

MEHMET BURAK AYKENAR

Lisans: ODTÜ Elektrik-Elektronik Müh (2005-2011)

Master: TOBB ETÜ Bilgisayar Müh (2011-2013)

Doktora: Ankara Üni Elektrik-Elektronik Müh (2018-...)



2011-2021 TOBB ETÜ Bilgisayar Mühendisliği Asistan

2012-2022 Roketsan

2022-... Yongatek Microelectronics (Hacettepe Teknokent)



MİMCE kurumunda 3 dönem ‘VHDL ile FPGA Programlama’ kursu



Kurum içinde ‘VHDL ile FPGA Programlama’ kursu

YouTube'da “VHDL ile FPGA Programlama” serisi

BİL 265	Mantık Devresi Tasarımı ve Uygulamaları	Önkoşul: -	4 Kredi
---------	---	------------	---------

İkili sistemler. Kodlar. Boole Cebri. Sayısal Mantık Kapıları. Fonksiyonlarının sadeleştirilmesi. Birleşimsel Mantık. Ardışılı Eşzamanlı Mantık. Sayıcılar. Tasarım problemleri. Tümdevre katalog bilgilerinin okunması ve laboratuvar ekipmanının tanınması. Boole fonksiyonlarının kapı devreleri kullanarak gerçeklenmesi, basitleştirilmesi. Kapılar, kombinasyonal mantık devreleri (çoğullayıcılar ve kod çözüçüler) ile fonksiyon gerçekleme. Flip-floplar, kaydırımlı kaydediciler ve sayıcılar. Osilatör gerçekleme.

BİLKENT– CS 223 – 2. Sınıf | Digital Design

COURSE CONTENTS

Number systems, Binary numbers, Logic levels, transistors, gates, Boolean expressions. Combinational logic: Boolean algebra, simplification of Boolean expressions. Logic minimization with Karnaugh maps, don't-care conditions. Introduction to SystemVerilog. Combinational building blocks, multiplexers, decoders, propagation delays. SystemVerilog modeling. Sequential logic: SR latch, D-latch, D flip-flop, synchronous sequential circuits. Finite State Machine (FSM) design, Moore and Mealy models, state encodings, timing of sequential circuits. SystemVerilog modeling of sequential circuits. Signed numbers, Adders, ALU, comparators. Registers, register files. Counters, timers. High level state machines (HLSM), RTL design, RAM, ROM. FPGA, introduction to general purpose processor architecture.

BİLKENT– EE 102 – 1. Sınıf | Introduction to Digital Circuit Design

Number systems and conversions, data representation, analysis and design of combinational logic circuits, Boolean algebra, logic gates, minimization techniques, HDL, sequential logic, flip-flops, registers, clocked circuits, clock generation, counters, shift registers, arithmetic circuits. *Credit units:*

BİLKENT– EE 314 – 3. Sınıf | Digital Electronics

MOSFET digital inverters (VTC & Transients). Principles of CMOS circuits and logic layout design. CMOS Gate Circuits and the Analysis. Junction diodes, switching transient, and diode digital circuits. BJT switching transient & Charge-control analysis. Digital DTL & TTL Gate Circuits. ECL, Schottky) I2L, ?? Bi-CMOS Gates. Regenerative Logic Circuits. Semiconductor Memories and the Circuit Analysis. Sample and Hold Circuits and Data Converters. *Credit units: 4 ECTS Credit*

ODTÜ – EE 348 – 3. Sınıf | Introduction to Logic Design

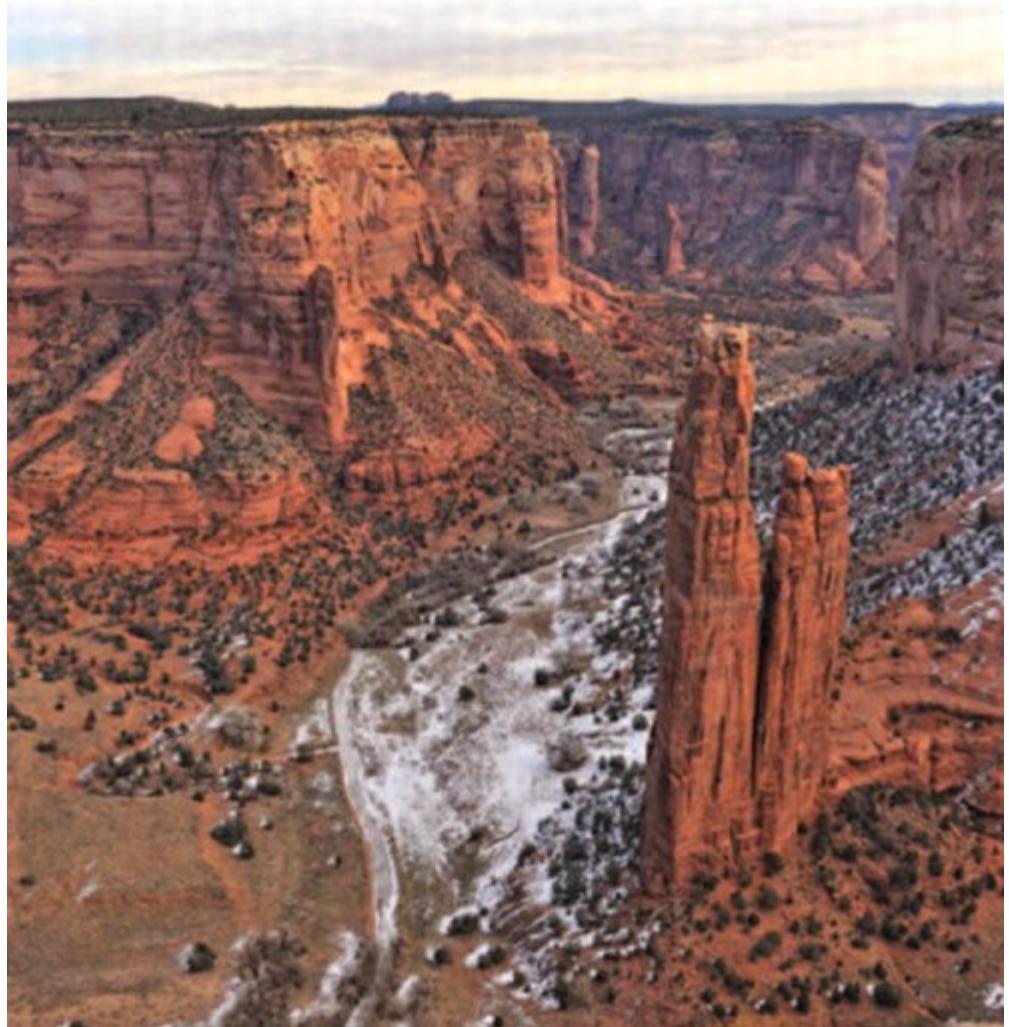
- Introduction, numbers systems
- Signed arithmetic, Boolean Algebra
- Operator precedence, standard forms
-
- Simplification of Boolean functions, Karnaugh Map
- Karnaugh Map, 2-level implementations
- Design of combinational circuits
- MSI circuits
- MSI circuits (Decoders, MUX, etc)
- Basic FFs, analysis of synchronous sequential ccts
- Design of synchronous sequential ccts
- Design of synchronous sequential ccts
- Registers, serial mode of operation
- Counters
- Timing seq., memory unit

DIGITAL DESIGN

With An Introduction to the Verilog HDL

FIFTH EDITION

M. MORRIS MANO | MICHAEL D. CILETTI



TOBB ETÜ
Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Digital Design and Computer Architecture

RISC-V Edition



Sarah L Harris
David Money Harris

İlk 4 Chapter



Mantık Devresi Tasarımı

54 videos • 105,411 views • Last updated on Nov 16, 2021



Oğuz Ergin

SUBSCRIBED



- 1  **Taban Aritmetiği**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **34:27**
- 2  **Sayısal Sistemlerde Eksi Sayılar**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **17:45**
- 3  **IEEE 754 ile Ondalıklı Sayıların Gösterilmesi**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **26:23**
- 4  **Sayısal Sistemlerde Sayı Gösterimleri Örnek Çözümü**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **13:08**
- 5  **Transistörler ve Mantık Kapıları**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **19:51**
- 6  **Boole Cebiri**
Prof. Dr. Oğuz Ergin **43:50**

- 10 proje + 35 Ara Sınav (265. ara sınavı) + 55 Final (264) + 2 Ödev (15)
- 10 proje + 15 1. ara sınav + 20 2. ara sınav + 55 Final (265) + 4 Ödev (15)
- 45 Ara Sınav (265 1. ara sınav (LAB)) + 55 Final (264L) + 2 Ödev (15)

BİL265 = BİL264 + BİL264L

DERS PROGRAMI – GÜN VE SAATLER

SALI 11:30 – 13:30
DERS ANLATIMI

BİL 265.1
81002293866

BİL 264.1
88342578270

BİL 265.1
81002293866

BİL 264.1
88342578270

**İlk 2 hafta lab yok ders
anlatımı olacak yerine**

PERŞEMBE 16:30 – 18:30
LAB ÇALIŞMASI

BİL 264L.1
ID Bekleniyor.

BİL 265.1
ID Bekleniyor.

BİL 264L.1
ID Bekleniyor.

BİL 265.1
ID Bekleniyor.

CUMA 08:30 – 10:30
DERS ANLATIMI

BİL 265.1
ID Bekleniyor.

BİL 264.1
ID Bekleniyor.

BİL 265.1
ID Bekleniyor.

BİL 264.1
ID Bekleniyor.

DERS PROGRAMI – GÜN VE SAATLER



Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:30 - 09:20	-	-	-	-	BİL 265-1 Derslik : Online010 BİL 264-1 Derslik : Online005	-	-
09:30 - 10:20	-	-	-	-	BİL 264-1 Derslik : Online005 BİL 265-1 Derslik : Online010	-	-
10:30 - 11:20	-	-	-	-	-	-	-
11:30 - 12:20	-	BİL 264-1 Derslik : Online006 BİL 265-1 Derslik : Online011	-	-	-	-	-
12:30 - 13:20	-	BİL 265-1 Derslik : Online011 BİL 264-1 Derslik : Online006	-	-	-	-	-
13:30 - 14:20	-	-	-	-	-	-	-
14:30 - 15:20	-	-	-	-	-	-	-
15:30 - 16:20	-	-	-	-	-	-	-
16:30 - 17:20	-	-	-	BİL 265-1 Derslik : Online012 BİL 264L-1 Derslik : Online001	-	-	-
17:30 - 18:20	-	-	-	BİL 264L-1 Derslik : Online001 BİL 265-1 Derslik : Online012	-	-	-
18:30 - 19:20	-	-	-	-	-	-	-
19:30 - 20:20	-	-	-	-	-	-	-
20:30 - 21:20	-	-	-	-	-	-	-
21:30 - 22:20	-	-	-	-	-	-	-

DERS KAYDI OLACAK MI? YAYINLANACAK MI?

DERSLERİ KAYDEDECEĞİM

DURUMA GÖRE YOUTUBE YA DA BAŞKA BİR ORTAMDA PAYLAŞACAĞIM

AMA GARANTİ VEREMİYORUM, TEKNİK AKSAKLIK OLABİLİR, BÖLÜM YA DA
OKUL İZİN VERMEYEBİLİR VS.

YÜZ YÜZE HİÇ DERS OLMAYACAK MI?



TOBB ETÜ
Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

DERSİ ALAN SAYISI ÇOK OLDUĞU İÇİN ONLİNE OLMAK ZORUNDA KALDI

FAKAT ARA SIRA (Örn. 2 haftada bir) DERSİN SAATLERİ DIŞINDA OKULA
GELECEĞİM

MAİL İLE GELECEĞİM SAATLERİ 1-2 GÜN ÖNCEDEN HABER VERİRİM

GELDİĞİMDE YÜZ YÜZE GÖRÜŞEBİLİR TANIŞABİLİR VE SORULARINIZ VARSA
CEVAPLAYABİLİRİM

maykenar@etu.edu.tr

Linkedin:

Mehmet Burak
AYKENAR

Tahmini Ders İçeriği (Tentative Course Schedule – Syllabus)

- 1. Hafta:** Sayısal Sinyaller/Sistemler, İkilik Tabanda Sayılar, Taban Aritmetiği, İşaretli/Eksi Sayıların Gösterimi, Sayısal Tasarım Tarihçesi
- 2. Hafta:** İkili Mantık Aritmetiği ve Kapıları, Bool Cebiri Teorisi ve Tanımları, Bool Fonksiyonları, Kapı-Seviyesinde Yalınlaştırma, Karnough Haritası, Önemsenmeyen Durumlar, NAND, NOR, XOR
- 3-4. Hafta:** Birleşik (Combinational) Devreler, Aritmetik Modüller, Decoder, Encoder, Mux, Verilog HDL
Lab Sınavı
- 5-6. Hafta:** Ardışık (Sequential) Devreler, Mandal (Latch), Flip-Flop, Zamanlama (Timing)
Proje Duyurusu
- 7. Hafta:** Durum Makinaları, Örnek Tasarımlar
- 8. Hafta:** Yazmaçlar (Registers), Sayaçlar (Counters)
Ara Sınav
- 9. Hafta:** Bellekler, FPGA'da Block RAM, OpenRAM
- 10. Hafta:** RTL (Register Transfer Level) ASMD (Algorithmic State Machine and Datapath) Tasarımları
- 11-12. Hafta:** Boru hattı, FPGA ve ASIC Tasarım Akışları
Final – Proje Teslimleri

PIAZZA BİL 265/264/264L Q & A Resources Statistics Manage Class Mehmet Burak Aykenar

LIVE Q&A Drafts hw1 hw2 hw3 hw4 hw5 hw6 hw7 hw8 hw9 hw10 project exam logistics other

Unread Updated Unresolved Following

New Post Search or add a post...

Show Actions

PINNED

■ Private **Search for Teammates!** 9/12/22

YESTERDAY

■ Instr **Welcome to Piazza!** 9/12/22
Merhaba Arkadaşlar, TOBB ETÜ Mantıksal Devre Tasarımı ile ilgili 3 ders (BİL265, BİL264, BİL264L) dosya paylaşımları, mes

■ Private **Introduce Piazza to your stu...** 9/12/22

■ Private **Get familiar with Piazza** 9/12/22

■ Private **Tips & Tricks for a successf...** 9/12/22

Welcome to Piazza! 9/12/22
Piazza is a Q&A platform designed to get you great answers from classmates and instructors fast. We've put together thi

We're asking you to make a financial contribution if Piazza has delivered value to you this term ([Why am I seeing this?](#))

You are seeing this prompt because your school has not purchased a Piazza enterprise license (administrators, [click here to obtain a license](#)). Contributions from users like yourself allow us to continue offering an unpaid version of Piazza. If Piazza has delivered value to you, take a minute to make a financial contribution. This prompt goes away for the remainder of the term after you've made a contribution. If you are one of our contributors, we thank you.

