

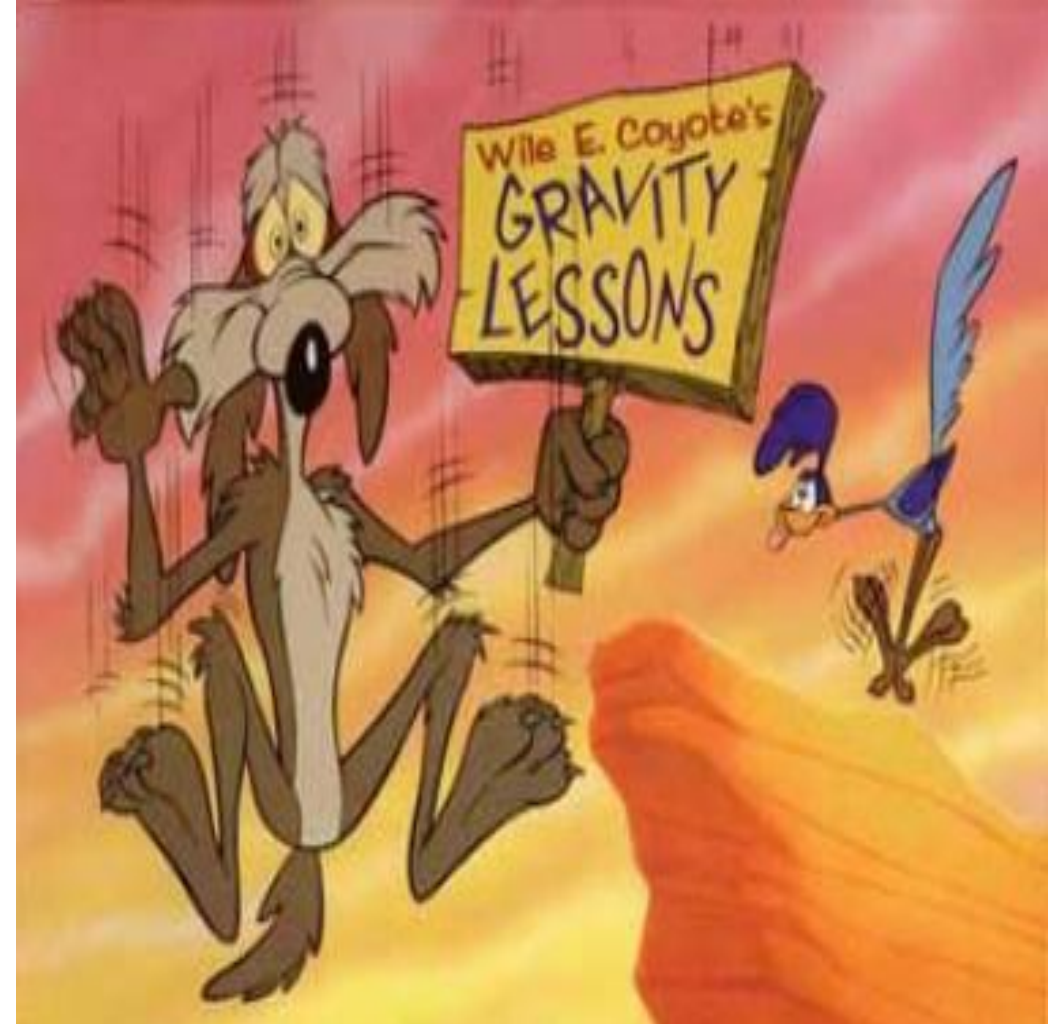


Maden Aramalarında Gravite ve Manyetik Yöntemler

Sunan: Doç.Dr. Nafiz MADEN (Gümüşhane Üniversitesi)

Giriş: Gravite Yöntemi

- ❑ **Gravite, en basit anlamda kütleleler arasındaki çekim kuvvetidir.**
- ❑ **Yerküre, bu kütlelerden birini oluşturmaktadır.**
- ❑ **Yerin çekimi ivmesindeki değişimleri incelenir.**
- ❑ **Yerçekimi ivmesi, yerkürenin yüzeyi boyunca, her yerde sabit değildir.**



Giriş: Gravite Yöntemi

Yüksek Yoğunluklu

- **Krom (Cr)**
- **Demir (Fe)**
- **Barit (Ba)**
- **Kurşun (Pb)**
- **Bakır (Cu)**

Düşük Yoğunluklu

- **Tuz**
- **Jips**
- **Pomza**

Birincil yöntem olarak kullanılmaktadır.

