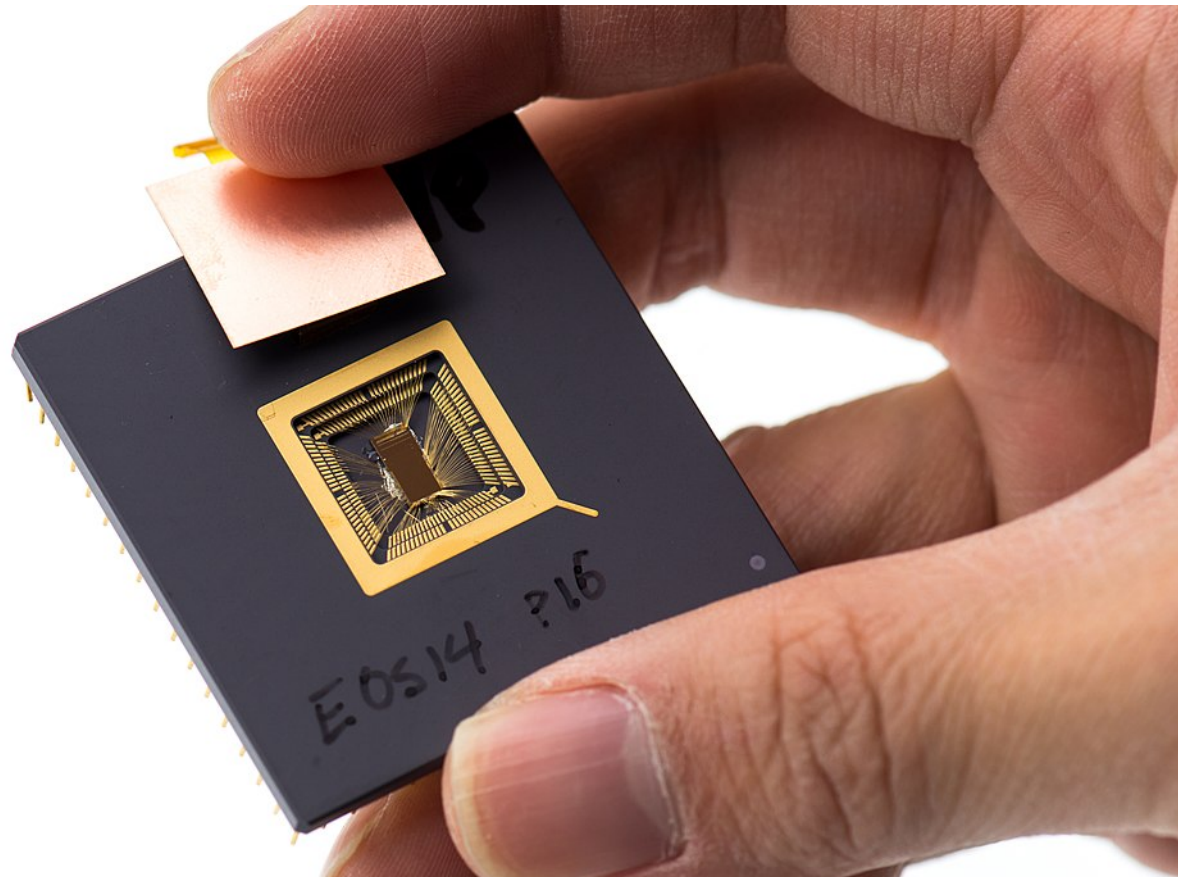
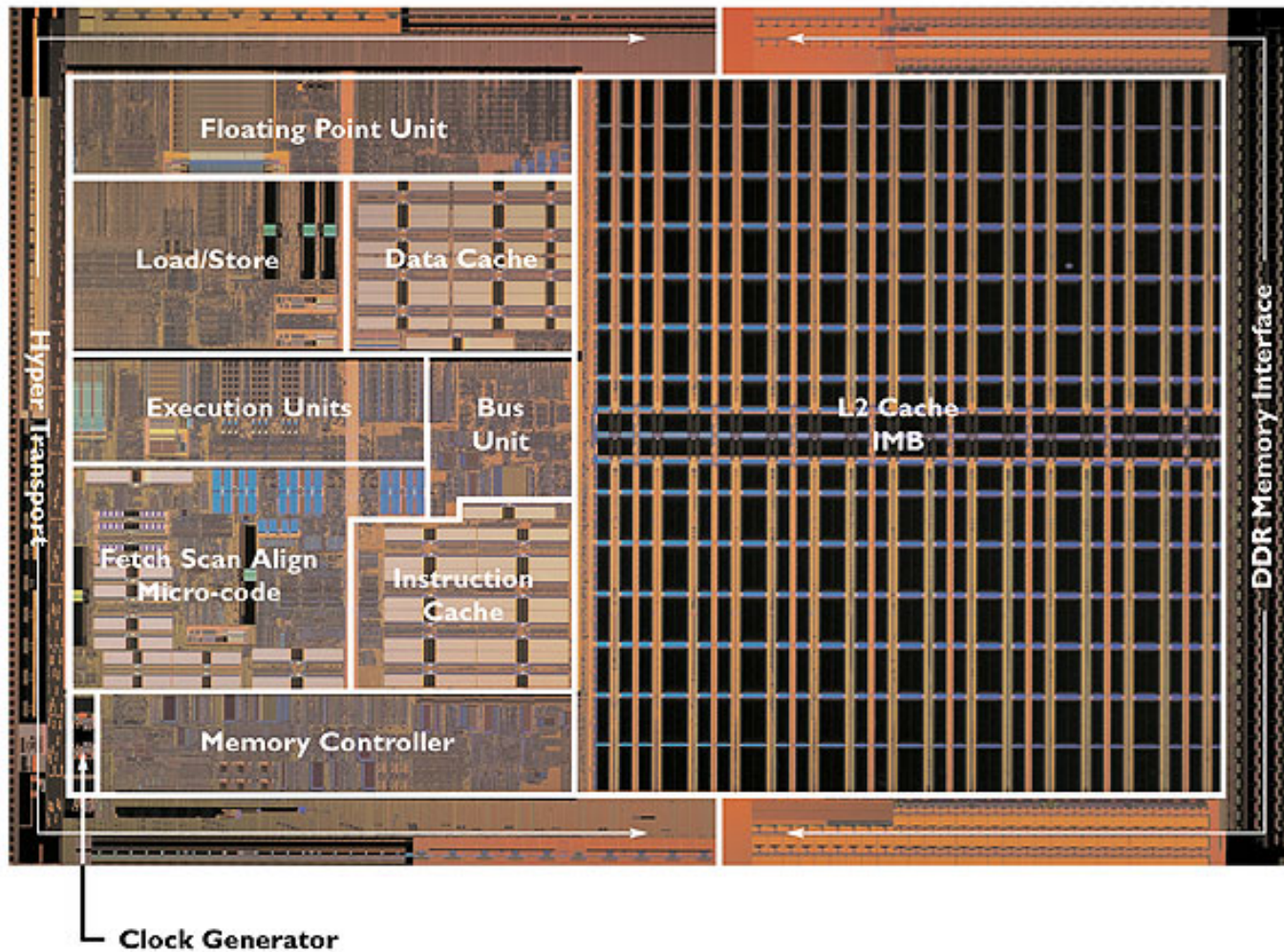


