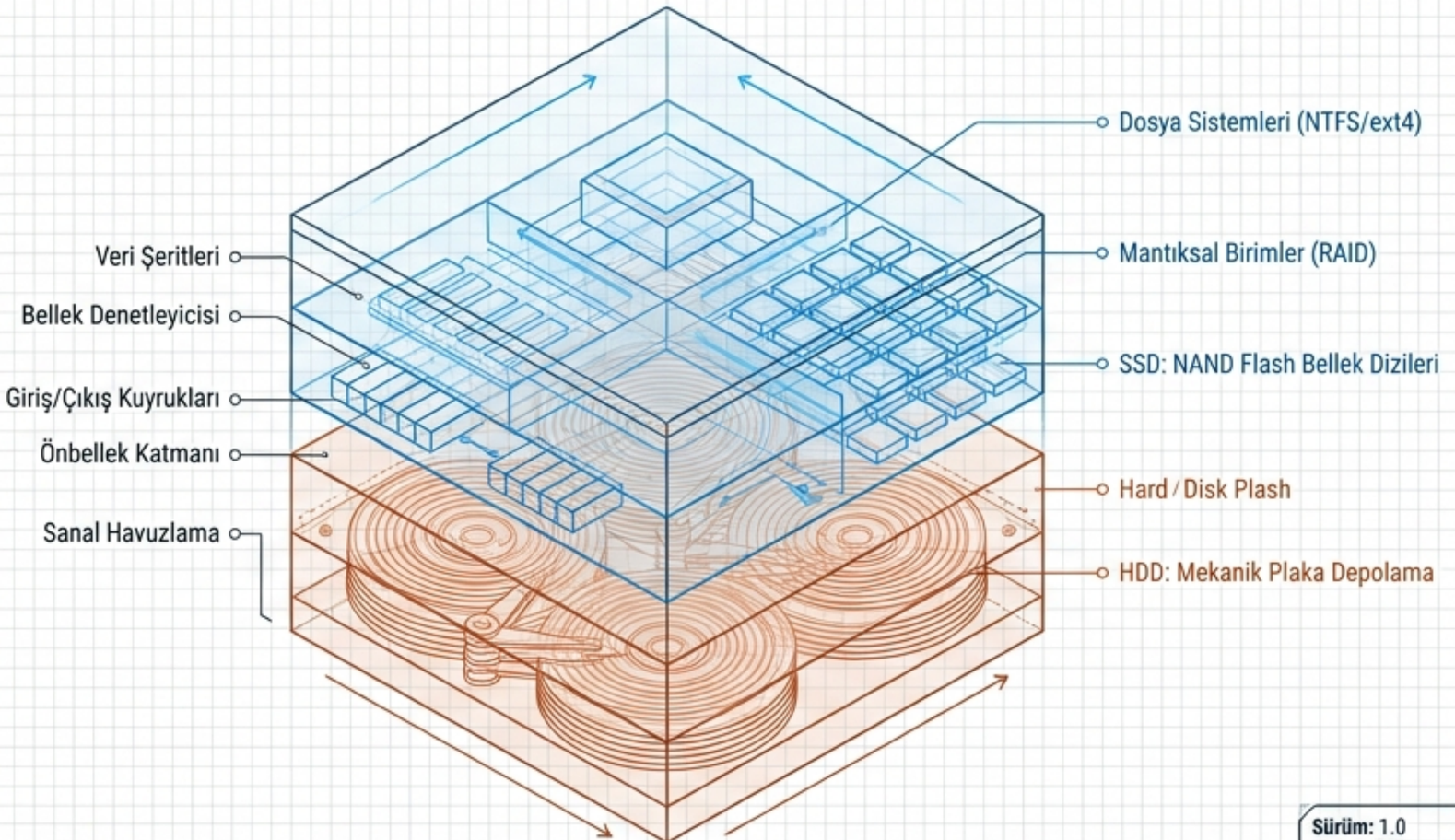
Veri Depolama Mimarisi: Fizikselden Mantıksala Mühendislik Rehberi

