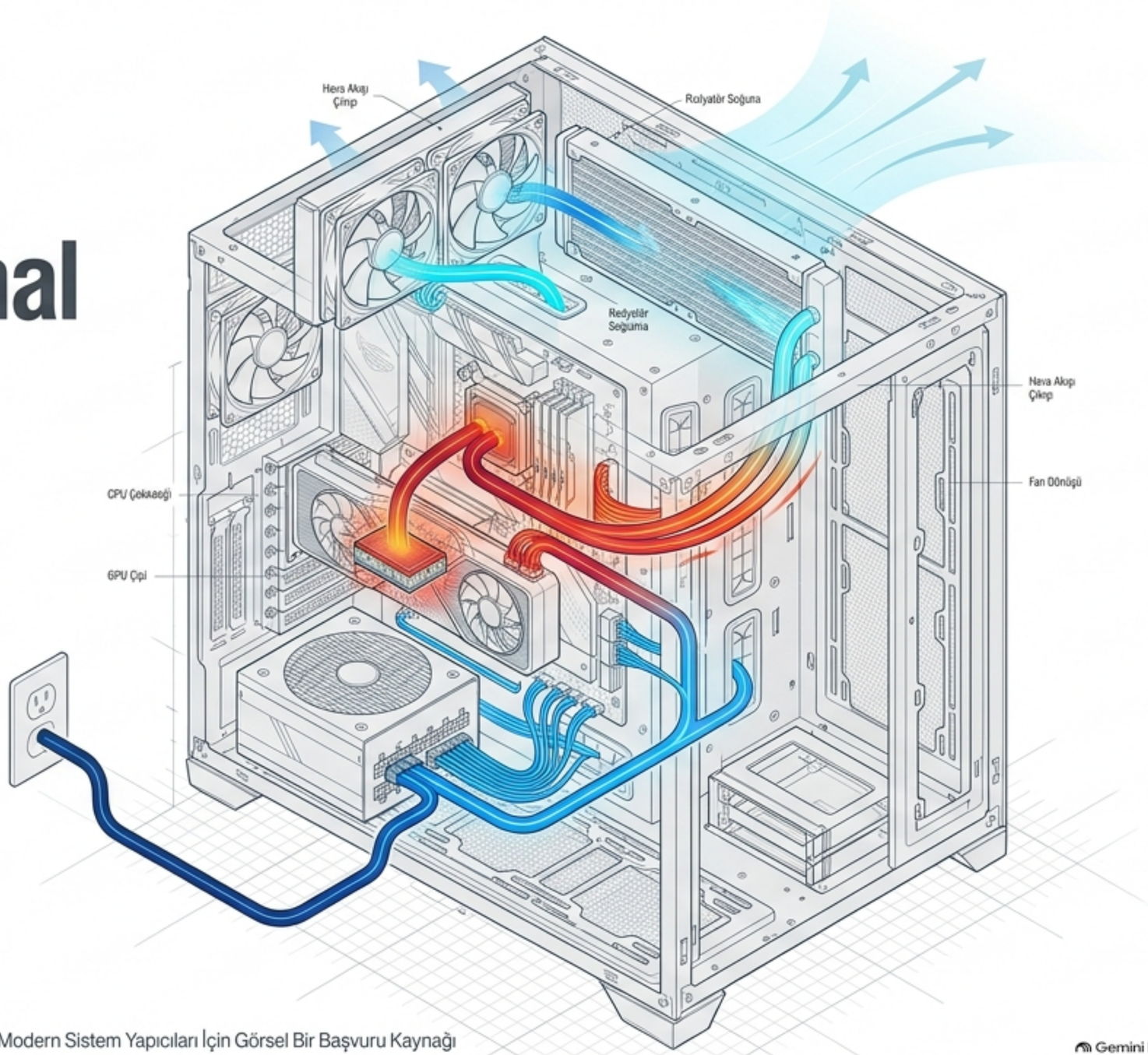
Güç ve Serinlik: PC Enerji ve Termal Yönetim Rehberi

Bir Watt'ın Yaşam Döngüsü: Güç Üretiminden Termal Dağılıma Donanım Mühendisliği



Modern Sistem Yapıcıları İçin Görsel Bir Başvuru Kaynağı

Gemini Notebook

1



Şebeke Gücü (AC):
Duvardan gelen yüksek voltajlı ve dalgalı alternatif akım.

2



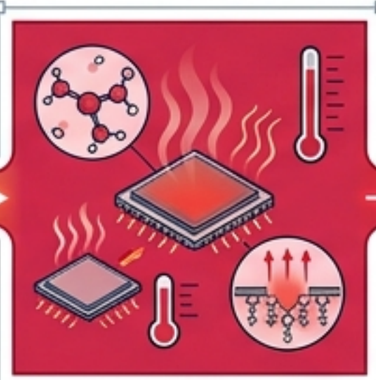
Dönüşüm (PSU):
AC'nin temiz ve kararlı DC akıma çevrilmesi.

3



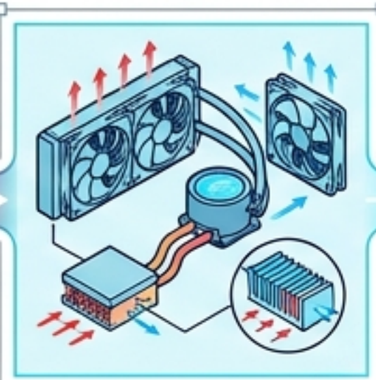
Bileşen İşi (Work):
İşlemci ve grafik kartının elektrik enerjisini matematiksel hesaplamalara dönüştürmesi.

4



Isı Vergisi (TDP):
Termodinamiğin kaçınılmaz sonucu olarak ortaya çıkan atık ısı.