# Bilgisayar Mimarisi ve Organizasyonu (Computer Organization and Design)

- Dr. Cengiz Güngör
- Referans kitap:
- The Hardware/Software Interface: RISC-V Edition (2018)

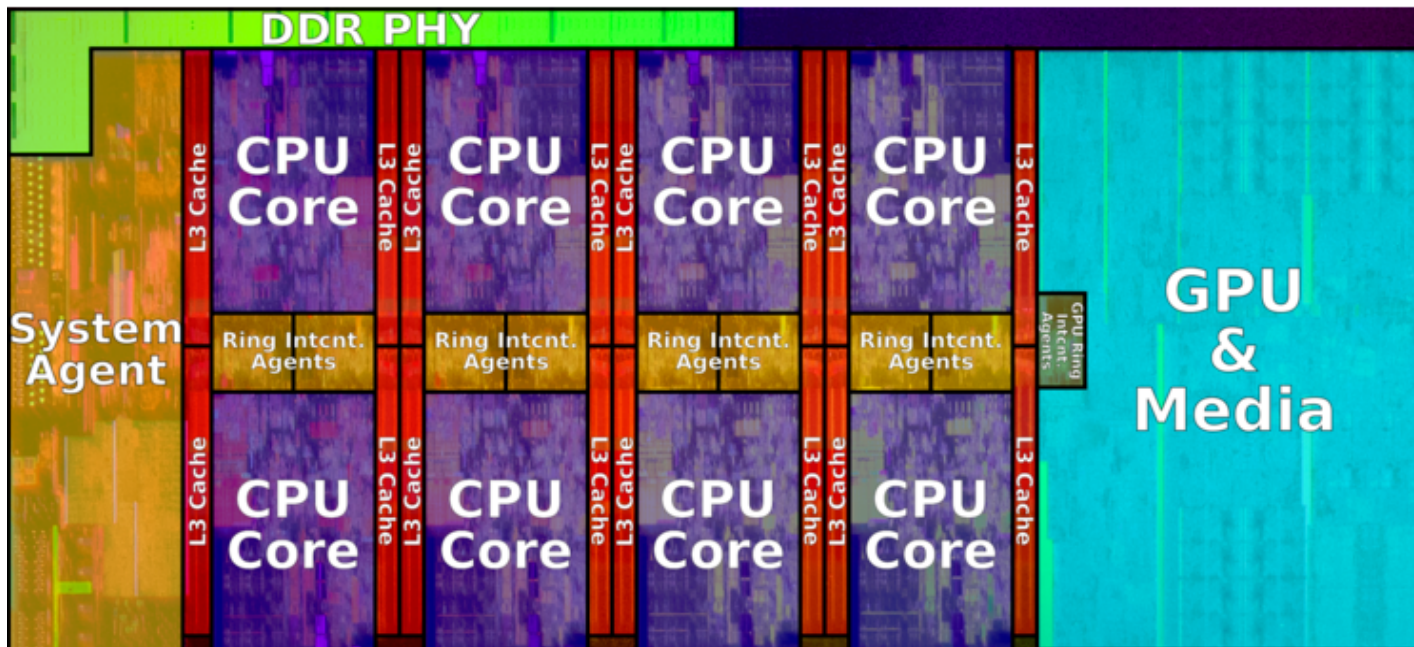
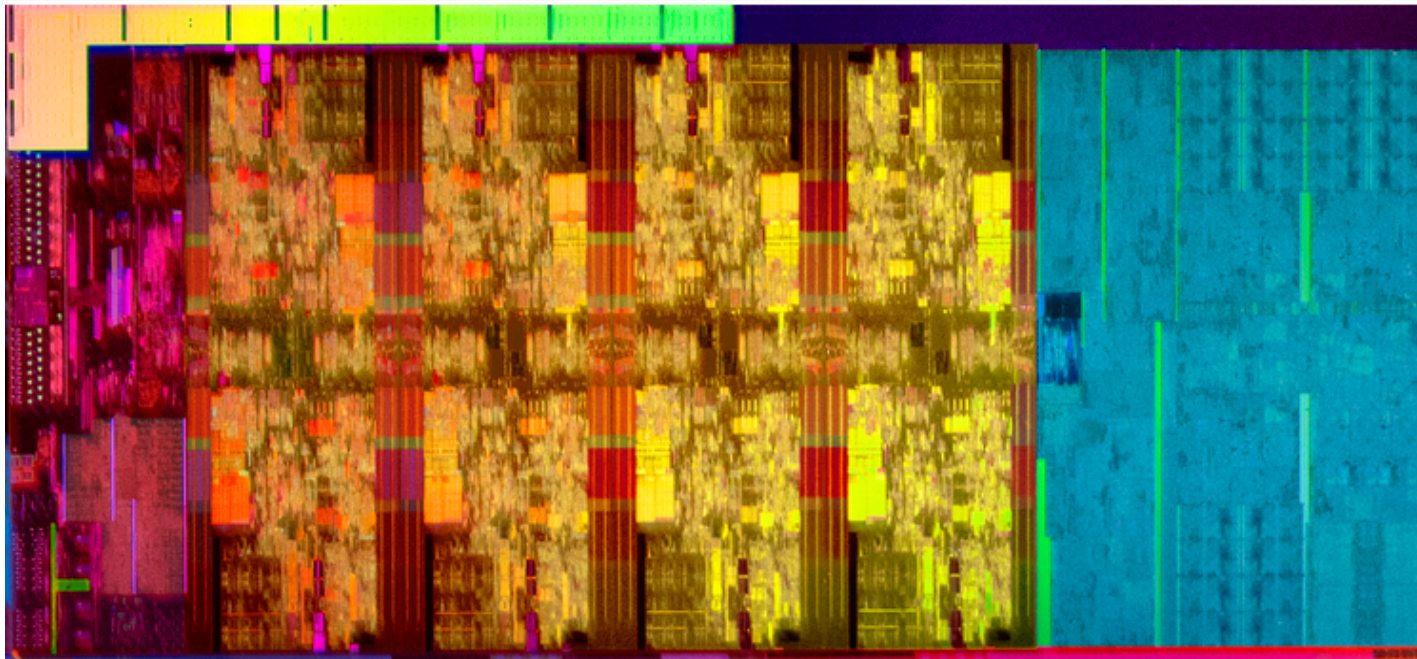


