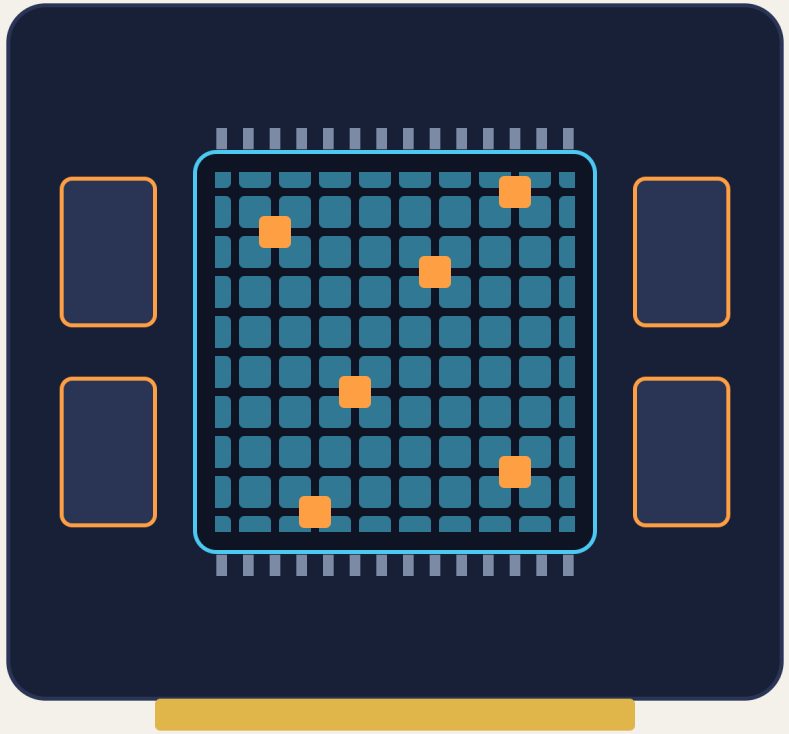
BİLGİSAYAR DONANIMI · 8. HAFTA

Binlerce çekirdek, milyonlarca piksel: oyunlardan yapay zekâya ekran kartlarının dünyası



BUGÜNÜN ROTASI

Altı durakta GPU dünyası

01 GPU nedir, nasıl çalışır?
CPU ile farkı ve mimarisi

02 VRAM
GPU'nun çalışma masası

03 Ekran kartları
Entegre mi, harici mi?

04 Ray Tracing ve DLSS
Işık fiziği ve yapay zekâ

05 Monitör teknolojileri
Panel, Hz, HDR, bağlantılar

06 Mini quiz
Kim en çok puanı toplayacak?

ISINMA SORUSU

4K bir oyunda, ekran kartı her saniye kaç piksel boyar?

≈ 498 milyon

3840 × 2160 = **8,3 milyon piksel** × saniyede **60 kare**. Her piksel için renk, ışık ve gölge hesaplanır. Bu dev işi CPU değil, **GPU** yapar.

BÖLÜM 1 · GPU NEDİR?

CPU ve GPU: profesörler ve kalabalık bir sınıf

CPU

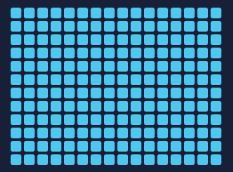
Birkaç dâhi profesör



- Az sayıda (genelde 4–24) çok güçlü çekirdek
- Karmaşık, sıralı ve dallanan işler
- İşletim sistemi, program mantığı, kararlar

GPU

Binlerce çalışkan öğrenci



- Binlerce basit çekirdek (üst seviyede 20.000'i aşar)
- Aynı işlemi aynı anda çok veriye uygular (paralel)
- Pikseller, 3B grafik, video, yapay zekâ

Düşün: 10.000 basit toplama işlemi var. 4 profesör mü önce bitirir, 10.000 öğrenci mi?