5

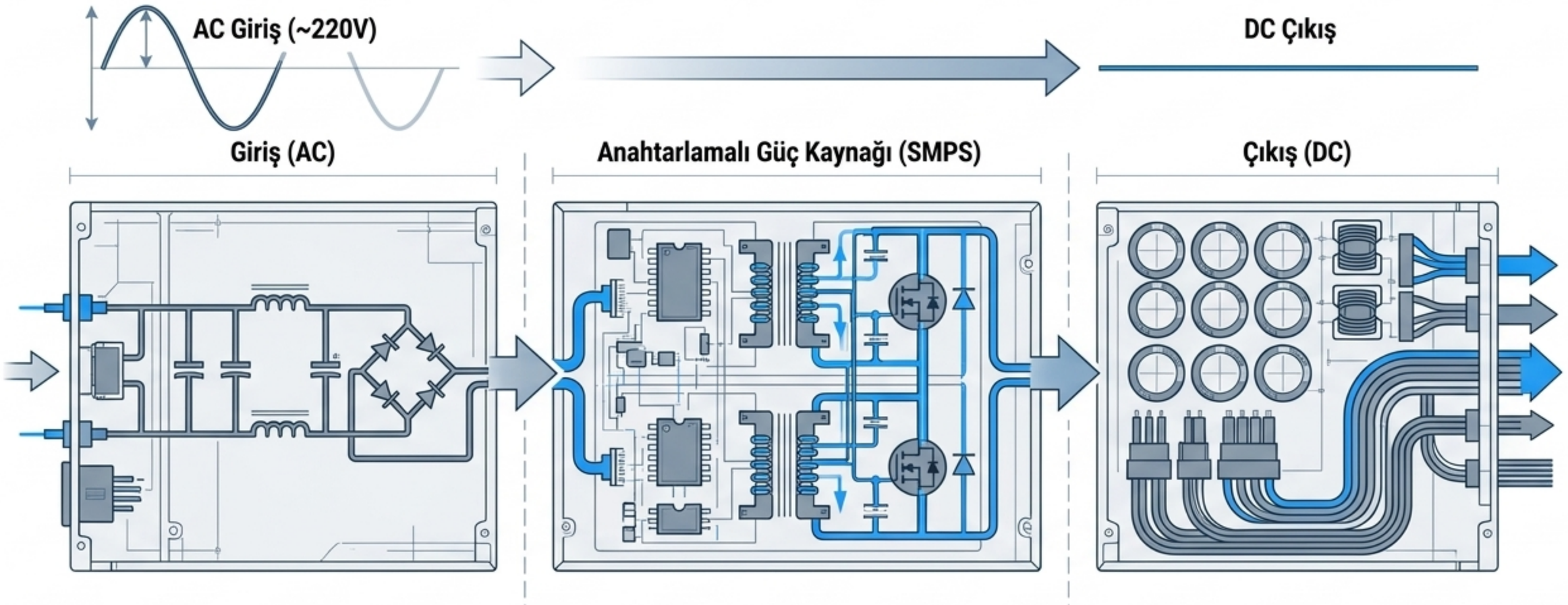


Termal Dağılım (Soğutma):
Isının mikroskobik köprülerden geçerek atmosfere atılması.

Termodinamiğin Birinci Yasası PC'nizde her saniye işler:
Sisteme giren enerjii yok olmaz, işe ve kaçınılmaz olarak ısıya dönüşür.

Gemini Notebook

PSU Çalışma Prensibi: SMPS Teknolojisi



Giriş (AC): Şebekeden gelen 220V Alternatif Akım. Ağır ve verimsiz transformatörler yerine modern sistemler yüksek frekans kullanır.

Anahtarlamalı Güç Kaynağı (SMPS): Gelen akım on binlerce kez (yüksek frekanslı anahtarlama) açılıp kapatılarak voltaj dönüşümü sağlanır. Bu yöntem; daha küçük donanım, daha az ısınma ve maksimum verim sağlar.

Çıkış (DC): Bilgisayar bileşenlerinin kullandığı üç temel kararlı Doğru Akım (DC) hattı:

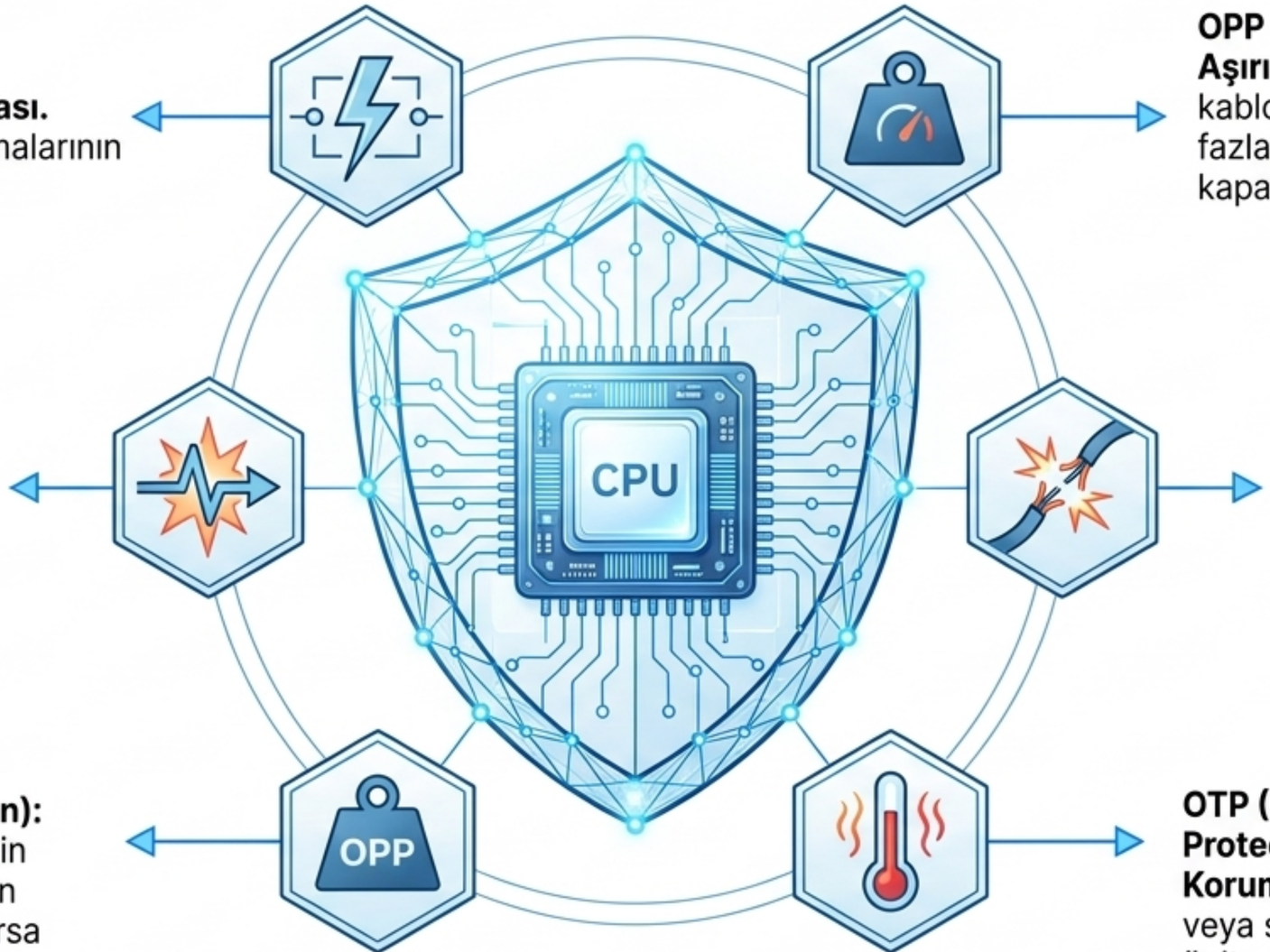
- **+12V:** İşlemciler (CPU), Ekran Kartları (GPU) ve motorlar/fanlar için ana güç hattı. (Ana iş yükü)
- **+5V & +3.3V:** Dijital devreler, USB portları ve depolama sürücüleri için düşük voltaj hatları.

Gemini Notebook

Kalkan: PSU Koruma Devreleri

OVP (Over Voltage) / UVP (Under Voltage): Aşırı/Düşük Gerilim Koruması. Şebekedeki voltaj dalgalanmalarının anakartı yakmasını engeller.

OPP (Over Current Protection): Aşırı Akım Koruması. Bir bileşen kablodan taşıyabileceğinden fazla akım çekerse sistemi kapatır.



OCP (Over Current Protection): Aşırı Akım Koruması. Bir bileşen kablodan taşıyabileceğinden fazla akım çekerse sistemi kapatır.

SCP (Short Circuit Protection): Kısa Devre Koruması. Tellerin birbirine teması ("Siyahın siyaha değmesi" dışındaki her durum) anında gücü keser.