# Bilgisayar Mimarisi





# Intel i9 Yapısı



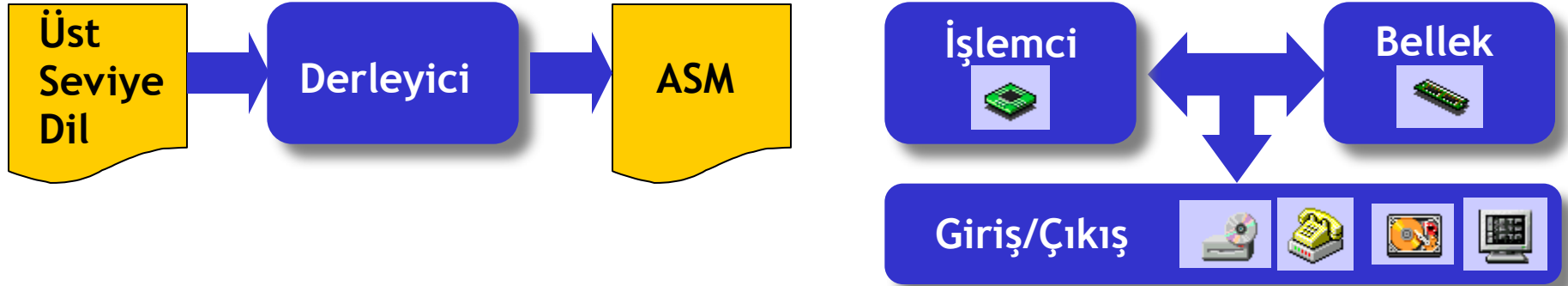
# Bilgisayar Mimarisi Ne Hakkındadır?

---

- **Bilgisayar mimarisi** bilgisayar sistemleri kurmak ve analiz etmekle ilgilenir.
- Bu kursu üç parçaya bölebiliriz.
  - Bellek (ing: memory) sistemleri, giriş/çıkış sistemleri ve bunların birbirlerine nasıl bağlandıkları.
  - Komut sistemleri (ing: instruction set architectures - ISA) ve donanım-yazılım bağlantısı.
  - Son olarak ta işlemcide komutların fiziksel uygulanışı.
    - Performans için iş-hattı (ing: pipelining) uygulamaları.

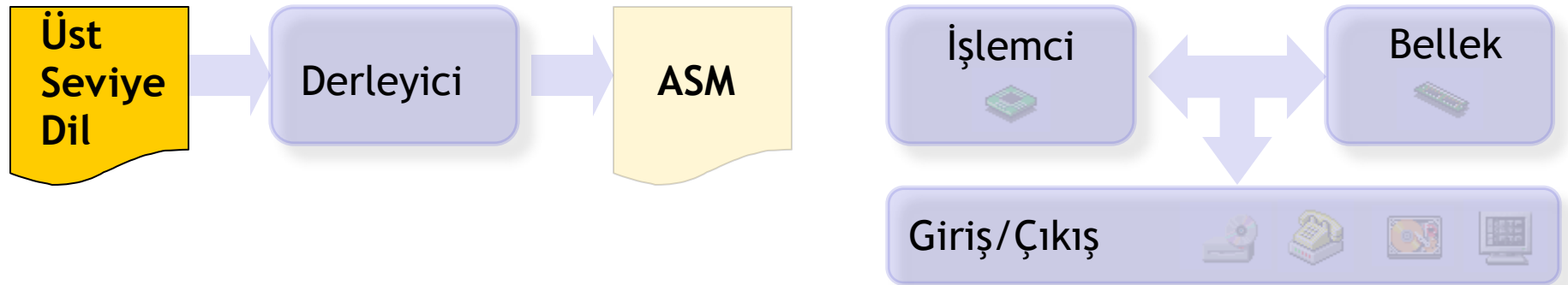
# Bilgisayar Mimarisi Ne Hakkındadır?

- **Bilgisayar mimarisi** bilgisayar sistemleri kurmak ve analiz etmekle



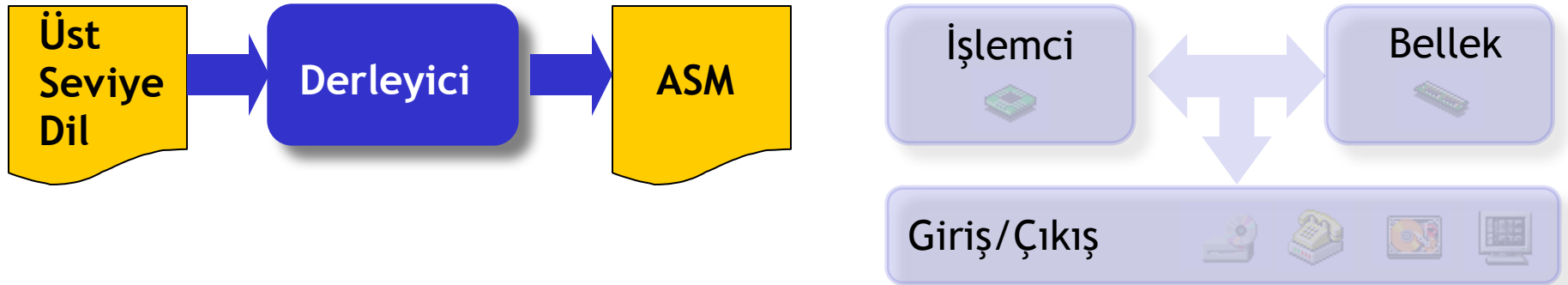
- Bu derste tüm makinenin içinde bir tura çıkacağız.