HDD/SSD Donanımlarından RAID ve Dosya Sistemlerine Kapsamlı Başvuru Dokümanı

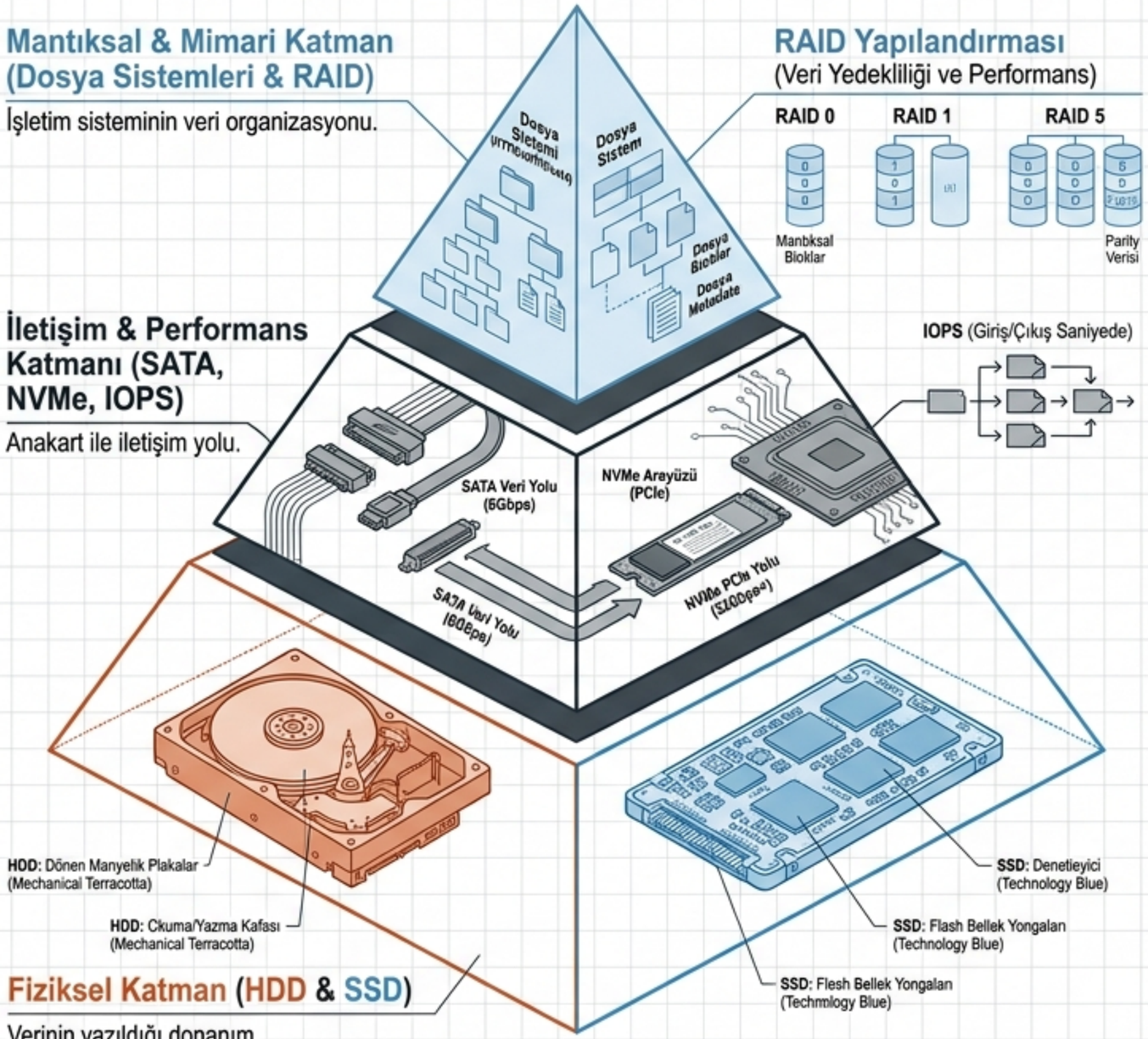


Sürüm: 1.0
Hedef Kitle: Sistem Yöneticileri & Teknoloji Uzmanları
Konsept: Tümevarım (Bottom-Up)

Gemini Notebook

Depolama Yığını: Verinin Donanımdan Yazılıma Yolculuğu

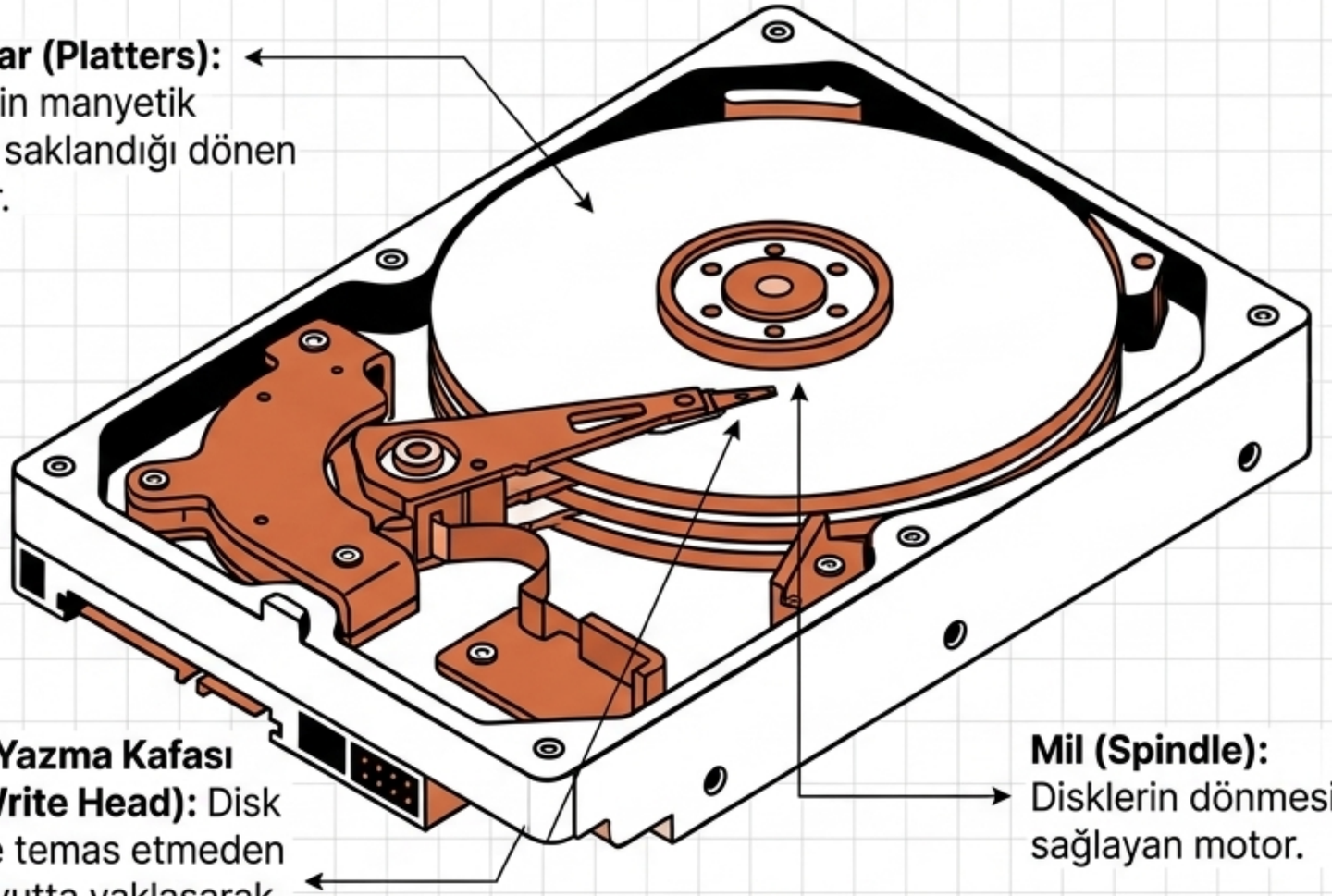
Modern depolama sistemleri, birbirinden bağımsız çalışan ama birbirine sıkı sıkıya bağlı katmanlardan oluşur. Veri, en alt seviyede elektronik veya manyetik bir iz bırakırken, en üst seviyede akıllı algoritmalar (RAID/Dosya Sistemleri) ile organize edilir.



