

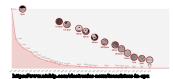
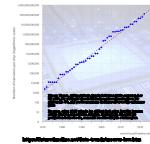
# **EOB127 Sayısal Elektronik**

## **Sayısal Elektronika Giriş**

**Öğr. Gör. Gökhan MANAV**

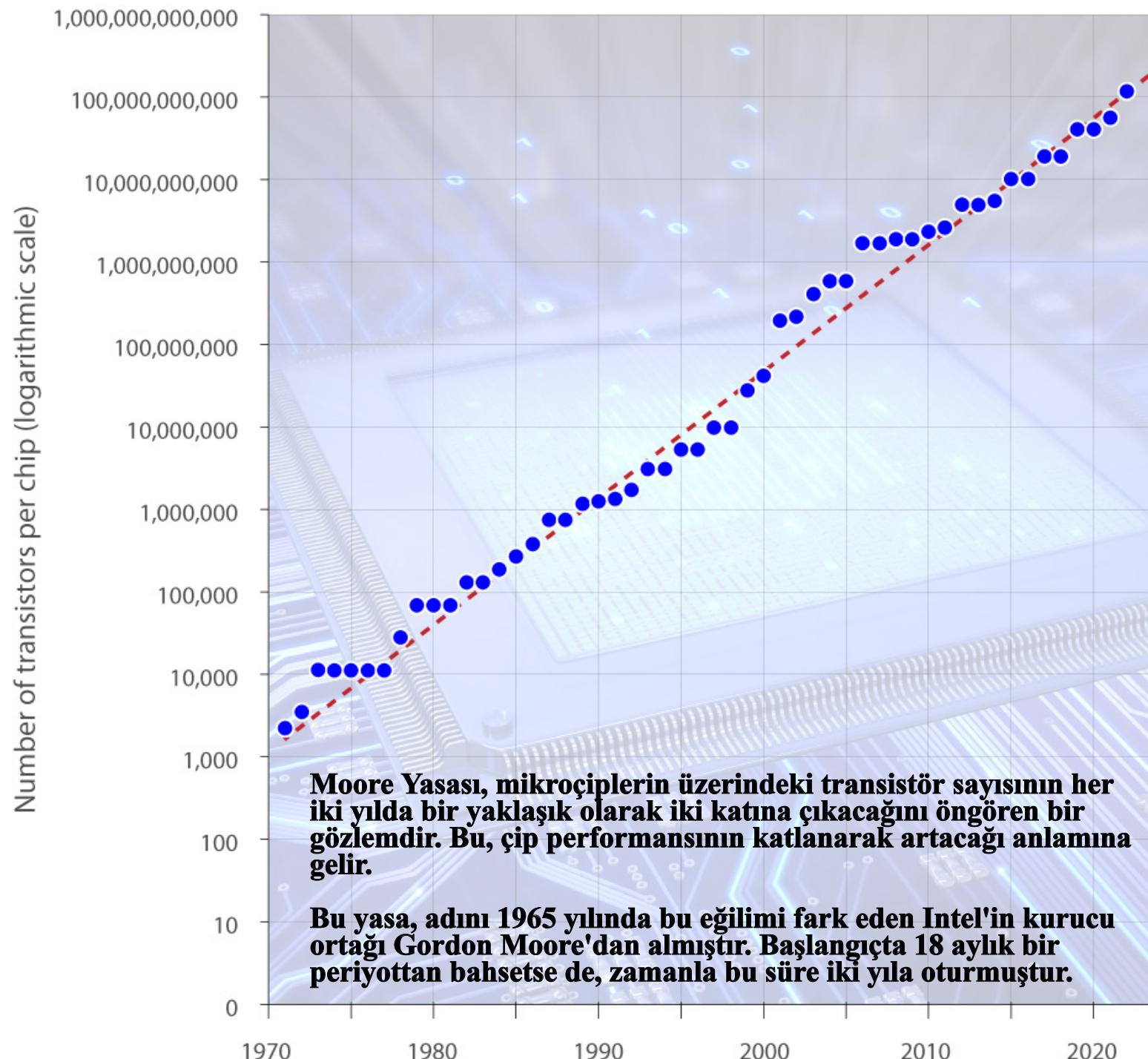
# Soyutlama Kavramı

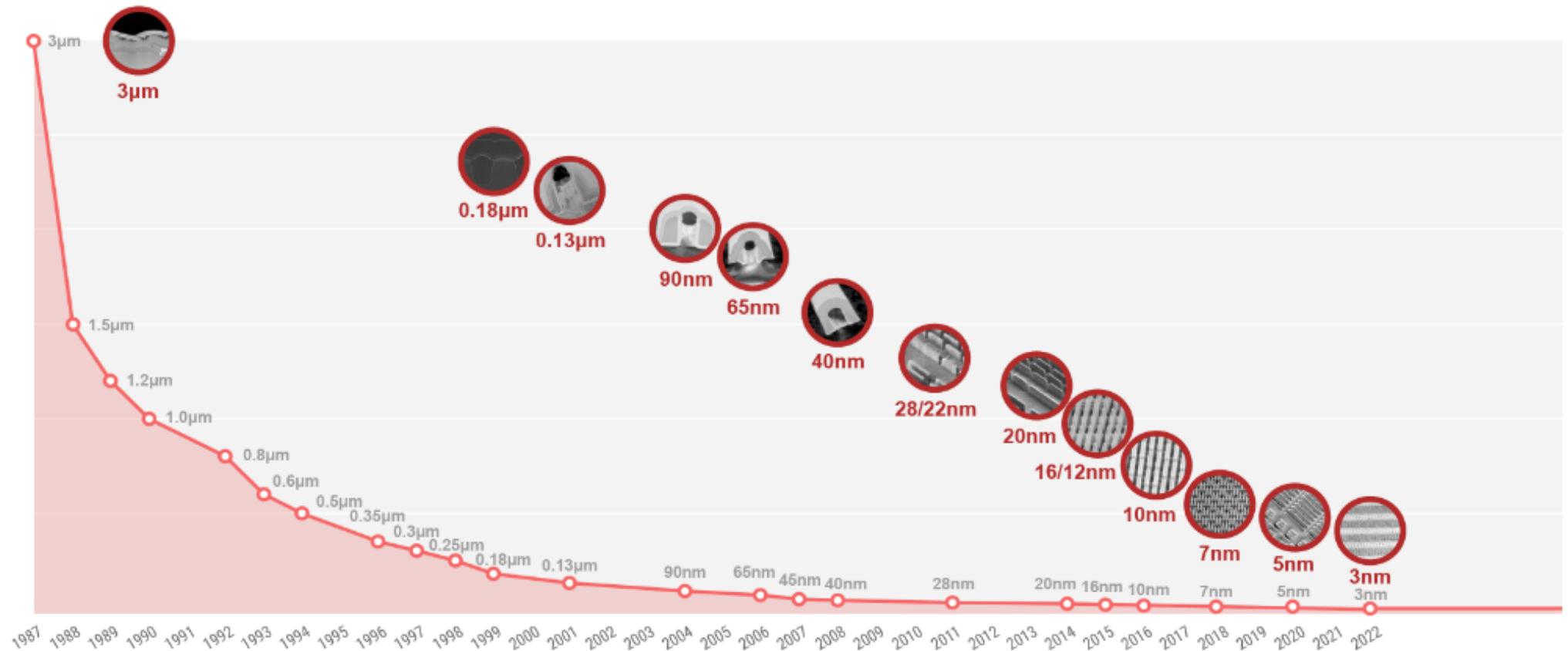
**\*Modern dijital sistemler milyonlarca hatta milyarlarca transistörden oluşur.**



**\*Hiçbir insan, her transistördeki elektronların hareketini açıklayan denklemler yazıp tüm denklemleri aynı anda çözerek bu sistemleri anlayamaz.**

**\*Bir mikroişlemciyi nasıl inşa edeceğinizi, ayrıntılara bogulmadan anlamak için karmaşıklığı yönetmeyi öğrenmeniz gerekecektir.**