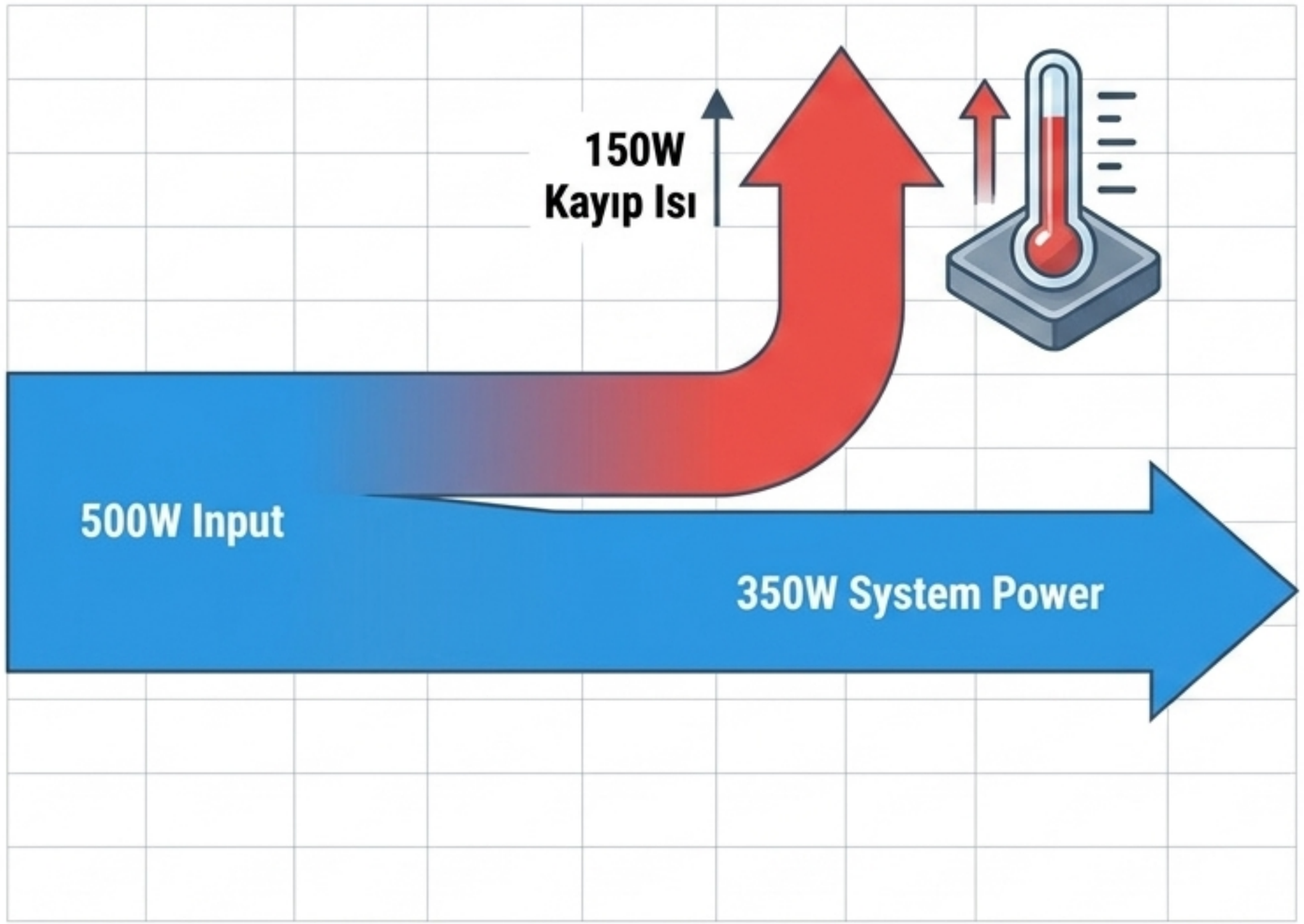
OPP (Over Power Protection): Aşırı Güç Koruması. Sistemin toplam güç tüketimi PSU'nun maksimum kapasitesini aşarsa devreye girer.

OTP (Over Temperature Protection): Aşırı Sıcaklık Koruması. PSU içindeki fan bozulur veya sıcaklık kritik seviyeye ulaşırsa üniteyi korumaya alır.

Gemini Notebook

80 PLUS Verimliliği ve "Isı Vergisi"

The Energy Pipeline



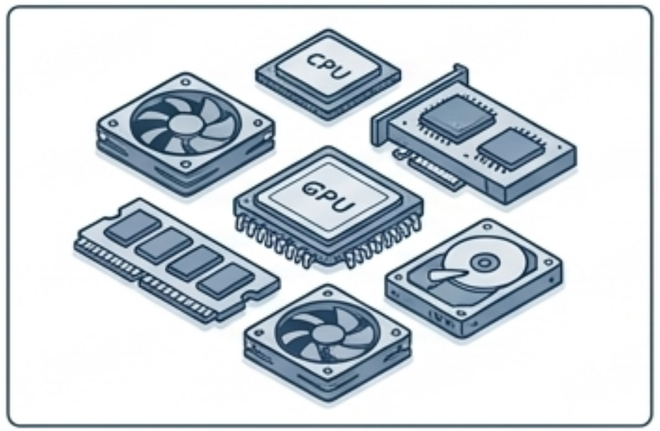
Verimlilik Nedir?
Verimlilik (%) = (Bileşenlere Verilen Çıkış Gücü / Şebekeden Çekilen Giriş Gücü) x 100

Kayıp Enerji Isıya Dönüşür: Sertifikasız bir PSU %70 verimle çalışıyorsa, sisteme 350W güç vermek için duvardan 500W çeker. Aradaki 150W kayıp enerji, kasa içine doğrudan ısı olarak yayılır.

Yük (%50) için Verim Standartları:	
White: %80	%80
Bronze: %85	%85
Silver: %88	%88
Gold: %90	%90
Platinum: %92	%92
Titanium: %94	%94

Gemini Notebook

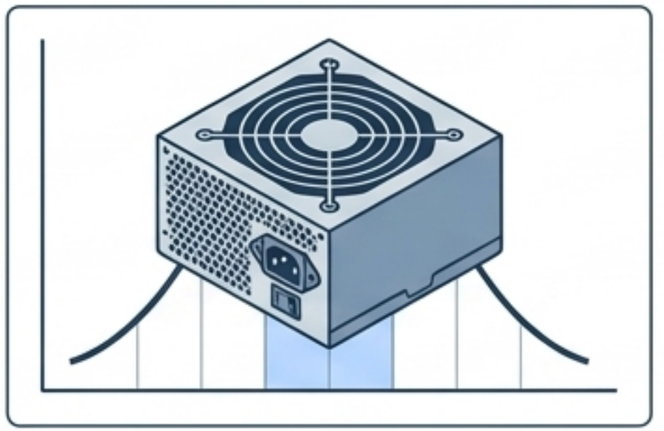
Kapasite Hesaplama: Güvenlik Marjı ve Tatlı Nokta (Sweet Spot)



