

MADENCİLİKTE TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Prof. Dr. Hakan Benzer

Eylül 2022

LION CAVE'den Günümüze

Antapaccay Peru-Xstrata (Glencore)

4100 metre yükseklik

Konsantratör 70.000 ton/gün



Emtiyalar: Cu, Mo, Au

Kaynak (Mt) 472Mt

Cu tenör(%) 0.74%

Mo tenör(%) 0.006%

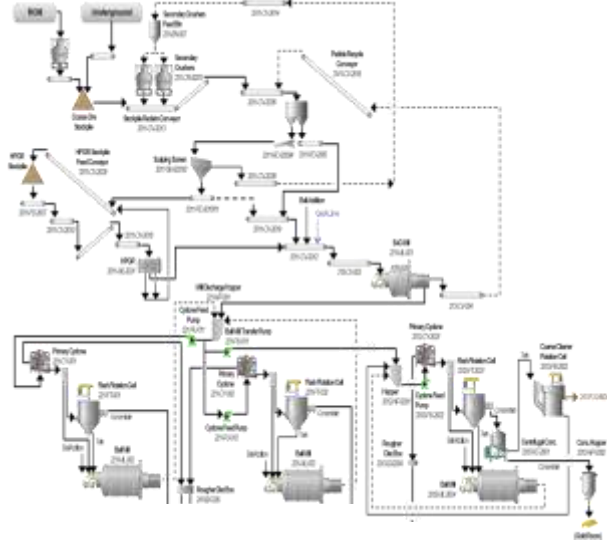
Au tenör(g/t) 0.15g/t



Cadia East-Avusturalya **Newcrest**

Yeraltı İşletmesi