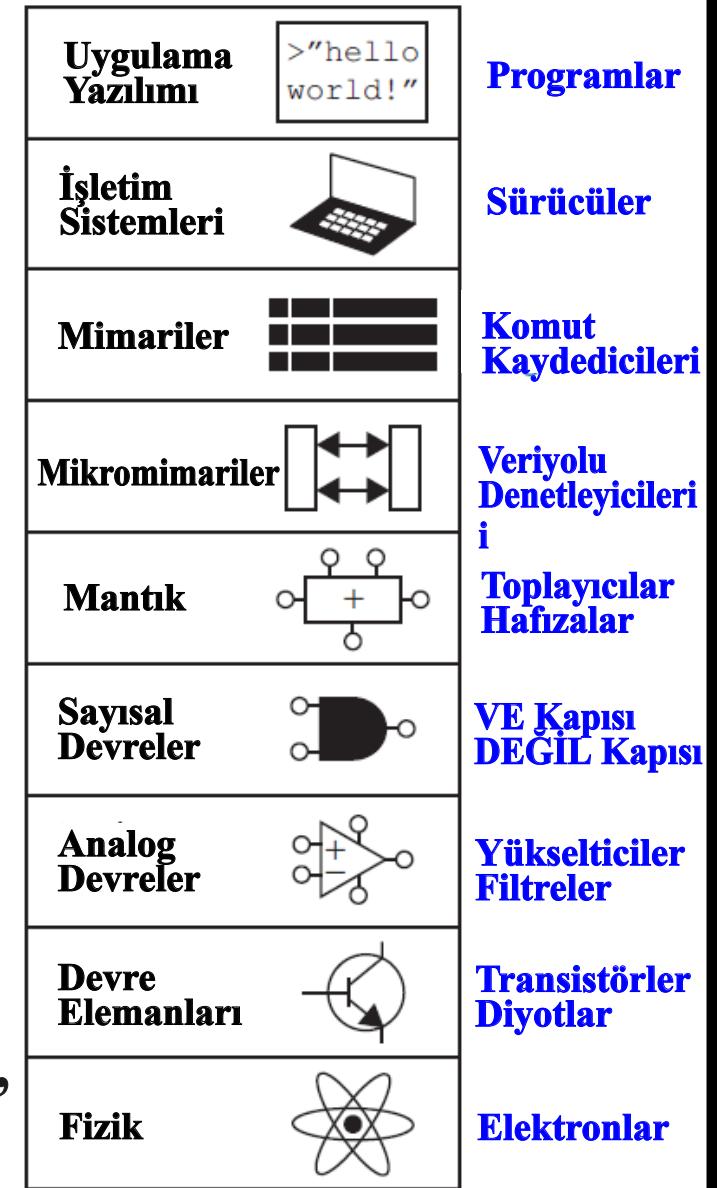




<https://www.ntchip.com/electronics-news/transistors-in-cpu>

# Soyutlama Kavramı

- \* Karmaşıklığı yönetmenin kritik yolu özetlemedir.
- \* Eğer detaylar önemsizse gizlenir.
- \* Şekilde en düşük özetleme katmanı olarak **Fizik** verilmiştir, elektronların hareketi ile ilgilenir.
- \* Elektron davranışları günümüzde kuantum mekaniği ve Maxwell denklemleri ile tanımlanır.
- \* Devre elemanları giriş çıkış bağlantıları denklemler ile tanımlanmıştır.
- \* Analog elektronikte, devre elemanlarını kullanarak tasarımlar yapabiliriz.
- \* Örneğin VE-Kapı entegresinin çalışması gibi...
- \* Kapıları bir araya getirerek bileşik ve ardışıl mantık devreleri tasarlanabilir.
- \* Tasarlanan mantık devreleri mikromimarilerin oluşturulmasında kullanılabilir.
- \* Mikro-mimarilerden mimariler, işletim sistemleri, ve tabii ki algoritmaya dayalı yazılımlar işlemcimiz üzerinde işletelebilir.