+



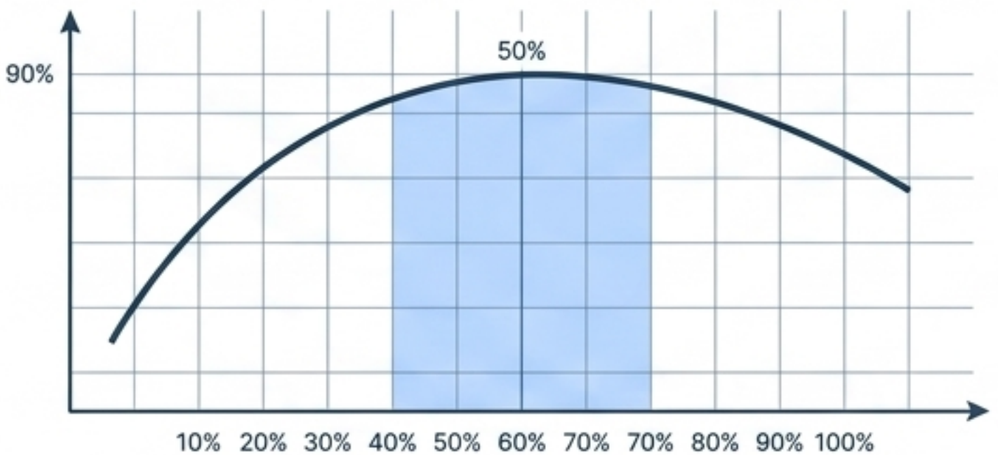
=



Adım 1: Tepe Yük (Peak Load) Tespiti.
CPU, GPU, RAM, Depolama ve fanların maksimum anlık güç tüketimlerinin (TDP ve üstü) toplamı.

Adım 2: Güvenlik Marjı (%20-%30).
Anlık voltaj sıçramaları (Transient Spikes) donanımın aniden yüksek akım çekmesine neden olur. Marj, sistemin kapanmasını engeller.

Adım 3: %40-%70 Kuralı.
Güç kaynakları tam yükte (%100) veya çok düşük yükte (%10) verimli çalışmaz. En yüksek verim ve en sessiz fan profili genellikle %50 yük civarında elde edilir.



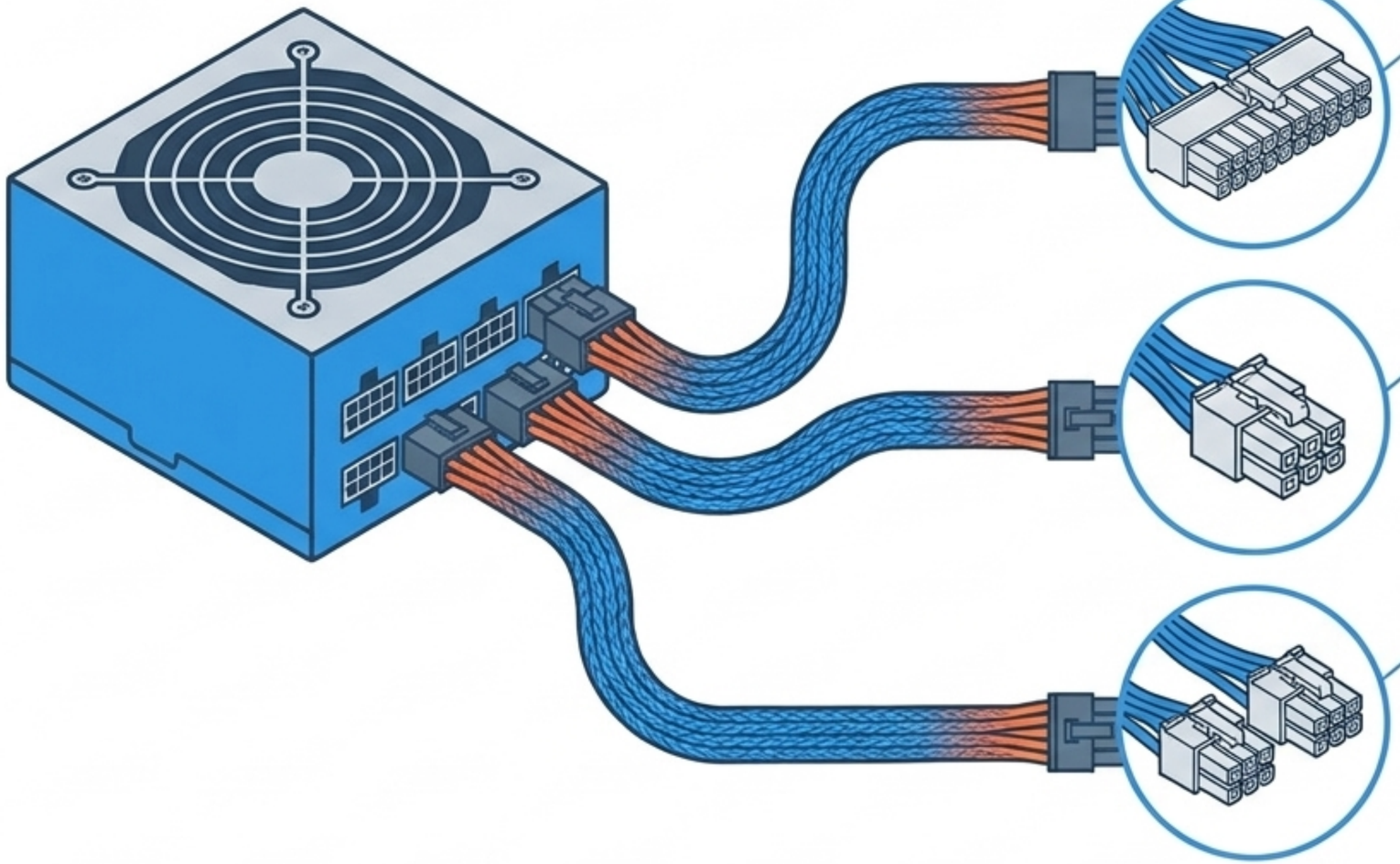
Efficiency Curve

Özet Kural:

400W maksimum güç çeken bir sistem için 400W değil, verimlilik eğrisinin merkezine oturması için 600W-650W PSU tercih edilmelidir.

Gemini Notebook

Güç Dağıtımı: Konnektör Ekosistemi



24-pin ATX Anakart Kablosu: Sistemin kalbi. +3.3V, +5V ve +12V hatlarını barındırır. PCIe yuvalarına 75W'a kadar güç sağlar.

8-pin (4+4) EPS CPU Kablosu: Sadece işlemciye özel +12V hattı. Eski 4-pin kablolara göre kapasiteyi ikiye katlayarak aşırı akım kaynaklı kablo erimesi riskini ortadan kaldırır.

6-pin ve 8-pin PCIe Ekran Kartı Kablosu: Modern GPU'ların ana enerji kaynağı.