\$1 **\$2** **\$3**

Payment Terms: By clicking to contribute, you authorize Piazza to charge your payment method and agree that your use of and access to the Piazza Service will be governed by these Payment Terms, in addition to Piazza's Terms of Service. In the event of a conflict between these Payment Terms and the Terms of Service, these Payment Terms shall govern.

Class at a Glance Updated 0 seconds ago. Reload Go to Live Q&A

no unread posts license status contribution-supported

no unanswered questions 6 total posts

no unanswered followups 6 total contributions

0 instructors' responses

0 students' responses

n/a avg. response time

Student Enrollment 31 enrolled out of 250 (estimated) Edit

Download us in the app store:  

 Kontrol paneli

 Site ana sayfası

 Takvim

 Kişisel dosyalar

 Derslerim



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

İletişimde kalın

TOBB ETÜ

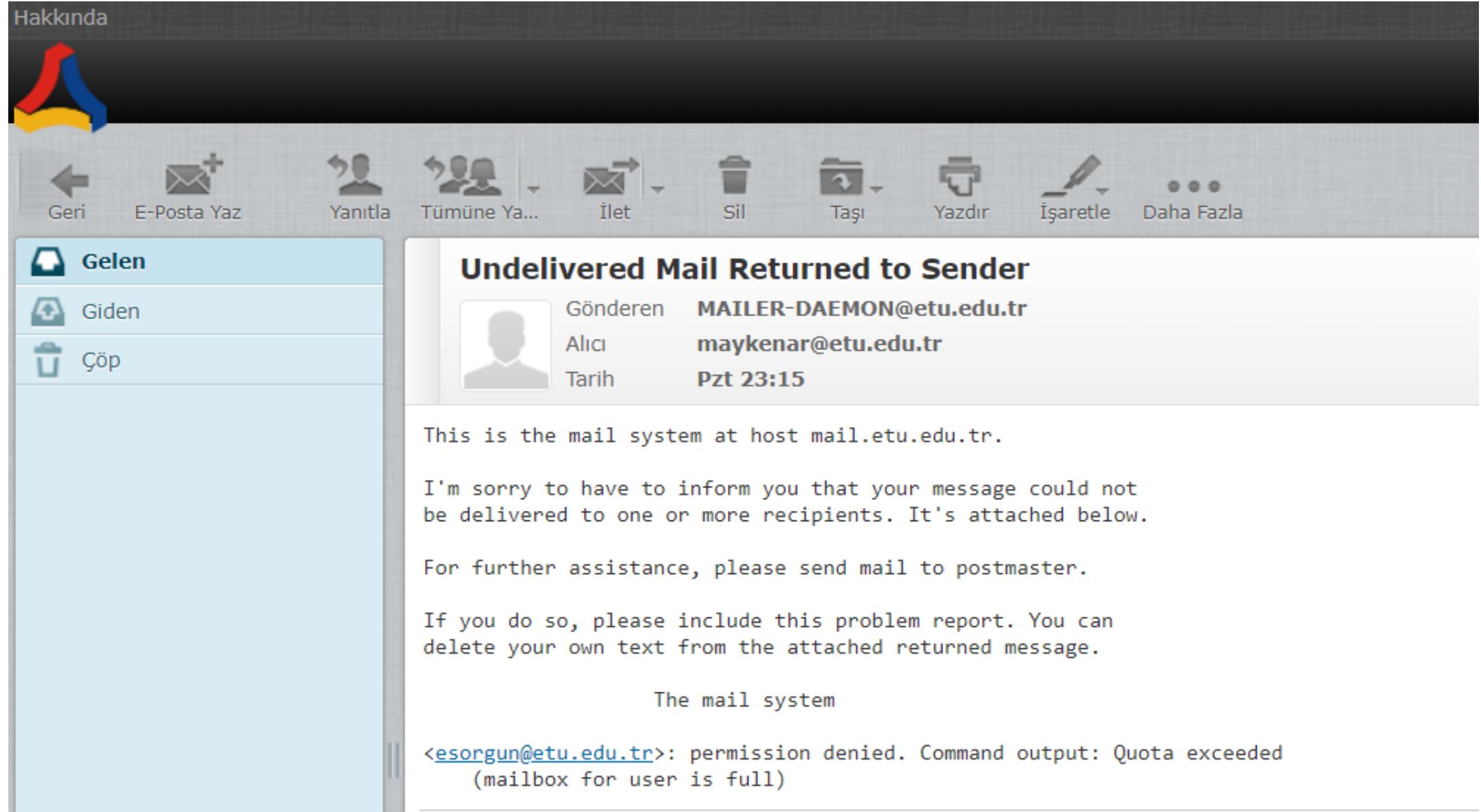
 <https://uzak.etu.edu.tr>

 +90 (312) 292-4000

 uzak@etu.edu.tr

Data retention summary
Policies

Hakkında



The screenshot shows a Microsoft Outlook-style email client interface. The ribbon bar at the top has a dark grey background with white text. The "Hakkında" tab is selected. Below the ribbon is a toolbar with icons for Back (Geri), New Mail (E-Posta Yaz), Reply (Yanıtla), Forward (Tümüne Ya...), Send (İlet), Delete (Sil), Move (Taşı), Print (Yazdır), Signature (İşaretle), and More (Daha Fazla). On the left, a sidebar menu shows "Gelen" (Received) as the active tab, followed by "Giden" (Sent) and "Çöp" (Trash). The main pane displays an error message titled "Undelivered Mail Returned to Sender". It includes recipient information: "Gönderen: MAILER-DAEMON@etu.edu.tr", "Alicı: maykenar@etu.edu.tr", and "Tarih: Pzt 23:15". The message body contains the following text:

This is the mail system at host mail.etu.edu.tr.

I'm sorry to have to inform you that your message could not be delivered to one or more recipients. It's attached below.

For further assistance, please send mail to postmaster.

If you do so, please include this problem report. You can delete your own text from the attached returned message.

The mail system

<esorgun@etu.edu.tr>: permission denied. Command output: Quota exceeded (mailbox for user is full)

Gmail

Oluştur

Gelen Kutusu

Yıldızlı

Ertelenenler

Önemli

Gönderilmiş Postalar

Taslaklar 1

Spam

Kategoriler

Diğer

Etiketler +

Asistanlık

Deleted Items

GEM5

Ayarlar

Genel Etiketler Gelen Kutusu **Hesaplar ve İçe Aktarma İşlemi** Filtreler ve Engellenen Adresler Yönlendirme ve POP/I

Çevrimdışı Temalar

Hesap ayarlarını değiştir:

- Şifreyi değiştir
- Şifre kurtarma seçeneklerini değiştir
- Diger Google Hesabı ayarları

Gmail ürününi iş amaçlı kullanıyo musunuz?

İşletmeler Google Workspace ile, adiniz@example.com e-posta hesabından, daha fazla yararlanabilir. [Daha fazla bilgi edinin](#)

Postaları ve kişileri içe aktar:

- Daha fazla bilgi edinin**
- Postaları ve kişileri içe aktar**

Postaları şu adresden gönder:

- (Diğer e-posta adreslerinizden göndermek için Gmail ürünü kullanın)
- Burak a <aykenar.burak@gmail.com>**
- Bir e-posta adresi daha ekle**

Diğer hesaplardaki postaları kontrol et:

- Daha fazla bilgi edinin**
- maykenar@etu.edu.tr (POP3)**
- Son kontrol: 46 dakika önce. [Geçmiş görsütle](#) [Şimdi postaları kontrol et](#)
- Posta hesabı ekle**

Ders çok kolay !!!

Gerçekten !!!



*Gezdim Halep ile Şam’ı
Eyledim ilmi talep
Meğer ilim bir hiç imiş
illa edep, illa edep!*

“İnsanlar içinde eğitilmiş kişinin (edîb) eğitimle (te’dîb) kazandığı durum” (Zebidi – ö.1791)

“Ona sahip olan kişiyi küçük düşürücü durumlardan koruyan meleke” (Muhammed b. Tayyib el-Fâsî – ö.1773)

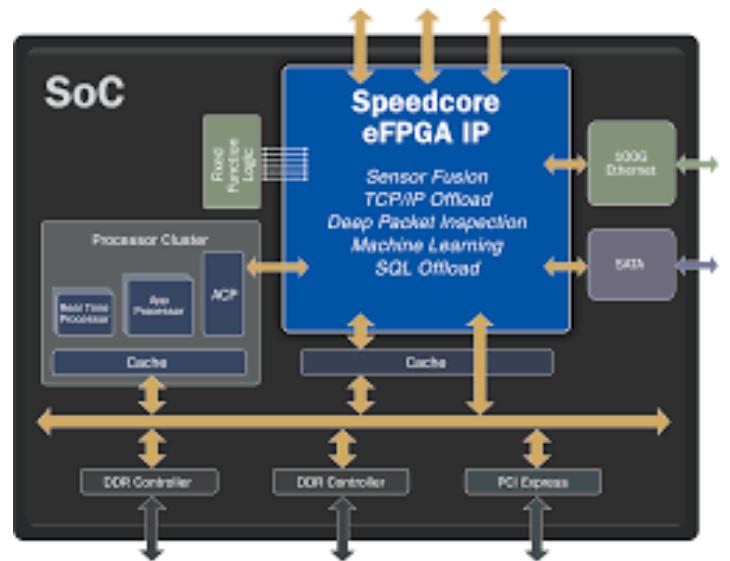
“The person who says he knows what he thinks but cannot express it usually does not know what he thinks” (Mortimer Adler – ö.2001)

Bu dersi öğrenince ne olacak?

Gerçek hayatı!? ne işimize yarayacak?