Kaynak 2800 MT 0.4 ppm Au, % 0.26 Cu



3500 t/h
konsantratör
besleme

Anglo America

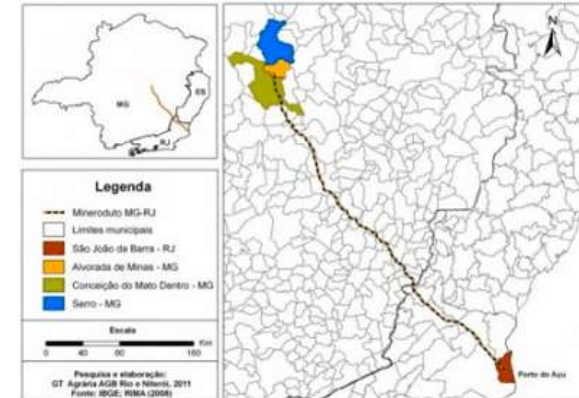
Minas-Rio Projesi-Brezilya

Yatırım 9000 M USD

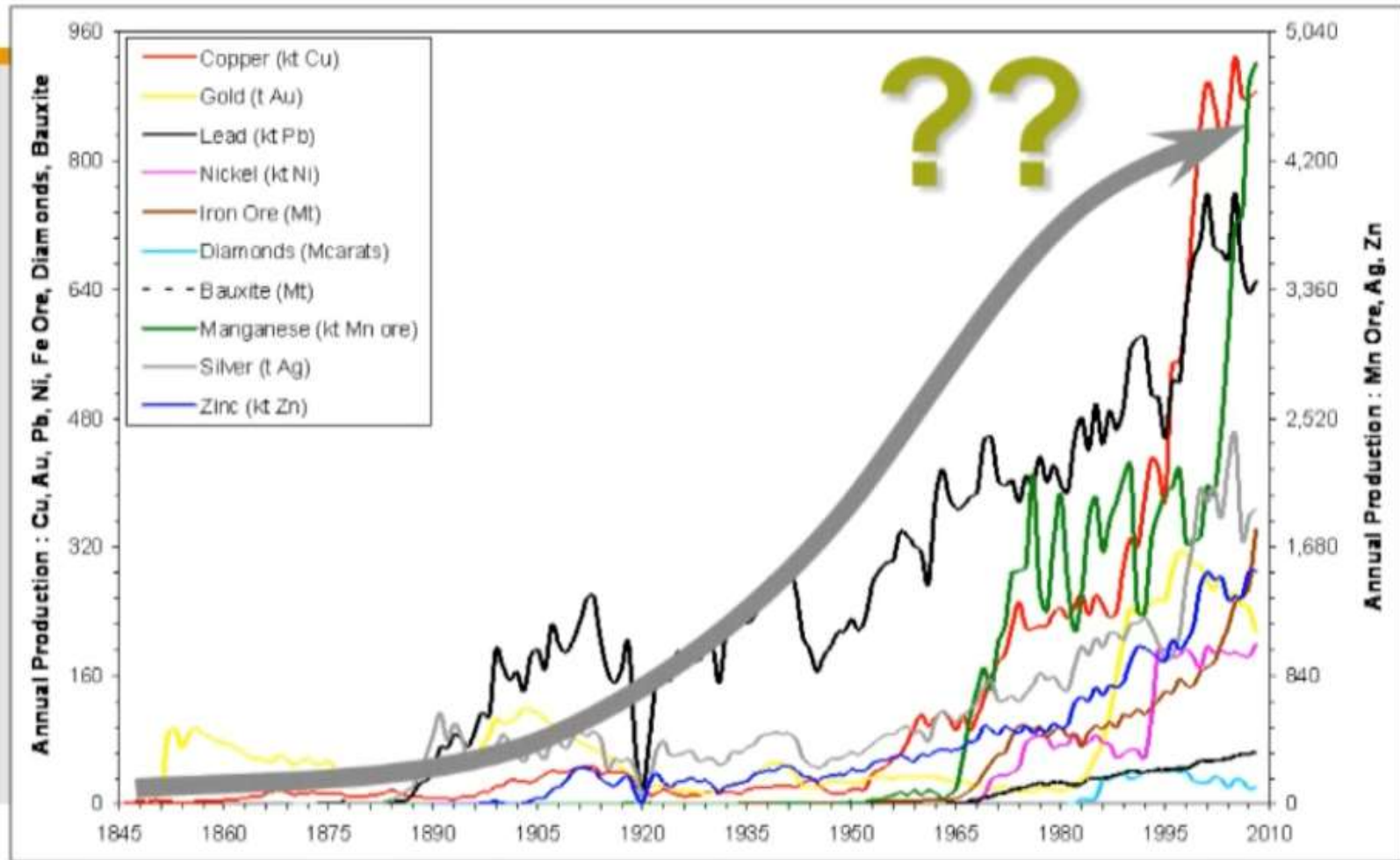
Yıllık Ocak Üretimi: 50 M T

Yıllık Konsantre Üretimi: 25 M T

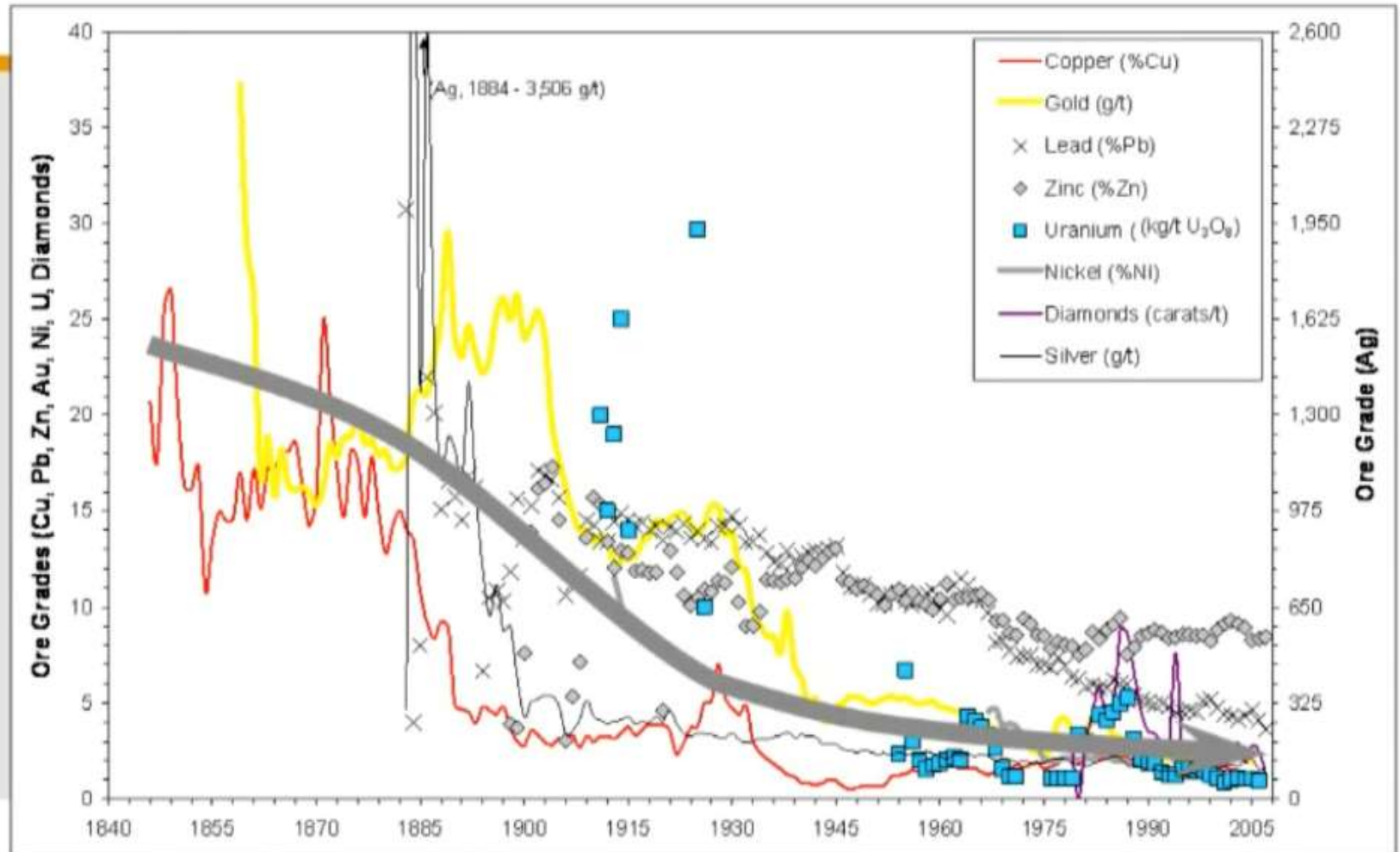
Konsantre Pompa: 529 Km



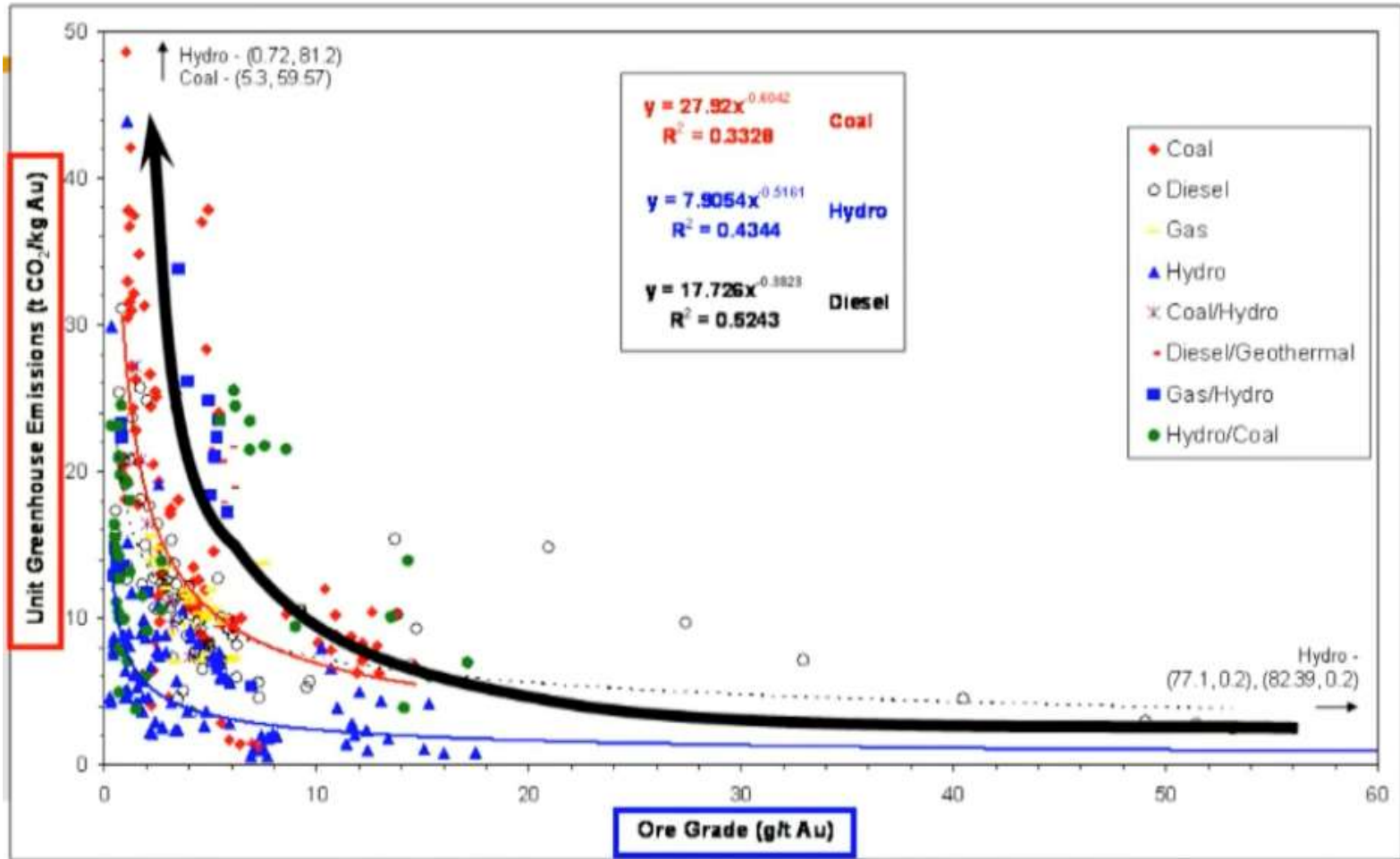
Mineral Talebine Olan Artış