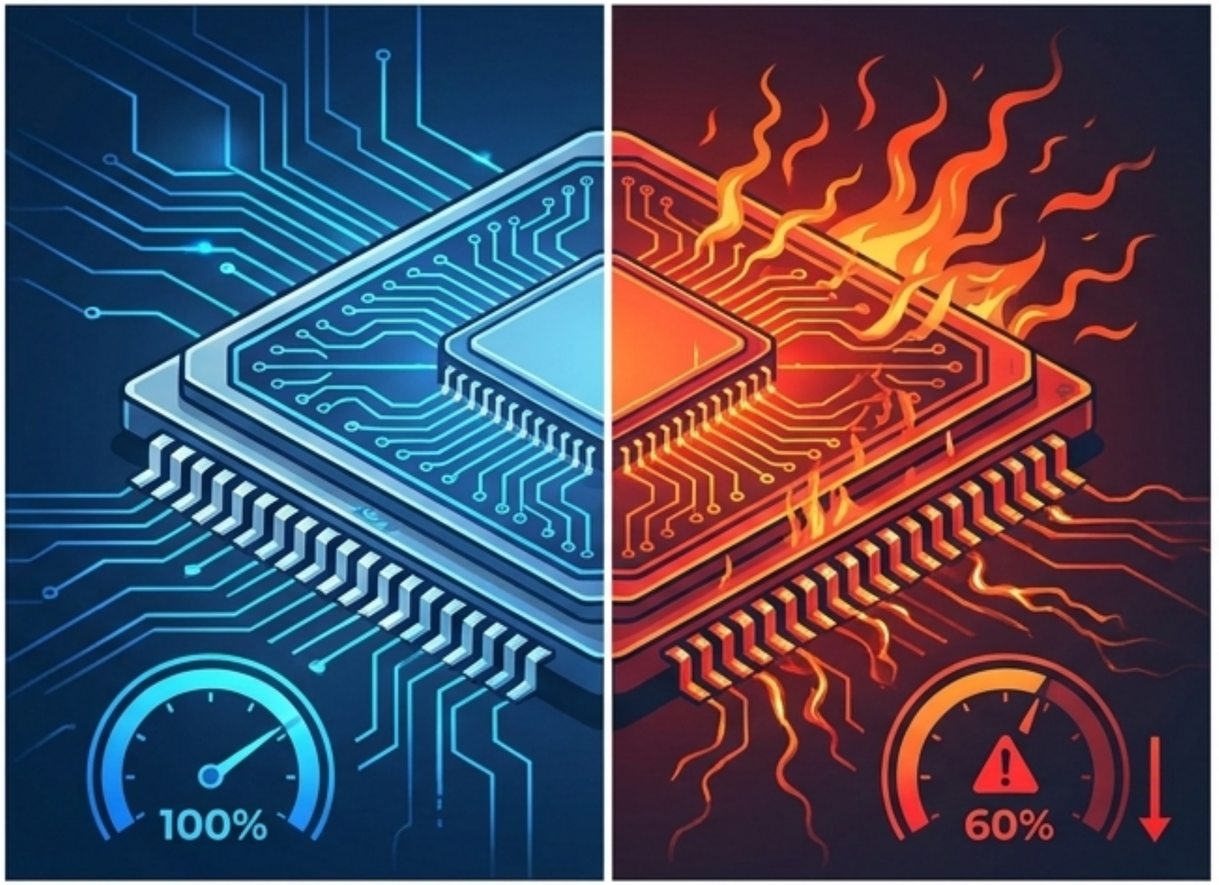
6-pin PCIe = Maksimum 75W
8-pin PCIe = Maksimum 150W

Önemli Uyarı: Kablolar mükemmel iletken değildir. Aşırı yüklenme, konektör direncini artırarak voltaj düşüşlerine ve ısı kayıplarına yol açar. Yüksek güç çeken kartlarda tek kablodan çoklama yapmak yerine PSU'dan gelen ayrı kablolar (pigtail kullanmadan) bağlanmalıdır.

Gemini Notebook

Gücün Kaçınılmaz Bedeli: Isı ve Thermal Throttling

TDP (Isıl Tasarım Gücü): Bir bileşenin bileşenin tipik yük altında yaydığı ve soğutma sisteminin sistemden uzaklaştırması gereken maksimum ısı miktarıdır. (Watt cinsinden ölçülür).



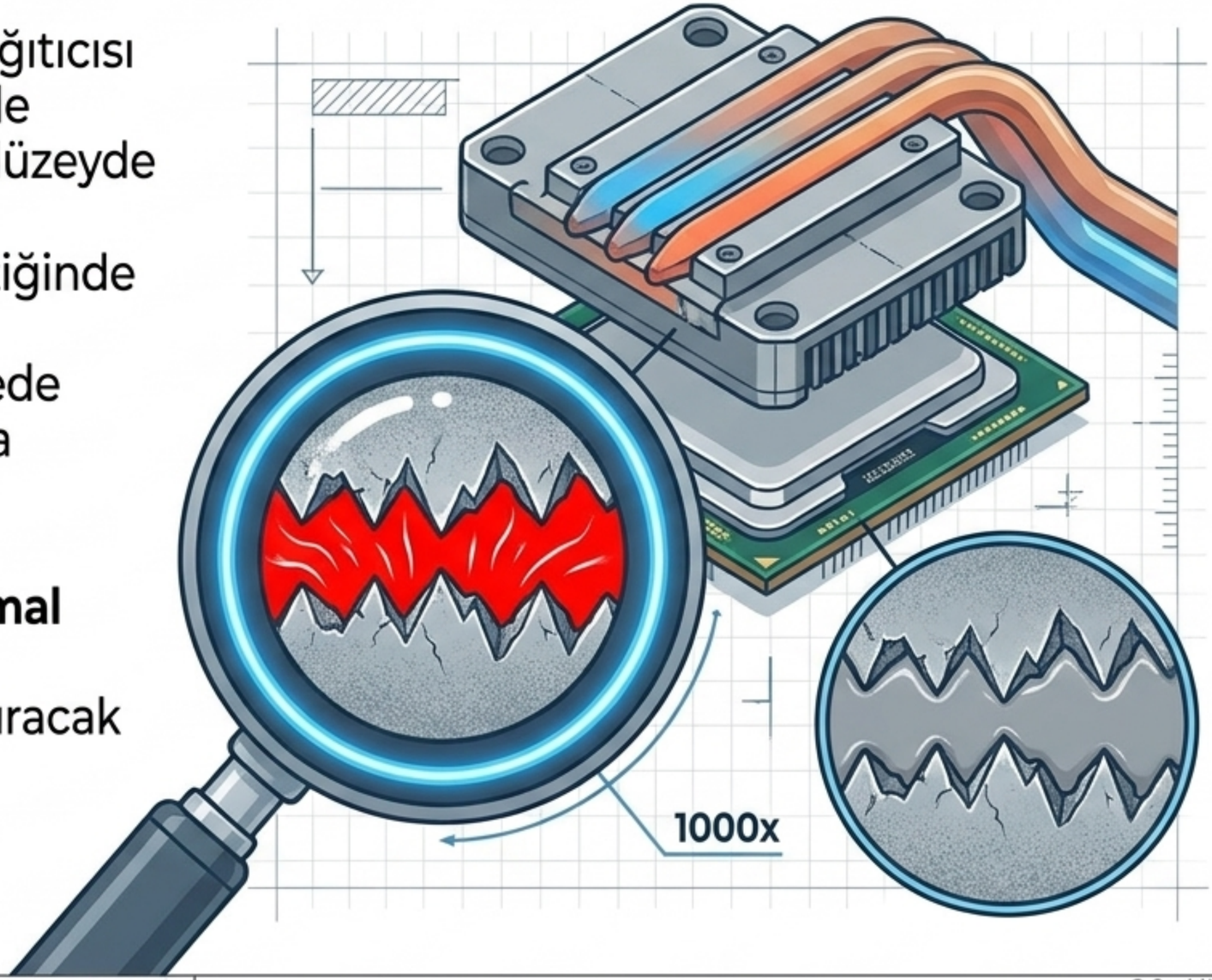
Thermal Throttling (Termal Darboğaz): Elektronik bileşenlerdeki akım geçişi ve yarı iletken dirençleri ısı oluşturur. Sıcaklık kritik eşiği (genellikle **90-105°C**) aştığında, işlemci **yanmamak için** kendini korumaya alır.