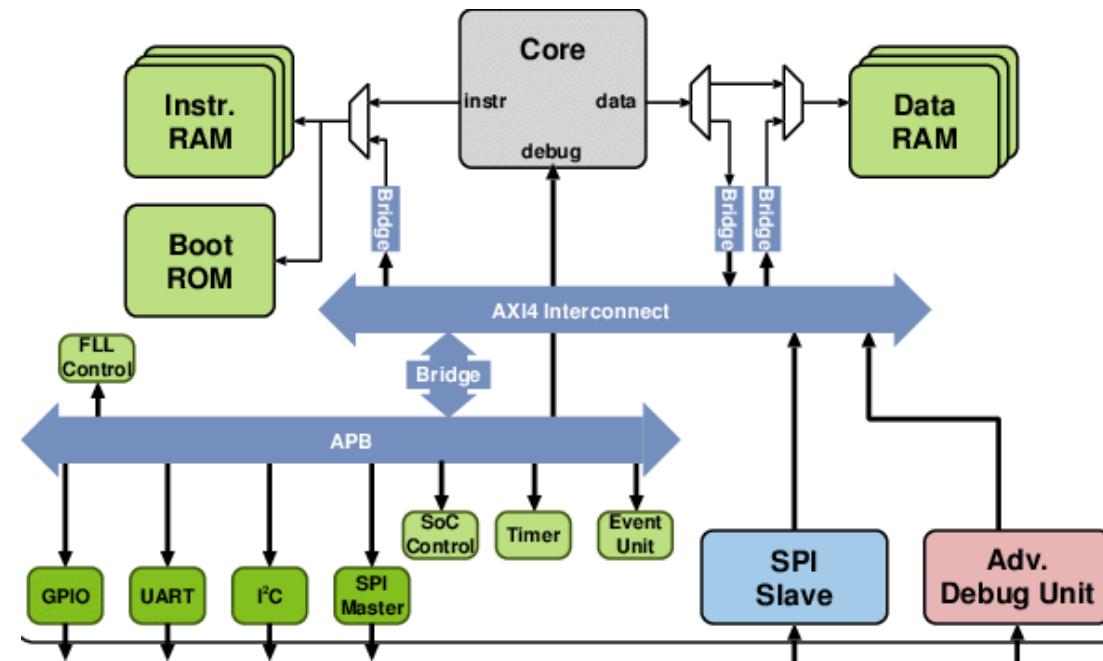


FPGA Sayısal Tasarım

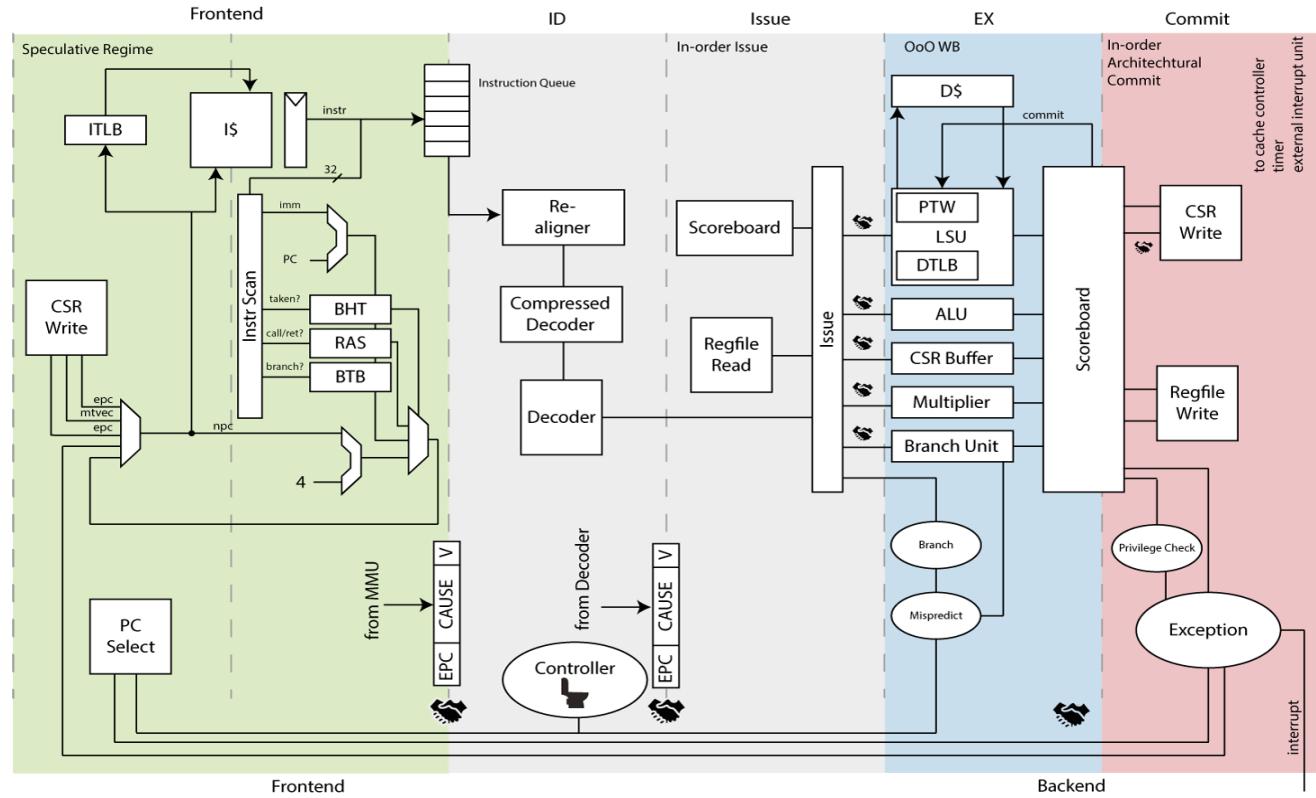


RTL Tasarım: HDLs → Verilog, VHDL, SystemVerilog

CPU – SoC Mimarileri



Pulpino SoC: ETH Pulp Team

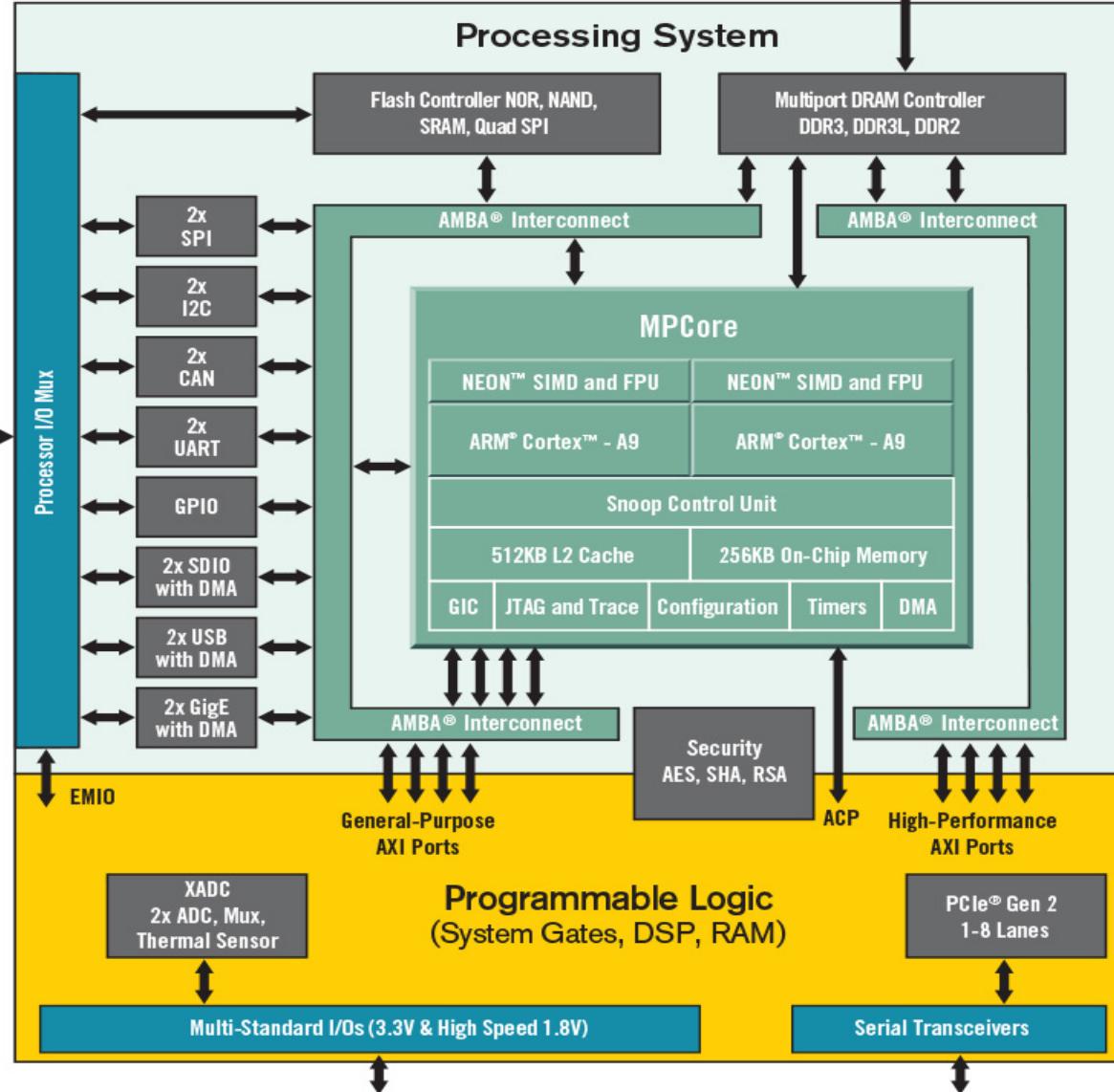


CVA6 RISC-V CPU: OPENHWGROUP

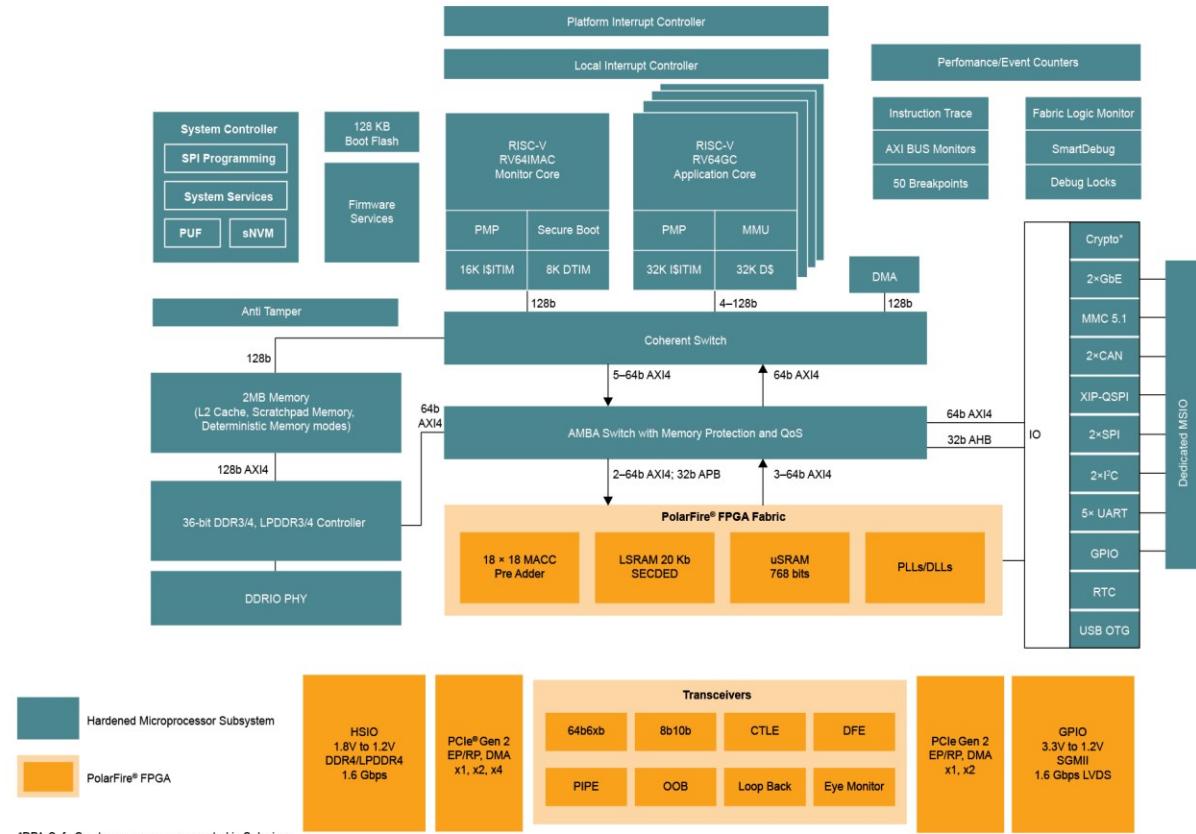
KASIRGA'YA TEBRİKLER !!!



CPU – SoC Mimarileri

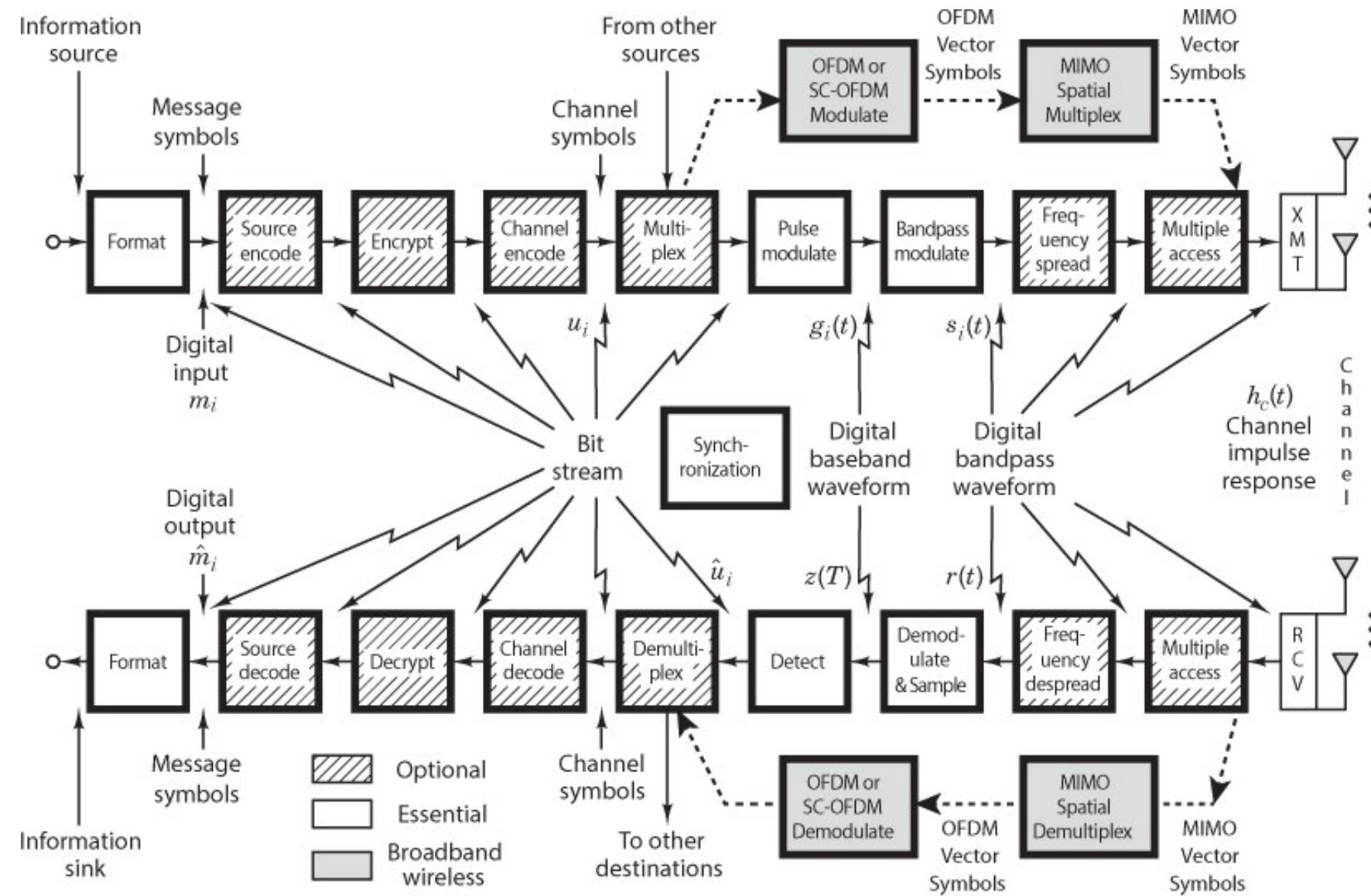


PolarFire® SoC Block Diagram

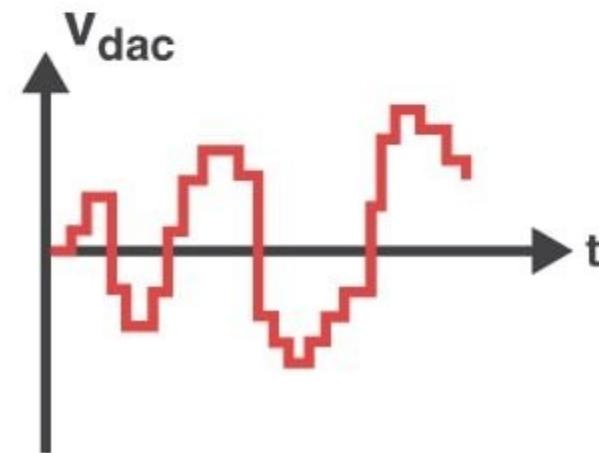
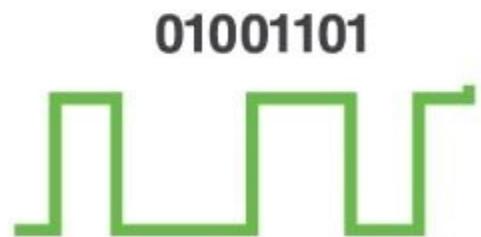
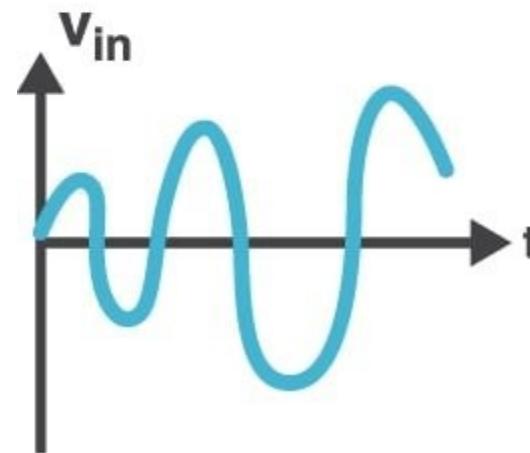