Sayısal Elektronigue  
Başlamak için biraz fazla  
hesaplama var 

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

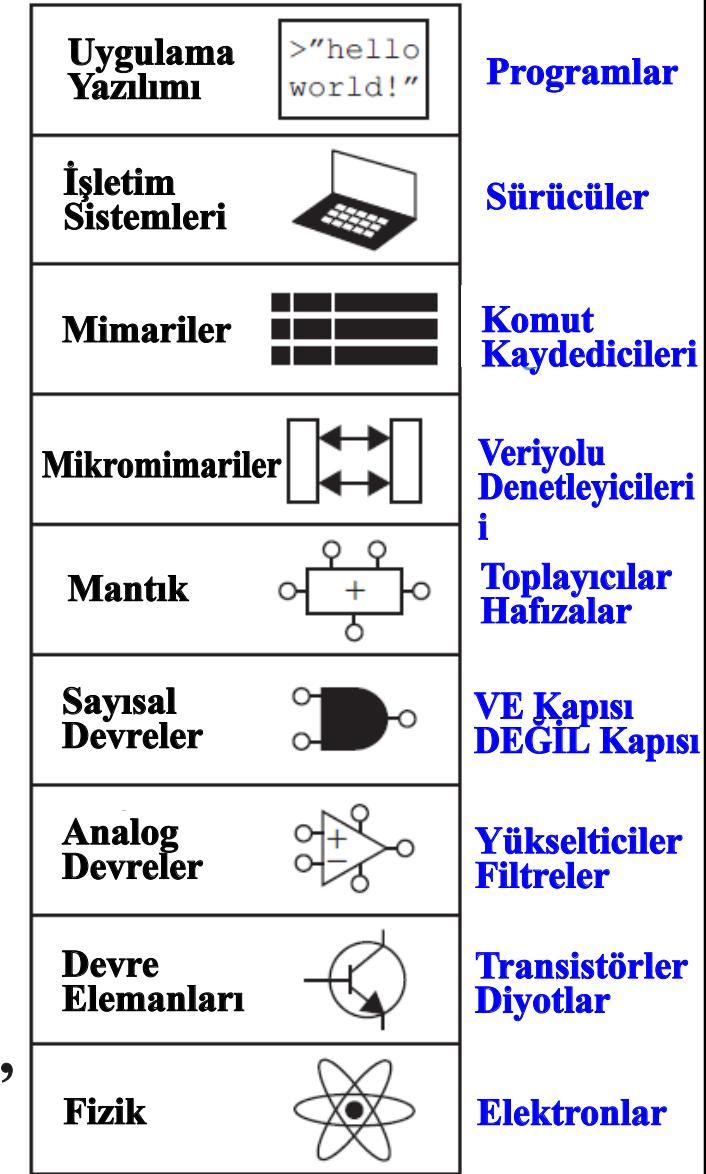
$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \left( \mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right)$$