Gravite Yöntemi: Kullanım Alanları

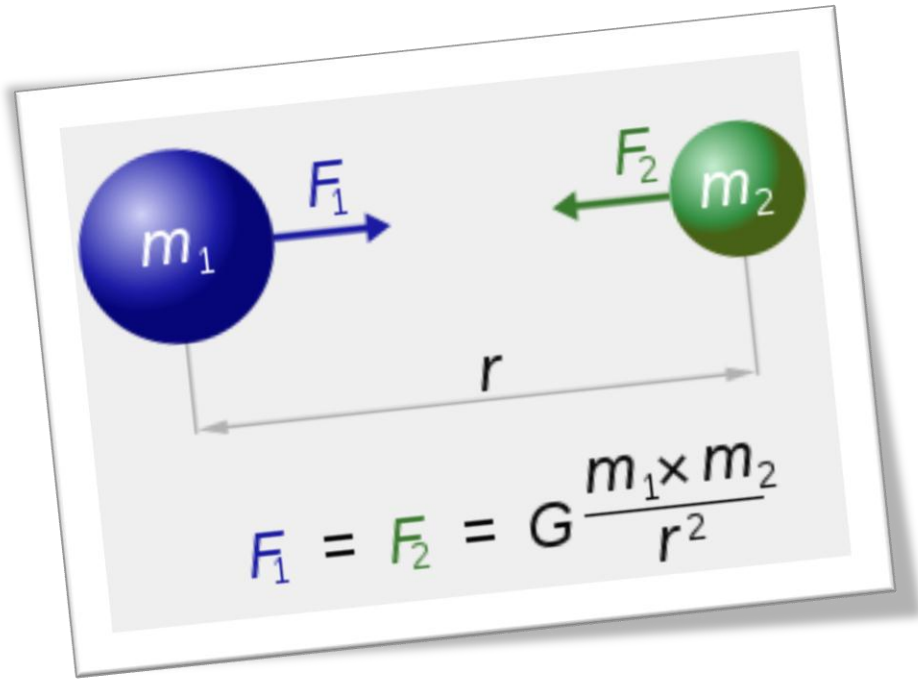
- Hidrokarbon, havza geometrisi tespitinde
- Bölgesel jeolojik çalışmalarda
- **Maden yataklarının aranmasında**
- Yer altı boşluklarının araştırılmasında
- Fay ve kırık yapılarının belirlenmesinde

- Temel kaya derinliği çalışmalarında
- Askeri amaçlı çalışmalarda
- Volkanik faaliyetlerin izlenmesinde
- Kabuk çalışmalarında
- Gömülü yapıların aranmasında

Gravite Yönteminin Temeli

Newtonun 1. Kanunu

Newtonun 2. Kanunu



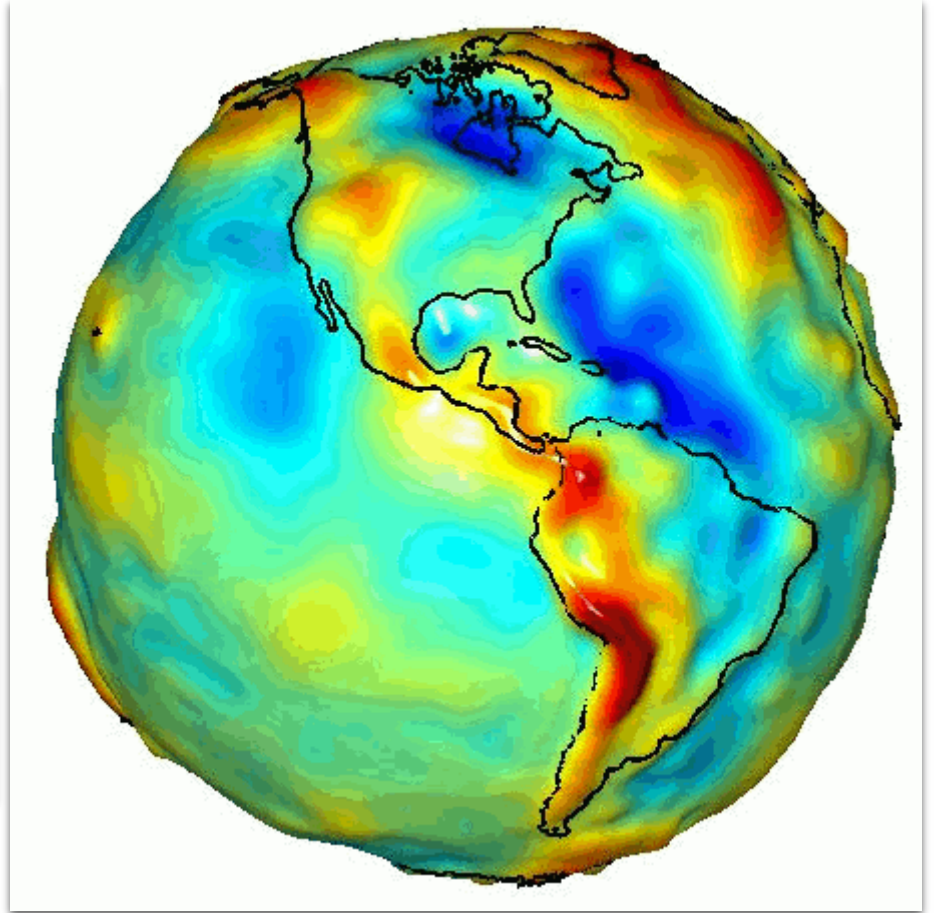
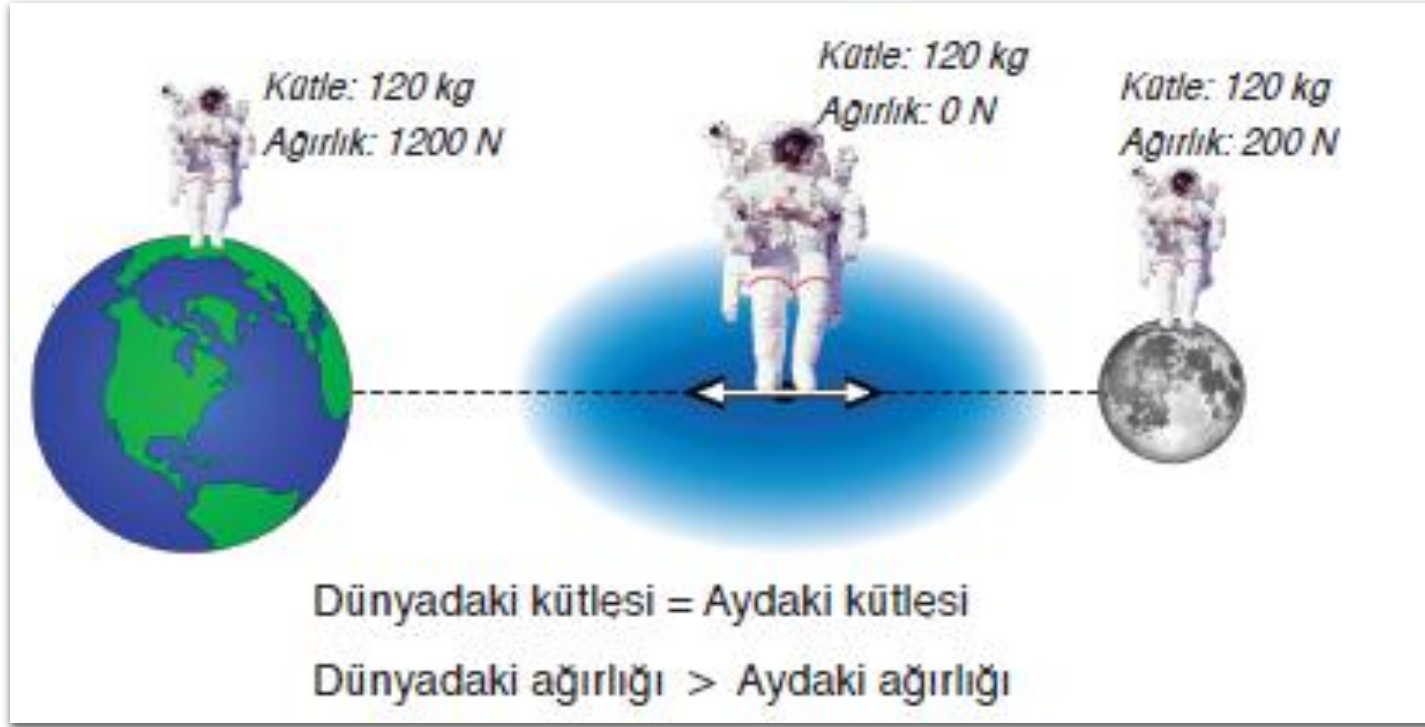
$$F = ma$$