Sonuç: Saat hızları (GHz) düşürülür, voltaj azaltılır. Siz sadece "oyunda FPS düşmesi" veya "render süresinin uzaması" yaşarsınız, ancak donanımınız hayatta kalma savaşı veriyordur.

Gemini Notebook

Mikroskobik Savaş: Neden Termal Macun Kullanıyoruz?

- **Yanıltıcı Pürüzsüzlük:** İşlemci ısı dağıtıcısı (IHS) ile soğutucu tabanı çıplak gözle kusursuz görünse de mikroskobik düzeyde dağlık ve pürüzlüdür.
- **Düşmanımız:** Hava. İki metal birleştiğinde aradaki çukurlarda hava hapsolur. Havanın ısı iletkenliği felaket derecede düşüktür (k ≈ 0.026 W/mK). Bu hava cepleri ısı yalıtıcısı gibi davranarak işlemciyi fırına çevirir.
- **Çözüm: Termal Macun (TIM - Thermal Interface Material).** Sadece bu mikroskobik hava boşluklarını dolduracak kadar sürülür ve iki metal arasında mükemmel bir termal köprü kurar.



Gemini Notebook

TIM Matrisi: Termal Macun Sınıfları





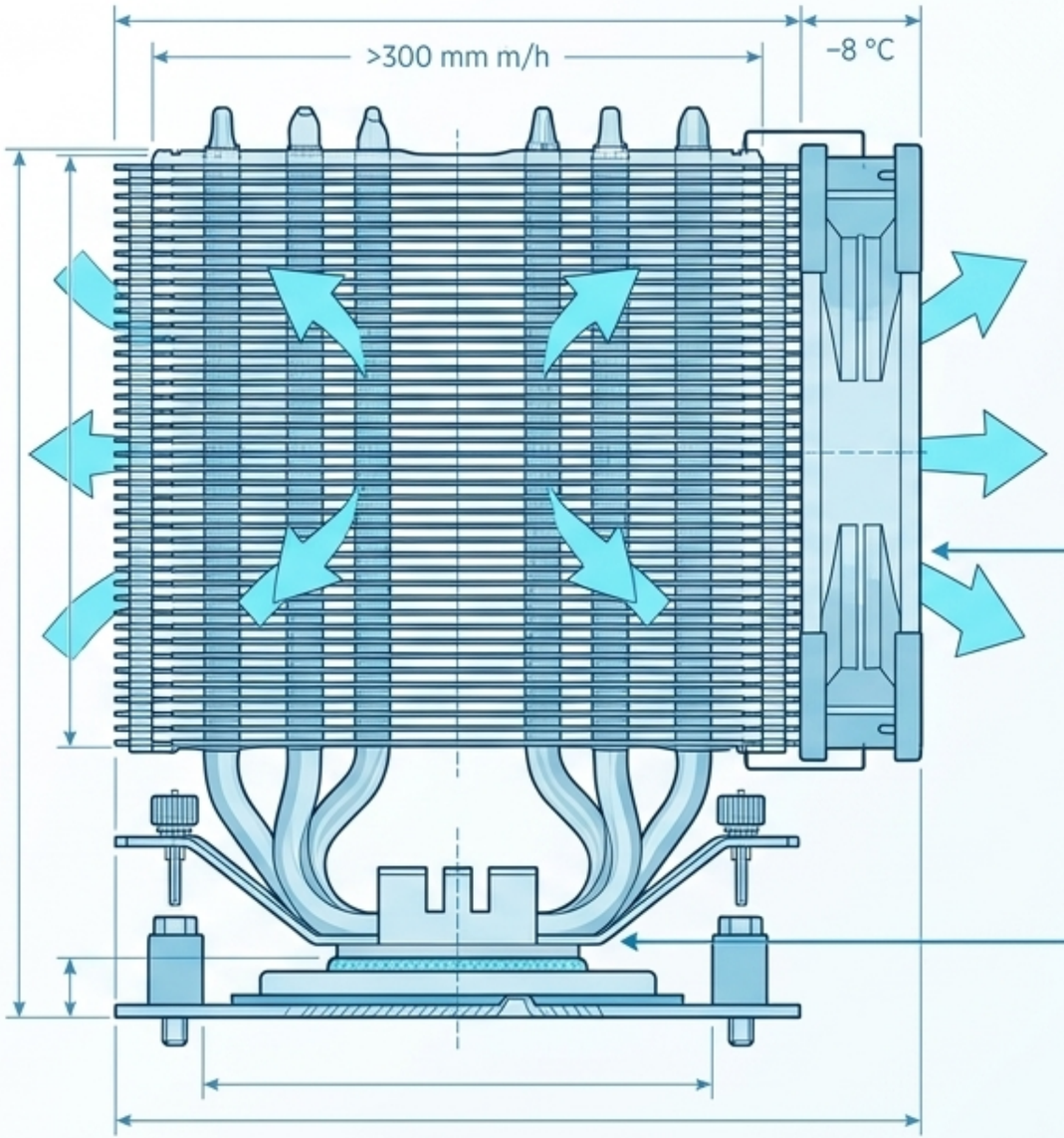




Silikon / Karbon Bazlı	Seramik Bazlı	Diamond (Elmas/Karbon) Bazlı	Sıvı Metal (Liquid Metal)
İletkenlik: 4–8 W/mK	İletkenlik: 4–6 W/mK	İletkenlik: 8–14 W/mK	İletkenlik: 70–82 W/mK
Elektrik İletkenliği: Yok (Güvenli)	Elektrik İletkenliği: Yok	Elektrik İletkenliği: Yok	Elektrik İletkenliği: **Yüksek (Riskli)** ⚠
İdeal Kullanım: Günlük PC'ler, yeni başlayanlar için en iyi ve güvenli standart.	**İdeal Kullanım:** Bütçe dostu sistemler, uzun ömürlü ve uygun fiyatlı koruma.	**İdeal Kullanım:** Yüksek performanslı iş istasyonları. Üstün iletim, sıfır kısa devre riski (Yüksek maliyet).	**İdeal Kullanım:** Sınırları zorlayan hız aşırtma (Extreme Overclocking). **Alüminyum yüzeyleri aşındırır, hatalı sürüm anakartı kızartır.** ⚠

Gemini Notebook

Hava Soğutma (Air Cooling) Anatomisi

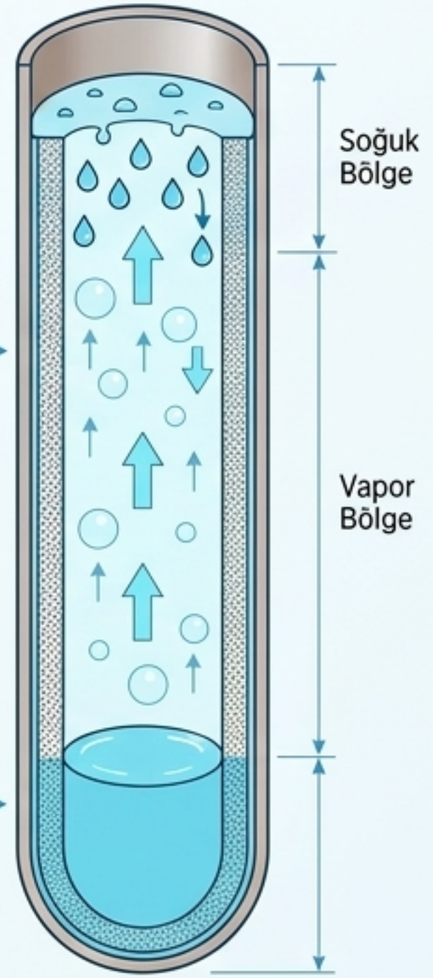


1. İletim (Conduction):
Termal macundan geçen ısı, doğrudan bakır veya nikel kaplı taban bloğuna aktarılır.

