

Sağlıkta Yapay Zekâ ve Süper Bilgisayarlar

Yeni Altyapıların Girişimler İçin Açtığı Fırsatlar

1

TRUBA HPC

Konferansı 2026

2

Sağlık AI

Süper Bilgisayarlar

3

Girişimler İçin

Yeni Fırsatlar

TRUBA HPC Konferansı 2026

Gündem

01

Sağlıkta AI'ın Hesaplama Açlığı

Neden şimdi? Veri patlaması ve model karmaşıklığı

02

Süper Bilgisayarlarla Sağlık İnovasyonu

AlphaFold, BioNeMo, Clara ve başarılı girişimler

03

Avrupa'nın Stratejik Hamlesi

EuroHPC, AI Fabrikaları ve HPC merkezleri

04

Girişimler İçin Fırsatlar ve Erişim Yolları

Somut fırsatlar ve başvuru süreçleri

05

Türkiye Perspektifi

TRUBA altyapısı ve gelecek vizyonu

Neden Şimdi?

Üç kritik dinamik, sağlıkta süper bilgisayarları kaçınılmaz kılıyor

73

günde 2x

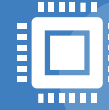


Veri Patlaması

- Sağlık verileri her 73 günde ikiye katlanıyor. Dünyanın en hızlı büyüyen büyüyen veri kaynağı
- Tek bir genom dizileme ~200 GB veri üretir; hastaneler günde binlerce tarama yapıyor
- EHR, wearable ve IoMT sensörlerinden sürekli petabayt ölçeğinde veri akışı
- Geleneksel sunucular bu veri selini işlemekte yetersiz. HPC şart

540B

parametre



Model Karmaşıklığı

- Foundation modeller milyarlarca parametre ile eğitiliyor. Med-PaLM 2: 540B parametre
- Tek GPU ile eğitim aylar sürer; HPC kümeleri bunu günlere indiriyor
- Çok modlu modeller (görüntü+metin+genom) eş zamanlı devasa compute gerektiriyor
- Her yeni nesil model, öncekinin 10x fazla compute kaynağına ihtiyaç duyuyor

<1sn

hedef süre



Klinik Hız İhtiyacı

- Acil tanıda saniyeler hayat kurtarır. AI radyoloji 1 saniye altında sonuç vermeli
- Kişiselleştirilmiş tedavi: hastaya özel genomik analizle gerçek zamanlı planlama
- Devasa simülasyon kapasitesiyle ilaç keşfi 10-15 yıldan 3-5 yıla düşebilir
- Pandemi gibi krizlerde hızlı yanıt, ölçeklenebilir HPC ile mümkün