Gemini Notebook

HDD Anatomisi: Mekanik ve Manyetiğin Dansı

Plakalar (Platters): Verilerin manyetik olarak saklandığı dönen diskler.



Okuma/Yazma Kafası (Read/Write Head): Disk yüzeyine temas etmeden nano boyutta yaklaşarak veriyi okur/yazar.

Mil (Spindle): Disklerin dönmesini sağlayan motor.

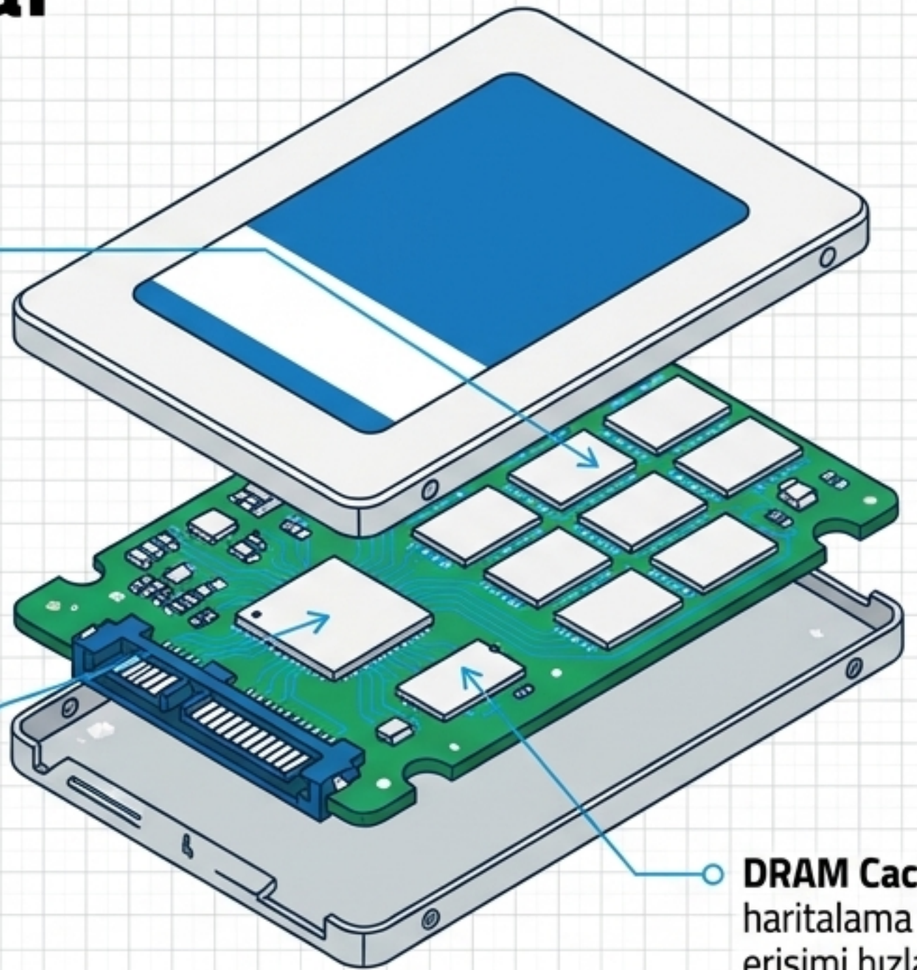
- **Dönüş Hızı (RPM):** 5400 (Genel), 7200 (Performans), 10.000/15.000 (Sunucu).
- **Erişim Süresi:** Milisaniye (ms) seviyesindedir (Fiziksel kafa hareketi nedeniyle yavaştır).
- **Avantaj:** Kapasite maliyeti (GB/₺) oranında eşsizdir.

Gemini Notebook

SSD Anatomisi: Hareket Yok, Sadece Voltaj Var

NAND Flash: Elektrik kesilse dahi veriyi hücrelerdeki voltaj durumuyla saklayan yapıtaşı. (Örn: SLC = 1 Byte, MLC = 2 Byte tutar).

Kontrolcü (Controller): SSD'nin beyni. Veri akışını, hata düzeltmeyi (ECC) ve yıpranma dengelemesini (Wear Leveling) yönetir.



DRAM Cache: Sık kullanılan haritalama verilerini tutarak erişimi hızlandırır.

Dayanıklılık:

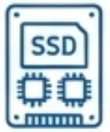
- Hareketli parça (motor, kafa) olmadığı için darbelere, düşmeye ve sarsıntıya tam dayanıklıdır.

Gecikme Süresi:

- Mikrosaniye (µs) seviyesinde anlık tepki verir.