Yer Çekimi İvmesi

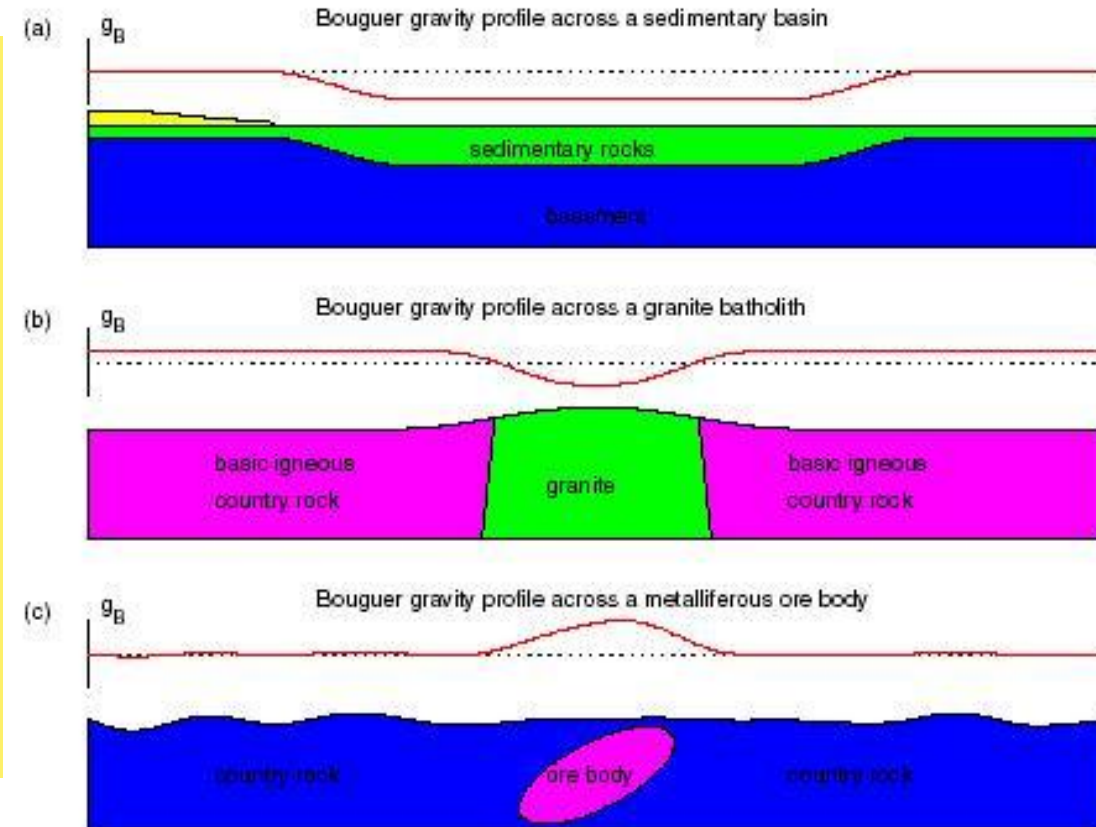
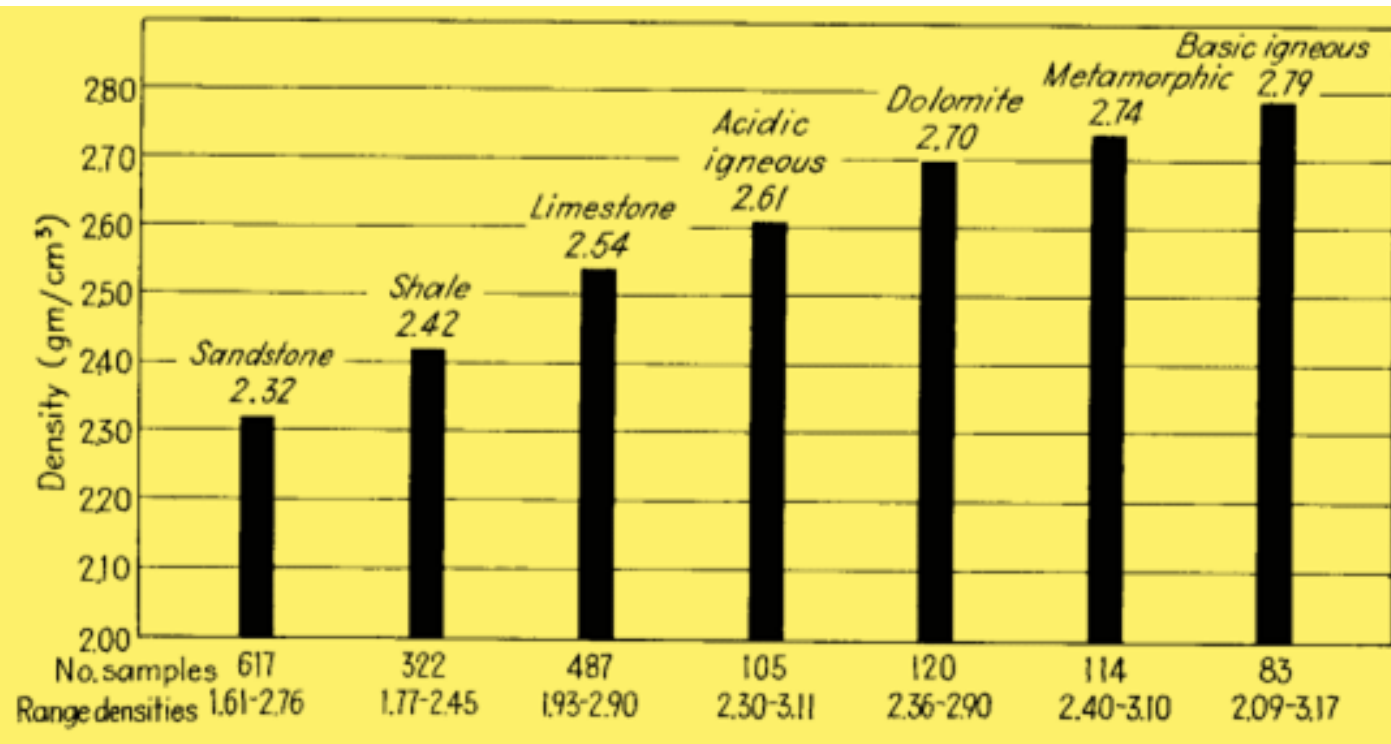
$$\vec{g} = \frac{G.M_{\text{yer}}}{r_{\text{yer}}^2}$$