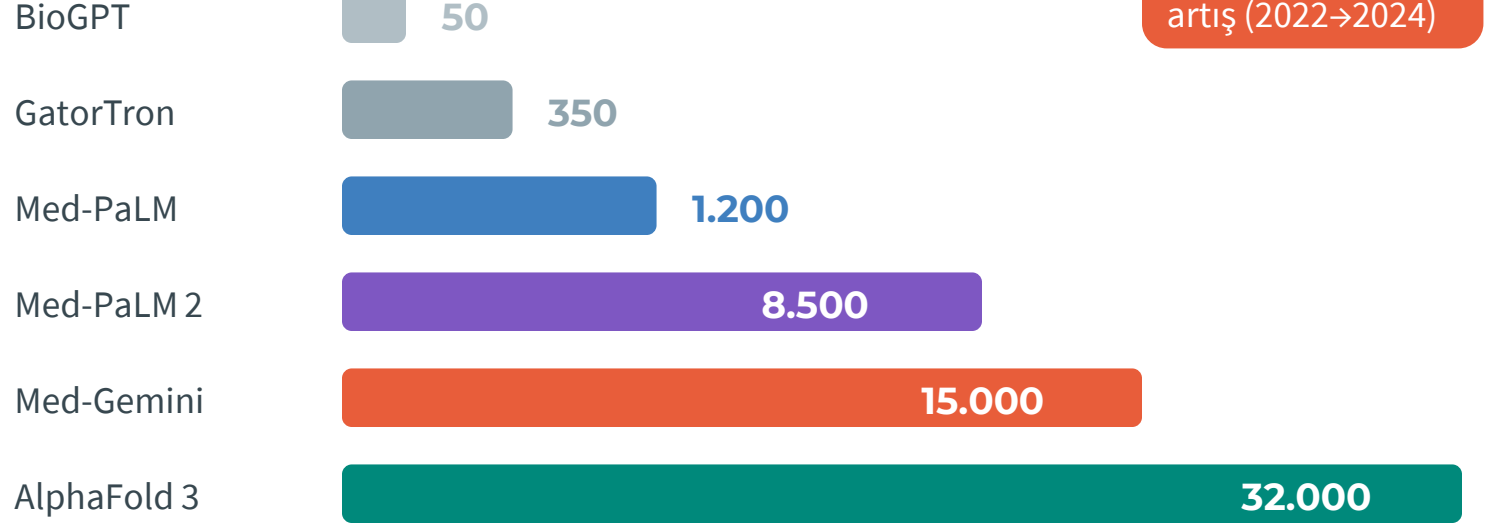
Sağlıkta Hesaplama Gücü: Nereye Gidiyoruz?



Sağlık-AI Dönüm Noktaları

- 2020**
AlphaFold2 protein yapı tahmininde devrim yarattı
- 2022**
BioGPT & GatorTron klinik metinde insan doğruluğunu aştı
- 2023**
Med-PaLM 2 tıbbi sınavda uzman seviyesine ulaştı (%86.5)
- 2024**
AlphaFold3 tüm biyomolekülleri modelliyor. Nobel Ödülü
- 2025**
AI Factories: Avrupa HPC merkezleri sağlık AI'ya açılıyor

Model Eğitim Maliyeti (PetaFLOP-gün)



Karekök ölçeği: Gerçek farklar çok daha büyük



Bu Ne Anlama Geliyor?

2 yılda hesaplama maliyeti 640× arttı. Tek bir AlphaFold 3 eğitimi, 2022'deki tüm sağlık AI modellerinin toplamından fazla güce ihtiyaç duyuyor. Bu hızda büyüme, paylaşımlı HPC altyapısı olmadan sürdürülemez.

Sağlık-HPC Kullanım Alanları

Süper bilgisayarların sağlıkta dönüşüm yarattığı 5 kritik alan



3.2B+

baz çifti/genom

Genomik Analiz

Tam genom dizileme, varyant analizi ve popülasyon genetiği çalışmaları



10.000+

molekül/saat

İlaç Keşfi

Moleküler simülasyon, virtual screening ve ADMET tahminleme



94%

doğruluk oranı

Medikal Görüntüleme

Radyoloji AI, patoloji, 3D rekonstrüksiyon ve erken teşhis sistemleri



200M+

çözülen yapı

Protein Katlanması

3D yapı tahmini, ilaç-hedef etkileşimi ve de novo protein tasarımı



50%

hızlı klinik süreç

Dijital İkiz

Sanal hasta modelleri, klinik deney simülasyonu ve kişiselleştirilmiş tedavi



AlphaFold: Protein Yapı Devrimi

2024 Nobel Kimya Ödülü: Demis Hassabis & John Jumper, DeepMind

"50 yıllık biyoloji problemini AI ile çözdüler"



200M+

protein yapısı
çözüldü

1

AlphaFold 1

2018

İlk Atılım

- CASP13 yarışmasında 1. sıra
- Geleneksel yöntemlerden %15 daha doğru
- Dikkat mekanizmalı sinir ağı mimarisi

2

AlphaFold 2

2020

Paradigma Değişimi

- CASP14'te deneysel doğruluğa ulaştı (GDT>90)
- Evoformer + Structure Module mimarisi
- 128 TPUv3 ile 2 hafta eğitim süresi