Cevher Tenörlerindeki Değişim



Çevresel Maliyetler Karbon Ayakizi



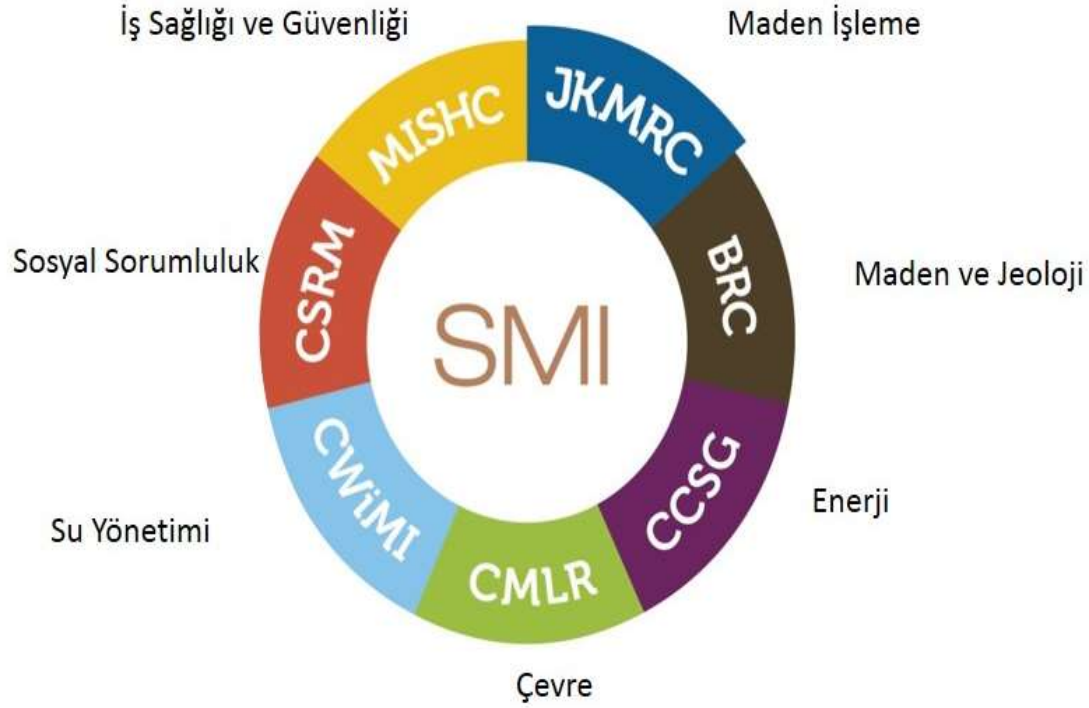
Mudd, 2010, Resources Policy (online first).

AGI-AIG GeoConnections Webinar: Understanding the Environmental Costs and Constraints of Future Mining 2 March 2010 / 16

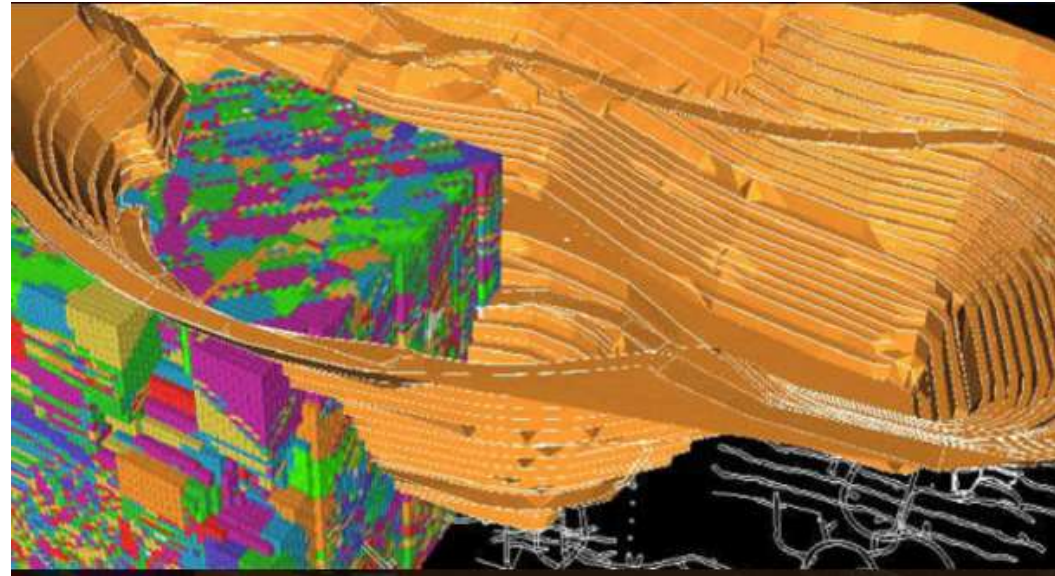
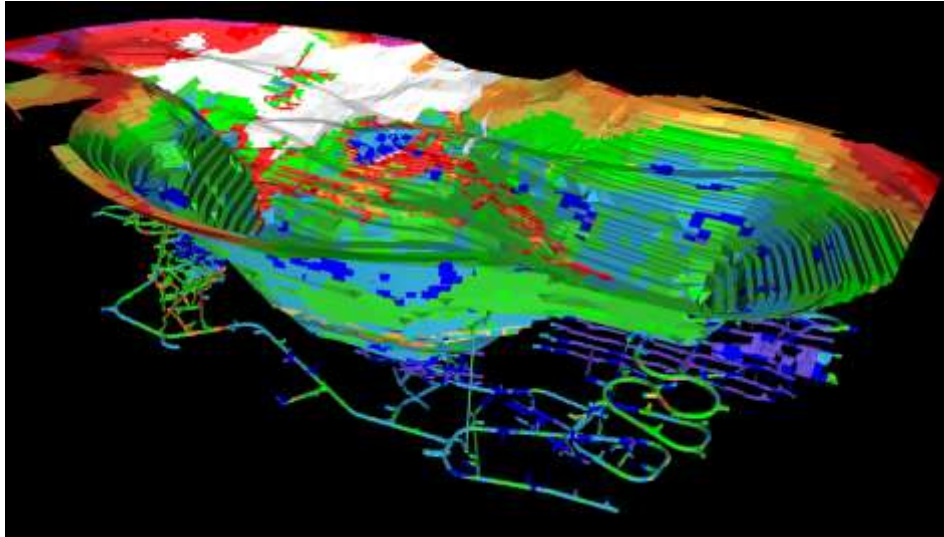
Ekonomik Gelişimin Ayak izleri- Tarihsel Gelişim