Yer Çekimi İvmesi



Yerin Çekim İvmesi



Düzeltilmeler

Faktörler

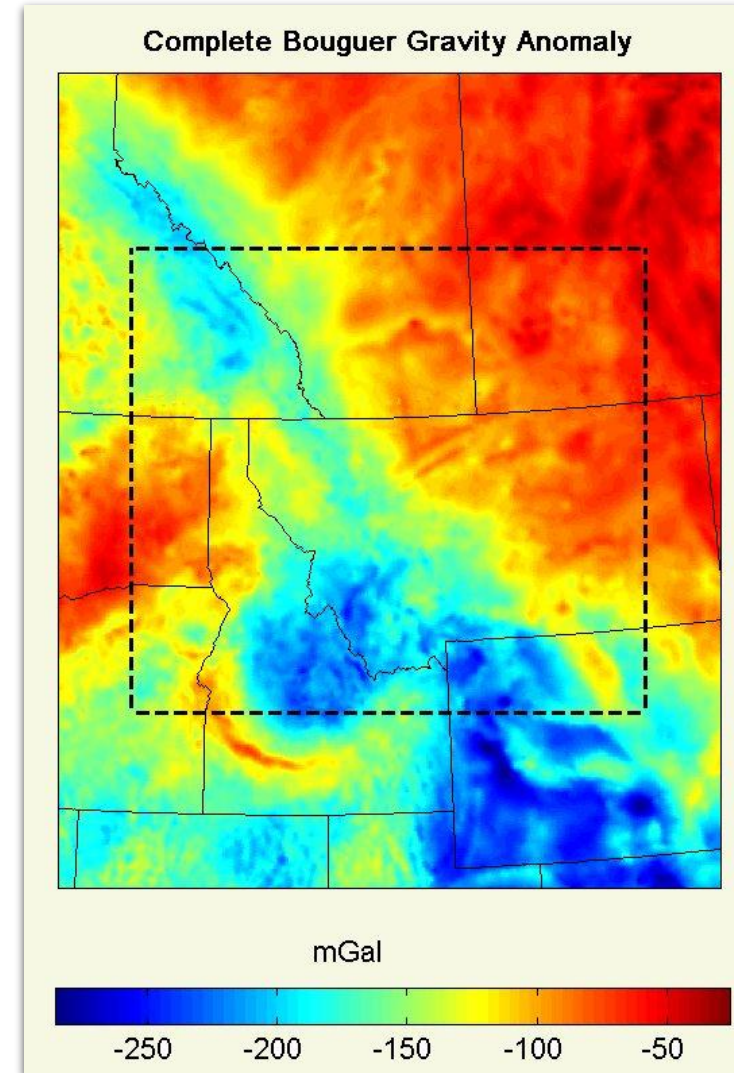
- **Enlem**
- **Yükseklik**
- **Topoğrafya**
- **Yer altı Yoğunluk Değişimleri**
- **Gel-Git**
- **Aletsel Kayma**