BÖLÜM 1 · GPU MİMARİSİ

GPU mimarisi: bir çekirdek şehri



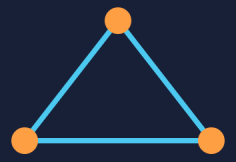
Bir SM'in içinde

- **Shader / CUDA çekirdekleri:** temel matematik, köşe ve piksel hesapları
- **Tensor çekirdekleri:** yapay zekâ hesapları (DLSS gibi)
- **RT çekirdekleri:** ışın izleme (Ray Tracing) hızlandırıcısı
- **L1 önbellek ve yazmaçlar:** en hızlı, en yakın küçük bellek

İsimler üreticiye göre değişir: NVIDIA'da **SM + CUDA çekirdeği** · AMD'de **CU + Stream işlemci** · Intel'de **Xe çekirdeği**

BÖLÜM 1 · GRAFİK BORU HATTI

Bir kare ekrana nasıl gelir?



1. ADIM

Köşe işleme

3B modelin köşeleri hesaplanır ve ekrana yerleştirilir.



2. ADIM

Rasterleştirme

Üçgenler ekrandaki piksellere bölünür.



3. ADIM

Piksel boyama

Her pikselin rengi, dokusu ve ışığı hesaplanır.



4. ADIM

Çıktı

Kare, kare arabelleğine yazılır ve monitöre gider.

Bu döngü saniyede 60, 144, hatta 240 kez tekrarlanır. İşte bu sayı **FPS**'tir.

BÖLÜM 2 · VRAM

VRAM: GPU'nun çalışma masası

Ekran kartının üzerindeki özel, çok hızlı bellek. GPU işi için gereken her şeyi bu masaya yayar:

Dokular
Duvar, yüz, kıyafet resimleri

3B modeller
Köşe ve üçgen verileri

Kare arabelleği
Ekrana gidecek hazır görüntü

Yapay zekâ modelleri
DLSS, AI uygulamaları

Masa küçükse: veri yavaş sistem RAM'ine taşar → takılma (stutter) ve FPS düşüşü.

Bant genişliği

(Veri yolu bit ÷ 8) × Veri hızı

Örnek: 256 bit ÷ 8 × 30 Gbps

= 960 GB/s

Benzetme: veri yolu genişliği otoyoldaki şerit sayısı, veri hızı ise arabaların hızıdır.

BÖLÜM 2 · BELLEK TÜRLERİ

GDDR’den HBM’e: VRAM ailesi

Tür	Pin başına hız	Nerede kullanılır?	Akılda kalsın
GDDR6	14–20 Gbps	Giriş/orta seviye kartlar, oyun konsolları	Yaygın ve ekonomik
GDDR6X	19–23 Gbps	NVIDIA RTX 30 / 40 üst modeller	Daha hızlı sinyal (PAM4)
GDDR7	28–30+ Gbps	NVIDIA RTX 50 serisi	En yeni nesil oyun belleği
HBM3 / 3e	Çok geniş yol (1024 bit / yığın)	Veri merkezi ve yapay zekâ hızlandırıcıları	Üst üste yığılmış çipler, çok pahalı

GDDR: “Graphics Double Data Rate”. Yongalar GPU’nun etrafına dizilir, kart üzerinde görebilirsiniz.

HBM: “High Bandwidth Memory”. Bellek katları gökdelen gibi üst üste dizilip GPU’nun hemen yanına konur.

BÖLÜM 2 · NE KADAR VRAM?

Kaç GB yeterli? İşe göre değişir

8

GB

1080p oyun, ofis, okul işleri

12

GB

1440p oyun, video kurgu

16

GB

4K oyun, Ray Tracing açık

24+

GB

Yapay zekâ, 3B render, profesyonel iş

Altın kural: VRAM, kartın gücüyle dengeli olmalı. Zayıf bir GPU'ya 16 GB eklemek onu hızlandırmaz.

Değerler yaklaşıktır; oyuna, ayarlara ve çözünürlüğe göre değişir.

BÖLÜM 3 · EKRAN KARTLARI

Bir ekran kartının anatomisi

GPU çipi

Kartın beyni; tüm hesapları yapan işlemci.

VRAM yongaları

GPU'nun etrafına dizilmiş hızlı bellekler.

VRM ve güç girişi

Gerilimi düzenler; 8-pin veya 12V-2×6 kablodan ek güç alır.

Soğutucu ve fanlar

Isı boruları, alüminyum kanatlar ve fanlarla ısıyı atar.