- Thomas Newcomen-18. yy başlarında buhar motorunu Cornwall madeninden su çekmek için kullandı, James Watt, yoğunlaşma odası buluşu ile Nexcomen pompasının verimliliğini arttırarak kullandıkları maden cevherini taşımayı başardılar. Bu sayede nispi yüksek tonajların taşınmasına başlanıldı.
- 1867 Alfred Nobel dinamit keşfi ve hızla madencilik uygulanması, bu sayede daha düşük tenörlü cevherler de işlenmeye başlandı.
- Konsantrasyon veya metal kazanım teknolojisinin geliştirilmesi
 - Bessemer fırınları ve elektrolizin geliştirilmesi
 - 1903 Avustralya Broken Hill Flotasyon Keşfi
 - 1970 Solvent ekstraksiyonun geliştirilmesi

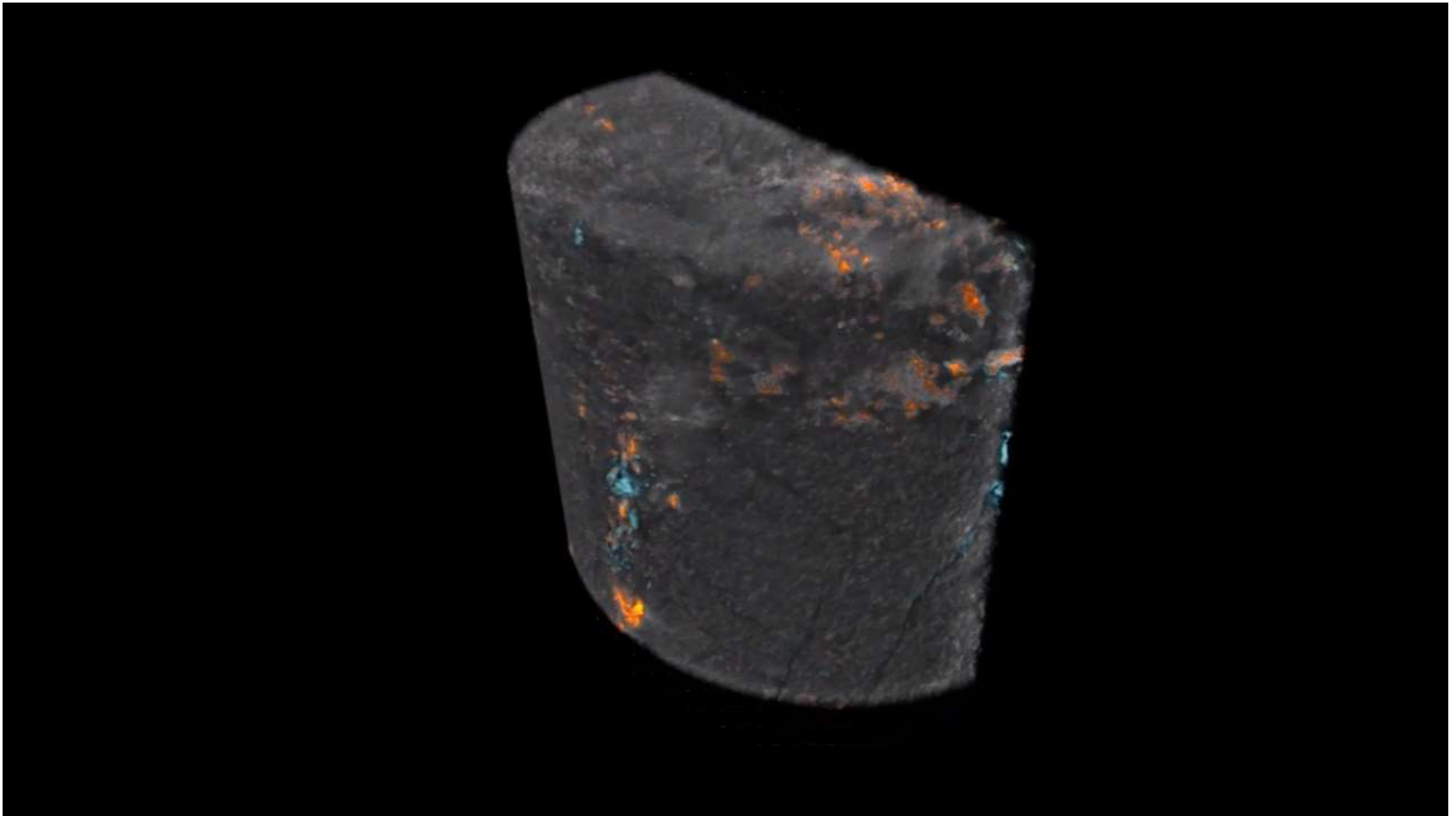
Sürdürülebilirlik



Jeometalurji-Jeolojiden Metalurjiye



Proses Mineralojisi-MLA-QEM/SEM MicroCT



IES-Integrated Extraction Simulator



Ekonomik-Çevresel Gelişmeler

Su-Enerji

- Özgün Patlatma Teknikleri
- Ön Zenginleştirme
 - Sensöre Dayalı Ayırıcılar
 - İri Boyutta Gravite Ayrımı