Düzeltilmeler

- **Enlem Düzeltmesi**
- **Yükseklik Düzeltmesi**
 - **Serbest Hava Düzeltmesi**
 - **Bouguer Düzeltmesi**
- **Topoğrafya Düzeltmesi**
- **İzotazi Düzeltmesi**
- **Gel-Git Düzeltmesi**
- **Eötvös Düzeltmesi**
- **Drift Düzeltmesi**

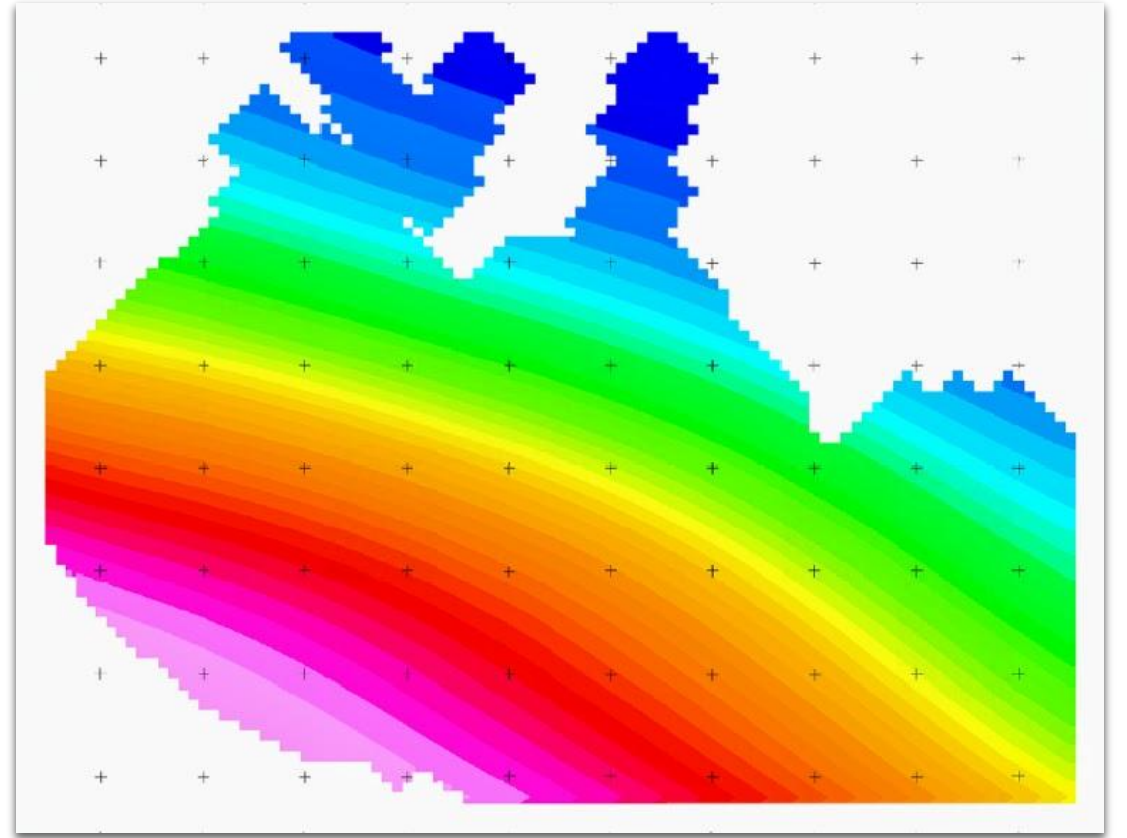
Gravite Anomalileri

- **Serbest Hava Anomalisi**
- **Basit Bouguer Anomalisi**
- **Bouguer Anomalisi**
- **İzostatik Gravite Anomalisi**

