Araştırma notu · Kasım 2026

Uzlaşı olarak hesaplama

Pearl'den başlayarak 2026'da yapay zekâ × kripto × çipler

Pearl · Yararlı iş · DePIN ve ajanlar · ASIC ekonomisi · Üretim düğümleri · Aşamalı bütçeler

Tan Shuai
tanshuai.com · i@tanshuai.com



Teorem geçerli, teşvik değil

01 Pearl mühendislik olarak çalışıyor, yararlı iş olarak henüz değil

Yaklaşık 90 EH/s'lik tamsayı matris çarpımı zinciri güvence altına alıyor, ama blokların yalnızca yaklaşık %1'i gerçek yapay zekâ işi taşıyor.

02 Ücretli talep çıkarımda, veride ve gizlilikte

Bittensor yılda yaklaşık 70 milyon dolar doğrulanabilir gelir, Grass 2026'nın ilk yarısında 17 milyon dolar, TEE'ler üretimde; ajan ödemeleri ayda yaklaşık 5.000–11.000 dolar.

03 Bir ASIC yalnızca büyük pasta, istikrarlı kurallar ve ikinci pazarla kazandırır

Kâr tavanı R × (1 − 1/k)'dir. Bugün hiçbir ağ üçünü birden sunmuyor analiz.

≈90 EH/s

Pearl, 13 Kasım 2026: yaklaşık 122.000 H100'lük tamsayı işlem hacmi

≈%1

Pearl bloklarının gerçek yapay zekâ işi taşıyan payı (Blockworks)

4–11×

Bittensor'ın emisyonunun doğrulanabilir gelirine oranı

MANZARA

Altı sektörde yapay zekâ × kripto: ücretli talep nerede gerçek

Yararlı iş zincirleri 01

GERÇEK AMA KÜÇÜK

Yılda ≈70 mn $

Bittensor'ın doğrulanabilir dış geliri

Sinyal: emisyon gelirin 4–11 katı; Pearl'de ≈%1 YZ bloğu

Mekanizmalar çalışıyor; yararlılık ödeyen ister

Merkeziyetsiz hesaplama 02

GERÇEK AMA KÜÇÜK

Yılda 2,35 mn $

Render'ın zincir üstü ücretleri, doğrulanabilir en büyük

Sinyal: piyasa değeri ücretlerin ≈360 katı

Çoğu sıradan çıkarımın yeniden satışı

Eğitim ve çıkarım 03

KÂR ÖZSERMAYEDE

Yılda 100 mn $+

Prime Intellect, merkezî GPU'larda özsermaye şirketi

Sinyal: Gensyn'in eğitim ana ağı canlı değil

İlerleme gerçek; kâr özsermayeye gidiyor

Doğrulanabilir YZ 04

ERKEN

398

Phala TEE bulutunun ücretli kullanıcısı, 2025 sonu

Sinyal: açıklanmış ücretli zkML yok

TEE'ler üretimde; zkML erken

Ajan ödemeleri 05

TALEP ÖNCESİ

Ayda 5–11 bin $

gerçekten ajanların başlattığı x402 ödemeleri

Sinyal: ≈200 mn işlem, çoğu sinyal

Önce altyapı geldi; talep gelmedi

Veri ağları 06

GERÇEK ALICILAR

17 mn $

Grass veri geliri, 2026 ilk yarı (şirket beyanı)

Sinyal: piyasa değeri yıllık gelirin ≈10 katı

Gerçek alıcısı olan az sayıdaki sektörden biri

Sübvansiyon soğuk başlangıç için yakıttır, iş modeli değil. Kripto dağıtımı ve takası yapıyor; kârı özsermaye alıyor, en azından 2026'da.

Bir çarp-topla bir hash'tir

Teoremden ana ağa

Komargodski ve Weinstein (Nisan 2025): herhangi bir matris çarpımı için 1 + o(1) ek yüklü yararlı iş kanıtı. Pearl'ün ana ağı 27 Nisan 2026'da başladı.

Nasıl çalışıyor

Madenciler gürültülü matrisleri çarpar, her karonun akümülatörünü hash'leyip piyango biletine çevirir ve kazanan karoyu 60 KB'tan küçük bir Plonky2 kanıtıyla kanıtlar.

Birim

1 H, hesaba katılan bir INT7 × INT7 → INT32 çarp-topla işlemidir: tensör işlem hacmiyle fiyatlanan bir blokzincir güvenlik bütçesi.

13 KASIM 2026'DA PEARL

89,77 EH/s

ağ hash oranı (bağımsız tam düğüm)