# Üst Seviye Dillerde Alt Seviye İşler



- Bit-seviyesi lojik ve kaydırma operasyonları C dilinde yapılabililiyor
  - Ya da C-Sharp.
- C bir üst seviye dildir (ing: HLL: *High Level Language*).

# Komut Seti Yapısıyla Çalışmak



- Komut Seti Yapısı (ing: Instruction Set Architecture (ISA)) donanım ve yazılım arasındaki köprüdür.
  - RISC-V ISA yapısını detaylarıyla göreceğiz.
  - Intel x86 ISA yapısına şöyle bir bakacağız.
  - Üst seviye dilin komutu makinede neye dönüşüyor göreceğiz.
  - Bilgisayar nasıl çalışır değil de, ne yapar onu öğreneceğiz.

# MIPS / RISC

---

- Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages, MIPS Technologies, 1985
  - [http://tr.wikipedia.org/wiki/MIPS\\_Mimarisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/MIPS_Mimarisi)
- İndirgenmiş komut kümesi türü ilk mikroişlemci mimarisidir.
  - Her komut aynı boyuttadır ve komut bilgisayar donanımı tarafından kolayca çözülebilir.
- Intel x86 ise karmaşık komut kümeli bilgisayar sayılır.
  - Komutların boyutları farklıdır ve komutları çözebilmek için bilgisayar donanımına gömülmüş programlar (microcode) gereklidir.
- RISC yapısından ötürü tasarımı çok temiz ve basittir.
  - Sistem karmaşık işlemleri destekleyen yapılar yaratmaktansa sık yapılan basit işlemleri iyileştirme üzerine kuruludur.
  - Bu tasarım avantajından dolayı üniversitelerdeki bilgisayar mimarisi derslerinde genellikle MIPS mimarisi okutulur.
  - Yine basit ve sağlam tasarımından ötürü çoğu modern mikroişlemci mimarisi (IBM/Motorola PowerPC, DEC, ARM) MIPS mimarisinden esinlenerek geliştirilmiştir.



# MIPS / RISC

- 1990 itibariyle üretilen her üç RISC işlemciden birinin MIPS mimarisinde olduğu tahmin edilmektedir. İlk MIPS tasarımları 32 bit, daha yeni tasarımlar ise 64 bittir.
- MIPS mimarisi SGI bilgisayarlarından gömülü sistemlere kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.
  - Örneğin; Nintendo 64, Sony PlayStation ve Sony PSP MIPS mimarisi ile çalışan işlemcilere sahiptirler.