PCIe x16 bağlantısı

Anakarttaki yuvaya takılır; veri ve 75 W'a kadar güç taşır.

Görüntü çıkışları

HDMI ve DisplayPort; monitör kablosu buraya takılır.

BÖLÜM 3 · ENTEGRE VE HARİCİ

Entegre mi, harici mi?

Özellik	Entegre GPU (iGPU)	Harici GPU (dGPU)
Nerede?	İşlemcinin (CPU) içinde	Ayrı kart, PCIe yuvasında
Bellek	Sistem RAM'ini paylaşır	Kendi VRAM'i vardır
Güç	Çok düşük, az ısınır	Yüksek (üst modelde 575 W'a kadar)
Performans	Ofis, video, hafif oyun	Ağır oyun, 3B, yapay zekâ
Fiyat	İşlemciyle birlikte gelir	Ek maliyet
Örnek	Intel Core Ultra (Arc grafik), AMD Ryzen (Radeon), Apple M serisi	NVIDIA GeForce RTX, AMD Radeon RX, Intel Arc

Dizüstülerde ikisi birlikte: hafif işte entegre GPU pil tasarrufu yapar, oyunda harici GPU devreye girer (hibrit grafik).

BÖLÜM 3 · ÜRETİCİLER

Sahnedeki üç oyuncu

NVIDIA

GeForce RTX 50

Mimari: Blackwell

- Ray Tracing'de lider
- DLSS ile yapay zekâ
- CUDA: AI dünyasının standardı

AMD

Radeon RX 9000

Mimari: RDNA 4

- Güçlü fiyat/performans
- FSR ile görüntü yükseltme
- PlayStation 5 ve Xbox'ın GPU'su

Intel

Arc B serisi

Mimari: Xe2 (Battlemage)

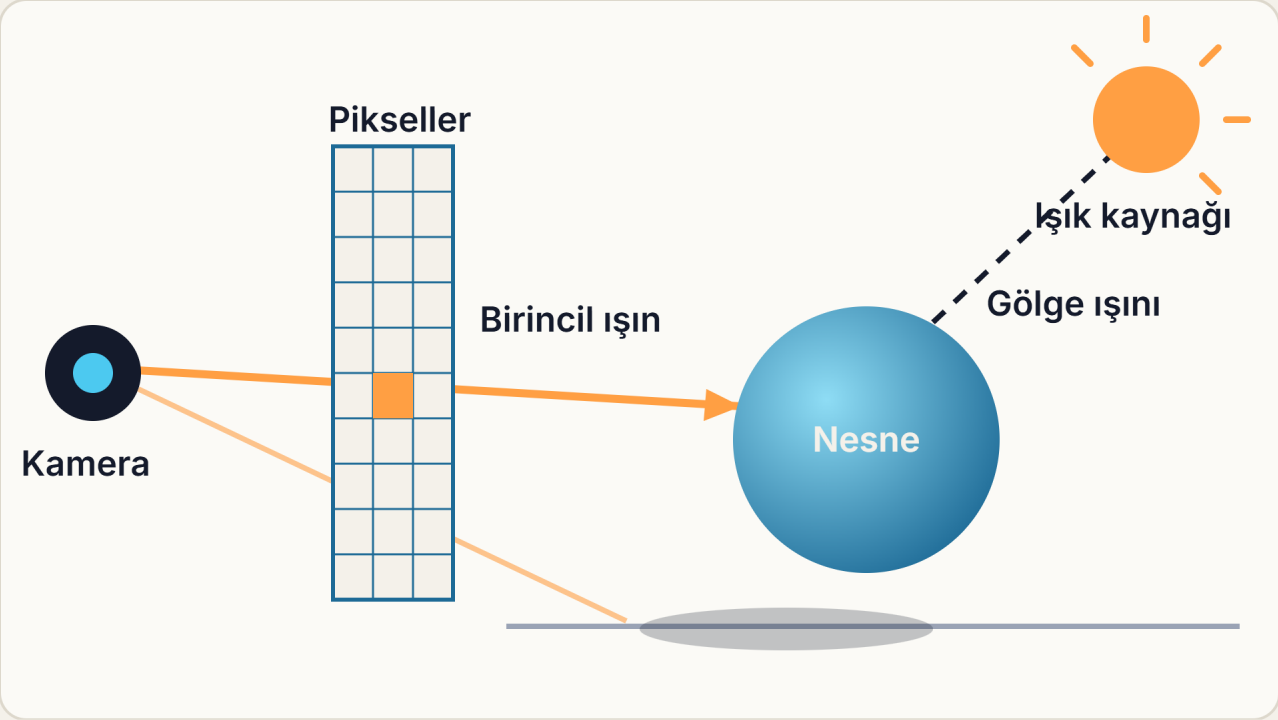
- Uygun fiyatlı giriş seviyesi
- XeSS ile görüntü yükseltme
- Entegre GPU'da pazar lideri