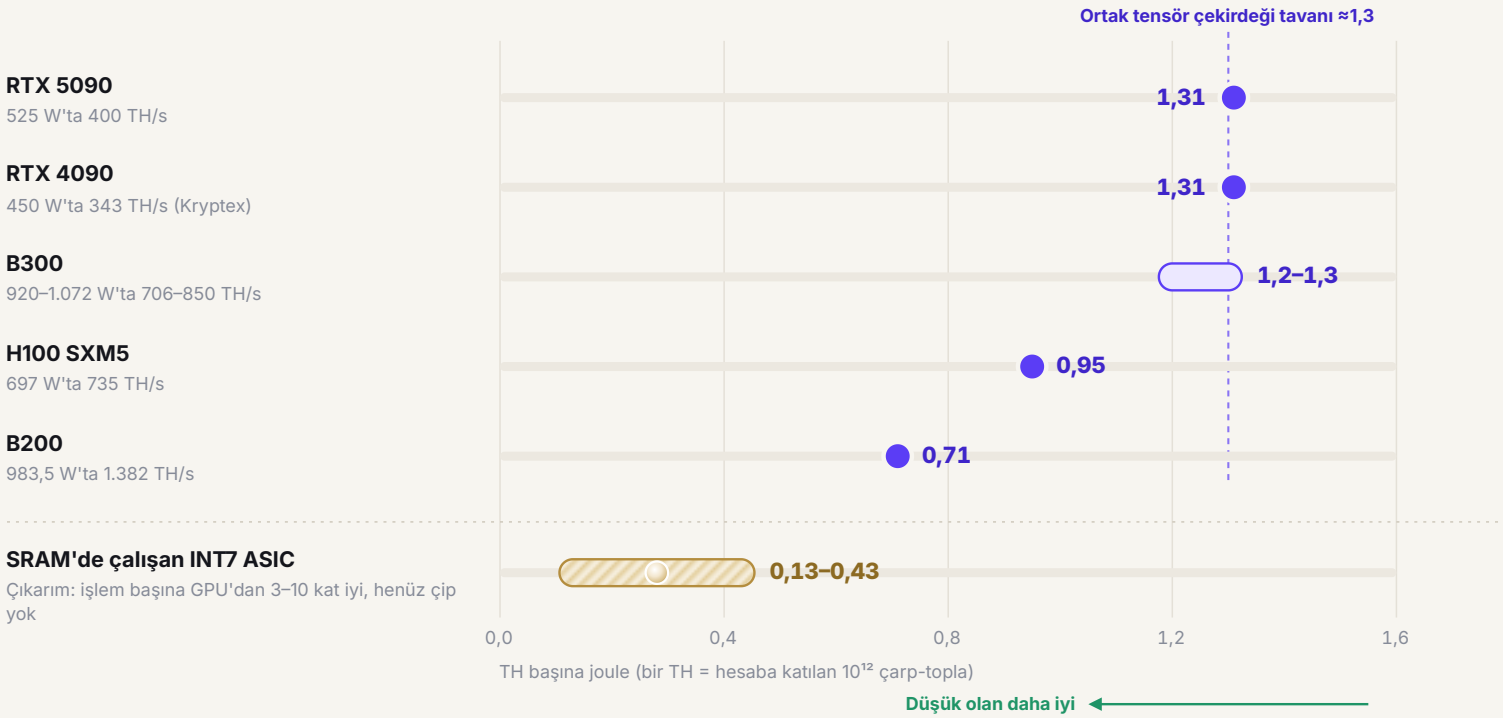
≈500 mn $

piyasa değeri; tam seyreltilmiş yaklaşık 2,8 milyar dolar

+%78

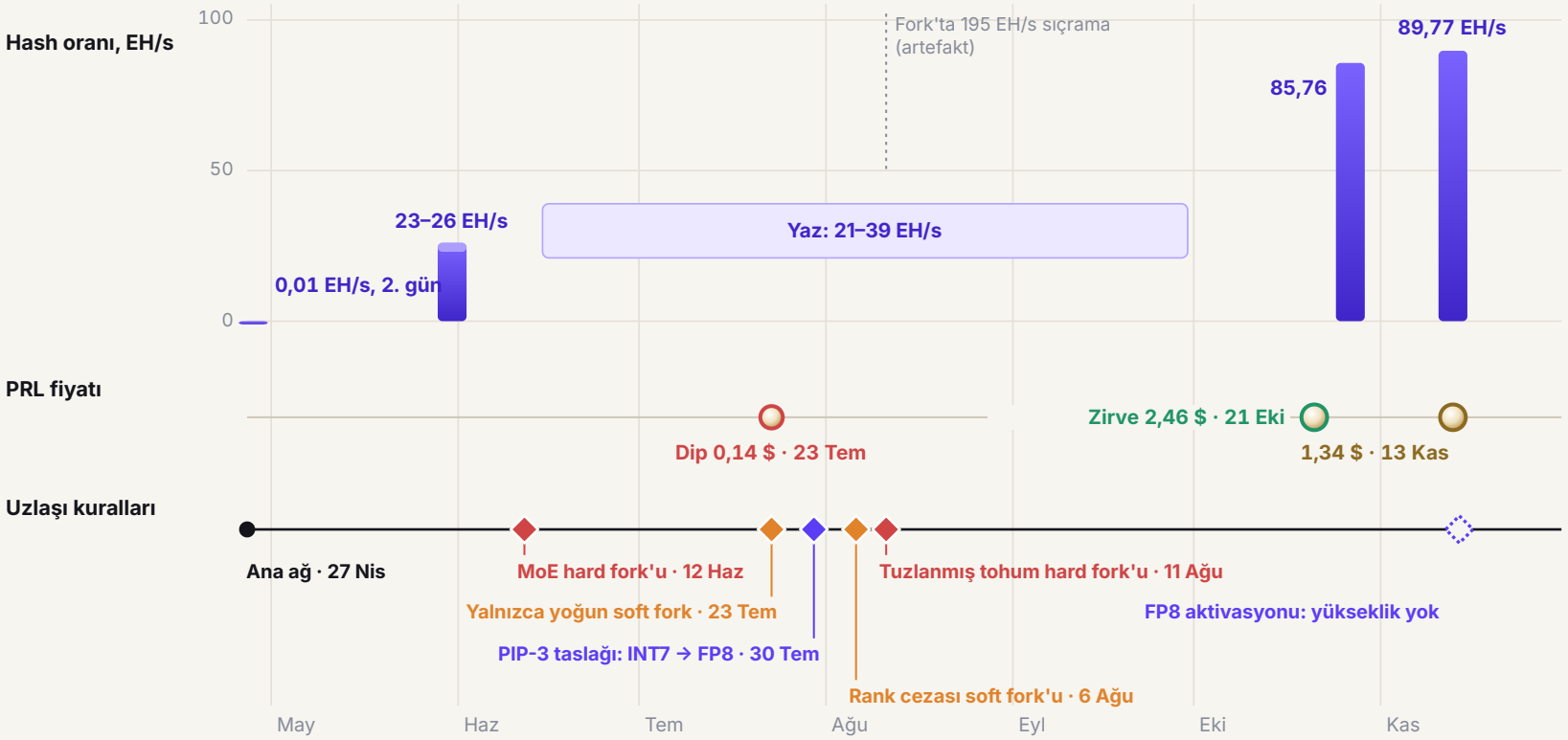
önümüzdeki 12 aydaki yeni arz

Pearl'ün tamsayı işinde GPU'lar ortak bir enerji tavanını paylaşıyor



> Oyun kartları ve B300 yaklaşık 1,3 J/TH'de buluşuyor; B200 bile yalnızca 0,71'e ulaşıyor. SRAM'den yalnızca 7 bitlik tamsayı çarpan bir çip makul olarak 3–10 kat daha iyi olabilir **analiz**.

Hash oranı fiyatı izliyor; kurallar değişmeye devam ediyor



Bugünkü arzın %32'si olan yaklaşık 120 milyon coin ilk altı günde çıkarıldı. Bir RTX 5090 şimdi günde yaklaşık 5–6 dolar kazanıyor; yalnızca madencilik için kart kiralamak zarar ettiriyor.

Teorem geçerli, teşvik değil

YARARLI İŞİN MALİYETİ

Çıkarım tarafı: küçük ek yük

Pearl, dört H200'de Llama 70B için %5,08 daha uzun süre bildiriyor; bağımsız bir test tek Hopper GPU'da %9,2 daha az işlem hacmi ölçtü.

YARARLI İŞİN KAZANCI

Madencilik tarafı: çok az hash oranı