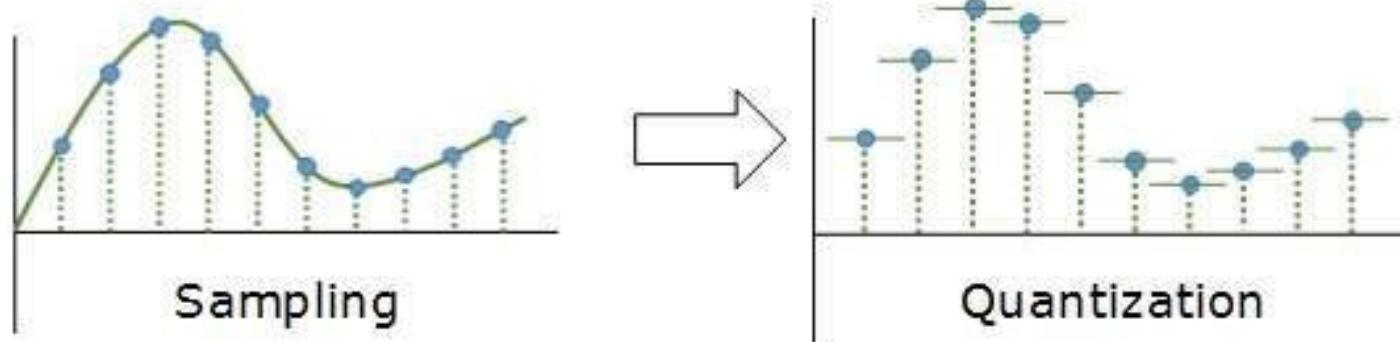
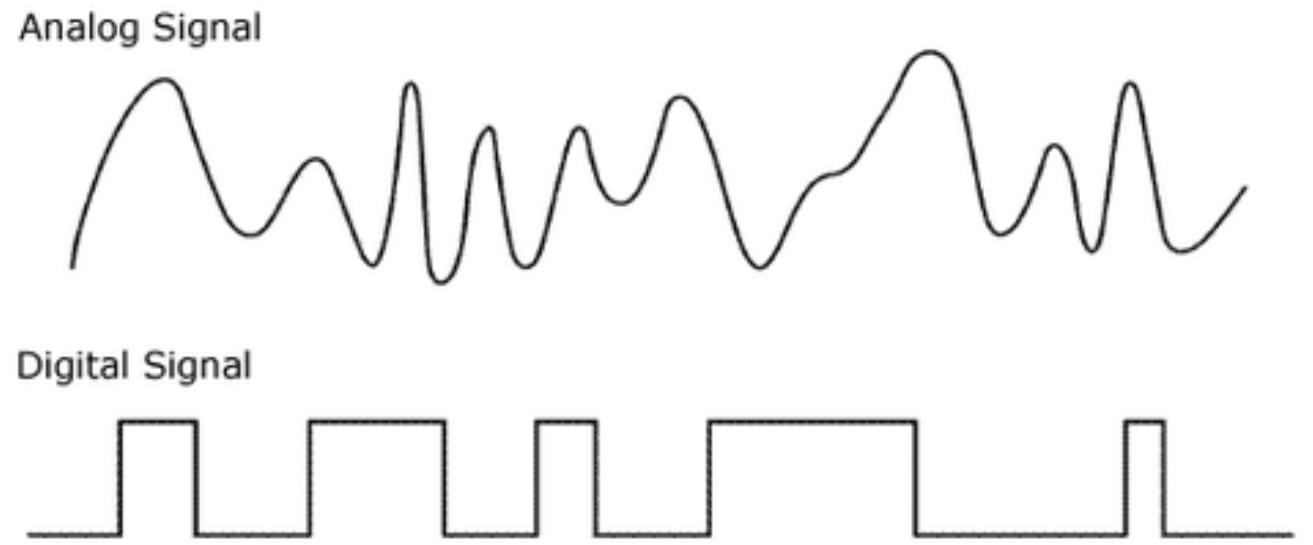
MICROCHIP POLARFIRE SoC

Sayısal Haberleşme (Digital Communication)



Sayısal Sinyal İşleme (Digital Signal Processing)





Digital vs Analog Sinyaller

Tabiattaki hemen her sinyal analog şekilde bulunur.

Bu sinyaller ADC ile sayısal forma dönüştürülür.

ADC:

Örnekleme (Sampling)

Quantization (Nicemleme)

<https://www.analog.com/en/product-category/analog-to-digital-converters.html>

Precision and General Purpose ADC Finder

High-Speed ADC Finder

Resolution (Bits)	ADC Throughput Rate (SPS)						Resolution (Bits)	ADC Throughput Rate (SPS)				
	<1K	1 - 100k	100 - 250k	250 - 500k	500k - 1M	1M - 20M		10 - 50M	50 - 100M	100 - 250M	250M - 1G	>1G
21 - 32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	>/=16	✓	✓	✓	✓	✓
17 - 20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14 - 15	✓	✓	✓	✓	✓
14 - 16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12 - 13	✓	✓	✓	✓	✓
8 - 13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	</=11	✓	✓	✓	✓	✓

Bazı sinyaller ise tabiatı gereği sayısal formda bulunurlar:

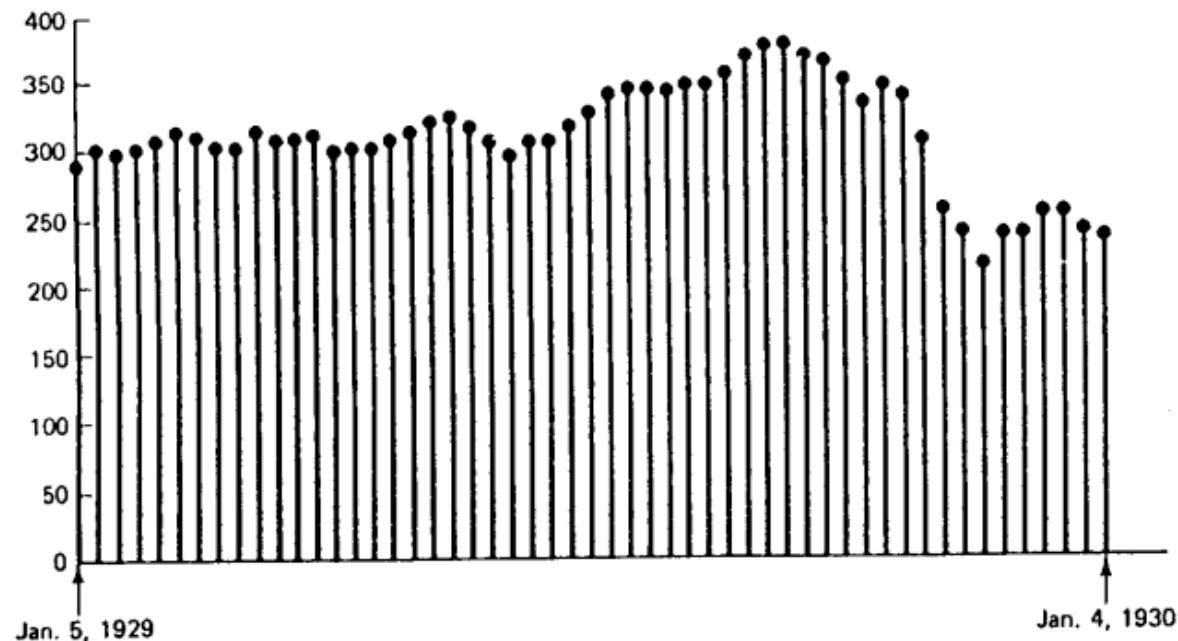


Figure 2.4 An example of a discrete-time signal: the weekly Dow-Jones stock market index from January 5, 1929 to January 4, 1930.

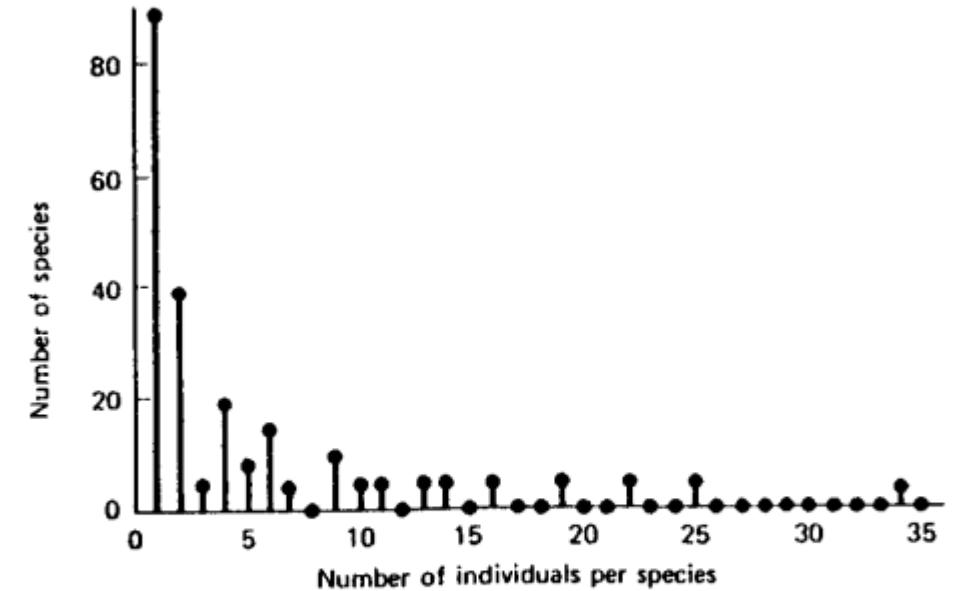
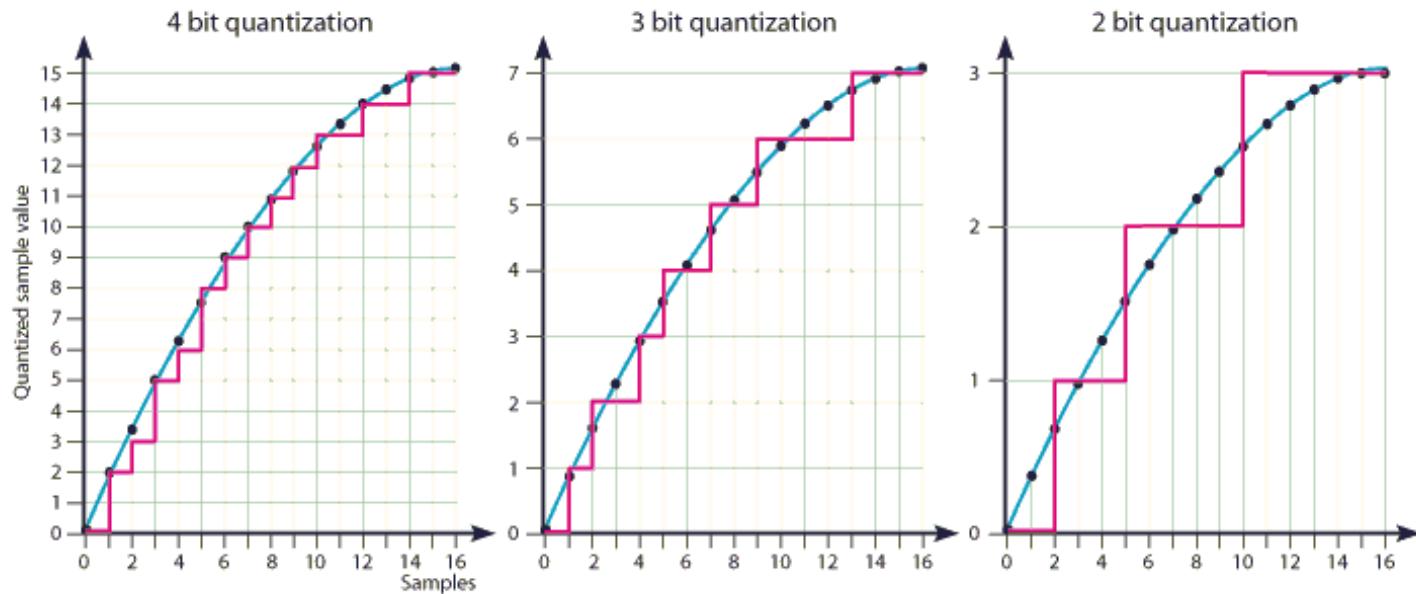


Figure 2.5 Signal representing the species-abundance relation of an ecological community. [Adapted from E. C. Pielou, *An Introduction to Mathematical Ecology* (New York: Wiley, 1969).]

Örnekleme – Nicemleme (Sampling & Quantization)



256x256
256 gray levels



128x128



64x64



32x32

Örnekleme



16 gray levels



8 gray levels



4 gray levels



Binary Image

Nicemleme

Taban (Base) Nedir?

Base : Temel, taban (ing. foundation)

Radix : Kök, temel (ing. root) – Radical: Kökten, temelden – Örn. Radikal Değişim

İnsanlık tarihi: 10'luk taban (decimal) – 10 parmak

Decimal: Onluk (Lat. Decimus)

Latince: 1-10

Unus(1), Duo(2), Tres(3), Quattuor(4), Quinque(5), Sex(6), Septem(7), Octo(8),
Novem(9), Decem(10)

10'luk Taban

10864 | $(10864)_{10}$

$$1*10^4 + 0*10^3 + 8*10^2 + 6*10^1 + 4*10^0 = \\ 10000 + 0 + 800 + 60 + 4$$

10864

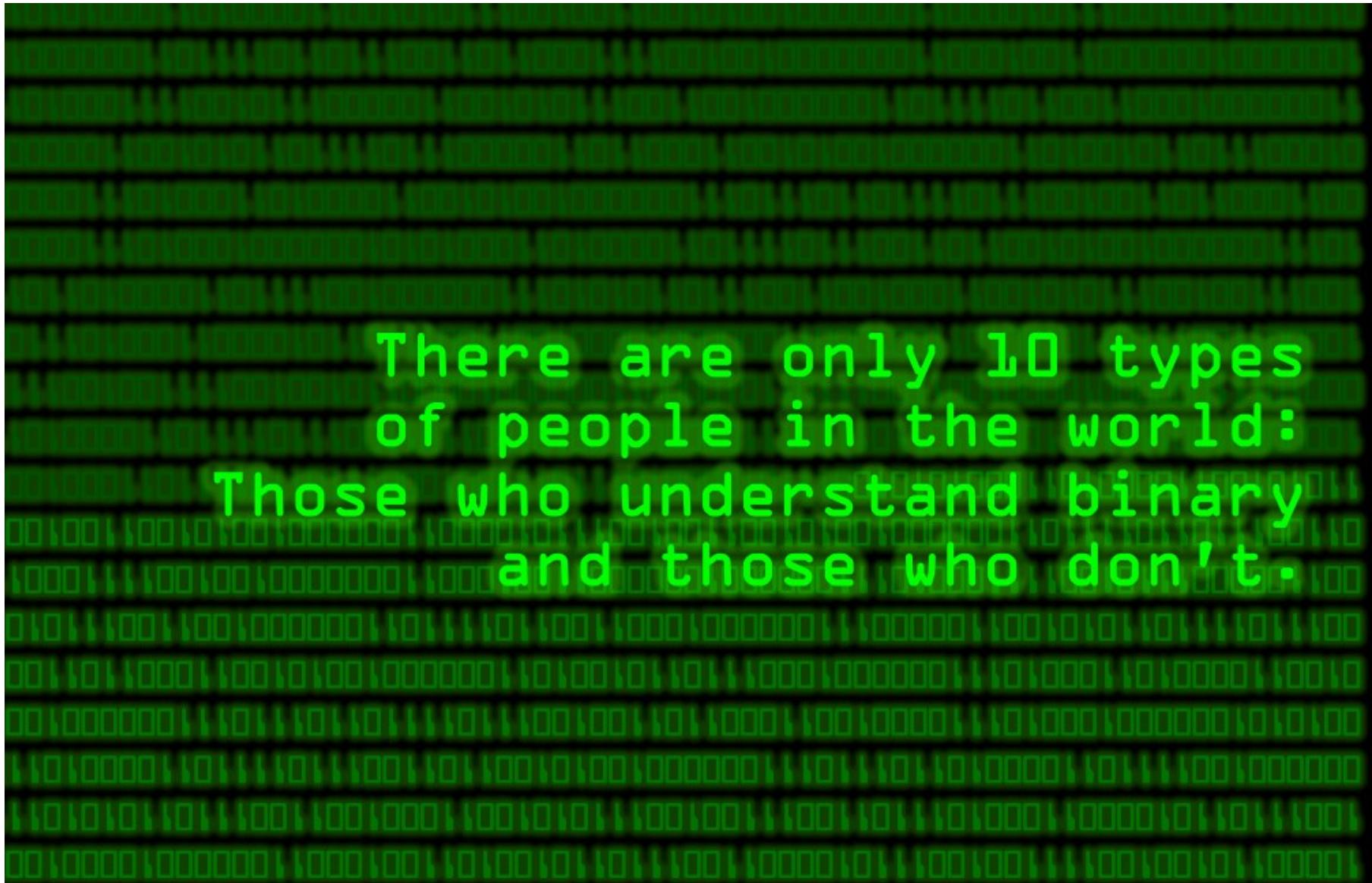
10'luk taban kümesi: {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}