3

AlphaFold 3

2024

Evrensel Biyomolekül

- Protein, DNA, RNA, ligand etkileşimlerini modelliyor
- Diffusion tabanlı yeni mimari (Evoformer II)
- İlaç-hedef etkileşiminde %50+ iyileşme

1000×

Deneysel yöntemlerden hızlı

200M+

Çözülen protein yapısı

%50+

İlaç-hedef tahmin iyileşmesi

\$3B+

Isomorphic Labs ilaç anlaşmaları

HPC Bağlantısı:

AlphaFold 3 eğitimi binlerce TPU üzerinde haftalarca sürdü. Bu ölçekte hesaplama gücü, sadece Google gibi hiper-ölçekleyicilerde veya Avrupa'nın EuroHPC süper bilgisayarlarında mevcut. Paylaşımlı HPC altyapısı olmadan bu tür buluşlar tekrarlanamaz.

NVIDIA Sağlık AI Ekosistemi

GPU-hızlandırılmış ilaç keşfi ve klinik AI platformları

NVIDIA



BioNeMo

Biyomoleküler AI platformu: İlaç keşfini hızlandıran GPU framework

150+

Pre-trained model

10×

Eğitim hızlanması

DGX

Cloud & on-prem

Temel Yetenekler

- Generative Molekül Tasarımı**
MolMIM ve DiffDock modelleriyle yeni ilaç adayları oluşturma. SMILES tabanlı üretim, 3D konformasyon optimizasyonu
- Protein Dil Modelleri**
ESM-2, ProtGPT2, OpenFold entegrasyonu: amino asit dizilerinden fonksiyon ve yapı tahmini
- Sanal Tarama Hızlandırma**
Milyarlarca molekülü GPU üzerinde paralel doking. Geleneksel yöntemlere göre 1000× hız artışı
- ADMET Tahminleme**
Emilim, dağılım, metabolizma, toksisite öngörüsü. Klinik başarısızlığı %40 azaltma



Clara

Uçtan uca klinik AI platformu: Hastane içi dağıtım hazır çözümler

40+

AI model paketi

FDA

Onaylı pipeline

200+

Hastane kullanımı

Temel Yetenekler

- Medikal Görüntüleme AI**
Radyoloji, patoloji, endoskopi ve oftalmoloji için önceden eğitilmiş segmentasyon ve sınıflandırma modelleri
- Federated Learning**
HIPAA uyumlu: Hasta verileri hastaneden çıkmadan çok merkezli model eğitimi. 20+ ülkede aktif kullanım
- Clara Parabricks**
Genom analizi GPU hızlandırma. 30× WGS pipeline, BWA-MEM2 + GATK entegrasyonu, bulut ölçeklenebilir
- Digital Twin & Simülasyon**
Kardiyovasküler, nörolojik ve metabolik hasta ikizleri, gerçek zamanlı organ simülasyonu, tedavi optimizasyonu

HPC ile Büyüyen Sağlık Girişimleri

Süper bilgisayar destekli ilaç keşfi ve biyoteknoloji unicornları



Recursion Pharma

Otonom İlaç Keşfi

\$35B+

Biyolojik görüntü

2024

Exscientia birleşme

- **Dünyanın En Büyük Biyolojik Veri Seti**
Milyarlarca hücre görüntüsünü HPC kümeleriyle işliyor. Hastalık fenotiplerini otomatik sınıflandırma
- **Exscientia Birleşmesi (2024)**
İki AI-pharma devinin birleşmesiyle dünyanın en kapsamlı AI-ilaç keşfi platformu
- **NVIDIA DGX SuperPOD Kullanımı**
Recursion OS platformu, NVIDIA A100/H100 GPU kümeleri üzerinde otonom deney tasarımı çalıştırıyor