Çıkarım hizmeti veren bir kart, adanmış madencinin prefill'de yaklaşık %27'si, sohbette %5,4'ü, decode ağırlıklı yükte yaklaşık %1'i kadar madencilik yapar.

Bu yüzden rasyonel madenciler rastgele matrisleri çarpar. Yararlılık zincir dışı ticari bir sorundur: birinin çıkarımın parasını ödemesi gerekir.

İki ayda dört fork, sırada FP8

12 Haziran
Uzmanlar karışımı hard fork'u (71.935. blok)

23 Temmuz
Yalnızca yoğun modellere izin veren soft fork (91.630. blok)

6 Ağustos
Rank cezası soft fork'u: bazı yapılandırmalar etkin hash oranının %50–87,5'ini kaybediyor

11 Ağustos
Tuzlanmış tohum hard fork'u: eski madenciler yalnızca geçersiz share üretiyor

Belirlenmedi
PIP-3: INT7'den FP8'e, yalnızca Hopper ve Blackwell kabul ediliyor

3'te 2

yapay zekâ için yararlı, bit bit doğrulanabilir, donanımdan bağımsız: bir sayı biçimi en fazla ikisini sağlar

13 bit

Hopper'ın FP8 akümülasyonunun kesmeyle tuttuğu: nesiller arasında yeniden üretilemez