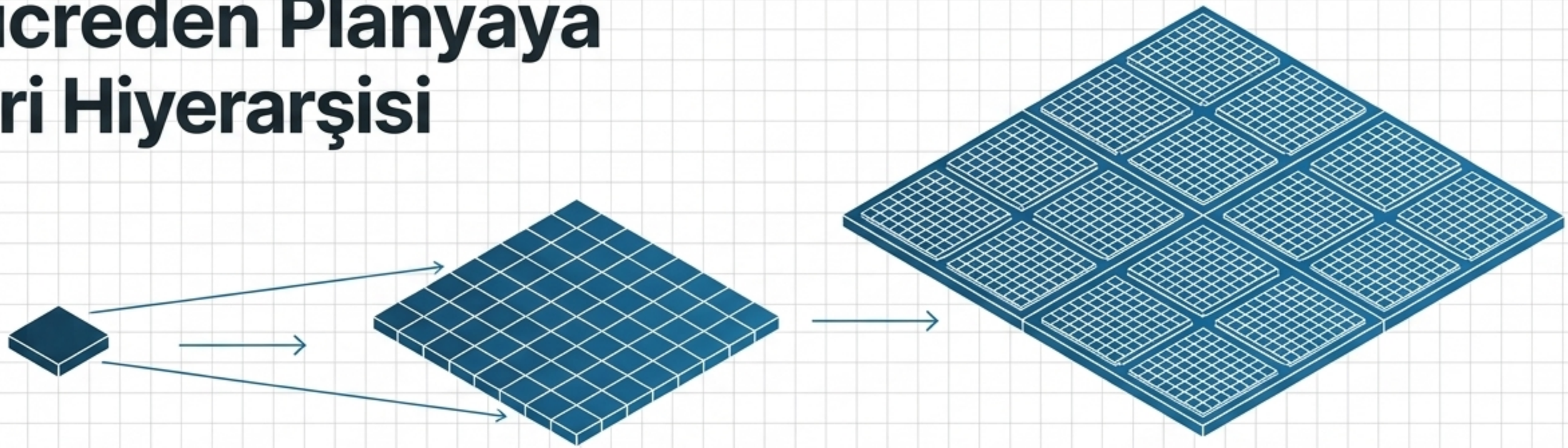
Gemini Notebook

Mimari Çarpışma: Mekanik Disklere Karşı Katı Hal Sürücüleri

	HDD 	SSD 
Çalışma Prensibi	Mekanik ve Manyetik	Elektronik ve Yarı İletken
Erişim Hızı	Yavaş - ms	Çok Hızlı - µs
Sessizlik ve Isı	Gürültülü, Isınır	Sıfır Ses, Serin
Darbe Dayanımı	Düşük - Kafa Çizilmesi	Maksimum - 1500g'ye kadar
Veri Yazma Davranışı	Yeni dosya doğrudan eski sektörün üzerine yazılır	Sadece boş alana yazabilir. Doluysa önce bloğu siler, sonra sayfaya yazar.

Gemini Notebook

SSD’nin Yapıtaşları: Hücreden Planyaya Veri Hiyerarşisi



Sayfa (Page) = 4 KB:
Okuma ve yazma işleminin yapılabildiği en küçük birimdir.
(1 Page)

Blok (Block) = 512 KB:
SSD'lerde verinin silinebildiği en küçük birimdir.
(128 Page = 1 Block)

Planya (Plane) = 512 MB:
Blokların birleşmesiyle oluşan geniş depolama alanlarıdır.
(1024 Block = 1 Plane)

Önemli Mühendislik Notu: Bir SSD ünitesinde veri okuma/yazma 4 KB’lık sayfalar bazında yapılırken, silme işlemi 512 KB’lık bloklar bazında yapılmak zorundadır.

Gemini Notebook

Arayüz ve Form Faktörü Kargaşasını Çözmek

Fiziksel Boyut (Form Faktörü)



2.5" İnç / 3.5" İnç:
Klasik disk kutuları.



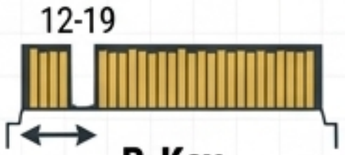
M.2: Doğrudan anakarta takılan, sakız boyutunda ince form faktörü.
(M.2 bir hız değil, sadece fiziksel boyuttur!)

İletişim Protokolü (Veri Yolu)

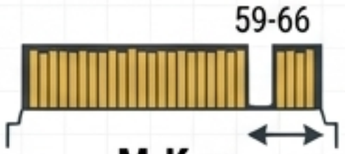
SATA (AHCI):
Mekanik diskler için tasarlandı.
Sınır: 600 MB/s.
Tek komut kuyruğu, kuyruk başına 32 komut.

NVMe (PCIe):
Flash bellekler için sıfırdan yaratıldı.
PCIe veri yolunu kullanır.
Sınır: 14.000+ MB/s.
64.000 kuyruk ve kuyruk başına 64.000 komut!

Çentik (Key) Farkları:



B-Key
(PCIe x2/SATA)



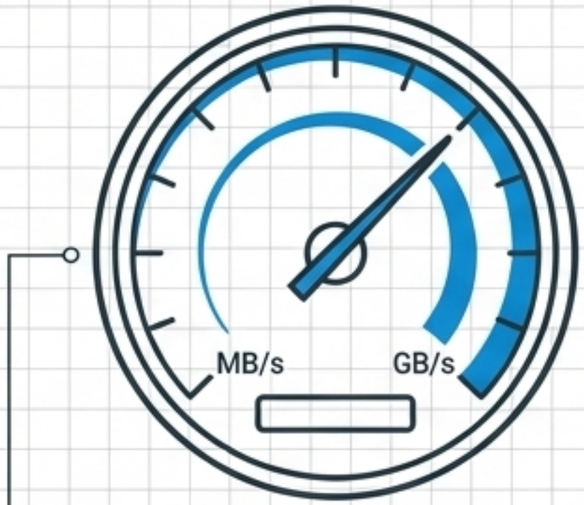
M-Key
(PCIe x4 NVMe)



B+M Key
(Genellikle SATA SSD)

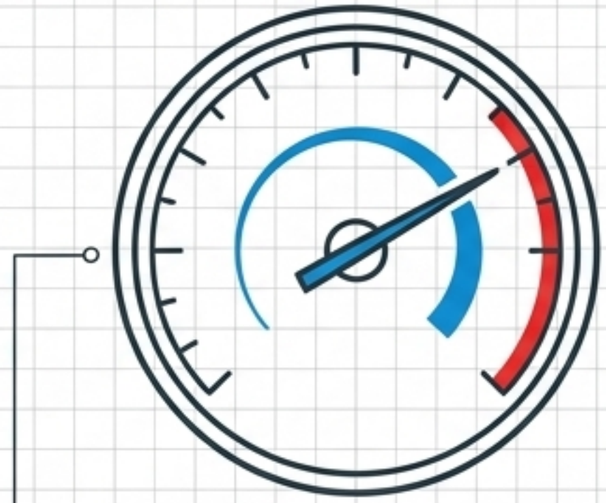
Gemini Notebook

Hızın Dili: Depolama Performansı Nasıl Ölçülür?



Ardışık Hız (MB/s veya GB/s) - Maksimum Sürat

Büyük boyutlu, tek parça verilerin (örn: 10GB video dosyası) kopyalanma hızıdır. Kullanıcıların günlük işlemlerinin sadece %1-2'sini oluşturur.