 - Boyuta Göre Ayrım
- Çevre Dostu Etkin Öğütme Teknolojileri
 - Yüksek Basınçlı sistemler
 - Etkin Enerji Kullanımı İnce Öğütme Teknolojisi
 - Selffrag (Elektrik Şiddeti ile Öğütme)
 - Mikrodalga Etkisi İle Öğütme
- Kazanım Veriminin Arttırılması
- Alternatif Enerji Kaynakları
- Su Kullanımı
 - Etkin Su Çevrimi-Buharlaştırma Problemi
 - Kuru Atık Depolama (Dry Stacking)

DİJİTAL ÇAĞA GEÇİŞ

Endüstriyel Devrim



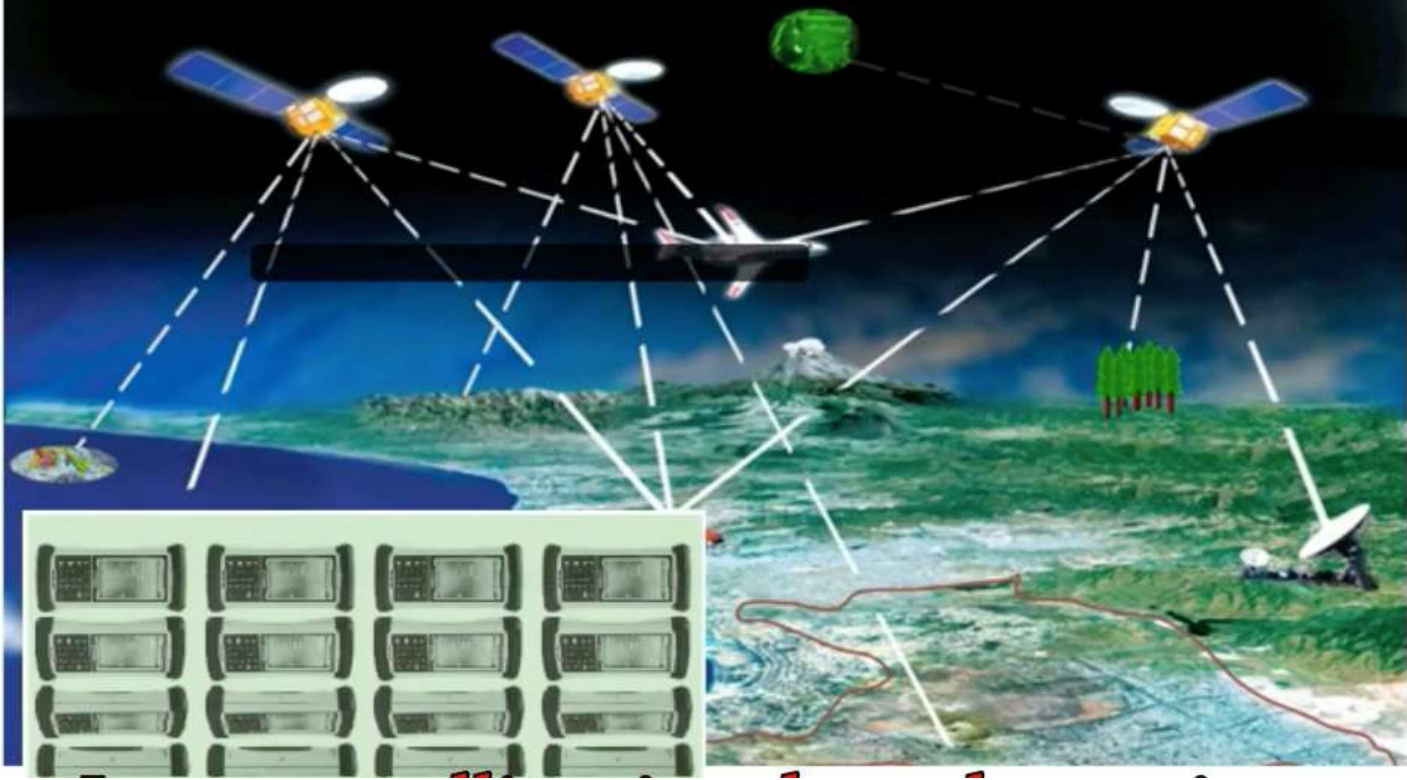
DİJİTAL ÇAĞA GEÇİŞ SÜRECİ

INVERSE ALGORITHM

JEOFİZİK Ölçümlere Dayalı 3D Modelleme

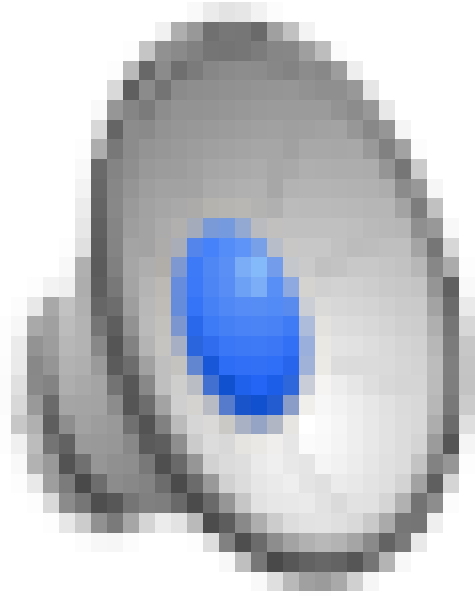
- Kayaçların Jeofiziksel Özellikleri ile Arazideki Jeofizik Sinyallerinin İlişkilendirilerek Modellenmesi
 - Batı Avusturalya demir ve nikel cevher oluşumları
 - Afrika'da, G. Amerika'da, Avustralya'da demir oksit-bakır-altın oluşumu

GPS



Uydu sinyallerini kullanarak lokasyonun belirlenmesi ve hızlı bir şekilde doğru bilgiye erişilmesine olanak sağlandı