≈%82

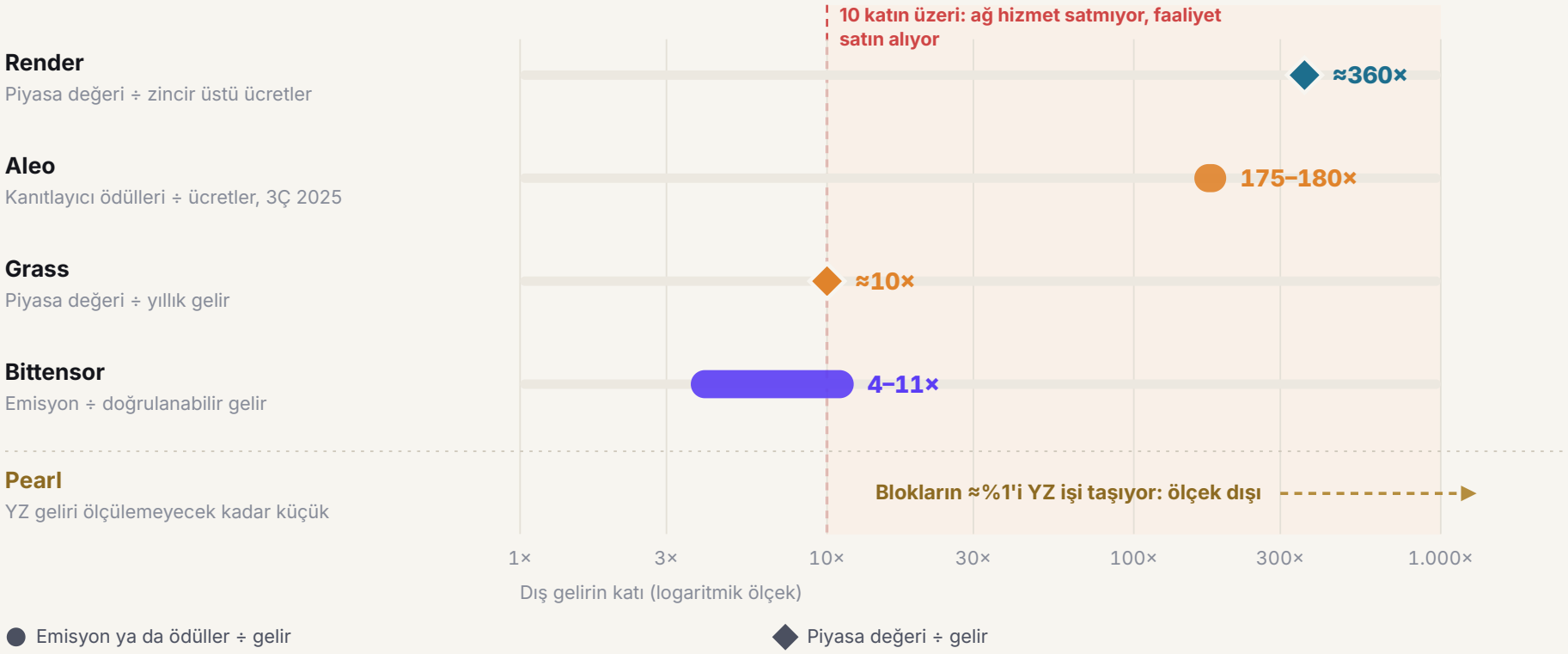
hash oranının, PIP-3'ün kabul etmeyeceği tüketici kartlarındaki payı (düşük güvenilirlikli model)

İş fonksiyonunu kim denetliyorsa donanım yatırımcılarının kaderini de o denetler analiz.

Ne matrisler ne de sıfır bilgi ASIC'leri durduruyor

Ağ	Ne oldu	Ne öğretiyor
Kaspa	Hash'ler arasında 64 × 64'lük matris çarpımı; 16 ay sonra ASIC'ler, GPU'nun yaklaşık 1.000 katı verim; en iyisi şimdi günde 0,86 dolar kazanıyor	Bir matris ne yararlıdır ne de ASIC'e dayanıklı
Aleo	Sentetik bir SNARK bulmacası; beş ay sonra adanmış makineler; kanıtlayıcı ödülleri ücretlerin 175–180 katı	Sentetik iş sübvansiyonla yürür
Qubic	Yapay zekâ eğitimi iddia ediyor; hesaplaması Monero (%51 iddiası), şimdi Dogecoin kazdı	Genel amaçlı PoW dışarıdan ele geçirilebilir
Bittensor	Stake ağırlıklı puanlama; 300 milyon doları aşan emisyona karşı yılda yaklaşık 70 milyon dolar doğrulanabilir gelir	Büyük ölçekte dış geliri olan tek ağ
Monero, Sia, Ethereum	Fork'lar ASIC'leri kullanılmaz kıldı; Merge'den sonra madencilerin %20'den azı yeni iş buldu	İkinci pazarı olan donanım hayatta kalır

Sübvansiyon çarpanı en dürüst sağlık göstergesidir



> Dış gelirin yaklaşık 10 katının üzerinde bir ağ hizmet satmıyor, faaliyet satın alıyordur. Pearl'ün yapay zekâ geliri ölçeğe yerleştirilemeyecek kadar küçük.

Gerçek ama küçük talep ve özsermayeye kayan değer

- **Hesaplama pazarları**

  Render'ın zincir üstü ücretleri yılda yaklaşık 2,35 milyon dolar; Akash'ta saatte 2,73 dolarlık H100, AWS ve Google'ı geçiyor ama Vast.ai ya da RunPod'u değil.

- **Eğitim**

  İnternet üzerinden 8–40 milyar parametre eğitildi; INTELLECT-3, InfiniBand bağlı 512 H200'e geri döndü.