IOPS (Rastgele 4K Hızı) - Motor Çevikliği

Saniyede yapılan Girdi/Çıktı (Input/Output) işlem sayısıdır. Ufak boyutlu dosyaların farklı yerlerden rastgele okunmasıdır. İşletim sisteminin açılış ve tepki süresini doğrudan bu değer belirler.



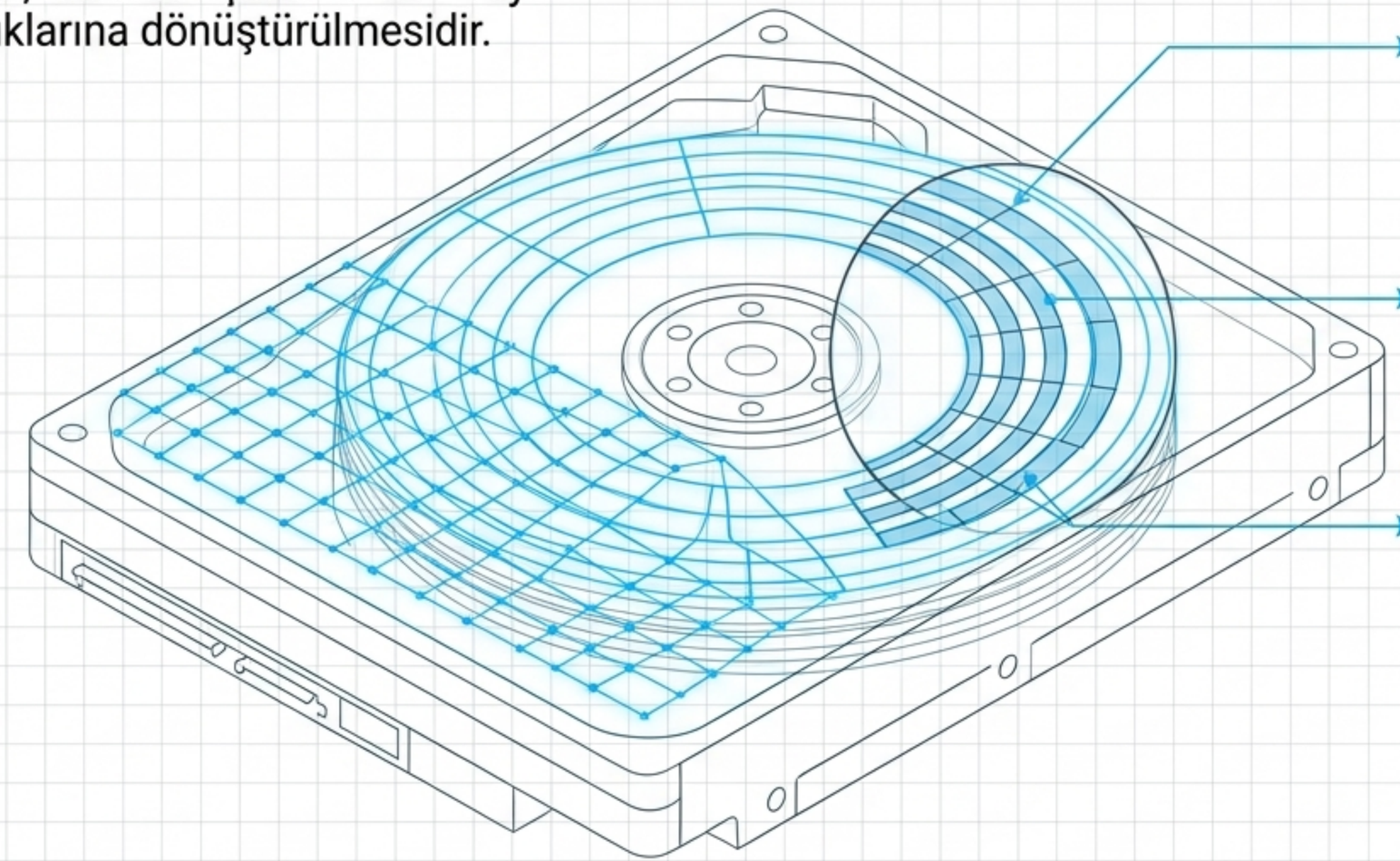
Gecikme Süresi (Latency) - Tepki Süresi

Sistemden isteğin çıkması ile verinin yanıt vermesi arasındaki süredir. (SSD'lerde mikrosaniye, HDD'lerde milisaniye).

Gemini Notebook

Mantıksal Haritalama: İşletim Sisteminin Rehberi

Giriş: Dosya yönetimi, fiziksel disk üzerindeki rastgele verilerin, kullanıcı için anlamlı Dosya topluluklarına dönüştürülmesidir.



İz (Track): Disk üzerindeki eş merkezli görünmez dairesel yollar.

Sektör (Sector): İzin bölünmesiyle oluşan en küçük adreslenebilir birim.

Küme (Cluster): Dosya sisteminin kullanabildiği, sektörlerin birleşimiyle oluşan mantıksal veri paketleridir. Formatlama sırasında boyutu belirlenir. (İşletim sistemi veriyi sektör sektör değil, cluster cluster okur ve yazar).