N taban kümesi: {0,1,...,N-1}

Ondalıklı sayılar ve genel kuram:

$$a_5a_4a_3a_2a_1a_0 \cdot a_{-1}a_{-2}a_{-3}$$

$$10^5a_5 + 10^4a_4 + 10^3a_3 + 10^2a_2 + 10^1a_1 + 10^0a_0 + 10^{-1}a_{-1} + 10^{-2}a_{-2} + 10^{-3}a_{-3}$$



2'lük Taban

$(11001)_2$

$$1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 =$$

$$16 + 8 + 0 + 0 + 1$$

$(25)_{10}$

Ondalıklı sayılar ve genel kuram:

$$(11010.11)_2 = (?)_{10}$$

$$1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 26.75$$

Genel Taban Kuralları ve Örnekler

$$a_n \cdot r^n + a_{n-1} \cdot r^{n-1} + \dots + a_2 \cdot r^2 + a_1 \cdot r + a_0 + a_{-1} \cdot r^{-1} \\ + a_{-2} \cdot r^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot r^{-m}$$

$$(4021.2)_5 = 4 \times 5^3 + 0 \times 5^2 + 2 \times 5^1 + 1 \times 5^0 + 2 \times 5^{-1} = (511.4)_{10}$$

$$(127.4)_8 = 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = (87.5)_{10}$$

$$(B65F)_{16} = 11 \times 16^3 + 6 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = (46,687)_{10}$$

Hex karakterler : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

Örnek Gösterim

: 0x35 → 0011 0101 (8-bit = 1 byte)

: 0x13AF → 0001 0011 1010 1111 (16-bit / 1 word)

: 0xA7D394FB → 1010 0111 1101 0011 1001 0100 1111 1011 (32-bit / 1 word)

Taban Dönüşümü (Base Conversion)

$$(11001)_2 = (?)_{10}$$

$$1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 =$$

$$16 + 8 + 0 + 0 + 1$$

$$(25)_{10}$$

$$(25)_{10} = (?)_2$$

Sayı	Bölüm	Kalan	Bit Değer	Bit Sıra
25	12	1	1	0
12	6	0	0	1
6	3	0	0	2
3	1	1	1	3
1	0	1	1	4

25'e en yakın 2'nin üssel değeri: $2^4 = 16$, $25-16=9$

9'a en yakın 2'nin üssel değeri: $2^3 = 8$, $9-8=1$

1'e en yakın 2'nin üssel değeri: $2^0 = 1$

$$1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 11001$$

Taban Dönüşümü (Base Conversion)

$$(25)_{10} = (?)_2$$

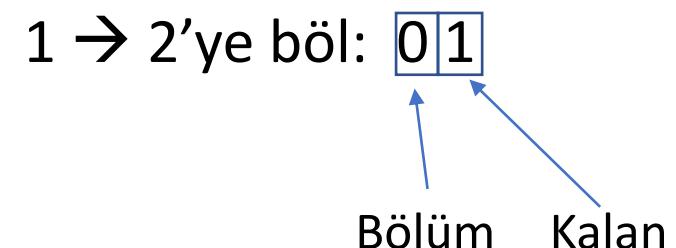
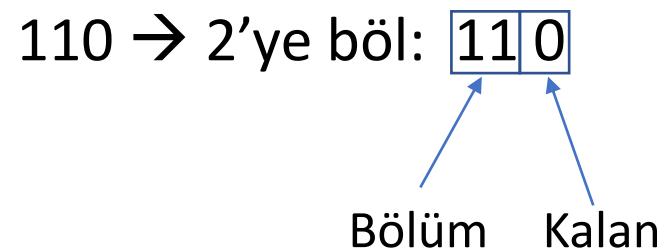
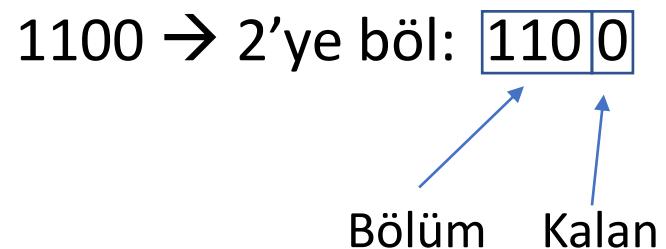
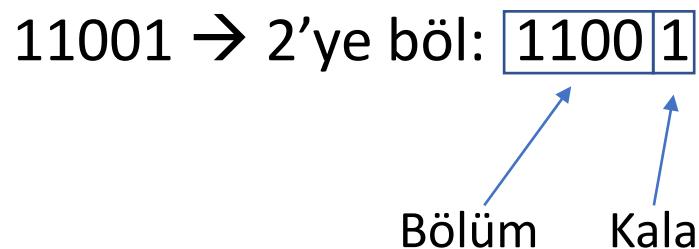
Sayı	Bölüm	Kalan	Bit Değer	Bit Sıra
25	12	1	1	0
12	6	0	0	1
6	3	0	0	2
3	1	1	1	3
1	0	1	1	4

25'e en yakın 2'nin üssel değeri: $2^4 = 16$, $25-16=9$

9'a en yakın 2'nin üssel değeri: $2^3 = 8$, $9-8=1$

1'e en yakın 2'nin üssel değeri: $2^0 = 1$

$$1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 11001$$



Taban Dönüşümü (Ondalıklı Sayılar)

$$(11010.11)_2 = (?)_{10}$$

$$1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 26.75$$

$$(0.6875)_{10} = (?)_2$$

Sayı	Çarpım	Elde	Bit Değer	Bit Sıra
0.6875	0.375	1	1	-1
0.375	0.75	0	0	-2
0.75	0.5	1	1	-3
0.5	0	1	1	-4

Ondalıklı kısmı için sürekli 2 ile çarp, elde değeri bit değerini ifade eder. Bit sırası -1,-2,... şeklindedir. Çarpım '0' olana kadar devam et.

$$(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$$

Taban Dönüşümü (Base Conversion)

$$(0.6875)_{10} = (?)_2$$

Sayı	Çarpım	Elde	Bit Değer	Bit Sıra
0.6875	0.375	1	1	-1
0.375	0.75	0	0	-2
0.75	0.5	1	1	-3
0.5	0	0	1	-4

Ondalıklı kısmı için sürekli 2 ile çarp, elde değeri bit değerini ifade eder. Bit sırası -1,-2,... şeklindedir.
Çarpım '0' olana kadar devam et.

$$(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$$

$$0.1011 \rightarrow 2 \text{ ile çarp: } \boxed{1.011}$$

$$1.011 \rightarrow 2 \text{ ile çarp: } \boxed{10.11}$$

$$10.11 \rightarrow 2 \text{ ile çarp: } \boxed{101.1}$$

$$101.1 \rightarrow 2 \text{ ile çarp: } \boxed{1011}$$

İkilik tabanda

Sola kaydırma \rightarrow 2 ile çarpma
Sağa kaydırma \rightarrow 2'ye bölme

Onluk tabanda

Sola kaydırma \rightarrow 10 ile çarpma
Sağa kaydırma \rightarrow 10'a bölme

Taban Dönüşümü (Ondalıklı Sayılar)

$$(0.513)_{10} = (?)_8$$

Sayı	Çarpım	Elde	Bit Değer	Bit Sıra
0.513	0.104	4	4	-1
0.104	0.832	0	0	-2
0.832	0.656	6	6	-3
0.656	0.248	5	5	-4
0.248	0.984	1	1	-5
0.984	0.872	7	7	-6
0.872

Ondalıklı kısmı için sürekli 8 ile çarp, elde değeri bit değerini ifade eder. Bit sırası -1,-2,... şeklindedir. Çarpım '0' olana kadar devam et.

$$(0.513)_{10} = (0.406517 \dots)_8$$

Buradaki problemde 8'lik tabanda hala elde 0'a ulaşamadı (converge). Bu sonsuza kadar gidebilir.

Bilgisayarlarda ikilik sistem (binary) kullanılıyor ve her bir bit bir FF'a kaydediliyor. FF sayısı sınırlı olduğundan, devrede bu sayı için ayrılmış alan kadar bitle ifade edilebilir.

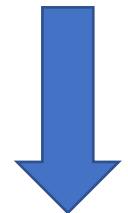
Taban Dönüşümü (Ondalıklı Sayılar)

$$(0.513)_{10} = (?)_2$$

Sayı	Çarpım	Elde	Bit Değer	Bit Sıra
0.513	0.026	1	1	-1
0.026	0.052	0	0	-2
0.052	0.104	0	0	-3
0.104	0.208	0	0	-4
0.208	0.416	0	0	-5
0.416	0.832	0	0	-6
0.832	0.664	1	1	-7
0.664	0.328	1	1	-8

Eğer ondalıklı kısmı için 8-bit ayrıldıysa 8 kere iterasyon devam ettirilir.

$$(0.513)_{10} = (0.10000011)_2$$



$$(0.10000011)_2 = (0.51171875)_{10}$$

Bilgi kaybı yaşandı!

Eğer ondalıklı kısmı için sadece 4-bit ayrılmış olsaydı 0.513 sayısı ancak 0.5 olarak ifade edilebilecekti!

Sabit Noktalı x Kayan Noktalı (Fixed-Point vs Floating Point)

$$(326.513)_{10} = (?)_2$$

Sabit-Noktalı Gösterim: Tamsayı ve ondalıklı sayılar için sabit uzunlukta yer (bit) ayrılmıştır. Sayının tamsayı ya da ondalıklı sayı kısmının büyüklüğü, bu sabit uzunluğu değiştirmez. Örnek olarak tamsayı 10, ondalıklı 8 bit olursa:

$$(326.513)_{10} = (0101000110.10000011)_2$$

Kayan-Noktalı Gösterim: Tamsayı ve ondalıklı sayılar için sabit uzunlukta yer (bit) ayrılmamıştır. Sayının tamsayı ve ondalıklı kısımlarına göre noktanın yeri değişir, kayar. Bilgisayarlarda ondalıklı sayıları ifade edebilmek için IEEE-754 Single Precision ve Double Precision standartları oluşturulmuştur.

Single Precision : 32-bit

Double Precision : 64-bit

IEEE-754 standard hakkında detaylı bilgi Bil-361 Bilgisayar Mimarisi dersinde anlatılmaktadır

IEEE 754 – Floating Point Gösterimi

IEEE 754 Converter (JavaScript), V0.22

	Sign	Exponent	Mantissa
Value:	+1	2^8	1.2754414081573486
Encoded as:	0	135	2310570
Binary:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
You entered	326.513		
Value actually stored in float:	326.51300048828125		
Error due to conversion:	4.8828125E-7		
Binary Representation	01000011101000110100000110101010		
Hexadecimal Representation	0x43a341aa		

IEEE 754 Converter (JavaScript), V0.22

	Sign	Exponent	Mantissa
Value:	+1	2^{18}	1.2435932159423828
Encoded as:	0	145	2043408
Binary:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
You entered	326000.513		
Value actually stored in float:	326000.5		
Error due to conversion:	-0.013		
Binary Representation	01001000100111110010111000010000		
Hexadecimal Representation	0x489f2e10		

Taban Tümleme (Radix Complement)

Çıkarma işlemini basitleştirme amacıyla kullanılmaktadır

Çıkarma işlemi, aslında toplama işleminde 2. toplanan sayının işaretinin değiştirilip toplanması ile meydana gelir

Tümleme işlemi 10'luk tabanda sayılar için 9 (10-1) ve 10'a tümleyen şeklinde tanımlanmıştır

Örn: 3: 9'a tümleyen → 6, 10'a tümleyen → 7

Örn: 9: 9'a tümleyen → 0, 10'a tümleyen → 1

Örn: 7: 9'a tümleyen → 2, 10'a tümleyen → 3

$$3+9 = 12$$

$$3-9 = -6$$

$$3-9 = 3+1-10 = -6$$

$$9+7 = 16$$

$$9-7 = 2$$

$$9-7 = 9+3-10 = 2$$

$$\begin{array}{r} 3 & 3 & 4 \\ - 9 & + 1 & - 10 \\ \hline -6 & 4 & -6 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 9 & 9 & 12 \\ - 7 & + 3 & - 10 \\ \hline 2 & 12 & 2 \end{array}$$

Kural: Eğer 10'a tümleyenle topladığında elde yoksa sonuç kalan sayının 10'a tümleyeninin eksi işaretlisidir

Kural: Eğer 10'a tümleyenle topladığında elde varsa sonuç elde hariç kalan sayıdır

Taban Tümleme (Radix Complement)

Tümleme işlemi 2'lik tabanda sayılar için 1 (2-1) ve 2'ye tümleyen şeklinde tanımlanmıştır

Örn: 0: 1'e tümleyen → 1, 2'ye tümleyen → 0

Örn: 1: 1'e tümleyen → 0, 2'ye tümleyen → 1

Örn: 1101: 1'e tümleyen → 0010, 2'ye tümleyen → 0011

Kuralı hatırla: 2. toplananın tümleyenini alıp 1. ile topladıktan sonra elde oluşmadıysa, sonuç kalan sayının tümleyeninin eksi işaretli değeridir → Kalan sayı $1010 = 10$, tümleyeni 6, sonuç -6

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 1001 \\ \hline 1100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 0111 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 0111 \\ \hline 1010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1001 \\ \hline 10010 \end{array}$$

→ 1'e tümleyeni 0101 → 2'ye tümleyeni 0110 → Eksi işaretlisi -6

Kuralı hatırla: 2. toplananın tümleyenini alıp 1. ile topladıktan sonra eğer elde varsa sonuç elde hariç kalan sayıdır

→ Elde var → Sonuç elde hariç kalan kısım → 0010 = 2

Likewise, the two's complement of zero is zero: inverting gives all ones, and adding one changes the ones back to zeros (since the overflow is ignored).



Himanshu Bhardwaj · Follow

engineering@microsoft · 7y

Assuming you are representing 0 as one byte .i.e $0 = (00000000)_2$

one's complement = $(11111111)_2$

2's complement = 1's complement + 1 = $(11111111)_2 + 1 = (00000000)_2$

İşaretli 2'li Sayılar (Signed Binary Numbers)

10'luk sistemde ve matematikte işaretli (eksi) sayılar başlarında “-” sembolü ile ifade edilirler:

-9, -12, -3.14

2'lik sistemde en anlamlı bit (MSB) 1 ise sayı eksi, 0 ise artı işaretlidir.