- **Doğrulanabilir yapay zekâ**

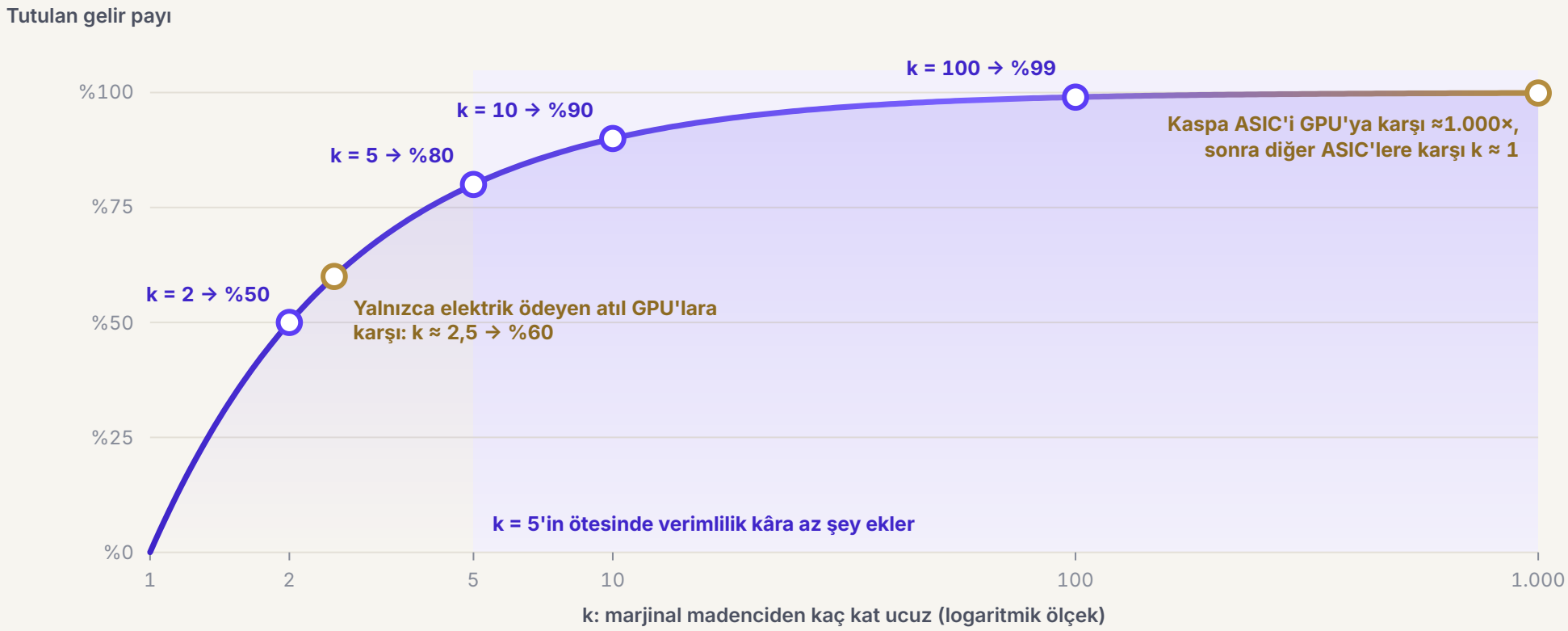
  TEE'ler %7'nin altında ek yük getiriyor ve üretimde; TEE.fail 1.000 dolarlık bir ara aygıtla doğrulamayı kırdı; zkML GPT-2'yi dakikada 174 token hızında kanıtlıyor.

- **Ajanlar ve veri**

  Ajanların başlattığı x402 akışları ayda yaklaşık 5.000–11.000 dolar; Grass 2026'nın ilk yarısında 17 milyon dolar veri geliri.

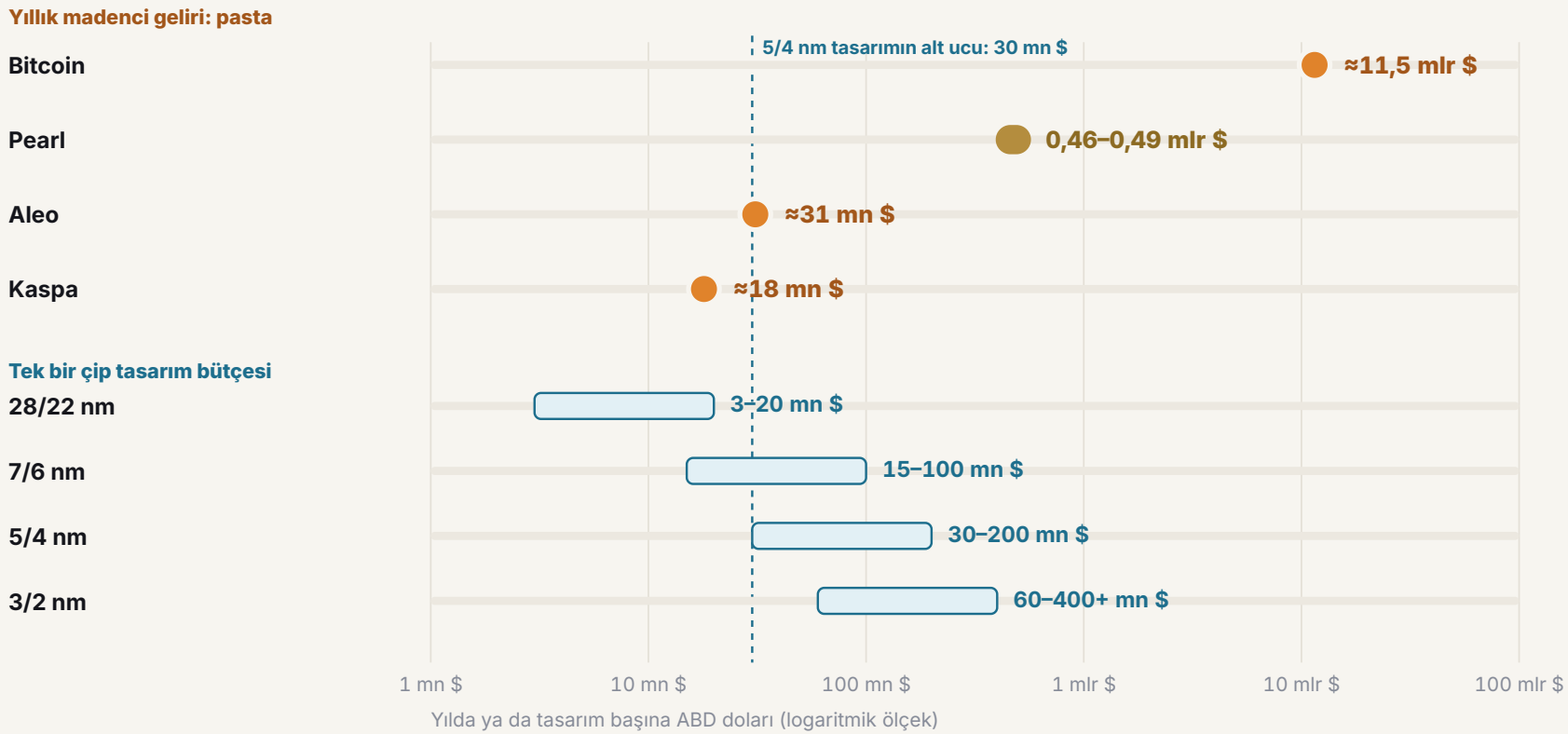
> **Merkezî altyapı kullanan dört özsermaye şirketi yaklaşık 8,5 milyar dolar değerinde; protokol ve uygulama katmanındaki tüm yapay zekâ token'ları kadar.**