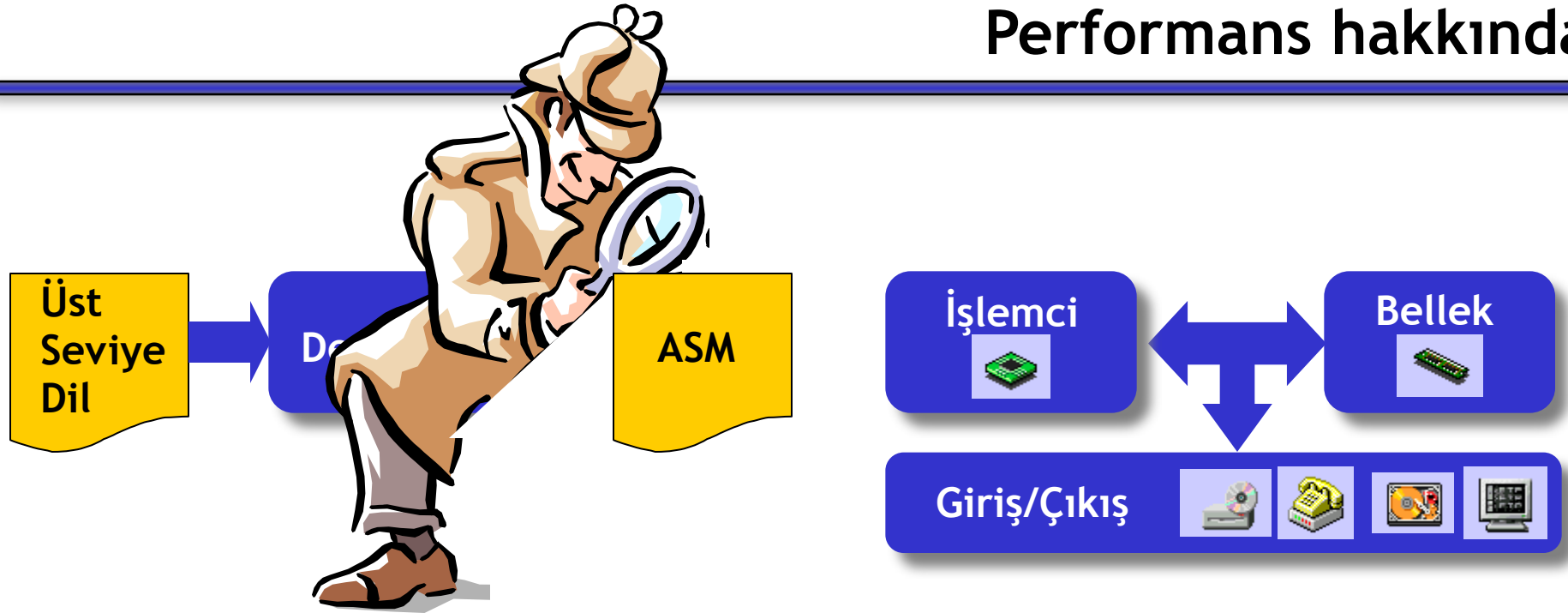


# RISC V

---

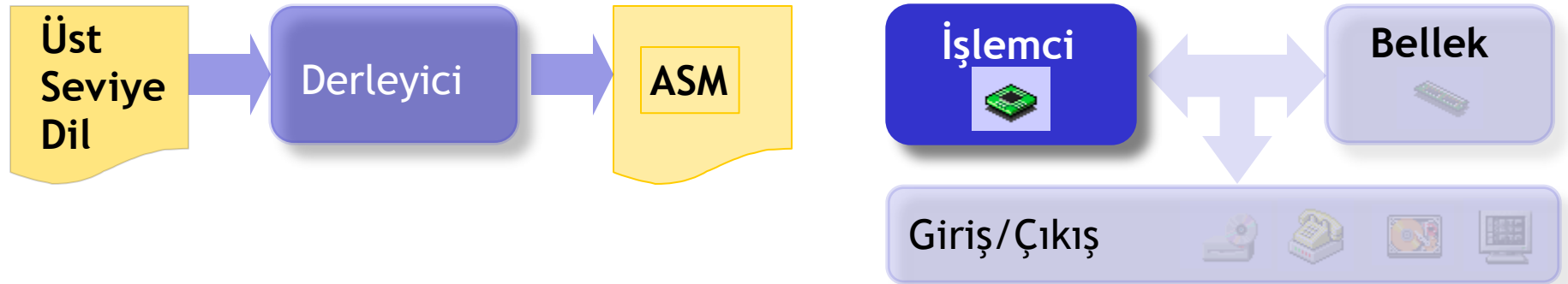
- RISC geliştiricisi: University of California, Berkeley 1981- Günümüz
- RISC V ise 2010'da duyurulmuş. O günden beridir açık kaynak kodludur.
- Son sürümleri unprivileged ISA 2019-1213, privileged ISA 2021-1203
- 32, 64 ve 128 bitlik sürümleri vardır.
- Ek sürümleri (extensions) :
  - M**: Multiplication
  - A**: Atomics - LR/SC & fetch-and-op
  - F**: Floating point (32-bit)
  - D**: FP Double (64-bit)
  - Q**: FP Quad (128-bit)
  - Zicsr**: Control and status register support