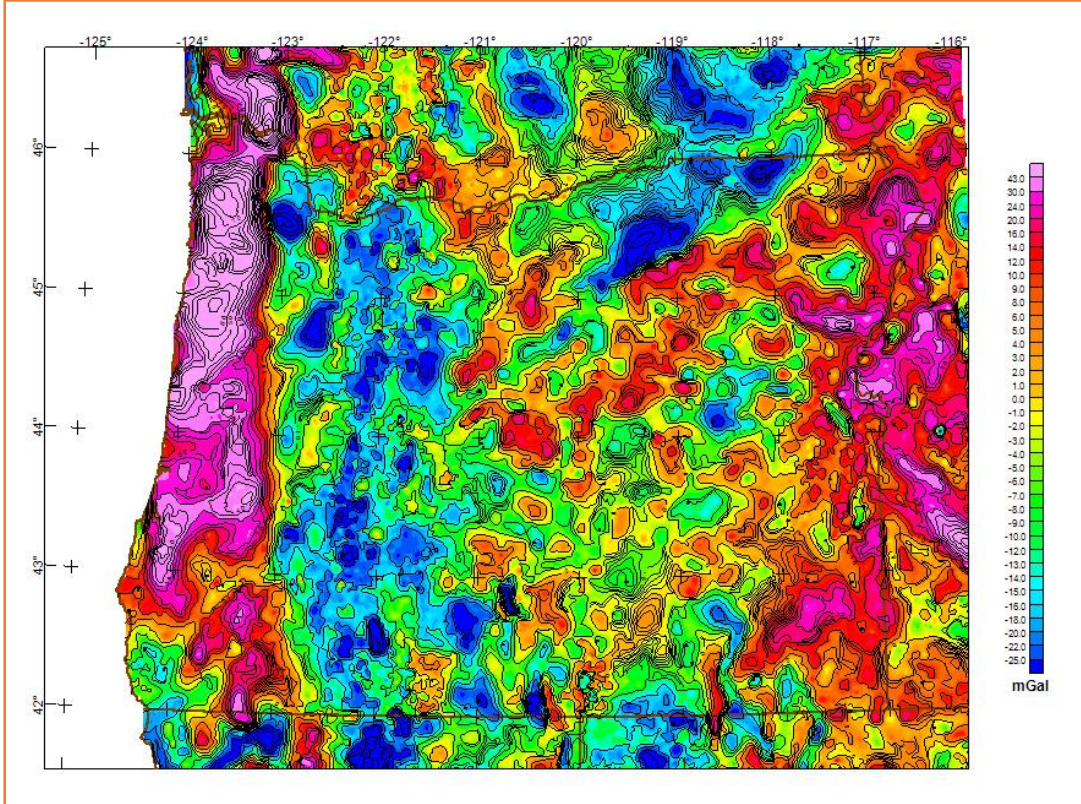


Rejyonel (Bölgesel) Anomali

- **Uzun Dalga Boyludur**
- **Alçak Frekanslıdır**
- **Yavaş Değişir**
- **Derin kaynaklıdır.**



Rezidüel (Yerel) Anomali



- **Kısa Dalga Boyludur**
- **Yüksek Frekanslıdır**
- **Hızlı değişir**
- **Sığ kaynaklıdır**