LIDAR HAVADAN LAZER ÖLÇÜMLERİ İLE TOPOĞRAFYA

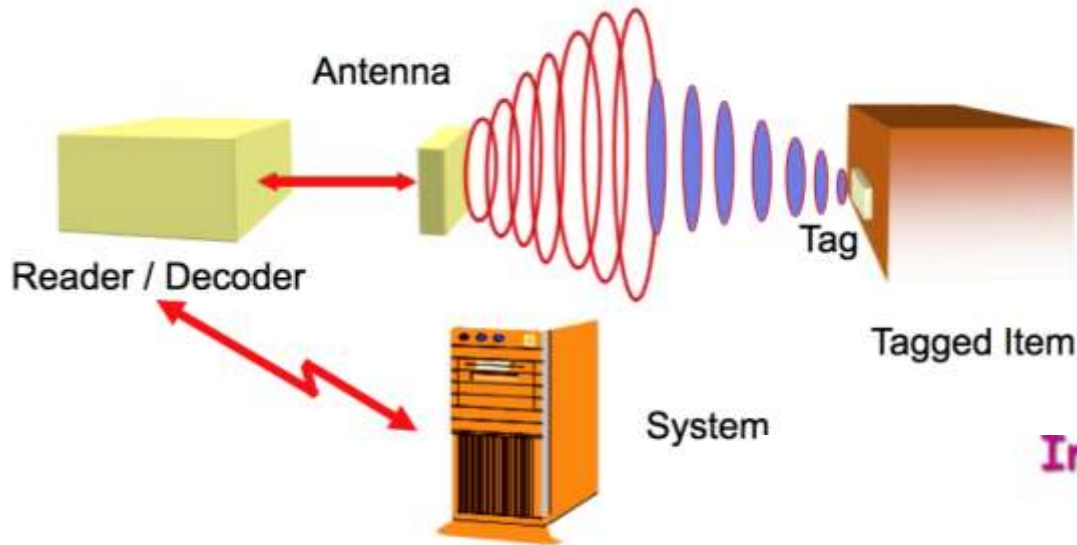


CORIENTR



3D Karot Tarama ve Tanıma sistemi

ORE RFID-MALZEME TAKİBİ



Iron Ore Tracking



ROBOMAP



Özel Sensörlü 3D Yeraltı Haritalama Robotu

SANAL GERÇEKLİK



YORGUNLUK ÖLÇÜM DEDEKTÖRLERİ



DİJİTALLEŞME

IoT Nesnelerin Interneti

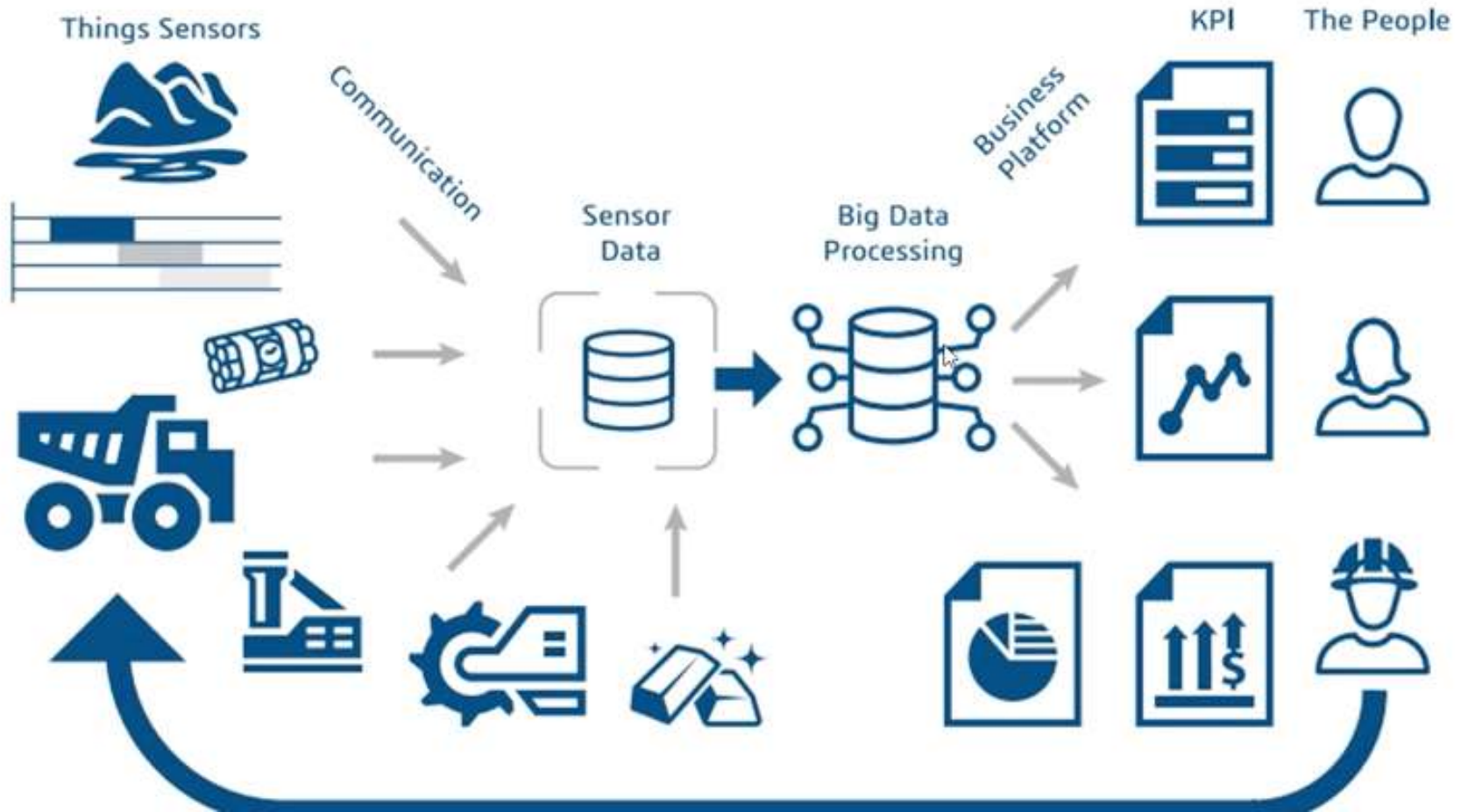
Verileri Serbestleştirme ve bilgiye sistemler üzerinde buluşturma metodolojisi



Sistem Bilgisi

Heryerden Ulaşılabilen Internet Ortamı

IoT Madencilik Alanı



YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİ

- İnsan bilişini (human cognition) taklit eden karar verme veya hesaplama süreçlerini kullanan makineleri tanımlamaktadır. Pratikte bu, bir makinenin fiziksel bir alan, bir oyunun statüsü veya bir veritabanından gelen ilgili bilgiler gibi çevresi hakkında bilgileri anlamasını gerektirir.
- Madencilik şirketleri, madencilik değer zinciri boyunca planlama ve karar vermeyi keskinleştirmek için yapay zeka teknolojisini kullanmaya başladılar. Örneğin, jeolojik verilere göre jeolojik modelleme, kaynak kestirimi,

IBM Watson Görüntü Tanıma ve Goldcorp işbirliği

Machine Learning-Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi yapısal işlev olarak öğrenebilen ve veriler üzerinde tahmin yapabilen algoritmaların çalışma ve inşalarını araştıran sistemdir.