  - Zifencei**: [Load/store fence](#)
  - C**: Compressed instructions (16-bit)
  - J**: Interpreted or JIT compiled languages support
- Örneğin RISC-V32IM : Çarpma modüllü sürüm.
- Kaynak: <https://en.wikipedia.org/wiki/RISC-V>

# Performans hakkında



- Programların performansını nasıl arttırırız konuşacağız.
- Bizim yapacağımız düzenlemeler programları daha hızlı çalıştıracak.
  - Ön bellek ve komut işleyiş sırası düzenlemeleri yapacağız.
  - Uç nokta SSE komutlarıdır

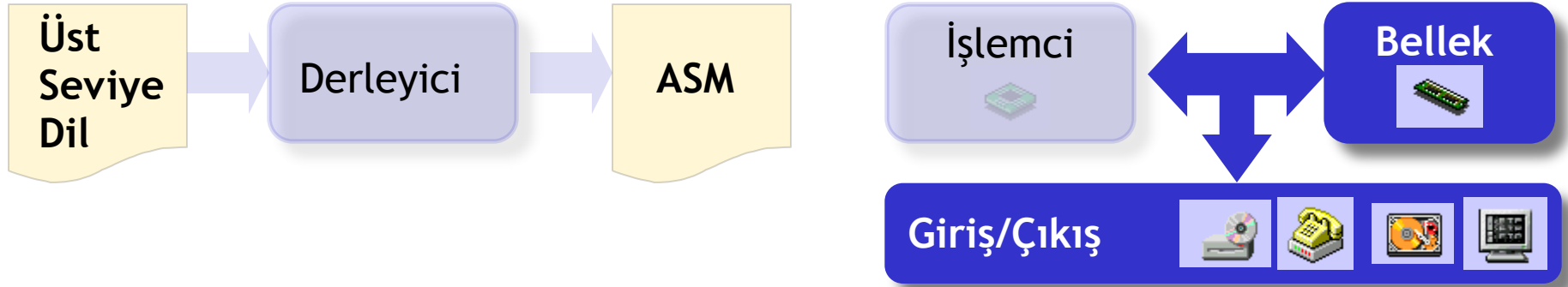
# Modern İşlemci Organizasyonunu Öğreneceğiz