2. Faz Değişimi (Heat Pipes):
İçi kısmen boş bakır borulardaki özel sıvı, tabandaki ısıyı emerek anında buharlaşır ve borunun üst kısmına (soğuk bölgeye) doğru hızla yükselir.

3. Taşınım (Convection):
Buhar, ısısını geniş yüzey alanına sahip ince alüminyum kanatçıklara (Fins) bırakır.

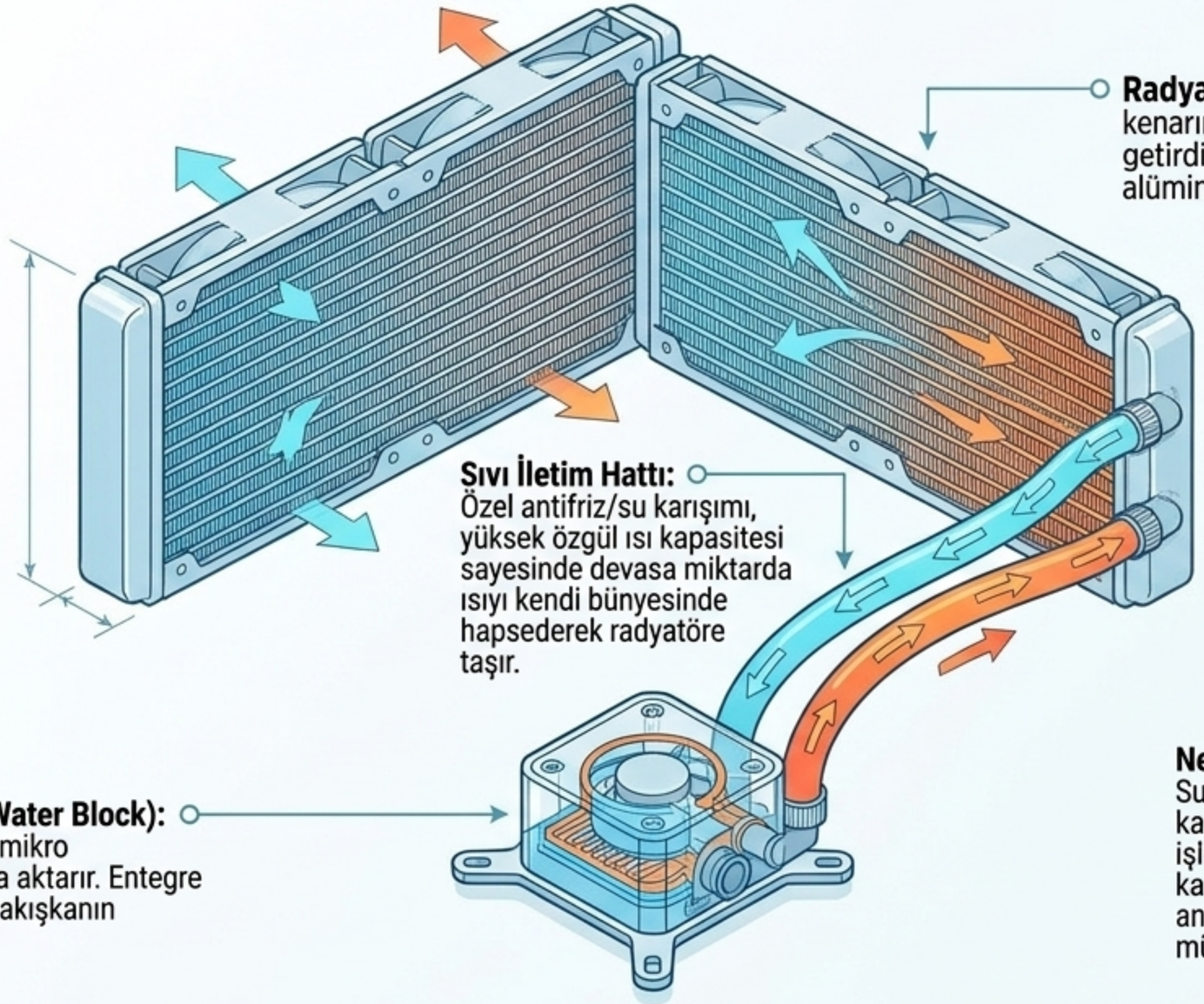
4. Egzoz & Yoğuşma: Fandan gelen serin hava kanatçıkların arasından geçerek ısıyı kasadan dışarı atar. Soğuyan buhar sıvılaşır ve borunun çeperlerindeki kılcal damarlardan aşağı süzülerek döngüyü yeniden başlatır.



Heat Pipe
(Zoomed In View)

Gemini Notebook

Sıvı Soğutma (Liquid Cooling) Anatomisi



Radyatör (120/240/360mm): Kasa kenarına monte edilen bu ünite, sıvının getirdiği ısıyı ince su yollarından devasa alüminyum/bakır ızgara yüzeyine yayar.

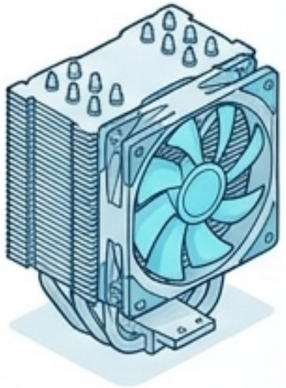
Sıvı İletim Hattı: Özel antifriz/su karışımı, yüksek özgül ısı kapasitesi sayesinde devasa miktarda ısıyı kendi bünyesinde hapsederek radyatöre taşır.

Pompa ve Su Bloğu (Water Block): İşlemci üzerindeki ısıyı, mikro kanallardan geçen sıvıya aktarır. Entegre pompa, sistem içindeki akışkanın sirkülasyonunu sağlar.

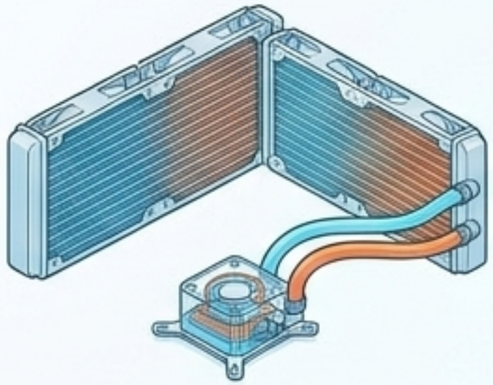
Neden Sıvı?
Su, havaya göre çok daha fazla ısı tutma kapasitesine sahiptir. Sıvı soğutma, ısıyı işlemci üzerinde biriktirmek yerine kasanın doğrudan dış sınırına taşıyarak anlık sıcaklık sıçramalarını (spikes) mükemmel sönümler.