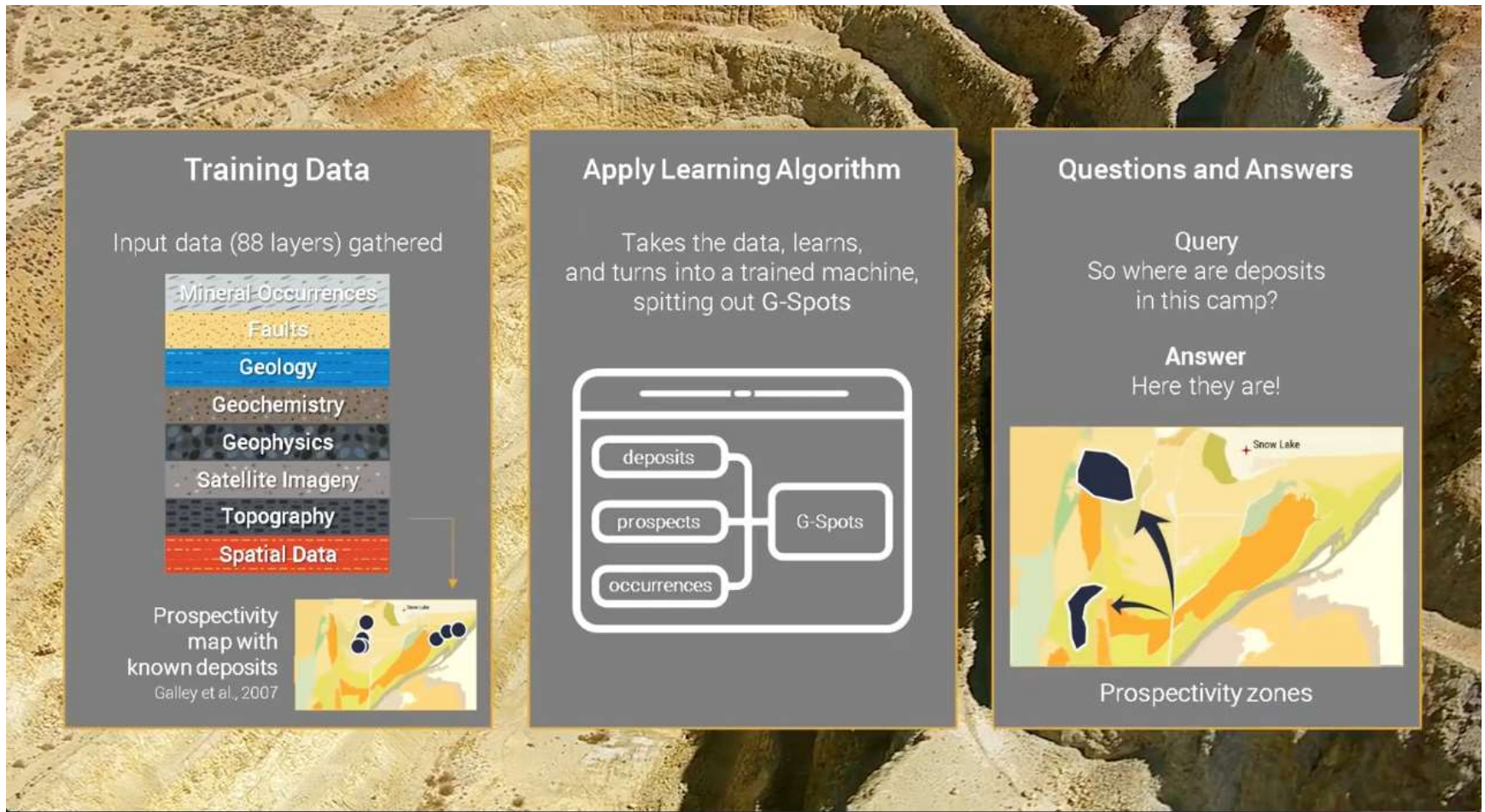
- otonom sistemler veya robotik yapıları

4. sanayi devriminin bir parçası

bilgisayar ve otomasyon sistemleri bilgisayar altyapılarıyla uzaktan bağlantılı verileri öğrenme ve buna göre sistemleri kontrol etme kabiliyetine sahip olan makine öğrenmesi algoritmalarıyla geliştirilmiştir

görevli operatör sayısını minimuma indirmeyi başarmış robotik sistemleriyle tamamen yeni bir şekilde yapılandırılmakta.