Gemini Notebook

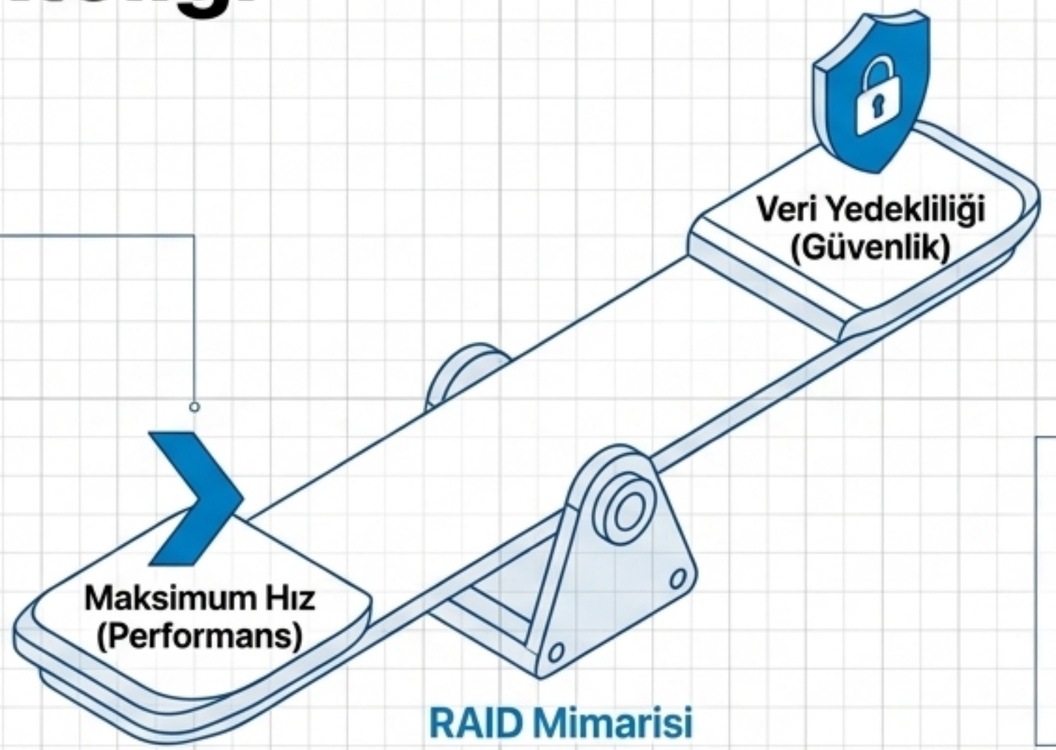
Dosya Sistemleri Karşılaştırma Matrisi

FAT32	Çok eski standart. En büyük dezavantajı **tek bir dosyanın maksimum 4 GB olabilmesidir.**
exFAT	FAT32'nin limitlerini yıkan modern versiyon. USB ve SD kartlar için Mac/Windows/Linux çapraz platform uyumluluğunda altın standart.
NTFS	Windows'un varsayılanı. Gelişmiş güvenlik (ACL), şifreleme ve elektrik kesintilerine karşı günlükleme (Journaling) sunar.
ext4	Linux dünyasının varsayılan dosya sistemi. Yüksek disk performans optimizasyonlarına sahiptir.
APFS (Apple File System)	macOS/iOS için özel. Tamamen SSD/Flash belleklerin doğası için optimize edilmiştir. Anlık görüntü (Snapshot) desteği barındırır.
ReFS (Resilient FS)	Windows Server serisi için. Veriyi otomatik doğrulama, kendini onarma ve devasa disk kapasiteleri için geliştirilmiş esnek sistem.

Gemini Notebook

RAID Mimarisi: Bağımsız Disklerin Birlikteliği

Kökeni: 1987 yılında UC Berkeley'de Patterson, Gibson ve Katz tarafından "Ucuz kişisel diskleri birleştirerek pahalı kurumsal diskleri geçebilir miyiz?" sorusuyla icat edildi (Redundant Array of Independent Disks).



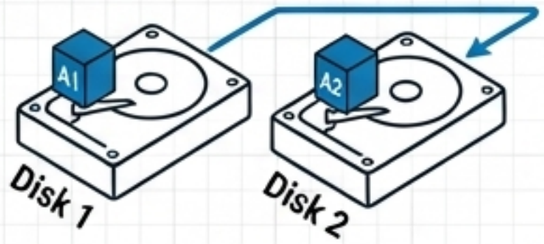
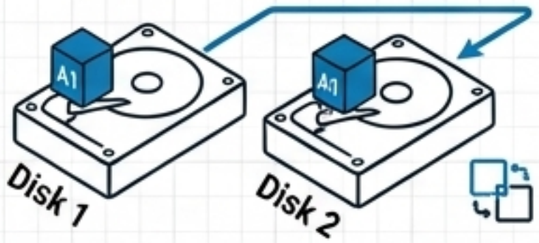
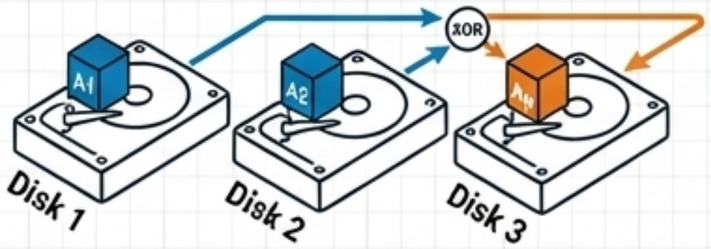
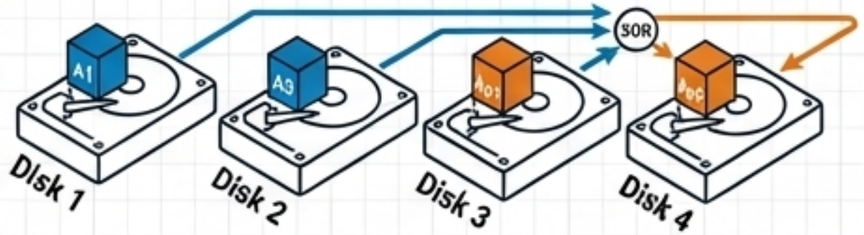
Çalışma Mantığı: İşletim sistemine, fiziksel olarak birbirine bağlı çok sayıdaki diski, tek ve devasa bir Sanal Disk (Logical Volume) olarak gösterme sanatıdır.