2'lik sistemde işaretli sayıları göstermek için meşhur olan 3 farklı yöntem mevuctur:

- İşaretli Büyüklük (Signed Magnitude)
- İşaretli 1'e Tümleyen (Signed 1's Complement)
- İşaretli 2'ye Tümleyen (Signed 2's Complement)

2'lik sistemde bir bit dizisi verildiğinde ilk olarak sayının hangi metotla ifade edildiğinin belirtilmesi gereklidir:

01001: 9

11001: ???

Eğer bu dizi işaretetsiz (unsigned) olarak tanımlanırsa 25 sayısını ifade eder

Peki işaretli (signed) olarak tanımlanırsa hangi sayıyı ifade eder?

11001 = ???

- İşaretli Büyüklük: En anlamlı bit 1 ise, geri kalan bit dizisi işaretetsiz olarak değeri hesaplanır ve eksi işaret eklenir:

$$11001: -(1001)_2 \rightarrow -9$$

- İşaretli 1'e Tümleyen: En anlamlı bit 1 ise, geri kalan bit dizisinin 1'e tümleyeni alınır ve eksi işaret eklenir:

$$11001: -(0110)_2 \rightarrow -6$$

- İşaretli 2'ye Tümleyen: En anlamlı bit 1 ise, geri kalan bit dizisinin 2'ye tümleyeni alınır ve eksi işaret eklenir:

$$11001: -(0111)_2 \rightarrow -7$$

NOT: Günümüz bilgisayarlarda İşaretli 2'ye Tümleyen (Signed 2's Complement) metodu kullanılmaktadır

İşaretli 2'ye Tümleyen'de eksi sayıları hesaplama:

$$11001: -1*2^4 + 1*2^3 + 1 * 2^0 = -7$$

İşaretli 2'li Sayılar (Signed Binary Numbers)

Günümüz bilgisayarları neden 2'ye tümleyen metodunu kullanıyorlar?

5 bit ile İşaretli Büyüklük yöntemiyle gösterilebilecek sayılar: -15,-14,...,-1,-0,+0,1,...,15

5 bit ile İşaretli 1'e Tümleyen yöntemiyle gösterilebilecek sayılar: -15,-14,...,-1,-0,+0,1,...,15

5 bit ile İşaretli 2'ye Tümleyen yöntemiyle gösterilebilecek sayılar: -16,-15,...,-1,0,1,...,15

Toplama/Çıkarma İşlemleri:

$$+ 6 \quad 00000110$$

$$\underline{+13} \quad \underline{00001101}$$

$$+19 \quad 00010011$$

$$- 6 \quad 11111010$$

$$\underline{+13} \quad \underline{00001101}$$

$$+ 7 \quad 00000111$$

$$+ 6 \quad 00000110$$

$$\underline{-13} \quad \underline{11110011}$$

$$- 7 \quad 11111001$$

$$- 6 \quad 11111010$$

$$\underline{-13} \quad \underline{11110011}$$

$$-19 \quad 11101101$$

Taşma (Overflow)

Bilgisayarlarda (ya da 2'li aritmetik yapan herhangi bir sayısal devrede) aritmetik işlemlerin yapıldığı birimlerin sınırlı alana sahip olduğunu hiçbir zaman unutmamak gereklidir.

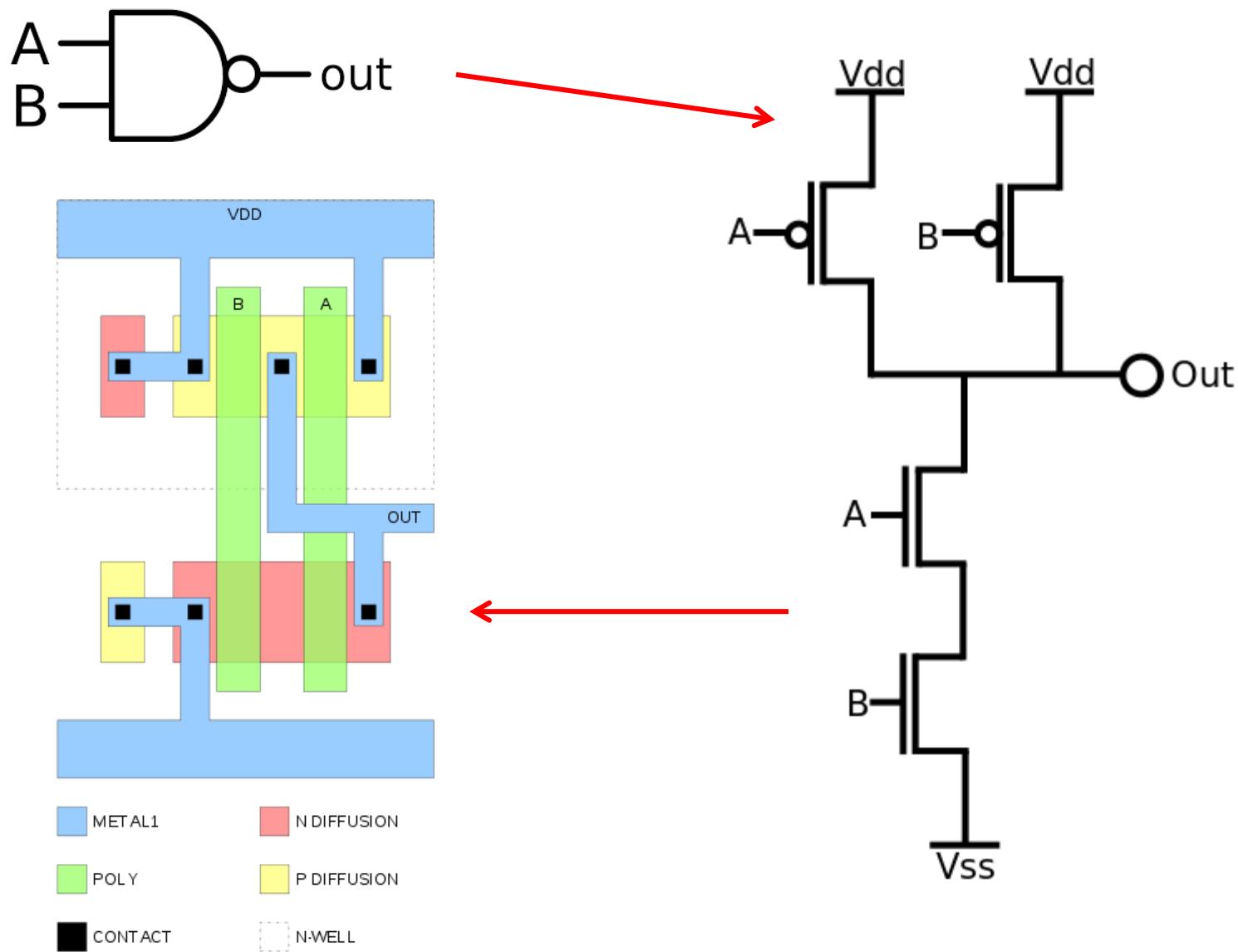
Örnek olarak 4-bit büyüklüğünde sayılarla işlem yaptığımızı düşünelim → -8,-7,...,6,7

$$\begin{array}{r} 1001: -7 \\ + 0111: +7 \\ \hline 10000: 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0111: +7 \\ - 1011: -5 \\ \hline \text{????}: +12 \end{array} \quad \xrightarrow{\hspace{1cm}} \quad \begin{array}{r} 0111: +7 \\ + 0101: +5 \\ \hline 1100: -4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1101: -3 \\ + 1010: -6 \\ \hline 10111: +7 \end{array}$$

Bilgisayarlarda (ve pek çok sayısal sistemde) kullanılan standart veri tipleri (C dili baz alınmıştır):

unsigned char	: 8-bit işaretsiz sayılar	→ 0,1,...,255
signed char	: 8-bit işaretli sayılar	→ -128,-127,...,126,127 (-2^7,...,2^7-1)
int	: 32-bit işaretli sayılar	→ -2_147_483_648,..., 2_147_483_647 (-2^31,...,2^31-1)
long	: 64-bit işaretli sayılar	→ (-2^63,...,2^63-1)
float	: 32-bit kayan sayılar	→ (1.2E-38 to 3.4E+38)
double	: 64-bit kayan sayılar	→ (2.3E-308 to 1.7E+308)

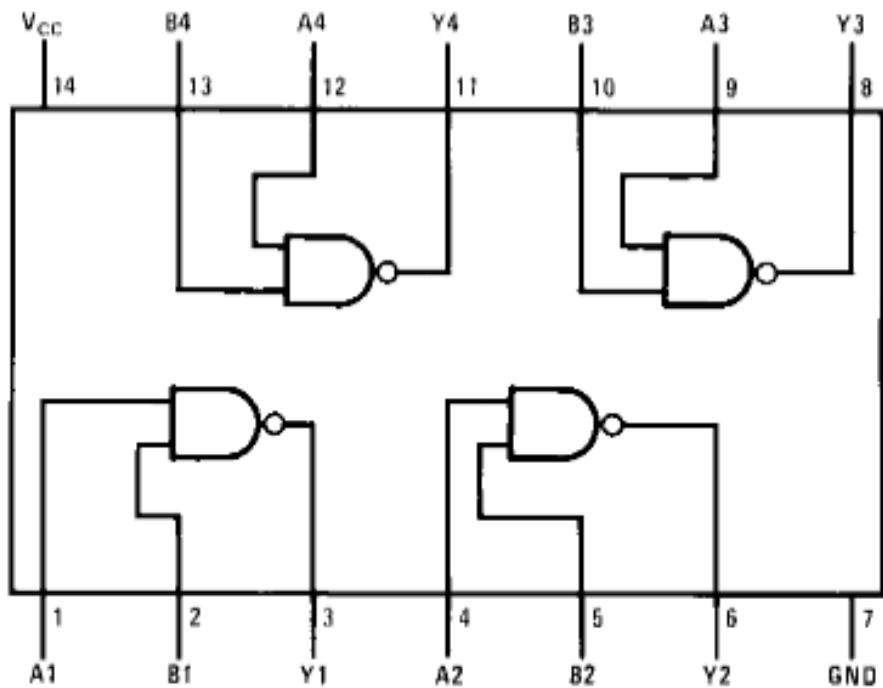
Kapı (Gate) – Transistor – Yerleşim (Layout)



74XX Serisi Entegreler

DM74LS00 Quad 2-Input NAND Gate

Connection Diagram



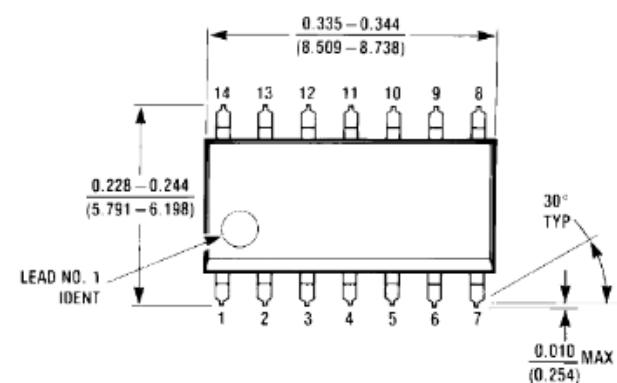
Function Table

$$Y = \overline{AB}$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level

L = LOW Logic Level

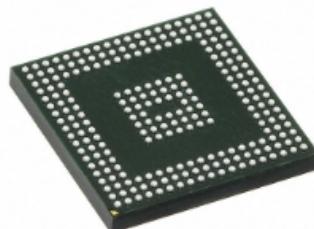


74XX Serisi Entegreler

The 7400 quad NAND gate was the first product in the series, introduced by Texas Instruments in a military grade metal flat package (5400W) in October 1964. The pin assignment of this early series differed from the de facto standard set by the later series in DIP packages (in particular, ground was connected to pin 11 and the power supply to pin 4, compared to pins 7 and 14 for DIP packages).^[5] The extremely popular commercial grade plastic DIP (7400N) followed in the third quarter of 1966.^[18]

The 5400 and 7400 series were used in many popular minicomputers in the 1970s and early 1980s. Some models of the DEC PDP-series 'minis' used the 74181 ALU as the main computing element in the CPU. Other examples were the Data General Nova series and Hewlett-Packard 21MX, 1000, and 3000 series.

In 1965, typical quantity-one pricing for the SN5400 (military grade, in ceramic welded flat-pack) was around 22 USD.^[19] As of 2007, individual commercial-grade chips in molded epoxy (plastic) packages can be purchased for approximately US\$0.25 each, depending on the particular chip.



XC7A12T-1CPG238C

Digi-Key Part Number	XC7A12T-1CPG238C-ND
Manufacturer	AMD Xilinx
Manufacturer Product Number	XC7A12T-1CPG238C
Description	IC FPGA 106 I/O 238BGA
Manufacturer Standard Lead Time	52 Weeks
Detailed Description	Artix-7 Field Programmable Gate Array (FPGA) IC 106 737280 12800 238-LFBGA, CSPBGA
Customer Reference	Customer Reference
Datasheet	Datasheet

Image shown is a representation only. Exact specifications should be obtained from the product data sheet.