Gemini Notebook

Nihai Karar: Hava vs. Sıvı Soğutma



Kule Tipi Hava Soğutma (Air)



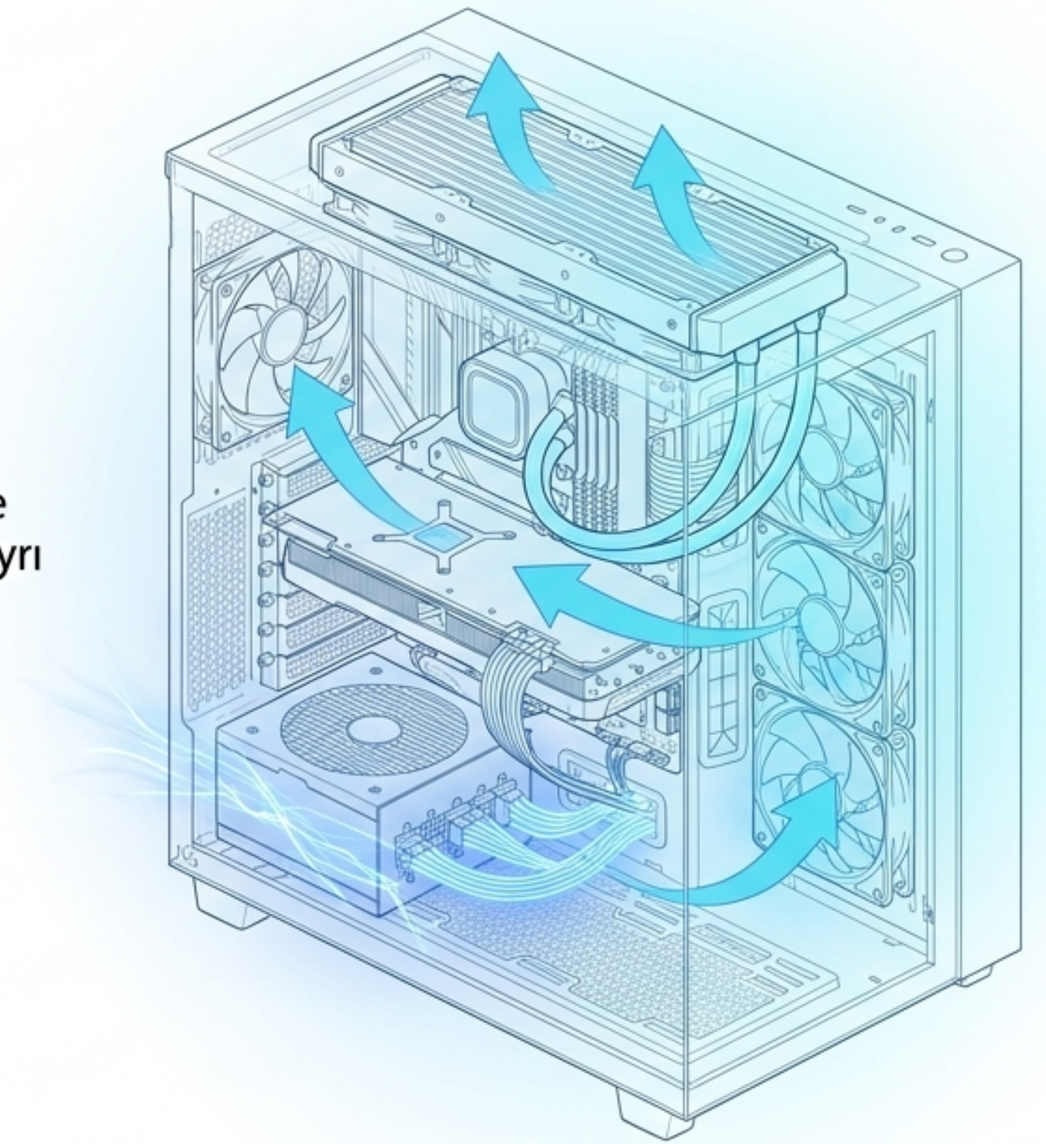
AIO Sıvı Soğutma (Liquid)

TDP Kapasitesi: Orta/Yüksek (Devasa kuleler gerektirir).	Çok Yüksek (Çok çekirdekli tepe model CPU'lar için ideal).
Mekanik Risk & Ömür: Neredeyse sonsuz ömür. Tek hareketli parça fandır; bozulursa ucuza değiştirilir. Sıfır sızdırma riski.	Pompa ömrü ile sınırlıdır (genellikle 4-6 yıl). Düşük de olsa sıvı sızdırma veya pompa kilitlenme riski taşır.
Alan Verimliliği (Space): Anakart üzerinde devasa bir hacim kaplar, RAM slotlarını veya GPU'yu engelleyebilir.	CPU çevresi tamamen boş kalır, ferah bir estetik sunar. Sadece radyatör montaj alanı gerektirir.
Termal Atalet: Yük bindiği an fanların aniden hızlanması gerekir (daha ani fan gürültüsü).	Sıvının ısınması zaman aldığı için anlık yüklerde fanlar sessizliğini korur.

Gemini Notebook

Sistem Sentezi: Kusursuz Termal Denge

Bütünsel Donanım Mühendisliği: Güç kaynağı ve soğutucu, PC kasası içindeki ayrı adalar değildir; aynı iklimin parçalarıdır.



Kötü Senaryo: %70 verimli kalitesiz bir PSU, içeriye sürekli 150W ekstra ısı kusarak kasa içi ortam sıcaklığını (Ambient Temp) yükseltir. Soğutucunuz ne kadar iyi olursa olsun, sıcak hava ile donanım soğutamazsınız.

Kusursuz Uyum:

1. 80 PLUS Gold/Platinum PSU ile kasa içine yayılan atık ısı minimuma indirilir.
2. Modüler kablolar ile hava akışını kesecek engeller ortadan kaldırılır.
3. TDP'ye uygun seçilmiş soğutucu ve ince uygulanmış termal macun ile işlemci ısısı anında dışarı tahliye edilir.

Gemini Notebook

Kilit Çıkarımlar: Enerji ve Termal Yönetimin 3 Sütunu

01



01. Gücü Doğru Ölçeklendirin

Sisteminizin maksimum anlık gücünü (Peak Load) hesaplayın ve %20-30 güvenlik marjı ekleyin. PSU'nuzun bu yükü, %40-70 "Tatlı Nokta" verimlilik eğrisinde karşıladığından emin olun. 80 PLUS sertifikası lüks değil, termal bir zorunluluktur.

02



02. Mikroskobik Köprüyü İhmal Etmeyin

Kusursuz bir sıvı soğutucu, kalitesiz veya yanlış sürülmüş bir termal macun yüzünden etkisiz kalabilir. Macunun amacı katman oluşturmak değil, metaller arasındaki hava boşluklarını doldurmaktır. Doğru iletkenlik sınıfını (W/mK) seçin.

03



03. TDP'ye Göre Fiziksel Kararlar Verin

Soğutma sistemini sadece estetik için değil, işlemcinizin Isıl Tasarım Gücüne (TDP) göre seçin. Mutlak güvenilirlik ve uzun ömür için Hava Soğutmayı; yüksek güç, ferah anakart alanı ve anlık ısı sönümleme için Sıvı Soğutmayı tercih edin.

Gemini Notebook