BenevolentAI

AI-Keşfedilen İlaçlar

Faz 2

Klinik deney aşaması

İlk AI

Keşfedilen ilaç adayı

- **Bilgi Grafı Tabanlı Hedef Bulma**
Biyomedikal literatür ve genomik veriden oluşturulan devasa bilgi grafiyle yeni ilaç hedefleri keşfi
- **Atopik Dermatit İlaç Adayı**
BEN-2293. İlk AI-keşfedilen ilaç, klinik Faz 2'de. Tralokinumab alternatifi olarak geliştirildi
- **AstraZeneca Ortaklığı**
Kronik böbrek hastalığı ve idiyopatik pulmoner fibrozis için ortak AI-destekli ilaç geliştirme programı



Isomorphic Labs

AlphaFold'dan Doğan

\$3B+

Pharma anlaşmaları

2021

DeepMind spin-off

- **AlphaFold Teknolojisinin Ticarileşmesi**
Google DeepMind'dan ayrılarak kurulan girişim. Yapı tahmini teknolojisini ticari ilaç geliştirmeye taşıyor
- **Eli Lilly Ortaklığı (\$1.7B)**
Küçük molekül ilaç keşfi için stratejik anlaşma. AlphaFold3 tabanlı hedef validasyonu ve lead optimizasyonu
- **Novartis Anlaşması (\$1.2B)**
Protein-protein etkileşimi hedefli yeni ilaç adayları geliştirme Yapı-tabanlı sanal tarama pipeline'ı

Avrupa'nın Stratejik Hamlesi

“ Avrupa, hesaplama egemenliğini kurarak AI yarışında söz sahibi olmaya kararlı.

€7B+

Toplam yatırım

33

Ülke ortaklığı

8+3

Süper bilgisayar + exascale



EuroHPC Joint Undertaking

- **33 Ülke Ortaklığı**
AB ülkeleri, Norveç, İsviçre ve Türkiye dahil geniş bir koalisyon. Hesaplama egemenliği için stratejik işbirliği
- **8 Süper Bilgisayar Ağı**
3 pre-exascale (LUMI, Leonardo, MareNostrum 5) + 5 petascale system. Avrupa'nın en büyük kamu HPC altyapısı
- **€7+ Milyar Yatırım**
2018-2027 döneminde AB bütçesi + ülke katkıları ile finanse edilen kapsamlı araştırma altyapısı programı
- **Sağlık Odaklı Misyon**
COVID-19 sürecinde PRACE hızlı erişim çağrıları, genomige özel tahsisler, ilaç keşfinde DCI pipeline



AI Fabrikaları (AI Factories)

- **Süper Bilgisayar Üzerinde AI Eğitimi**
Mevcut EuroHPC sistemlerine eklenen GPU partisionları ile büyük dil modeli ve foundation model eğitimi
- **Girişimlere Açık Erişim**
KOBİ'ler ve start-up'lar için öncelikli hesaplama kotaları. ABD'nin bulut tekellerine alternatif kamu modeli
- **7 AI Fabrikası Onaylandı**
Finlandiya, İtalya, İspanya, Almanya, Çekya, Fransa ve İsveç'te 2025 sonuna kadar faaliyete geçecek merkezler
- **10× Kapasite Hedefi**
Avrupa'nın AI model geliştirme kapasitesini 2027'ye kadar 10 kat artırma. Dijital egemenlik stratejisinin temel taşı

Avrupa HPC Merkezleri: Yakından Bakış

Avrupa'nın dört süper bilgisayar ve sağlık alanındaki stratejik rolleri

LUMI

Finlandiya | 552 PFlop/s



#2

Genomik & Klinik NLP

- **Avrupa'nın en hızlı 2. sistemi**
AMD MI250X GPU'ları ile 552 PFlop/s pik performans
- **Genomik veri işleme merkezi**
Kuzey Avrupa biyobanka verilerini analiz ediyor
- **Klinik NLP platformu**
Hasta kayıtlarından yapılandırılmış veri çıkarımı