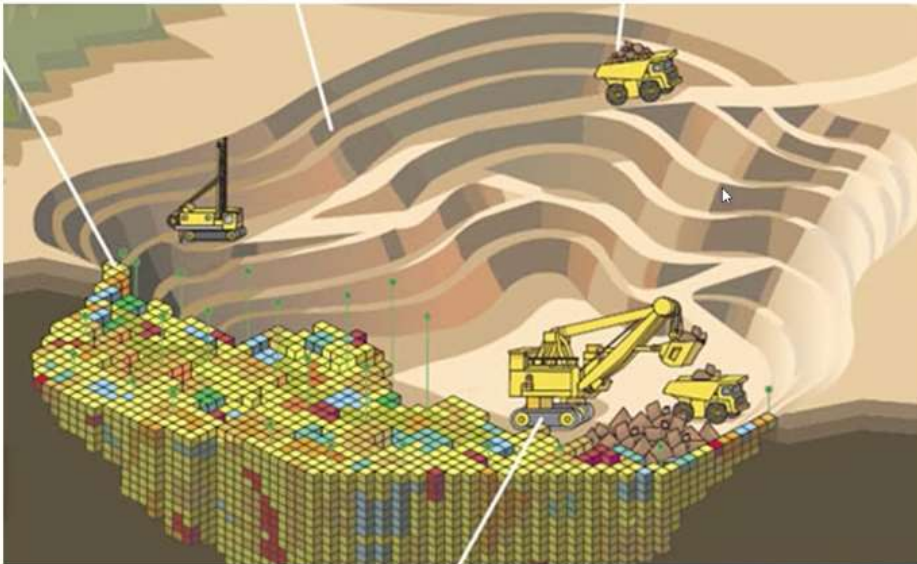
AI ve Machine Learning-Aramacılık



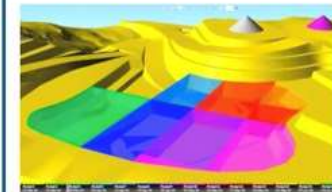
IoT Madencilik Alanı

Parametric Modeling & the Industrial Internet of Things

How can Measure While Drilling & Operating help Integrated Mine Planning?



Real time drilling parameters can update the geological model and block model automatically.



New Plan & Schedule created automatically

Dijital İkiz

Ürünün gerçek fiziksel dünyadaki davranışlarını sergileyen sanal bir kopyasıdır.

Sorun Tespiti, Ayar Testi, Simülasyon, Analiz

Tasarım ve Mühendislik

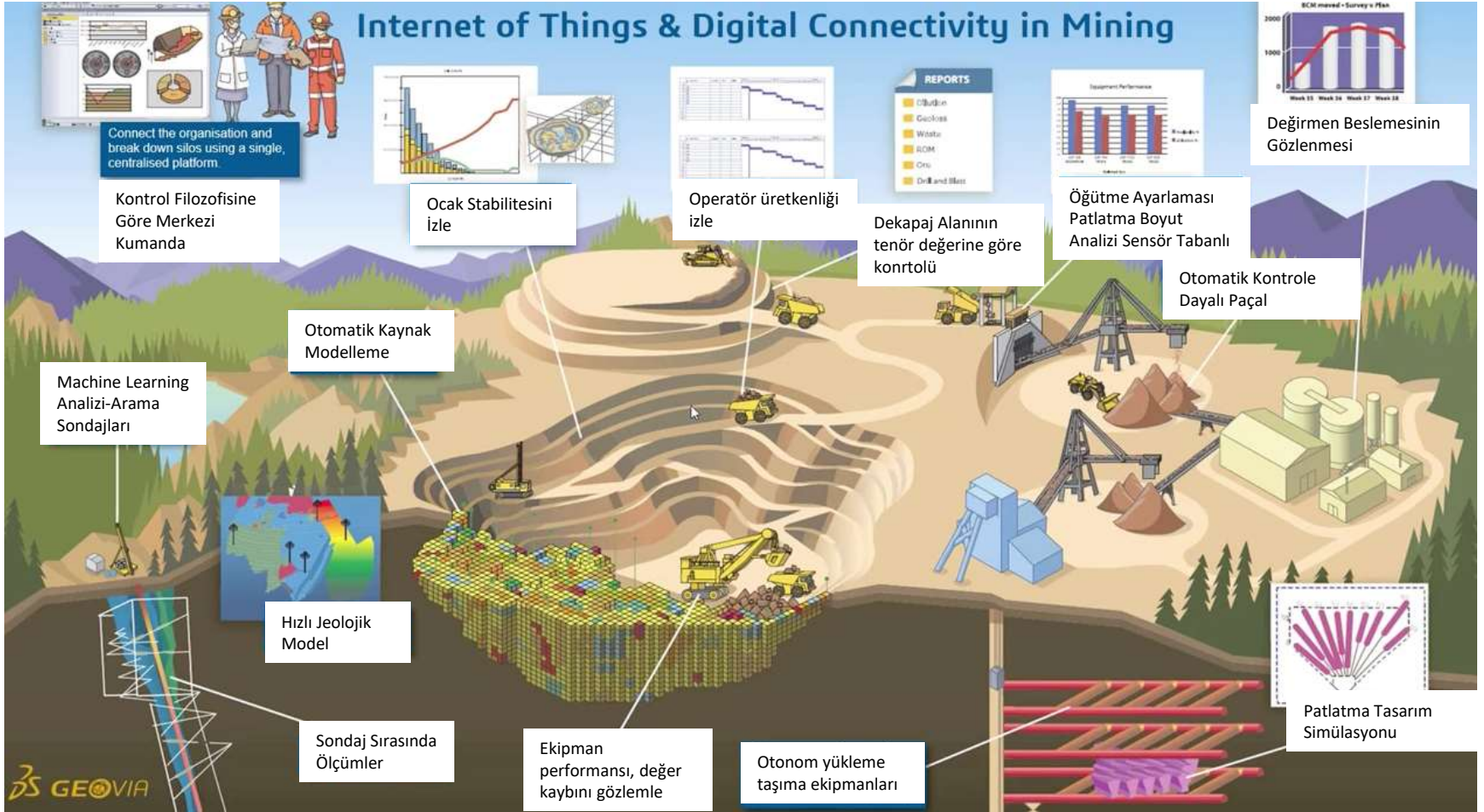
Üretim

Operasyonlar ve Servis

Artırılmış Gerçeklik



IoT Madencilik Alanı



IoT Madencilik Alanı

- Dijital Olarak Bağlanan Maden
- Otonom Yazılımlar
- Machine Learning
- Karar Destek sistemleri
- Hibrit Bulut sistemleri

AKILLI MADENCİLİK VİZYONLARI

- Rio Tinto-Mine of the Future
- Anglo America-Future Smart Mining
- BHP Billiton Creating the Future of Mining

AKILLI MADENCİLİK ADIMLARI

Resolute Mali Syama Altın
Projesi 2019
Tam Yeraltı Otomasyonu

Tam otomasyonlu üretim Tesisi

Sandvik Optimine ve AutoMine
Teknolojileri

Tam zamanlı analiz, proses optimizasyonu
ve otomasyon

Tesisin Dijital İkizi
Tam Entegre Otomasyon ve Simülasyon
İeri otomasyon ve otomasyolu atölye
Veri analiz yeteneği ve Kontrol
Algoritmaları

Rio Tinto-2021 Akıllı
Maden Projesi Koodaideri
Demir Projesi-

ANGLO AMERICA FUTURE SMART MINING

TEŞEKKÜRLER