Verimlilik k = 5'ten sonra neden kazandırmayı bırakır



> Kâr tavanı ≈ R × (1 − 1/k). ASIC'ler marjinal madenci olunca k diğer ASIC'lere karşı sıfırlanır; yalnızca elektrik ödeyen atıl GPU'lara karşı k yaklaşık 2,5'tir tahmin.

Pastaların çoğu tek bir çip tasarım bütçesinden küçük



Geri ödeme hash oranı h* = NRE ÷ [R × (1 − 1/k) × T × p]. Pearl için 20 milyon dolar NRE ve k = 5 ile: kurallar sabit kalırsa bir yıl boyunca yaklaşık 4,9 EH/s, yarı yarıya olasılıkla kalırsa 9,8 EH/s tahmin.

Beş çip türü, beş yanıt



Pearl tarzı PoUW madencilik çipi

ŞİMDİ DEĞİL

k: HBM ya da genel birim yok: işlem başına 3–10× (çıkarım)

İkinci pazar: genel INT8/FP8 GEMM ise YZ çıkarımı

Adanmış INT7 parçaya değil, madencilik yapabilen çıkarım öncelikli çipe oynayın



Bitcoin SHA-256 madencilik çipi

UZAK DURUN

k: yerleşik oyunculara karşı ≤1

İkinci pazar: neredeyse hiç

Yalnızca kendi enerjinizle, niş bir biçimde ya da IP olarak



YZ eğitim çipi

ÇİP DEĞİL, IP

k: aynı hassasiyette 1,1–1,8×

İkinci pazar: —

Paketleme ve HBM karar verir; IP, chiplet, hizmet üretin



YZ çıkarım çipi

YAPIN

k: genellikten vazgeçmek: 10–20× iddia

İkinci pazar: ana pazarın kendisi

Önce müşteriyle imzalayın, sonra bağımlılığı seçin



ZK kanıtlama hızlandırıcısı

BEKLEYİN, KORUNUN

k: GPU'ların 10–100 katı iddia

İkinci pazar: ZK dışında sınırlı

Programlanabilir MSM ve NTT motorları; önce FPGA



FHE hızlandırıcısı

ERKEN KONUMLANIN

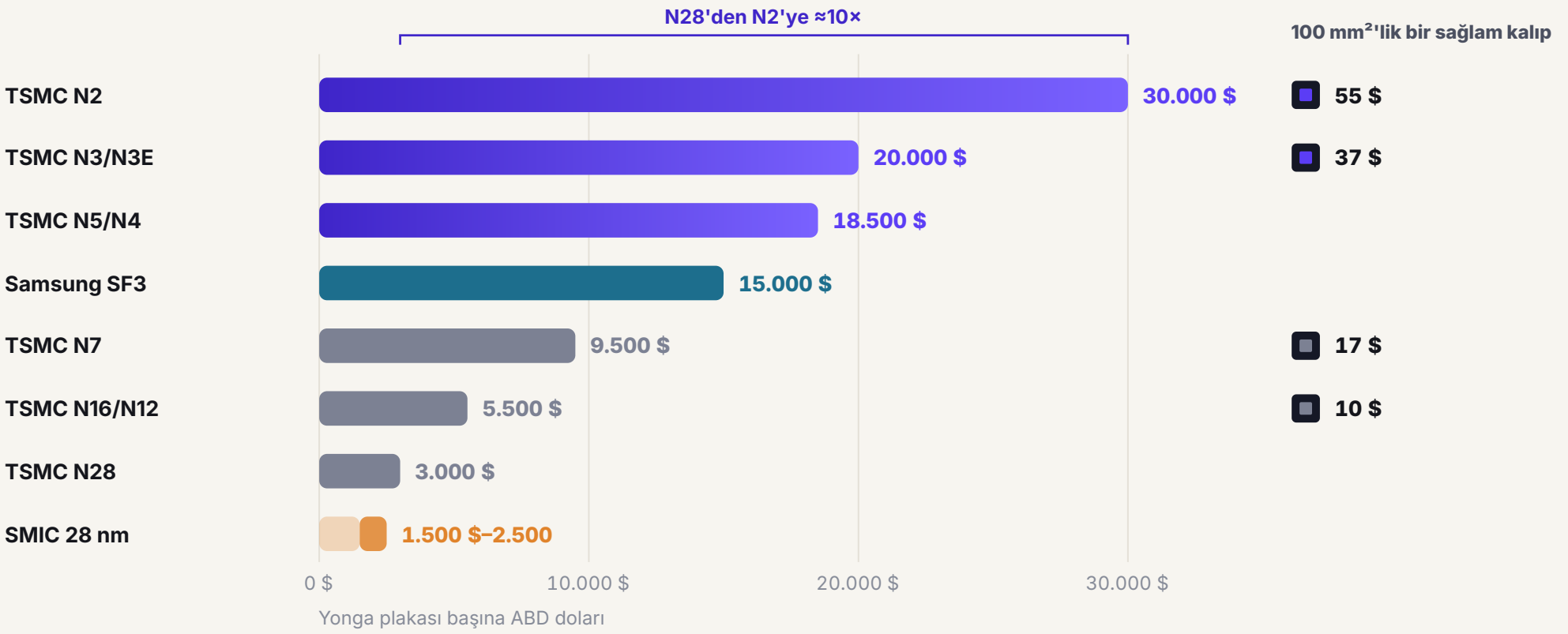
k: bir Xeon'un 1.074–5.547 katı (Heracles)