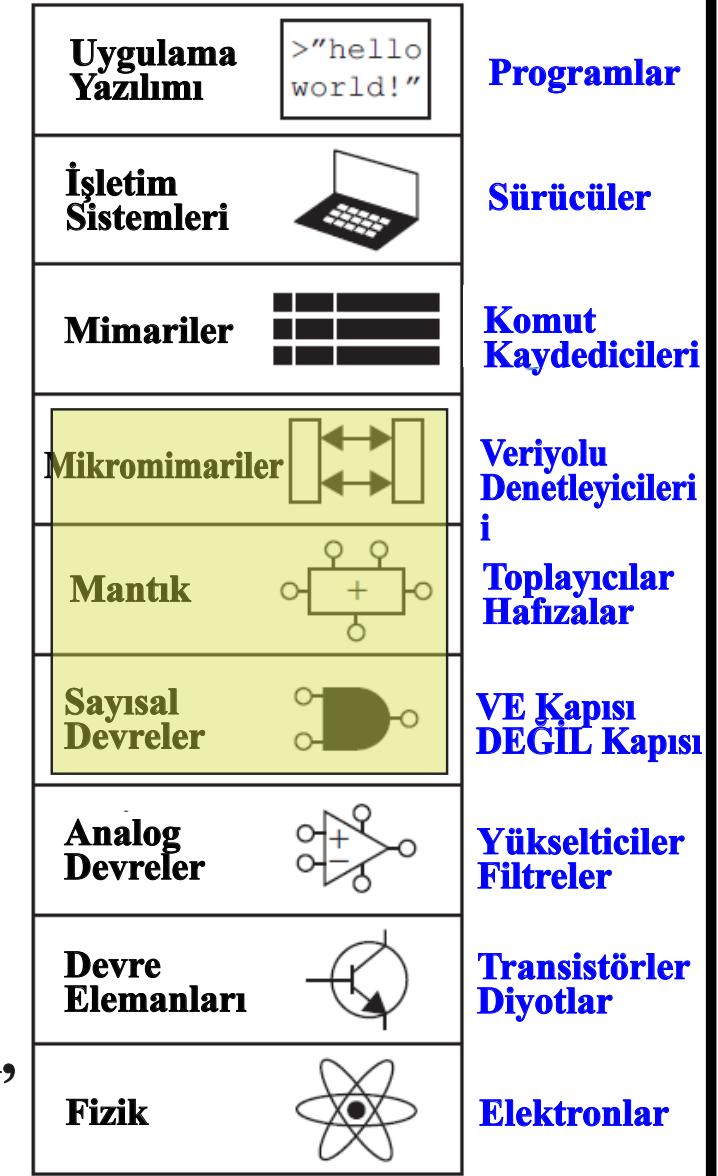
# Soyutlama Kavramı

- \* Karmaşıklığı yönetmenin kritik yolu özetlemedir.
- \* Eğer detaylar önemsizse gizlenir.
- \* Şekilde en düşük özetleme katmanı olarak **Fizik** verilmiştir, elektronların hareketi ile ilgilenir.
- \* Elektron davranışları günümüzde kuantum mekanığı ve Maxwell denklemleri ile tanımlanır.
- \* Devre elemanları giriş çıkış bağlantıları denklemler ile tanımlanmıştır.
- \* Analog elektronikte, devre elemanlarını kullanarak tasarımlar yapabiliriz.
- \* Örneğin **VE-Kapı** entegresinin çalışması gibi...
- \* Kapıları bir araya getirerek bileşik ve ardışıl mantık devreleri tasarlanabilir.
- \* Tasarlanan mantık devreleri mikromimarilerin oluşturulmasında kullanılabilir.
- \* Mikro-mimarilerden mimariler, işletim sistemleri, ve tabii ki algoritmaya dayalı yazılımlar işlemcimiz üzerinde işletelebilir.