Leonardo

İtalya | 250 PFlop/s



#4

İlaç Keşfi & Moleküler Dinamik

- **NVIDIA A100 tabanlı mimari**
14.000+ GPU ile büyük ölçekli moleküler simülasyon
- **İlaç-hedef etkileşim modelleri**
Avrupa ilaç şirketleriyle ortak AR-GE projeleri
- **Akıllı materyal tasarımı**
Biyomalzeme ve nanoteknoloji simülasyonları

MareNostrum 5

İspanya | 314 PFlop/s



#3

Kişiselleştirilmiş Tıp

- **Hibrit CPU-GPU mimarisi**
Genel amaçlı ve AI iş yüklerini paralel yürütme
- **Kişiselleştirilmiş tedavi modelleri**
Hasta genomu + yaşam verisinden bireysel tedavi planı
- **Avrupa sağlık veri alanı**
EHDS entegrasyonu ile sınır ötesi veri analizi

JUPITER

Almanya | 1 EFlop/s



#1

Dijital İkiz & Beyin Simülasyonu

- **Avrupa'nın ilk exascale sistemi**
2025'te açılacak, saniyede 1 kentilyon işlem kapasitesi
- **İnsan beyni dijital ikizi**
Human Brain Project ile tam beyin simülasyonu hedefi
- **Quantum-hazır altyapı**
Quantum bilgisayar modülleriyle hibrit hesaplama

JUPITER (2025) Avrupa'nın ilk exascale sistemi olacak · Tüm merkezler açık erişim modeliyle girişimlere ve araştırmacılara hizmet veriyor

Girişimler İçin Somut Fırsatlar

5

Temel Fırsat Alanı

HPC altyapısı girişimlere rekabet avantajı, maliyet tasarrufu ve hızlı büyüme imkânı sunar.

EuroHPC

Ortak Girişim altyapısı

8 Süper

Bilgisayar erişim noktası



ALTYAPI

Maliyet Avantajı

~%90 daha düşük başlangıç maliyeti

Kendi GPU kümesi kurmak yerine paylaşımlı HPC erişimi. Yıllık \$500K+ altyapı tasarrufu potansiyeli.



PERFORMANS

Ölçeklenebilirlik

10x daha hızlı model eğitimi

Binlerce çekirdek ile talep anında ölçeklenen hesaplama gücü. Esnek kaynak tahsisi.



İŞ BİRLİĞİ

Uluslararası Ağ

35+ ülkede araştırma ortağı

Avrupa çapında araştırma konsorsiyumlarına katılım ve ortak proje geliştirme fırsatları.



HIZLANDIRMA

Hızlı AR-GE

3x daha kısa time-to-market

Prototipten ürüne geçiş süresini aylardan haftalara indiren yüksek performanslı hesaplama.



FİNANSMAN

Fonlama Erişimi

€95.5B toplam program bütçesi

Horizon Europe, Digital Europe ve ulusal programlardan hibe, destek ve ortak finansman imkânları.

Erişim Yolları: Nasıl Başvurulur?

BAşVURU SÜRECİ

ADIM 01 Proje Tanımlama

HPC ihtiyacınızı belirleyin, teknik gereksinimleri ve hesaplama kapasitesi talebini dokümanla edin

🕒 2-4 hafta

ADIM 02 Program Seçimi

EuroHPC, PRACE veya Digital Europe programlarından projenize en uygun olanı belirleyin

🕒 2-4 hafta

ADIM 03 Başvuru

Teknik doküman hazırlayıp peer-review sürecine gönderin

🕒 2 hf - 8 ay

ADIM 04 Erişim ve Kullanım

Uzaktan erişim ile eğitim, simülasyon ve hesaplama

🕒 1-3 yıl

ERİşİM PROGRAMLARI

SÜPERBİLGİSAYAR

EuroHPC Access



- **Benchmark**
Kod test erişimi, max 3 ay · 2-3 haftada onay
- **Development**
Kod geliştirme ve optimizasyon, 1 yıl · 2-3 haftada onay
- **Regular / Extreme Scale**
Üretim hesaplamaları, 1 yıl · 4-6 ay onay süreci