Gravite Anomalilerinin Ayrılması

Grafik Yöntemler

Basit İşleçlerle Yuvarlatma

- Ortalama değer yöntemi
- Kayan ortalama yöntemi

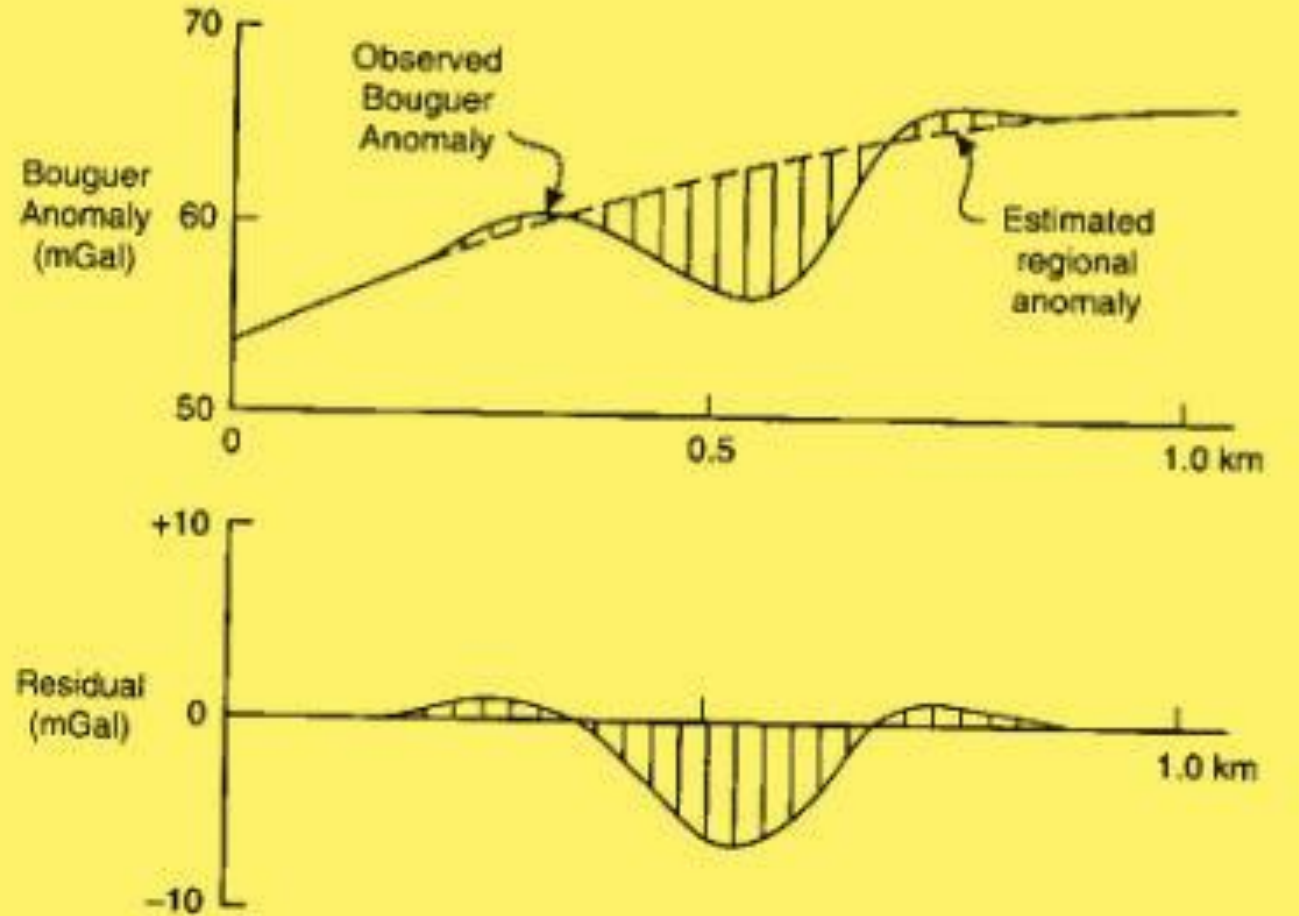
Polinomlara Yaklaştırma

Sayısal Süzgeçler

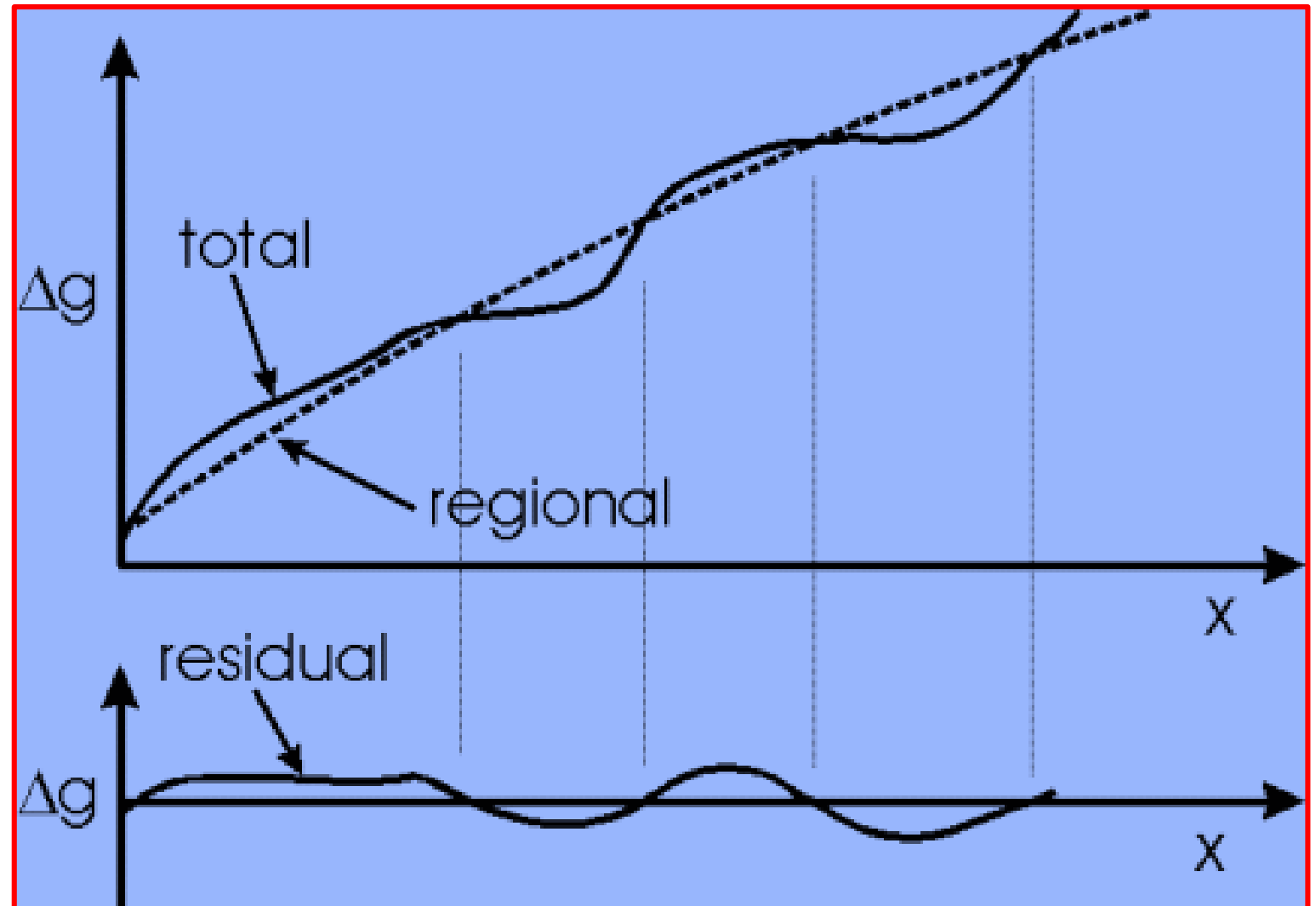
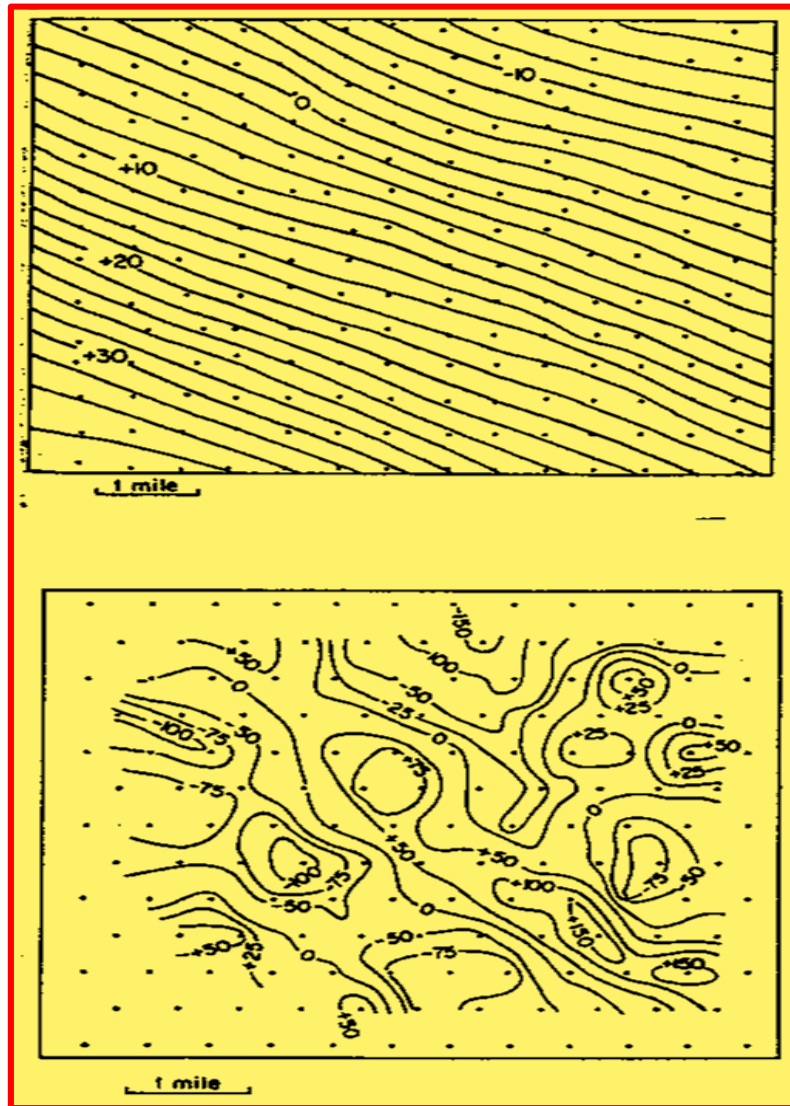
Düşey İkinci Türev Yöntemi