# Soyutlama Kavramı

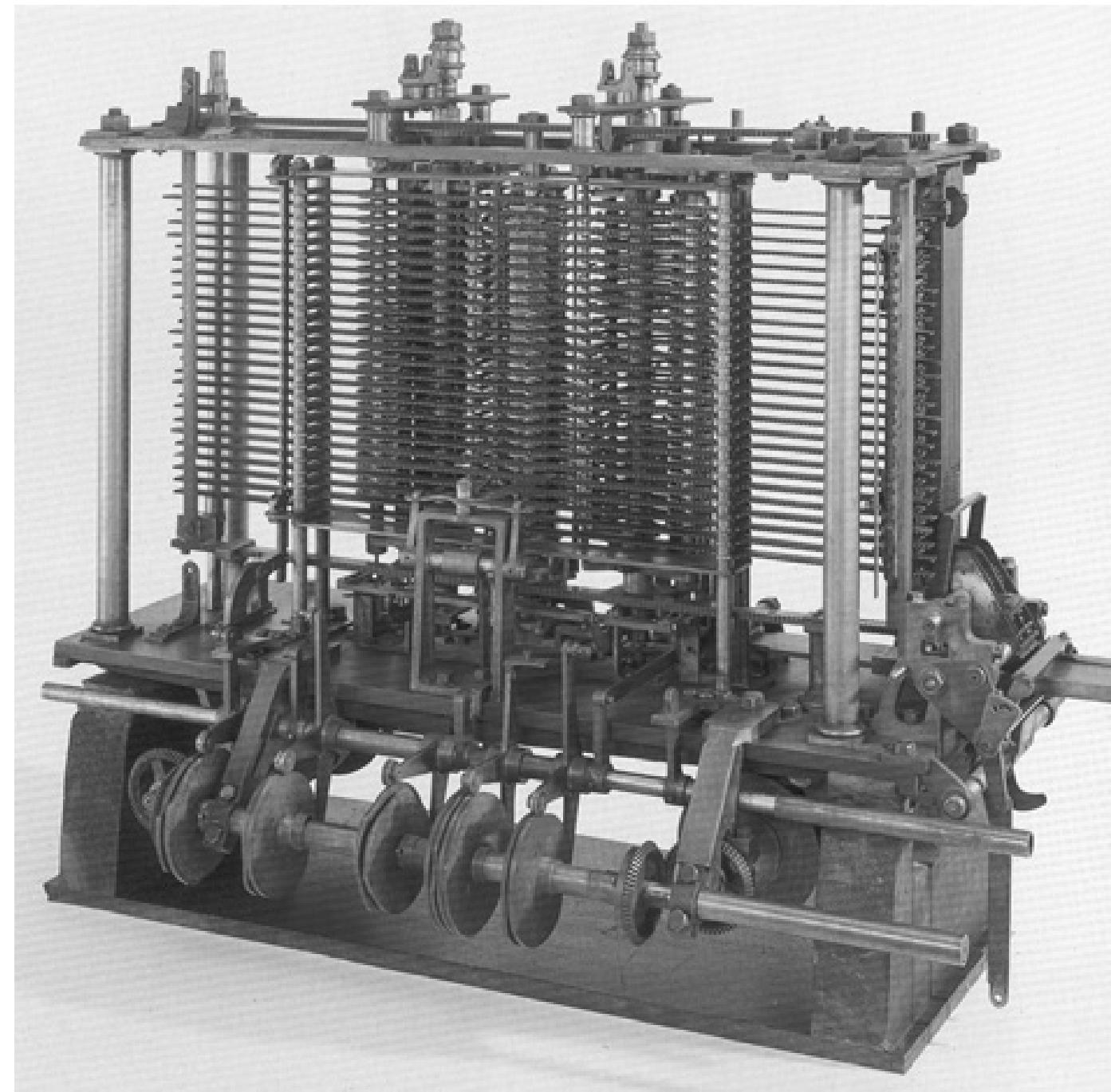
- \* Karmaşıklığı yönetmenin kritik yolu özetlemedir.
- \* Eğer detaylar önemsizse gizlenir.
- \* Şekilde en düşük özetleme katmanı olarak **Fizik** verilmiştir, elektronların hareketi ile ilgilenir.
- \* Elektron davranışları günümüzde kuantum mekanığı ve Maxwell denklemleri ile tanımlanır.
- \* Devre elemanları giriş çıkış bağlantıları denklemler ile tanımlanmıştır.
- \* Analog elektronikte, devre elemanlarını kullanarak tasarımlar yapabiliriz.
- \* Örneğin VE-Kapı entegresinin çalışması gibi...
- \* Kapıları bir araya getirerek bileşik ve ardışıl mantık devreleri tasarlanabilir.
- \* Tasarlanan mantık devreleri mikromimarilerin oluşturulmasında kullanılabilir.
- \* Mikro-mimarilerden mimariler, işletim sistemleri, ve tabii ki algoritmaya dayalı yazılımlar işlemcimiz üzerinde işletelebilir.



# Sayısal Soyutlama

- \* Sayısal elektronik analog elektroniğin bir alt kümesi olduğuna göre analog elektroniğin yapabileceğin herşeyi yapamaz ama özelleştirilmiş durumu sayesinde tasarımın daha basit olmasını sağlayabilir. Örneğin, günümüzde televizyonlar, kompakt diskler (CD'ler) ve cep telefonları zamanla analog öncüllerinin yerini almıştır.
- \* Bir çok fiziksel büyülüklük analog yapıdadır. Diğer taraftan sayısal bilgi zamanda ve genlikte ayrık sinyaller ile temsil edilir. Yani, sınırlı sayıda bilgi sınırlı sayıda değer ile temsil edilir.
- \* Sayısal elektroniğin ilk yıllarda sayısal sistemler 10 ayrı değere sahipti.
- \* Analistik Motor, bir arabadaki mekanik kilometre sayacına benzer şekilde, 0'dan 9'a kadar etiketlenmiş on pozisyonlu dişliler kullanıyordu.
- \* Analistik Motordan farklı olarak, çoğu elektronik bilgisayar ikili bir gösterim kullanır, çünkü iki farklı gerilim seviyesini on farklı gerilim seviyesine göre ayırt etmek daha kolaydır.