Kasım 2026 itibarıyla mağazalardaki güncel seriler bunlar. Yeni nesil kartlar 2027 ve sonrası bekleniyor.

Kaynak: tech-insider.org (Ekim 2026), PC Games Hardware (Haziran 2026), Jon Peddie Research

BÖLÜM 4 · RAY TRACING

Işını takip et: Ray Tracing nasıl çalışır?



Rasterleştirme

Üçgenleri piksele boyar, ışığı ve gölgeyi **taklit eder**. Çok hızlı.

Ray Tracing

Her pikselden sahneye ışın gönderir; ışığın gerçekte nasıl yansıdığını **hesaplar**. Gerçekçi ama çok ağır.

BÖLÜM 4 · RAY TRACING

Ray Tracing ne kazandırır, neye mal olur?

Gerçekçi yansımalar

Su birikintisi, cam ve aynada ekran dışındaki nesneler bile görünür.

Doğru gölgeler

Işık kaynağına göre yumuşayan, doğal kenarlı gölgeler.

Global aydınlatma

Işık duvardan sekip odayı renkli ve dolaylı biçimde aydınlatır.

Bedeli: FPS düşer

Milyonlarca ışın hesabı çok ağırdır. En ağır mod **Path Tracing**: tüm ışığı baştan sona takip eder.

Çözüm: özel donanım + AI

RT çekirdekleri ışın hesabını hızlandırır; DLSS, FSR ve XeSS kaybedilen FPS'i geri kazandırır.

BÖLÜM 4 · DLSS

DLSS: küçük çiz, yapay zekâ büyütsün

1080p
hızlı çizim

→

TENSOR ÇEKİRDEKLERİ
Yapay zekâ önceki kareleri ve hareket bilgisini kullanarak eksik detayları tahmin eder.

→

4K
keskin görüntü

Adı ne demek?

Deep **L**earning **S**uper **S**ampling: derin öğrenmeli süper örnekleme.

Biliyor muydunuz?

DLSS 4.5 ile ekrandaki her 24 pikselden 23'ünü yapay zekâ çiziyor.

Rakipleri

AMD FSR ve **Intel XeSS** aynı fikri kendi kartlarında uygular.

Kaynak: NVIDIA (CES ve GDC 2026 duyuruları), Free Press Journal (Mart 2026)

BÖLÜM 4 · KARE ÜRETİMİ

1 gerçek kare + 5 yapay zekâ karesi



2X
DLSS 3 · RTX 40 · 2022

4X
DLSS 4 · RTX 50 · 2025

6X + Dinamik
DLSS 4.5 · RTX 50 · 2026

Dikkat: Üretilen kareler akıcılık katar ama tepki süresini iyileştirmez. Düşük FPS'i sihirle oynanabilir yapmaz.

Kaynak: NVIDIA GeForce haberleri (2026), Tom's Hardware (2026)

BÖLÜM 5 · MONİTÖR TEKNOLOJİLERİ

Panel türleri: hangisi kimin için?

Panel	Güçlü yanı	Zayıf yanı	Kimin için?
TN	Çok hızlı, ucuz	Soluk renk, dar görüş açısı	Bütçe e-spor
IPS	Doğru renk, geniş açı	Orta kontrast, köşe parlaması	Tasarım, genel kullanım
VA	Yüksek kontrast, derin siyah	Karanlık sahnede iz bırakma	Film, tek oyunculu oyun
OLED	Kusursuz siyah, anında tepki	Yanma (burn-in) riski, pahalı	Üst seviye oyun ve film
Mini-LED	Çok parlak, güçlü HDR	Parlak nesne çevresinde hale	HDR film ve oyun

Fark nereden geliyor? LCD panellerde (TN, IPS, VA, Mini-LED) arkada bir ışık vardır. OLED'de ise her piksel kendi ışığını üretir ve tamamen sönebilir.