İkinci pazar: şifreli hesaplama, özel YZ

2027–2029 penceresi; hafif varlıklarla doğrulayın

> Bugün hiçbir ağ büyük pastayı, istikrarlı kuralları ve 1'in üzerinde k'yi birlikte sunmuyor: bitcoin'in k'si yerleşik oyuncuların, Pearl'ün kuralları en az istikrarlısı, Kaspa ve Aleo'nun pastaları çok küçük.

En ileri düğümde yonga plakası olgun düğümün on katı



> Seçimi en büyük ömür boyu maliyet yapsın: kesintisiz çalışan hesaplama çiplerinde enerji, eğitim çiplerinde paketleme ve HBM (bir H100'ün maliyetinin %63'ü), çıkarım çiplerinde SRAM ya da HBM seçimi.

Her çip ve her ekip için bir düğüm

Çip	Küçük ekip	Ölçeklenmiş şirket	Çin anakarası yolu
PoUW madencilik çipi	28 ya da 16/12 nm MPW; ilk seri üretim N7/N6	N3/N3E ya da Samsung SF3	SMIC N+1/N+2 çalışır, kalıp başına yaklaşık %40–50 daha pahalı
SHA-256 madencilik çipi	Sınırın peşinden koşmayın	3 nm sınıfı	En ileri düğüm verimliliğini yakalamak zor
Yapay zekâ eğitim çipi	IP, chiplet, tasarım hizmetleri	N3P, sonra CoWoS ve HBM ile N2/A16	Yerli HBM ile SMIC N+2/N+3
Yapay zekâ çıkarım çipi	N6/N7 ya da N4/N5/SF4'te SRAM merkezli	HBM ile N3/N2 ya da SRAM chiplet'leri	LPDDR ya da GDDR ile SMIC N+2
ZK ve FHE hızlandırıcıları	Önce FPGA ya da 16/12 nm MPW	N5/N3; FHE için HBM	ZK uygulanabilir; FHE HBM ile sınırlı