Product Attributes

[COMPARE](#) Reset

Logic Cells
DSP Slices
Memory
GTP 6.6Gb/s Transceivers
I/O Pins

XC7A12T	<input type="checkbox"/>
12,800	
40	
720	
2	
150	

All prices are in USD

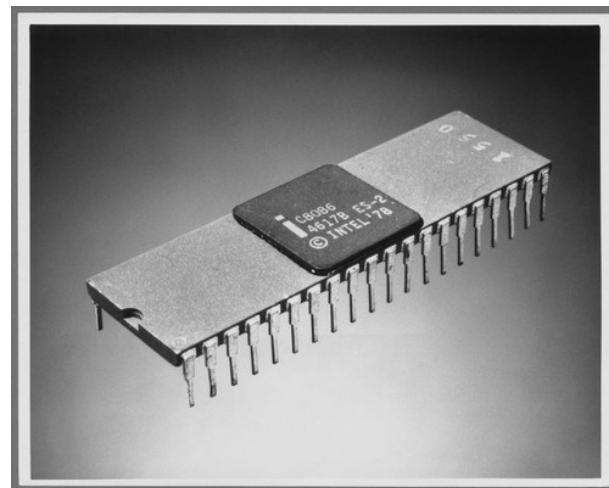
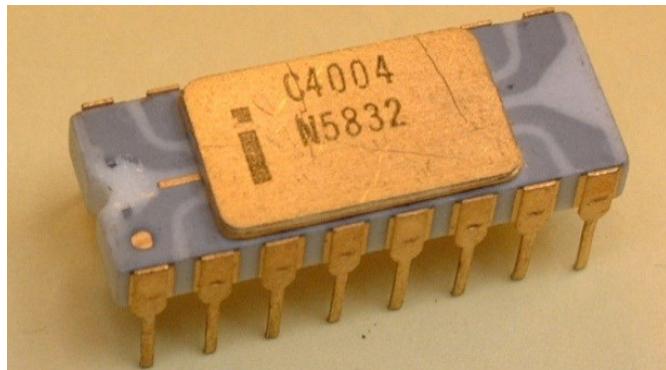
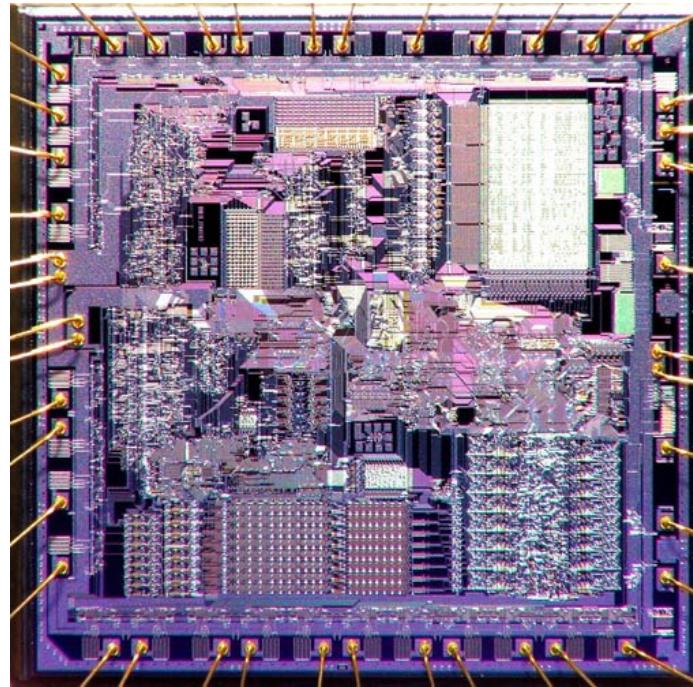
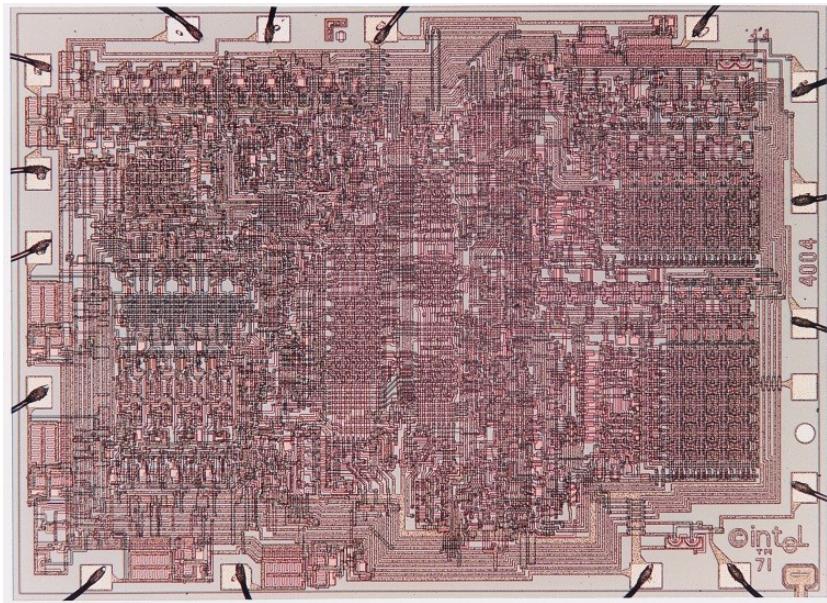
Tray

QTY	UNIT PRICE	EXT PRICE
12	\$27.06000	\$324.72

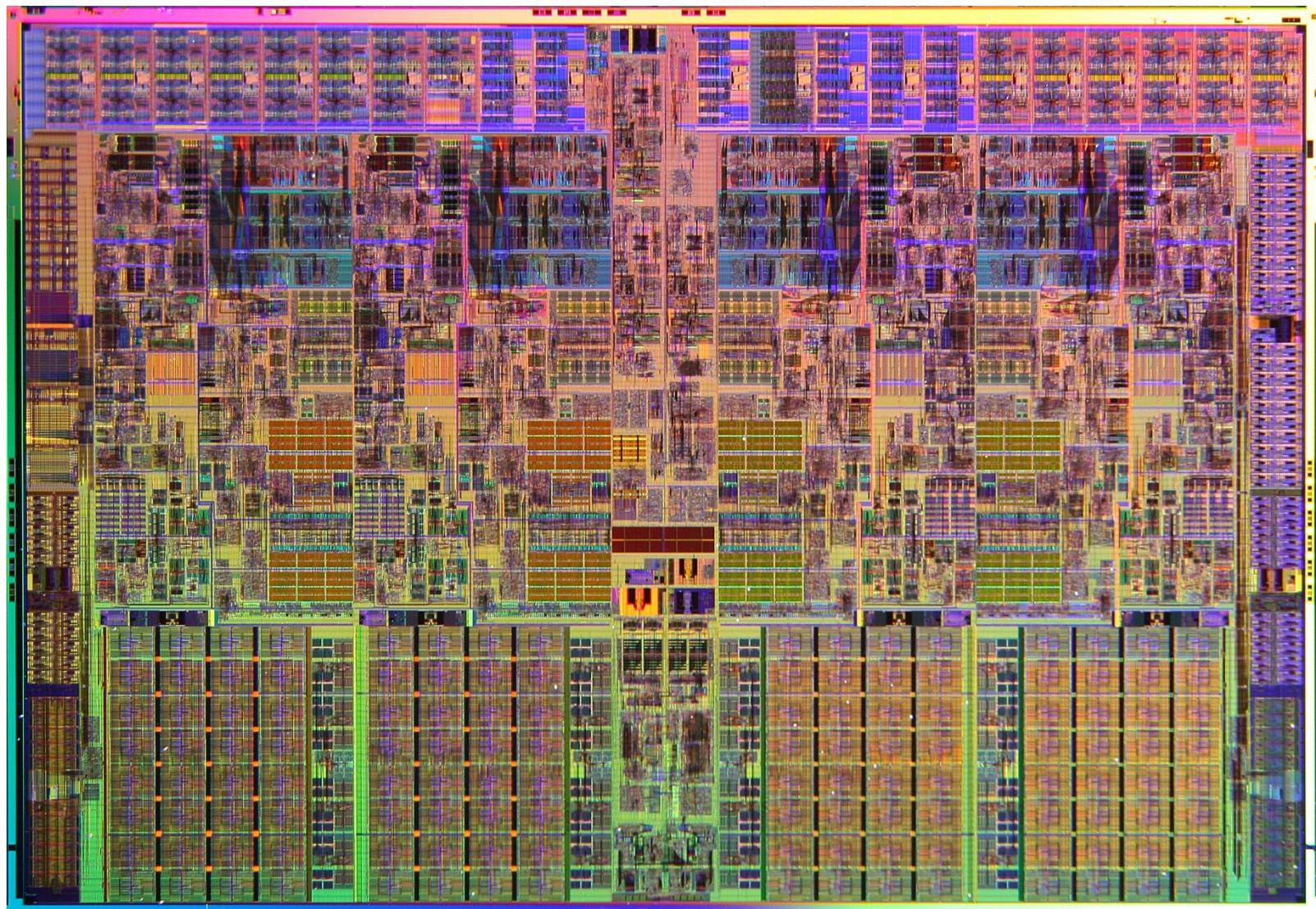
Mikroişlemciler



TOBB ETÜ
Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Mikroişlemciler



Mikrodenetleyiciler

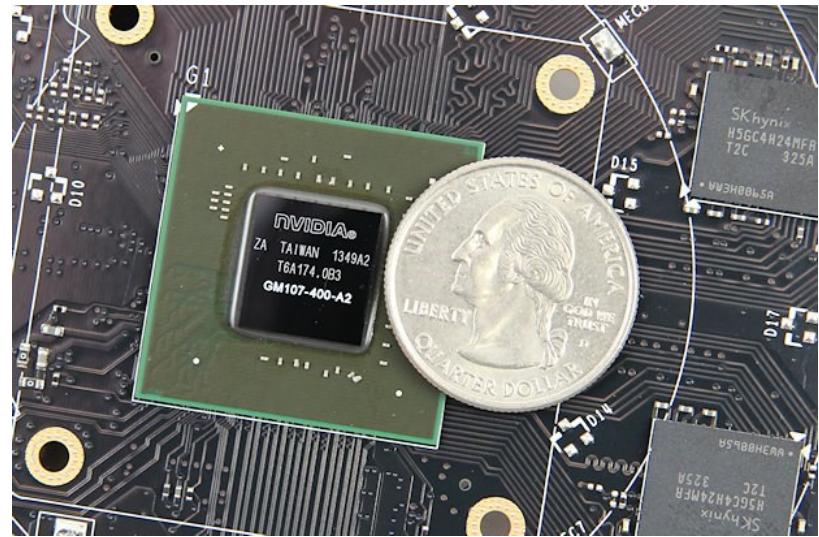


https://github.com/mbaykenar/mpw7_yonga_soc



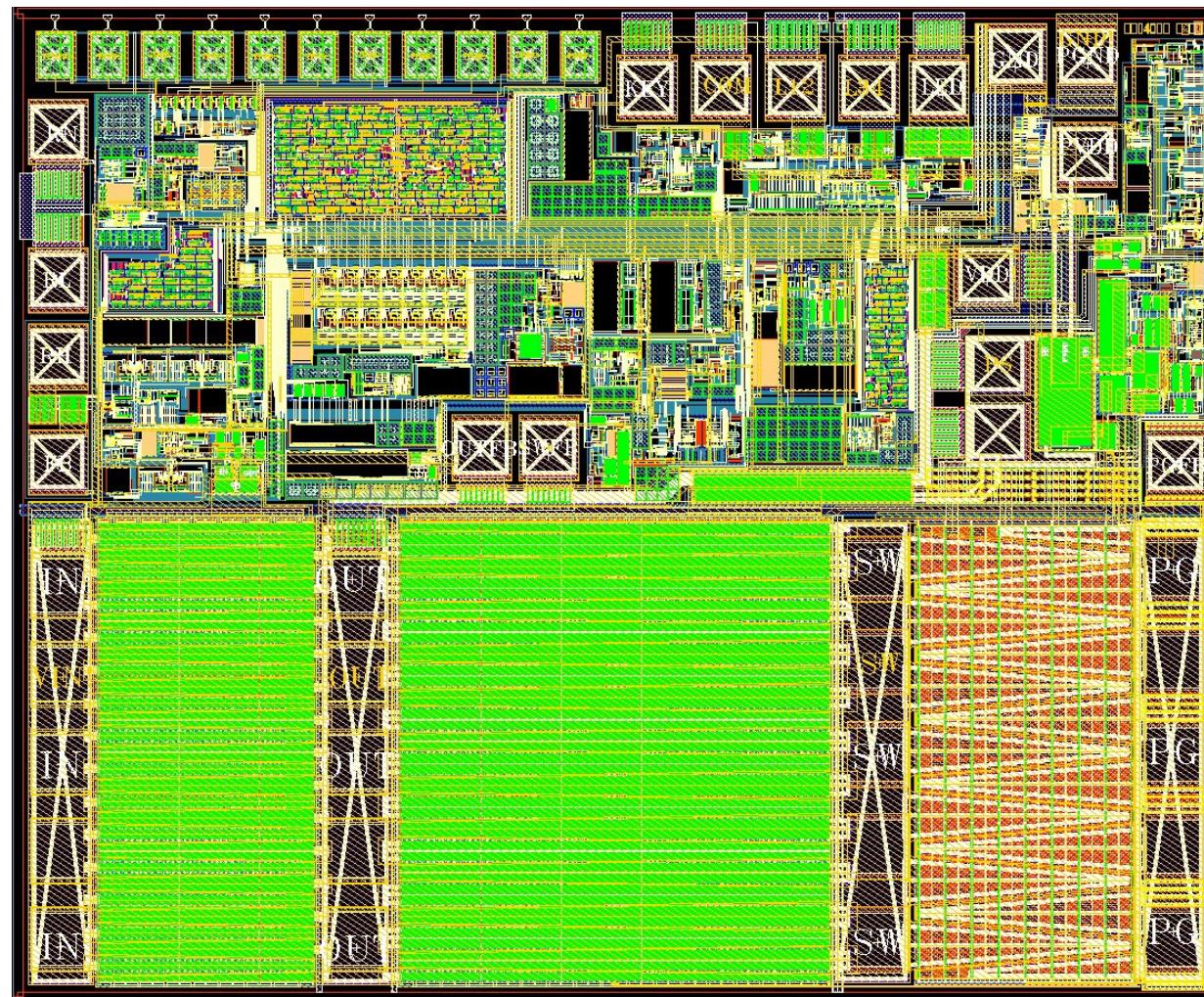
FOSS 130nm Production PDK
github.com/google/skywater-pdk

DSP - GPU



ASIC – Application Specific IC

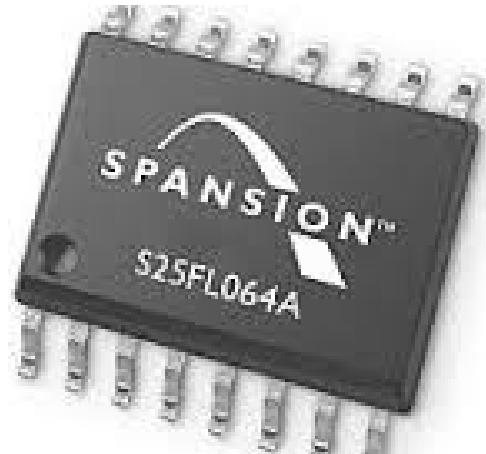
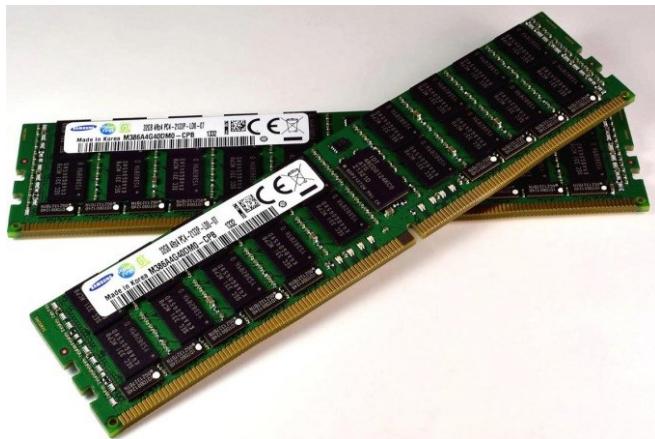
Portable USB Charger



Bellekler (Memories)