**Babbage's Analytical Engine, 1871**

# Sayısal Soyutlama

- \* Sayısal elektronik analog elektroniğin bir alt kümesi olduğuna göre analog elektroniğin yapabileceğin herşeyi yapamaz ama özelleştirilmiş durumu sayesinde tasarımin daha basit olmasını sağlayabilir. Örneğin, günümüzde televizyonlar, kompakt diskler (CD'ler) ve cep telefonları zamanla analog öncüllerinin yerini almıştır.
- \* Bir çok fiziksel büyülüklük analog yapıdadır. Diğer taraftan sayısal bilgi zamanda ve genlikte ayrık sinyaller ile temsil edilir. Yani, sınırlı sayıda bilgi sınırlı sayıda değer ile temsil edilir.
- \* Sayısal elektroniğin ilk yıllarda sayısal sistemler 10 ayrı değere sahipti.
- \* Analistik Motor, bir arabadaki mekanik kilometre sayacına benzer şekilde, 0'dan 9'a kadar etiketlenmiş on pozisyonlu dişliler kullanıyordu.
- \* Analistik Motordan farklı olarak, çoğu elektronik bilgisayar ikili bir gösterim kullanır, çünkü iki farklı gerilim seviyesini on farklı gerilim seviyesine göre ayırt etmek daha kolaydır.



# İki Tabanı

- \* N farklı durumdaki ayrık değerli bir değişkendeki bilgi miktarı D, bit birimleriyle ölçülür.

$$D = \log_2 N \text{ bits}$$

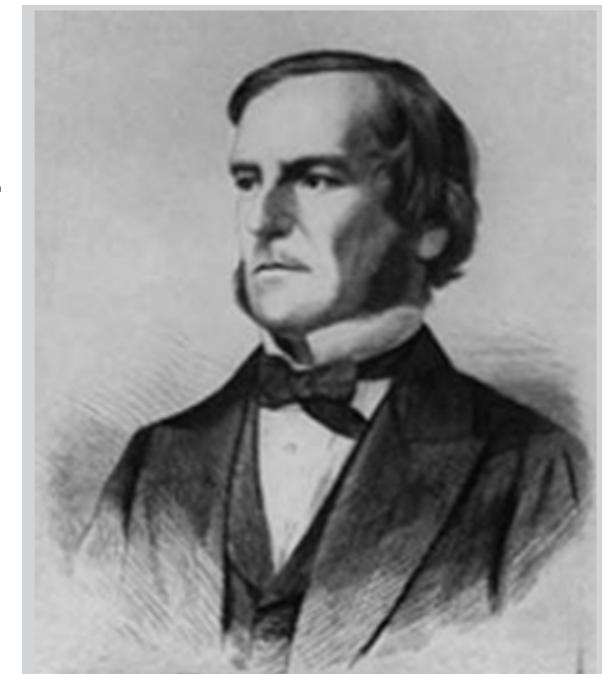
George Boole, biliminin  
Boole manzûrı olarak bilinen  
iki değişkenler üzerinde  
çalışan bir mantık sistemi  
geliştirdi.  
George Boole, 1815-1864.



- \* Aslında bit kelimesi "binary digit" kelimelerinden türetilmiş bir kısaltmadır.
- \* Boole değişkenlerinin her biri DOĞRU veya YANLIŞ olabilir.
- \* Bilgisayarlar genellikle '1'i temsil etmek için pozitif voltaj ve '0'ı temsil etmek için sıfır volt kullanır.

**George Boole, günümüzde  
Boole mantığı olarak bilinen  
ikili değişkenler üzerinde  
çalışan bir mantık sistemi  
geliştirdi.**

**George Boole, 1815–1864.**



# İki Tabanı

- \* N farklı durumdaki ayrık değerli bir değişkendeki bilgi miktarı D, bit birimleriyle ölçülür.

$$D = \log_2 N \text{ bits}$$



- \* Aslında bit kelimesi "binary digit" kelimelerinden türetilmiş bir kısaltmadır.
- \* Boole değişkenlerinin her biri DOĞRU veya YANLIŞ olabilir.
- \* Bilgisayarlar genellikle '1'i temsil etmek için pozitif voltaj ve '0'ı temsil etmek için sıfır volt kullanır.