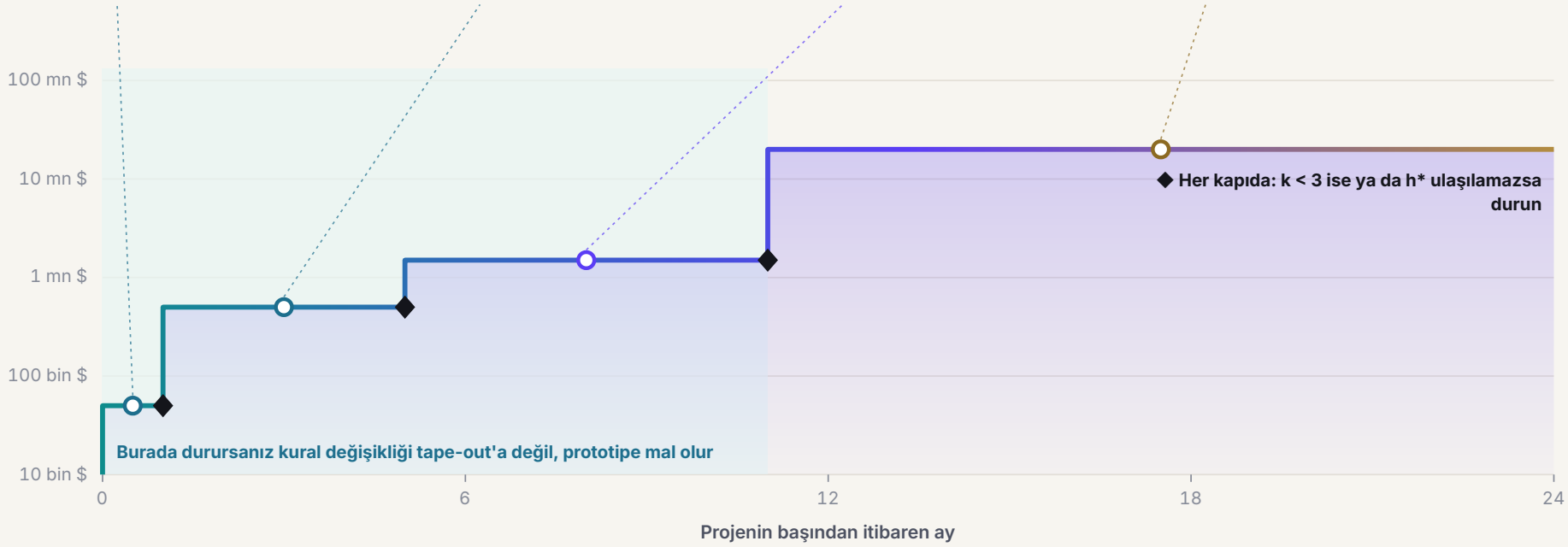
Maskelerden önce kanıt satın alın

0. kapı · Model
≈50 bin $ · haftalar
Aritmetik, SRAM ve G/Ç'den J/op ve $/op

1. kapı · FPGA
≈0,5 mn $ · aylar
Gerçek iş yükü uçtan uca: share ya da token

2. kapı · MPW
≈1,5 mn $ · 11. ay
Ölçülen silikon modelin yerini alır

3. kapı · Maskeler ve ilk parti
≈20 mn $ · 24. ay
15–100 mn $'lık tasarımda N7 maskeleri ≈3,5 mn $



Bir model, bir FPGA ve bir MPW, on bir ayda yaklaşık 1,5 milyon dolara ölçülmüş silikona ulaşır; maske seti ve ilk parti bunun on katından fazlasına mal olur. Alıcı ya da protokol sürümü netleşene kadar maskelerden önce durun.

FIRSATLAR

İlk müşteri olarak kripto, ikinci pazar olarak yapay zekâ

Özel tasarım çipler

- Talep ezici biçimde yapay zekâdan: Broadcom 2026 mali yılında yaklaşık 58 milyar dolar yapay zekâ yarı iletken geliri
- Madencilik çipi becerileri aktarılır: düşük gerilimli diziler, kilovat düzeyinde güç, hızlı tape-out'lar
- Madencilik kanallarıyla değil, bağımsız bir pazar yoluyla kazanın

Yapay zekâ geliştirme

- Saatler sıradan bir meta: Clutch'ta saatte 25–49 dolar
- Değer eklem yerlerinde: özel çipler için çekirdekler, çıkarım hizmetinin içinde madencilik
- Doğrulanabilir çıkarım: TEE'ler artı ZK nokta kontrolleri

Yapay zekâ × kripto sistemleri

- Katmanlı doğrulama: TEE ya da örnekleme, sonra itirazlar ya da ZK nokta kontrolleri
- Engel maliyet değil, dağıtım ve likidite
- Token'dan önce hesaplama alıcısıyla imzalayın

BEN NE YAPARDIM

Üç yol, her biri küçük bir ilk adımla

Yol	İlk adım
A. Madencilik de yapabilen çıkarım öncelikli bir hızlandırıcı	SRAM'de çalışan bir INT8/FP8 dizisi için RTX 5090 ve H100'e karşı dört haftalık bir J/op ve $/op çalışması, ardından FPGA ya da olgun düğüm MPW
B. Özel silikon hizmetleri: önce kripto, sonra yapay zekâ	Bu raporun NRE ve başa baş modelini, kilometre taşları ve sabit bir protokol sürümüyle ücretli fizibilite çalışmalarına dönüştürmek
C. Token'dan önce alıcısı olan, yapay zekâya özgü bir ağ	Adı belli bir çıkarım alıcısıyla birlikte yazılmış, katmanlı doğrulama ve satıcıdan bağımsız kanonik aritmetik üzerine bir tasarım notu

En fazla üç yol, her biri para bağlanmadan önce sınanıyor analiz.

İzlenecekler ve sorulacak sorular

GÖSTERGELER

Her an	Pearl'ün FP8 aktivasyon yüksekliği ve zincirin bölünüp bölünmeyeceği
Aylık	Pearl'de yapay zekâ işi taşıyan blokların payı
Çeyreklik	Bittensor'ın doğrulanabilir gelirinin emisyona oranı; ajanların başlattığı x402 akışları
Ocak 2027	TSMC'nin 2 nm ve 3 nm için bildirilen %3–6'lık fiyat artışı
2027 1. çeyrek	Kurucuların AMA'sından aktarıldığı şekliyle Pearl'de FP4
Nisan 2028	Bitcoin'in bir sonraki yarılanması

SORULACAK SORULAR

01 İş fonksiyonunu kim denetliyor?

02 Sübvansiyon çarpanı nedir?

03 Bir sonraki kapı neye mal oluyor ve sizi ne durdurur?

04 p ile birlikte geri ödeme hash oranı nedir?

05 Çipin ikinci pazarı nedir?

06 Ücret ödeyen ilk müşteri kim, adıyla?

Bunlar, teknik fikir alışverişi ve teknik iş birliği yoluyla birlikte keşfedebileceğimiz alanlar: özel tasarım çipler, yapay zekâ geliştirme ve yapay zekâ × kripto sistemleri.

i@tanshuai.com · tanshuai.com