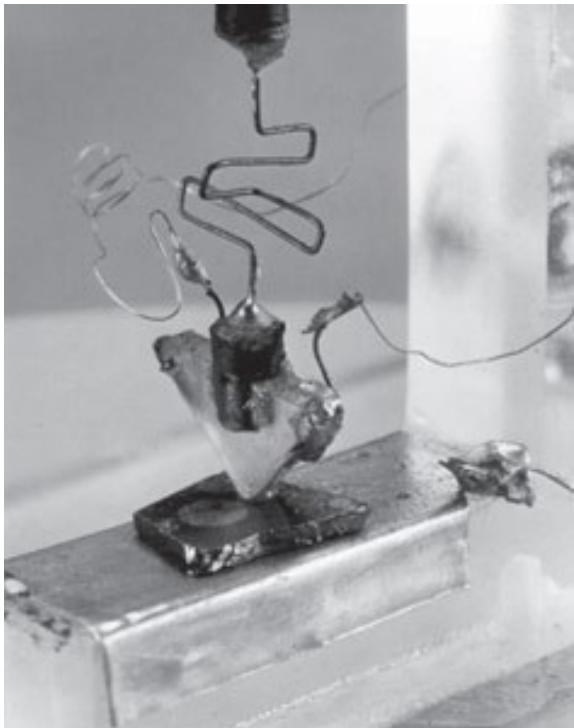


<http://www.computerhope.com>

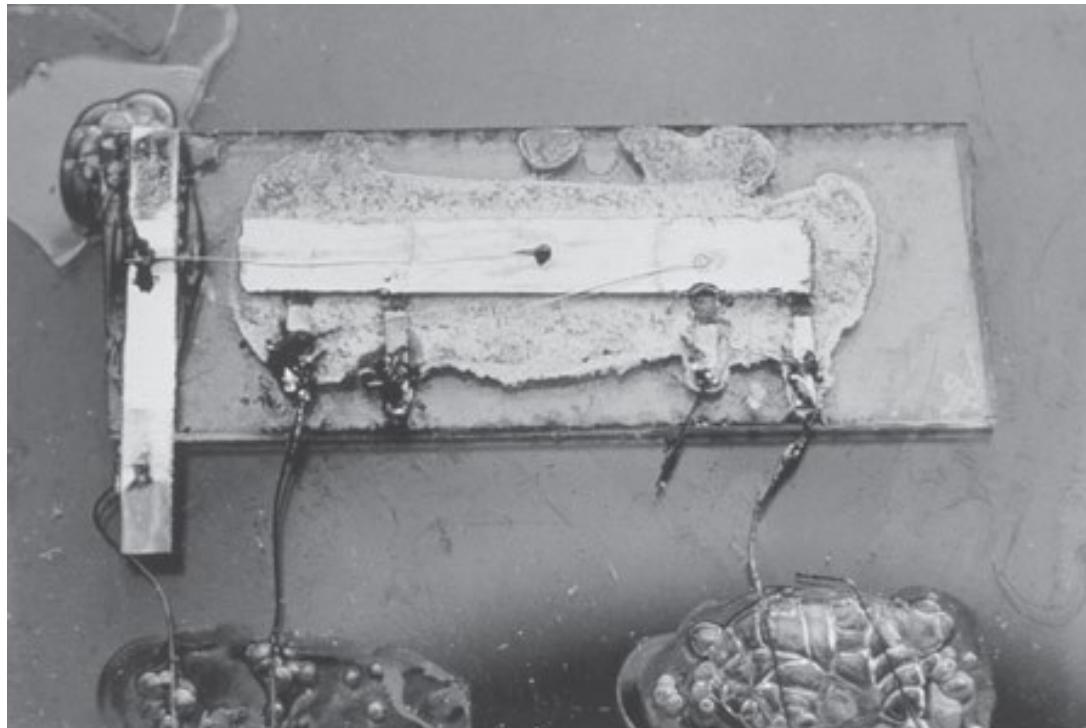


İlk Transistör – İlk Tümleşik Devre

1947 – john bardeen, walter brattain, william shockley
İlk transistor – 1956 nobel fizik ödülü

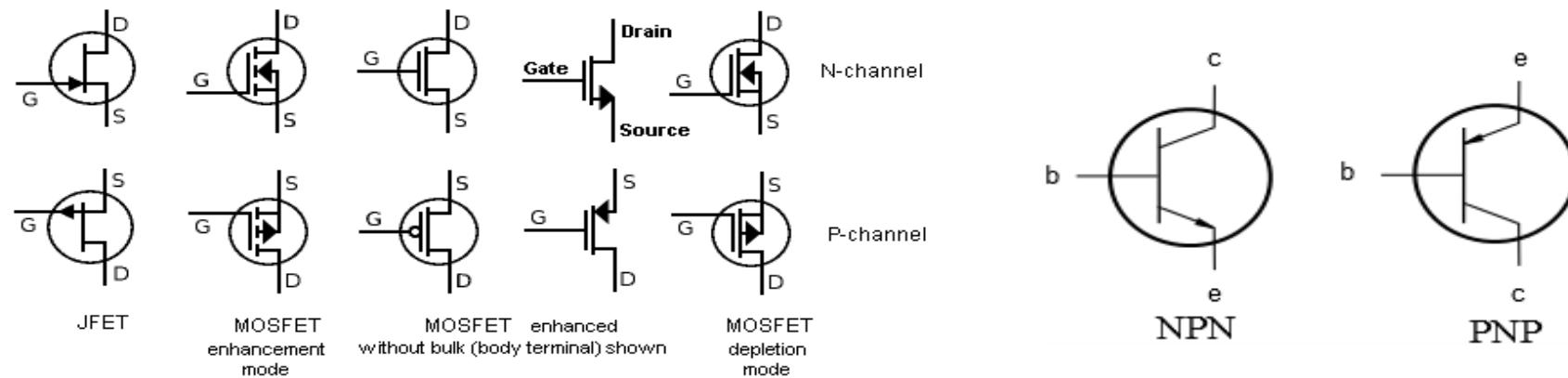


1958 – jack kilby İlk Tümleşik Devre – Flip Flop
2000 nobel prize for physic



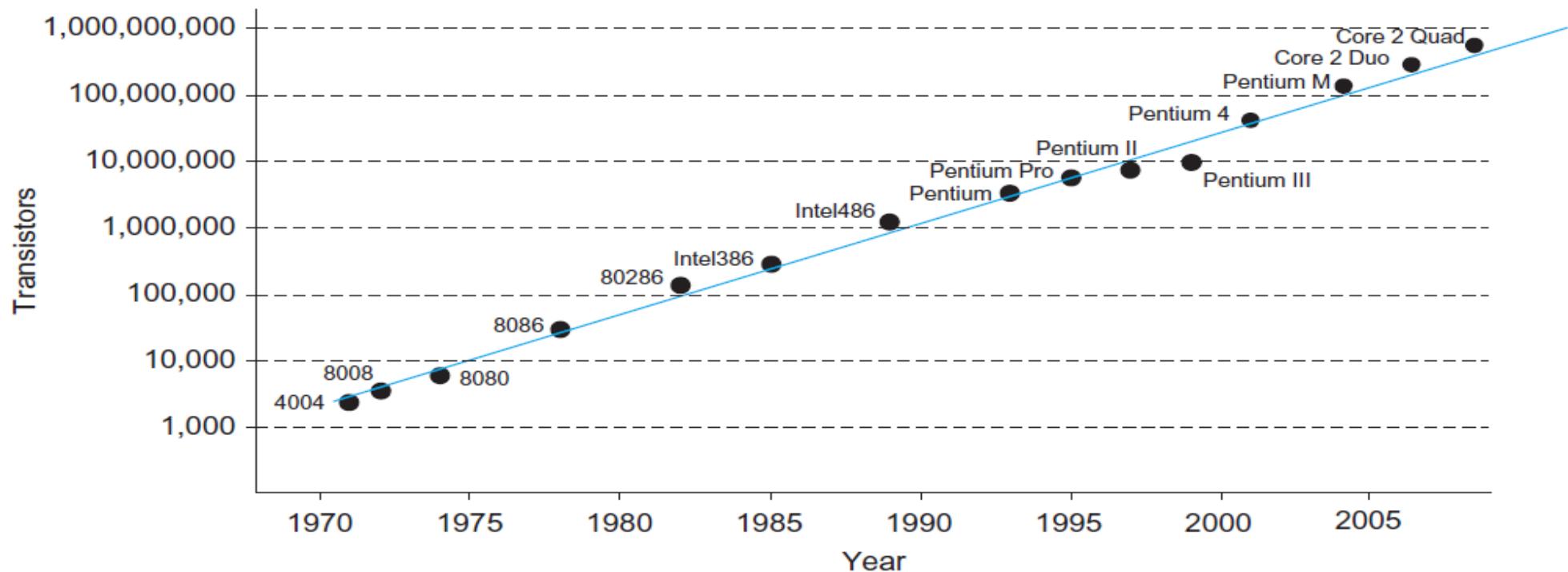
FPGA HISTORY

- First ICs with Bipolar Junction Transistors (BJT)
- 1960s, MOSFET technology (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)
- 1980s CMOS (Complementary MOS)

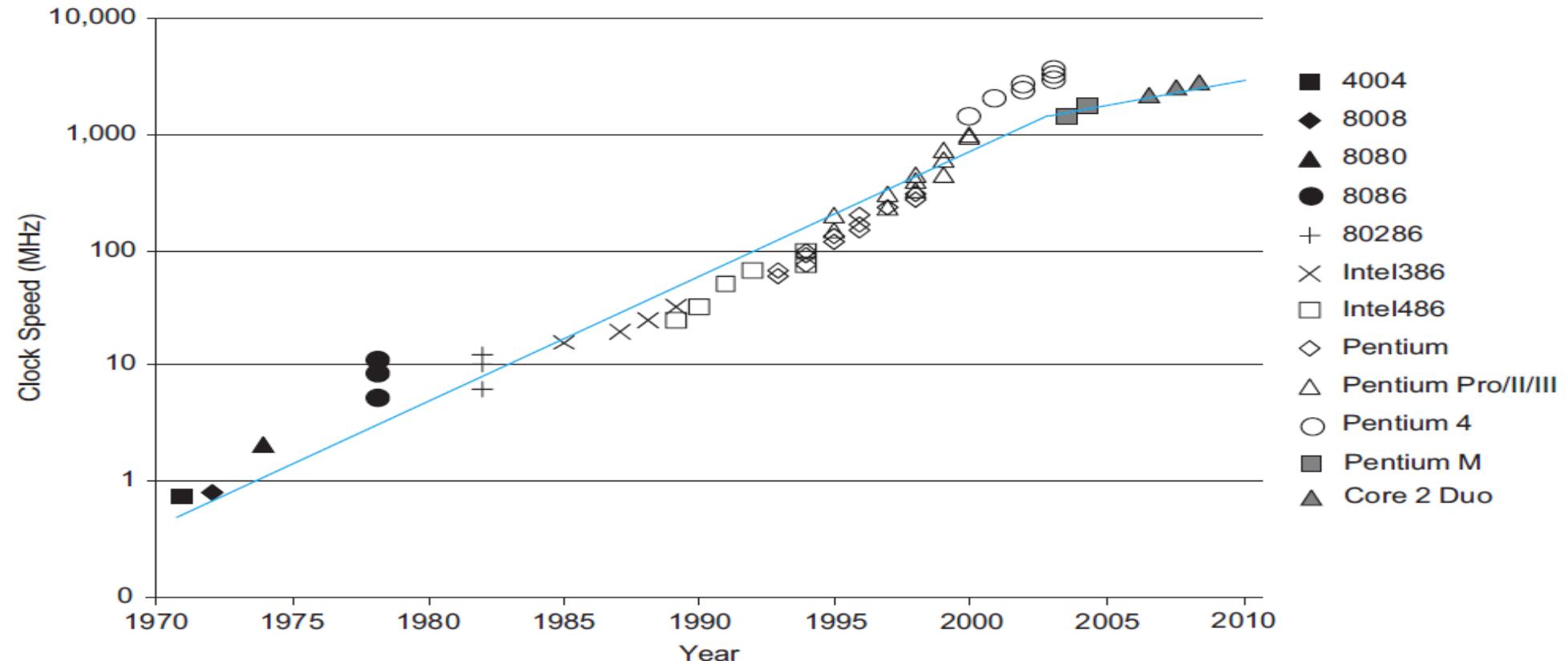


MOORE's LAW

- 1965 Moore Law - he found transistor count doubling every 18 months



MOORE's LAW



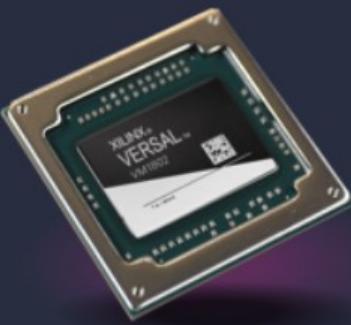
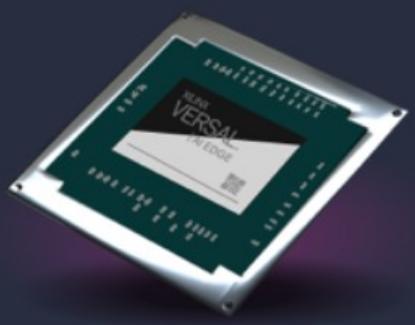
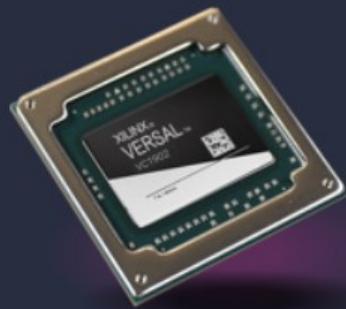
FPGA HISTORY

- First FPGA by Xilinx in 1985 → XC2064
 - 64 CLB, two 3-input LUTs
- Two big vendors: Xilinx (AMD) & Altera (INTEL)
 - Others: Microsemi (MICROCHIP), Lattice ...



FPGA FAMILIES

- Example:
 - Spartan 3 Family (2005 – 90 nm)
 - Look for datasheet
 - 7 series family (2010 – 28 nm)
 - Look for datasheet
 - Zynq SoC (2011)
 - Zynq Ultrascale+ (2013 – 16 nm)
 - Versal (2022 – 7 nm)



AI Core Series

Delivers breakthrough AI inference and wireless acceleration with AI Engines that deliver over 100X greater compute performance than today's server-class CPUs.

AI Edge Series

Delivers over 4X AI performance/watt vs. leading GPUs for power- and thermally-constrained edge applications, accelerating the whole application from sensor to AI to real-time control.

Prime Series

The foundational Versal® ACAP series, providing a wide range of devices with broad applicability across multiple markets.

Premium Series

Breakthrough integration of networked, power-optimized cores on an adaptable platform for the most challenging compute and networking applications.

Xilinx AI Engines and Their Applications

For compute-intensive applications like 5G cellular and machine learning DNN/CNN, Xilinx's new vector processor AI Engines are an array of VLIW SIMD high-performance processors that deliver up to 8X silicon compute density at 50% the power consumption of traditional programmable logic solutions.