BÖLÜM 5 · TEMEL KAVRAMLAR

Monitör kutusunu okumayı öğrenelim

Çözünürlük

Piksel sayısı: 1080p (Full HD), 1440p (QHD), 2160p (4K UHD).

Yenileme hızı (Hz)

Ekranın saniyede kaç kez yenilendiği: 60, 144, 240 Hz ve üstü.

Tepki süresi (ms)

Pikselin renk değiştirme süresi. Düşük olursa hareket daha net.

HDR

Daha geniş parlaklık ve renk aralığı. Parlaklık “nit” ile ölçülür.

G-SYNC / FreeSync

Ekran hızını GPU’ya uydurur; görüntü yırtılmasını önler.

Piksel yoğunluğu (PPI)

İnç başına piksel. Aynı çözünürlükte küçük ekran daha keskin.

BÖLÜM 5 · FPS VE Hz

FPS ile Hz aynı şey değil

240

FPS

GPU'nun ürettiği kare

→

60

Hz

Monitörün gösterebildiği

→

60

Gördüğün

Kalan kareler boşa gider

Ders: Güçlü bir ekran kartı ancak hızlı bir monitörle anlam kazanır. GPU ve monitör bir takımdır.

BÖLÜM 5 · BAĞLANTILAR

Görüntü hangi kablodan akar?

Bağlantı	En yüksek bant genişliği	Ne için?
HDMI 2.1	48 Gbps	TV, oyun konsolu, 4K 120 Hz
DisplayPort 2.1	80 Gbps'e kadar	Yüksek Hz oyun monitörleri
USB-C (DP Alt Mode)	Porta göre değişir	Dizüstüden tek kabloyla görüntü ve şarj
VGA / DVI	Düşük	Eski cihazlar: artık müzelik



En sık yapılan hata

Harici ekran kartı varsa monitör kablosu anakarta değil, **ekran kartına** takılır.

MİNİ QUIZ · TAKIMLAR HAZIR MI?

Altı soru, altı puan

1. 4K çözünürlük kaç × kaç pikseldir?
2. Sistem RAM'ini paylaşan GPU türü hangisidir?
3. Ray Tracing'i hızlandıran özel çekirdeğin adı nedir?
4. DLSS'te görüntüyü yapay zekâyla büyüten çekirdekler hangileridir?
5. 300 FPS üreten kart, 144 Hz monitörde saniyede kaç kare gösterir?
6. Harici ekran kartı varken monitör kablosu nereye takılır?

Takım hâlinde 30 saniye düşünün, cevabı kâğıda yazın. **Son soru çift puan!**

ÖZET

Bugün aklımızda kalanlar

- ✓ **GPU** binlerce basit çekirdekle aynı anda çok işi paralel yapar.
- ✓ **VRAM** GPU'nun çalışma masasıdır: kapasite ve bant genişliği önemlidir.
- ✓ **Entegre GPU** tasarruflu, **harici GPU** güçlüdür.
- ✓ **Ray Tracing** ışığı gerçekçi hesaplar; **DLSS** yapay zekâyla hızı geri kazandırır.
- ✓ **Monitör** GPU'nun takım arkadaşıdır: panel, Hz ve bağlantı birlikte seçilir.

KAPANIŞ

Sorular?

Teşekkürler! Bir sonraki hafta görüşmek üzere.

HAFTANIN GÖREVİ

Kendi GPU'nu tanı

Windows'ta **Ctrl + Shift + Esc** → Görev Yöneticisi → Performans → GPU

- GPU modelinin adı nedir?
- Kaç GB ayrılmış (dedicated) bellek var?
- Entegre mi, harici mi, yoksa ikisi birden mi?
- Monitörün kaç Hz ve hangi panel türü?

Cevaplarını bir sonraki derse getir.