önü açılmadan fabrika tek başına anlamsızdır



Geç kalınmıştır ancak hareketsiz kalmak daha büyük hatalara sebep olabilecektir; küçük adımlarla, doğru ekosistemi kurarak yeni bir başlangıç yapmak gerekmektedir.