Temel Amaç:

1. Veri okuma/yazma performansını katlamak.
2. Donanım arızalarına karşı veriyi kaybetmemek (Yedeklilik).

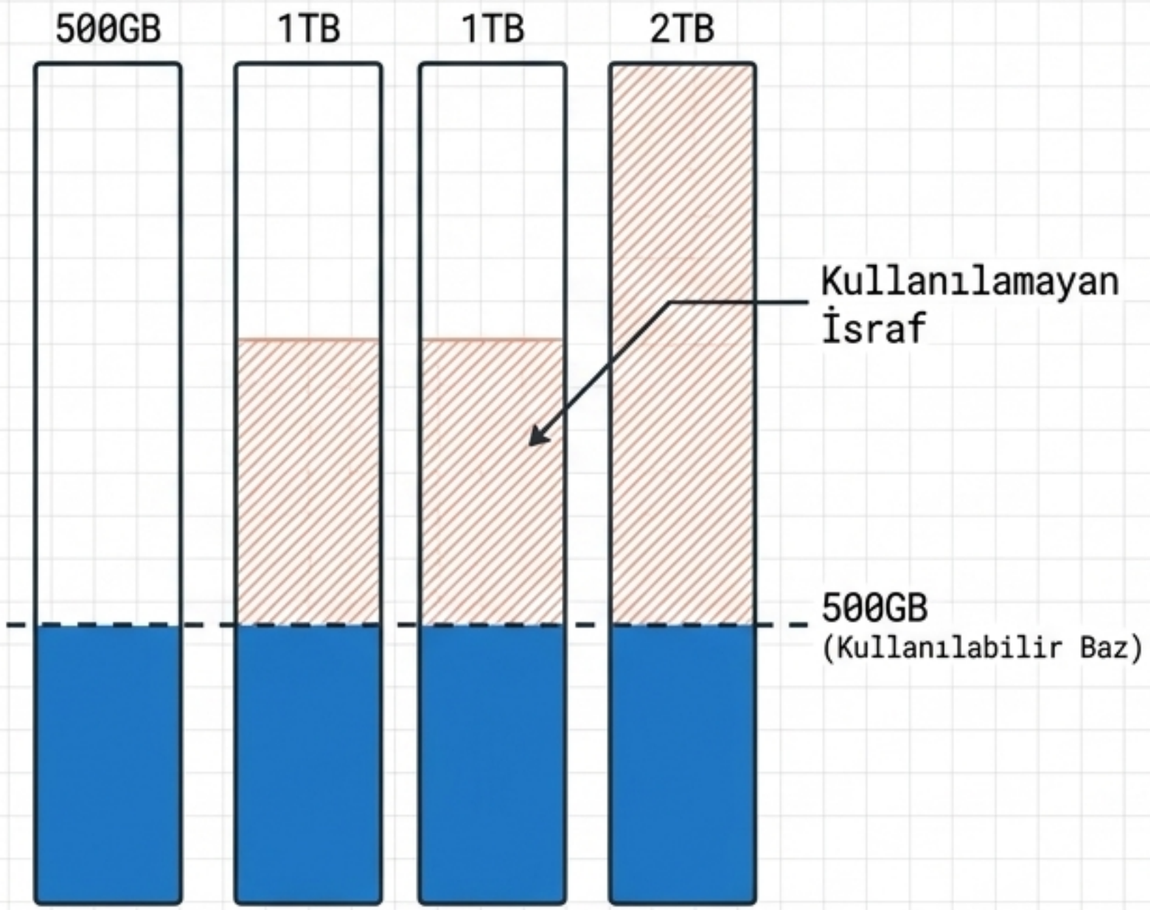
Gemini Notebook

RAID Seviyeleri: Performans ve Güvenlik Matrisi

	**RAID 0 (Şeritleme)**: Min 2 disk. Veri disklere paylaştırılarak yazılır. Hız maksimum, güvenlik sıfırdır. **Kapasite = %100**.
	**RAID 1 (Aynalama)**: Min 2 disk. Bir diske yazılan verinin klonu diğerine yazılır. Güvenlik yüksek, hız standart. **Kapasite = %50**.
	**RAID 5 (Şerit + Parite)**: Min 3 disk. Veri dağıtılırken, arıza durumunda matematiksel olarak veriyi kurtaracak bir **Parite (XOR) bloğu** da disklere serpiştirilir. **1 disk bozulsa bile sistem çöker.**
	**RAID 6 (Çift Parite)**: Min 4 disk. RAID 5'in aynısıdır ama **iki adet parite bloğu** tutulur. Aynı anda **2 diskin yanmasına** (bozulmasına) **dayanabilir**.

Gemini Notebook

Sistem Yöneticisinin Defteri: RAID 5 Gerçek Hayat Problemi



Senaryo: Elimizde 500 GB, 1 TB, 1 TB ve 2 TB boyutlarında 4 farklı disk var. Bunlarla RAID 5 kurarsak ne olur?

Kritik Kural: RAID mimarilerinde her zaman en küçük diskin kapasitesi (500GB) baz alınır!

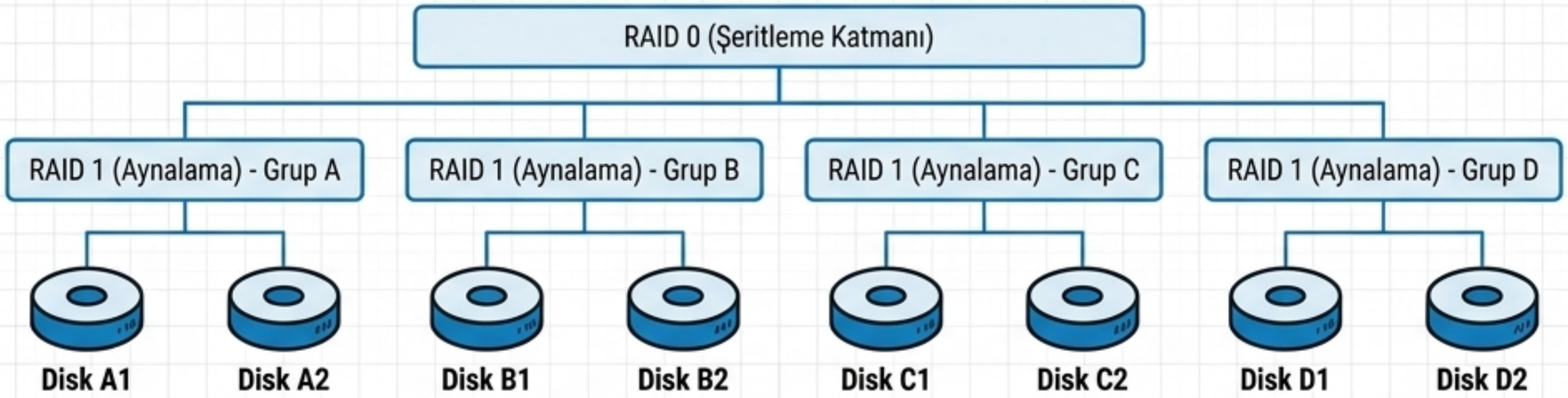
Hesaplama Adımları:

- **Hedef Baz:** Tüm diskler 500GB olarak çalışır.
- **Net Kapasite:** (N-1) x 500 = 3 x 500 = 1.5 TB Kullanılabilir Alan
- **Güvenlik (Parite):** 500 GB alan kendini kurtarmak için ayrılır.
- **İsraf (Boşuna yatan alan):** Toplam ham 4.5 TB alandan sadece 1.5 TB kullanıldık. Geri kalan devasa 2.5 TB alan fiziksel olarak sistemde olmasına rağmen mantıksal olarak erişilemez ve çöpe gider.

Gemini Notebook

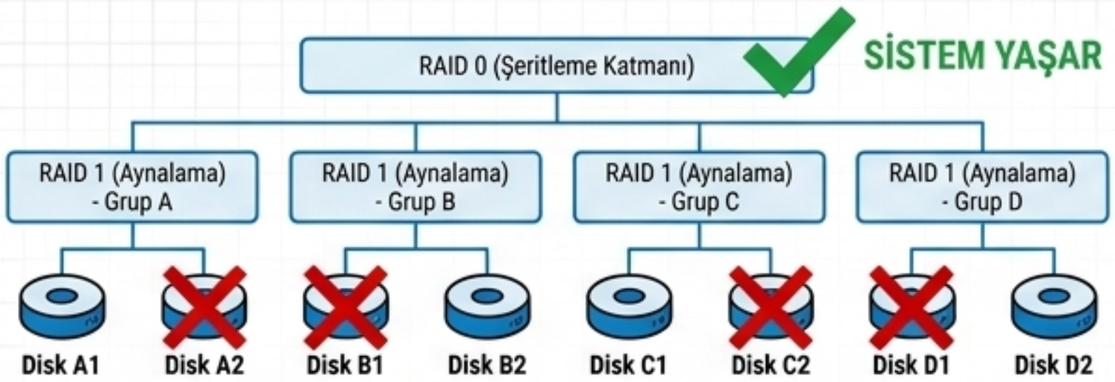
Kurumsal Favori: RAID 10 (Hız ve Güvenliğin Kusursuz Evliliği)

Mimari: RAID 1'in (Klonlama) güvenliği ile RAID 0'ın (Şeritleme) hızını birleştirir. Min 4 disk ister, alanın %50'si kullanılamaz.



Hata Toleransı Analizi (8 Diskli Bir Sistemde):

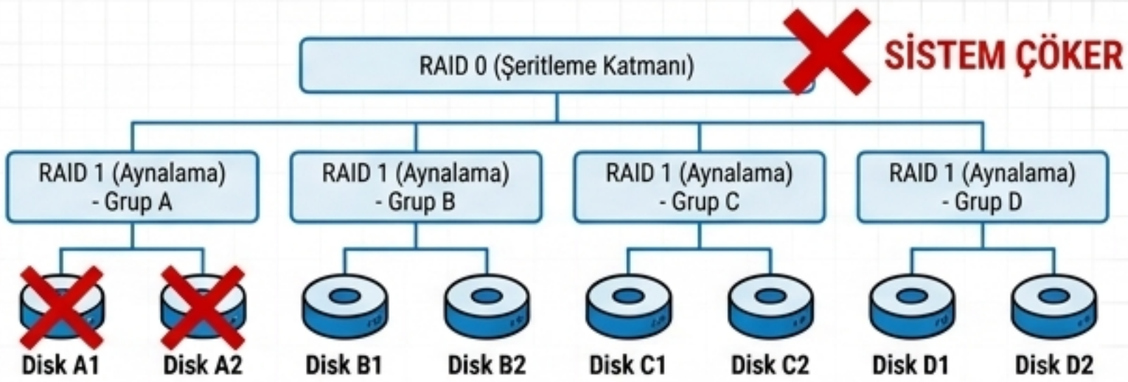
En İyi Durum (4 Disk Yanarsa Yaşar)



Her aynalanmış gruptan (A, B, C, D) tam olarak 1'er disk bozulursa, sistemin kalan yarısı veri kaybetmeden kusursuz çalışmaya devam eder.

Hata Toleransı Analizi (8 Diskli Bir Sistemde):

En Kötü Durum (2 Disk Yanarsa Çöker)



Bozulan iki disk, aynı aynalanmış grubun (örneğin A1 ve A2 disklerinin ikisi birden) üyesiyse, o bloğun yedeği kalmayacağı için koskoca sistem tamamen çöker.

Gemini Notebook

Mimari Sentez: Doğru İş İçin Doğru Teknoloji



Oyuncu & Son Kullanıcı

- **Donanım:** M.2 NVMe **SSD** (M-Key). (Açılış hızı ve IOPS için).
- **Dosya Sistemi:** NTFS (Windows ortamı için).
- **Mimarisi:** Standart / **RAID 0** (Sadece maksimum hıza ihtiyaç varsa).



Video Kurgu / Tasarım Stüdyosu

- **Donanım:** Yüksek kapasiteli **SSD** + Depo için Geniş **HDD**'ler.
- **Dosya Sistemi:** exFAT / APFS (Çapraz platform Mac/Win taşıması için).
- **Mimarisi:** **RAID 5** (Büyük kapasiteli video dosyalarında hız ve denge için).



Veritabanı ve Kurumsal Sunucu

- **Donanım:** 15K RPM SAS **HDD**'ler veya Enterprise U.2 **SSD**'ler.
- **Dosya Sistemi:** ReFS / ext4 (Kendini onaran yapı, Linux uyumluluğu).
- **Mimarisi:** **RAID 10** veya **RAID 6** (Maksimum hata toleransı ve anlık kurtarma için).

Gemini Notebook