- Anahtar teknik: İş hattı (ing: Pipelining)
  - İş hattı/Pipelining işlemcilere birden çok komutu aynı anda çalıştırmayı sağlar.
  - Modern işlemcilerde olmazsa olmazdır.

# Bellek ve Giriş/Çıkış Sistemlerini Öğreneceğiz

---



- Sanal bellek (ing: virtual memory) programlamayı nasıl kolaylaştıracak göreceğiz.
- Ön bellekler (ing: caches) bellek işlemlerini nasıl hızlandırır göreceğiz.
- Taşıyıcı hatlar ve diskler (ing: buses and disks) nasıl çalışır göreceğiz.



# İyi de neden?

---

- Öncelikle ilginç.
  - İşlemci 3 Ghz hızda neler yapıyor?
  - 3 Ghz olup ta performansı düşük bilgisayarda neler yanlış?
- Sizi daha iyi programcı yapacak.
  - Programlarınız nasıl makine diline (ing: assembly) çevriliyor anlayacağız.
    - Makine dili size doğru ve performanslı iş yapmayı öğretir.
  - Keyfi gibi duran hataların sırrını çözersiniz (örn. bus errors, segmentation faults)
- Pek çok eğlenceli iş bilgisayar mimarisini anlamayı gerektirir.
  - Bilgisayarları onların son limitlerine kadar zorlamak engelleri kaldırır.
  - Supercomputing, oyunlar, mobil cihazlar ve diğerleri.
- Bilgisayar bilimlerindeki temel fikirleri bilgisayar mimarisi açıklar.
  - Soyutlama (ing: abstraction), ön bellek kullanımı (ing: caching) ve dolaylı adresleme (ing: indirection).

## 32 bit / 64 bit

---

- Bilgiler, bilgisayarlar içinde bitler şeklinde ifade edilirler.
  - Bunlar sıfırlardan ve birlerden oluşur.
- Ne kadar çok bit'iniz olursa o kadar çok **veriyi** ifade etmek mümkün olur.  $n$  adet bit,  $2^n$  adet farklı bilgi parçasını ifade eder.
- 8 bit makinelerle başlayan macera 70'li yıllarda 16 bit'e ulaştı.
- 90'ların başında artık 32 bit'in evlere girmek üzere hazır olduğunu, 2000'lerin başından itibaren ise artık 64 bit'in standart haline geldiğini görüyoruz.
- Peki 64 bit nedir, hayatımızı nasıl etkiliyor?
- Telefonlarımız bile 64 bit oldu...
- 32 bit işlemciler, onlarca yıl önce tasarlanmıştı.
- **4 MB RAM**'ın bilgisayarlarda standart olduğu yıllara 32 Bit işlemcilerin 4 GB'lık doğal hafıza limiti de inanılmaz bir boyut gibi görünüyordu.
- Bilgisayarların 4 GB RAM'e ihtiyaç duyacağı günler o zamanlar, asla gelmeyecekmiş gibiydi.

## 32 bit / 64 bit

---

- Bugün ise bilgisayarlar 4 GB üzerinde RAM'lerle piyasaya çıkıyorlar.
- 4 GB RAM miktarı ise çoğu zaman az bile bulunabiliyor.
- Hızlı ve güçlü bir bilgisayar isteyenler ise 8 GB RAM miktarını tercih ediyorlar.
- İşte bu ortamda, donanım endüstrisi, 32 Bit'ten 64 Bit'e dönüş sürecini yaşıyor.
- Neyse ki, 64 Bit uyumlu **donanımların** ve yazılımların, 32 Bit olarak tasarlanmış yazılım ve donanımlarla eskiye yönelik uyumluluğu sayesinde, teknoloji dünyasında büyük bir kırılma yaşanmaksızın geçiş süreci devam edebiliyor.