# Sayı Sistemleri

- \* Ondalık sayılarla çalışmaya alışkınsınız. 1'ler ve 0'lardan oluşan sayısal sistemlerde, ikili veya onaltılık sayılar genellikle daha kullanışlıdır.
- \* İlkokulda ondalık sayılarla saymayı ve aritmetik yapmayı öğrendiniz.

$$9742_{10} = 9 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 2 \times 10^0$$

- \* İkili Sayılar sütun ağırlıkları (sağdan sola) 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536 vb. şeklindedir.

$$10110_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 22_{10}$$

1-bit Binary Numbers	2-bit Binary Numbers	3-bit Binary Numbers	4-bit Binary Numbers	Decimal Equivalent
0	00	000	0000	0
1	01	001	0001	1
	10	010	0010	2
	11	011	0011	3
		100	0100	4
	101	0101	0101	5
	110	0110	0110	6
	111	0111	0111	7
		1000	1000	8
		1001	1001	9
		1010	1010	10
		1011	1011	11
		1100	1100	12
		1101	1101	13
		1110	1110	14
		1111	1111	15

1-Bit Binary Numbers	2-Bit Binary Numbers	3-Bit Binary Numbers	4-Bit Binary Numbers	Decimal Equivalents
0	00	000	0000	0
1	01	001	0001	1
	10	010	0010	2
	11	011	0011	3
		100	0100	4
		101	0101	5
		110	0110	6
		111	0111	7
			1000	8
			1001	9
			1010	10
			1011	11
			1100	12
			1101	13
			1110	14
			1111	15

# Sayı Sistemleri

- \* Ondalık sayılarla çalışmaya alışkinsınız. 1'ler ve 0'lardan oluşan sayısal sistemlerde, ikili veya onaltılık sayılar genellikle daha kullanışlıdır.
- \* İlkokulda ondalık sayılarla saymayı ve aritmetik yapmayı öğrendiniz.

$$9742_{10} = 9 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 2 \times 10^0$$

- \* İkili Sayılar sütun ağırlıkları (sağdan sola) 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536 vb. şeklindedir.

$$10110_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 22_{10}$$

1-Bit Binary Numbers	2-Bit Binary Numbers	3-Bit Binary Numbers	4-Bit Binary Numbers	Decimal Equivalent
0	00	000	0000	0
1	01	001	0001	1
	10	010	0010	2
	11	011	0011	3
		100	0100	4
		101	0101	5
		110	0110	6
		111	0111	7
			1000	8
			1001	9
			1010	10
			1011	11
			1100	12
			1101	13
			1110	14
			1111	15

# Onaltı Sayı Tabanı

- \* Uzun ikili sayıları yazmak sıkıcı ve hataya açık hale gelir.
- \* Dört bitlik bir grup,  $2^4 = 16$  farklı durumu temsil eder.

$$2ED_{16} = 2 \times 16^2 + E \times 16^1 + D \times 16^0 = 749_{10}$$

Hexadecimal Digit	Decimal Equivalent	Binary Equivalent
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Hexadecimal Digit	Decimal Equivalent	Binary Equivalent
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

# Byte, Nibble

- \* Sekiz bitlik bir gruba bayt denir.
- \*  $2^8 = 256$  farklı durumu temsil eder.
- \* Bilgisayar belleklerinde depolanan nesnelerin boyutu genellikle bit yerine byte cinsinden ölçülür.
- \* Dört bit veya yarım bayttan oluşan bir gruba nibble denir.
- \*  $2^4 = 16$  olasılıktan birini temsil eder.
- \* Nibble'lar artık yaygın olarak kullanılan bir birim değil.

# Kelime (Word)

- \* Mikroişlemciler, verileri kelime adı verilen parçalar halinde işler.
- \* Bir kelimenin boyutu, mikroişlemcinin mimarisine bağlıdır.
- \* 2012 yılında çoğu bilgisayarda 64 bit işlemci vardı; bu da kelime uzunluğunun 64 bit olduğu anlamına gelir.
- \* Daha basit mikroişlemciler, özellikle tost makinesi gibi cihazlarda kullanılan mikrodenetleyicilerde, 8 veya 16 bit kelimeler kullanır.

# Kaynaklar

**\*Harris, David Money**

**Digital design and computer architecture 2013, 2nd ed.. edition**

**Harris, Sarah L. (Ed.) Morgan Kaufmann: Waltham, MA**

# **Uygulama Saati**

**Sayı Tabanları Arasında Dönüşümler  
Örnek Soru Çözümleri**