Sürekli açık çağrı · Aylık cut-off

eurohpc-ju.europa.eu

ARAşTIRMA

PRACE



- **Preparatory**
Kod test ve ölçkleme, 2-6 ay · 2 haftada erişim
- **Project Access**
1-3 yıl üretim · Yılda 2 çağrı · Peer-review
- **DECI**
Orta ölçekli hesaplama projeleri (Tier-1)

26 üye ülke · Ücretsiz erişim

prace-ri.eu

KOBİ / STARTUP

Digital Europe



- **AI Testing**
Yapay zekâ model test ve sandbox ortamları
- **EDIHs**
Dijital İnovasyon Merkezleri aracılığıyla erişim
- **SME Support**
KOBİ'lere özel dijitalleşme destekleri

€8.1 milyar+ toplam bütçe

digital-strategy.ec.europa.eu

HİBE

Horizon Europe



- **Pillar I**
Temel bilim ve araştırma projeleri
- **Pillar II**
Küresel zorluklar ve sanayi rekabeti
- **EIC Accelerator**
KOBİ/startup destekleri · 5-8 ay değerlendirme

€95.5 milyar · Çağrıdan projeye ~12 ay

ec.europa.eu/horizon-europe

Türkiye Perspektifi: TRUBA ve Ötesi

Ulusal HPC altyapısı, uluslararası iş birlikleri ve büyüme fırsatları

TRUBA ALTYAPISI

PERFORMANS

Top 70

HPCG Dünya Sıralaması

Kasım 2025 · ARF-ACC sistemi

DONANIM

192x

NVIDIA H200 GPU

2025 kapasite artışı · AI odaklı

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

#45

Green500 Enerji Verimliliği

Dünyanın en yeşil süper bilgisayarları

ULUSLARARASI

MN5

MareNostrum 5 Ortağı

İspanya-Türkiye-Portekiz · Top500 #8

EuroCC Türkiye · Ulusal Yetkinlik Merkezi (NCC)

TÜBİTAK ULAKBİM koordinasyonunda ODTÜ, Sabancı Üniversitesi ve İTÜ ile yürütülüyor. Akademi, kamu ve endüstriye HPC eğitimi, danışmanlık ve vaka çalışmaları sunuyor.

FIRSATLAR VE STRATEJİK ADIMLAR

EuroHPC Erişim Avantajı

38 Üye Ülke

Türkiye, EuroHPC JU üyesi olarak 38 ülke arasında yer alıyor. Araştırmacılar JUPITER, LUMI, Leonardo gibi exascale sistemlere doğrudan başvurabilir.

AI ve GPU Kapasite Genişlemesi

H100 + H200

ARF sistemi 2025'te 192 H200 GPU ile güçlendirildi. Yapay zeka eğitimi ve büyük dil modelleri için kritik altyapı oluşturuluyor.

MareNostrum 5 Konsorsiyumu

Top500 #8

Türkiye, İspanya ve Portekiz ile birlikte Top500 listesinde 8. sıradaki MareNostrum 5 süper bilgisayarının ortağı. Araştırmacılara doğrudan erişim imkanı.

Horizon Europe ve Digital Europe Fonları

€103.6B+

€95.5 milyar Horizon Europe ve €8.1 milyar+ Digital Europe bütçelerinden HPC projelerine hibe desteği alınabilir.

Endüstriyel HPC Benimseme

KOBİ Odaklı

KOBİ'ler ve start-uplar için EuroCC danışmanlık hizmetleri, EDIHs ağı ve ücretli TRUBA kaynakları ile endüstriyel AR-GE projelerini hızlandırma.

Teşekkürler

Sorularınız için hazırım.

1

Sağlıkta AI artık HPC olmadan ölçeklenemiyor

2

Avrupa'nın HPC altyapıları girişimlere açılıyor

3

Türk girişimleri için stratejik fırsat penceresi açık

TRUBA HPC Konferansı 2026