# 64 bit Bilgisayar Nedir?

---

- Kısa bir tanım yapmak gerekirse 64 bit tanımı, 64 bit donanımları ve 64 bit işletim sistemlerini/yazılımları ifade eder.
- Pek çok donanım, veri akışı ile çalışmaz. Bunun yerine veri yığınlarının işlenmesiyle ilgilenirler.
- Bir işlemcinin gücü de bir seferde ne kadar veriyi işleyebildiği ile orantılıdır.
- Bu veri işleme sınırı aynı zamanda işlemcinin tek seferde RAM üzerinde erişebildiği verinin miktarıdır.
  - İşte, 64 bit işlemci dediğimizde, tek seferde 64 bit veriyi işleyebilecek işlemciyi anlatmış oluyoruz.
- Böylece, bir işlemcinin işleyebileceği bit sayısı arttıkça **hızı** da artmış olur.
  - 16 bit bir işlemci, 8 bit bir işlemciden iki kat daha hızlı çalışır. 32 bit işlemci, 16 bit işlemciden iki kat daha hızlıdır. 64 bit işlemci de 32 bit işlemciye göre 2 kat daha hızlı çalışır.

# 64 bitin Yararları ve Zararları

---

- 32 bit'ten 64 bit'e geçiş sayesinde kullanıcılar çeşitli pratik kazanımlar elde ederler ancak asıl büyük etki alanı veri işleme hızı ve hafıza kapasitesinde yaşanır.
- **Hız ve İsabet**
- 64 bit'lik veri büyüklüğü demek, işlemcinizin tek seferde başa çıkabileceği veri yığını miktarının iki katına çıkması demektir.
- Daha da önemlisi, x86-64 spesifikasyonu kayıt hızını da iki katına çıkarır; bu da 64 bit işlemcilerin daha hızlı çalışması demektir.
- Ayrıca işlemcinin hesaplamaları daha isabetlidir.
- 64 bit sayesinde, 32 bit ile ulaşabileceğinizden **4 milyar daha fazla** kombinasyona ulaşırsınız.
- Böylece aradığınız sonuçları daha az işlem yaparak elde edebilirsiniz.
- Zararı sadece 64bit uyumlu bir programın 32bitte çalışamayacak olmasıdır.



# Daha Büyük Hafıza!

---

- 64 bit'in önemli bir avantajı da bilgisayarda daha büyük **hafıza** miktarının mümkün olmasıdır.
- Hafızanın kullanımı hafıza adresleri ile mümkün olur.
- Veriler RAM içindeki bu adreslere gönderilir ve diğer bileşenler aradıkları verileri nerede bulacaklarını bu adresler sayesinde bilirler.
- Hangi hafıza adresleme yöntemi kullanılırsa kullanılsın, hafızadaki toplam adres sayısı verilerin kaç bit olduğu ile bağlantılıdır.
- 32 bit bilgisayarlarda teorik olarak 4 GB RAM'ın üzerine çıkılamaz zira 32 bit ile adreslenebilecek hafızanın boyutu en fazla 4 GB'tır.
- Bilgisayara daha fazla RAM taksanız bile cihazınızın en fazla 4 GB gördüğünü fark edersiniz.
- Ayrıca bu rakamın teorik olduğunu unutmayalım.
- İşletim sistemleri hafızanın bir bölümünü kendi kaynaklarını işlemek için kullanırlar ve pratikte kullanıcıya 3 GB hatta bazen 2 GB kadar bir RAM kalır.
- Çok işlem gücü ve hafıza gerektiren bir oyun veya yazılım çalıştırdığınızda bu yazılım hafızadaki 3 veya 2 GB boş RAM'e sığmaya çalışır ve bilgisayarınızın yavaşladığını fark edersiniz.

# Daha Büyük Hafıza!

---

- Eğer 4 GB'tan daha fazla RAM kullanmak istiyorsanız, 64 Bit işlemci ve işletim sistemi ile birlikte 64 Bit veri yolunu destekleyen donanımlar kullanmak zorundasınız.
- 64 Bit adresleme sistemi teorik olarak 16 Exabyte hafızaya imkan tanır.
- Bu da **16 Milyar Gigabyte** demektir. Ancak bunun asla ulaşamayacak bir boyut olduğunu düşünüyorsanız, tekrar düşünün deriz...
- 90'lı yıllarda 4 MB hafızalar standart iken 4 bin MB anlamına gelen 4GB hafıza limitine ulaşmanın imkansız olacağı düşünülüyordu.
- Sadece 10 sene sonra ise insanlar 4 GB'ın yetersiz kalmaya başladığını dillendirmeye başladılar.
- 16 Exabyte limiti bizi biraz daha uzun süre rahatlatacaktır ama eninde sonunda 128 bit bilgisayarlara ihtiyaç duymaya başlayacağız.
- Belki 10 sene sonra, belki 25 veya 30 sene sonra... Ama 64 bit de bir gün yetersiz kalacak.
- Fakat bu süre boyunca, günlük yaşantımızı, bilgisayarımızdaki işletim sistemimizi, oyunlarımızı, internet tarayıcımızı, seyrettiğimiz dijital filmleri, dinlediğimiz şarkıları 64 bit işlemciler üzerinde, 64 bit teknolojisiyle çalıştıracacağız.
- 64 bit yazısı Cem Şancı'dan alınmıştır, teşekkürler.