Analitik Uzanım Yöntemi

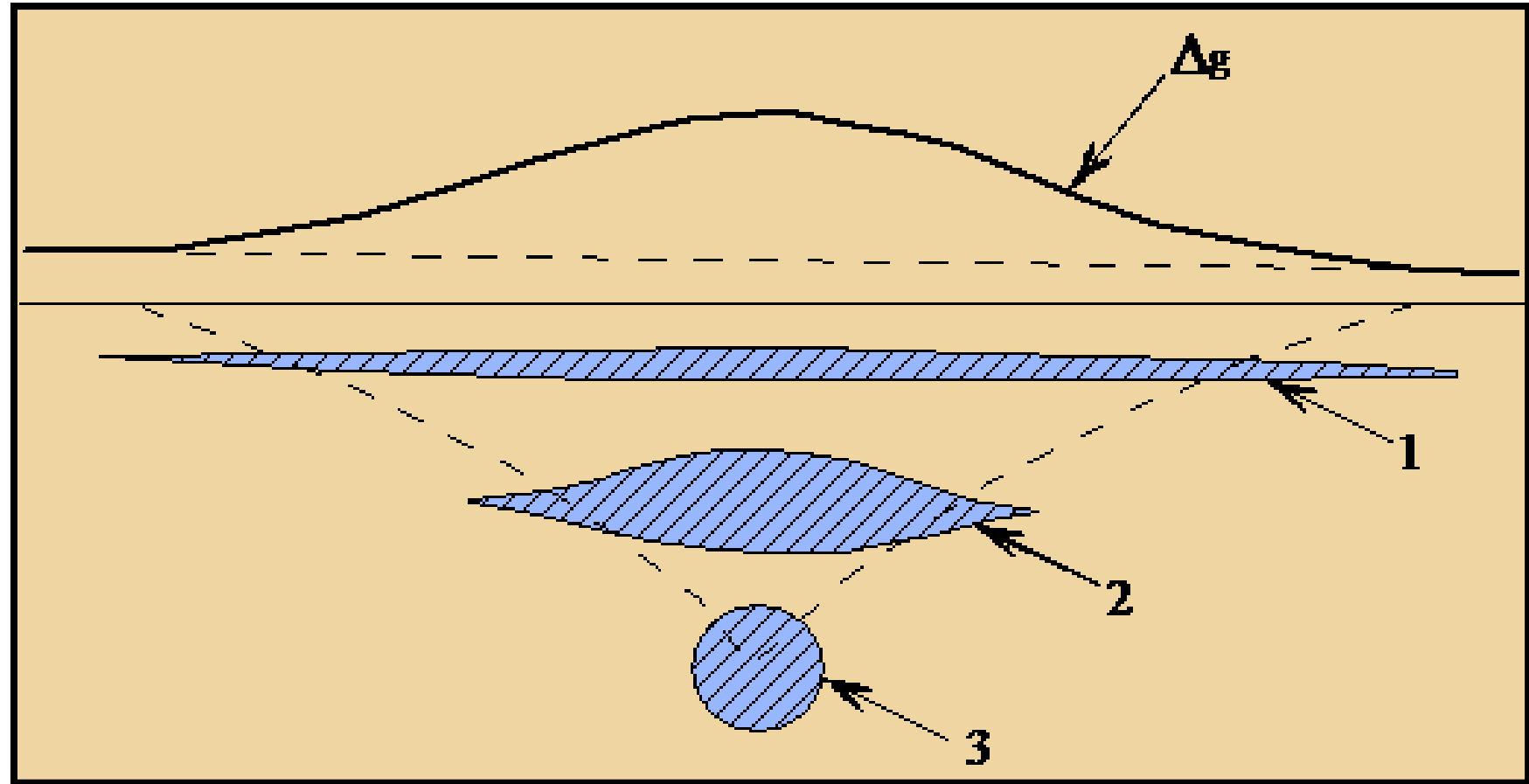
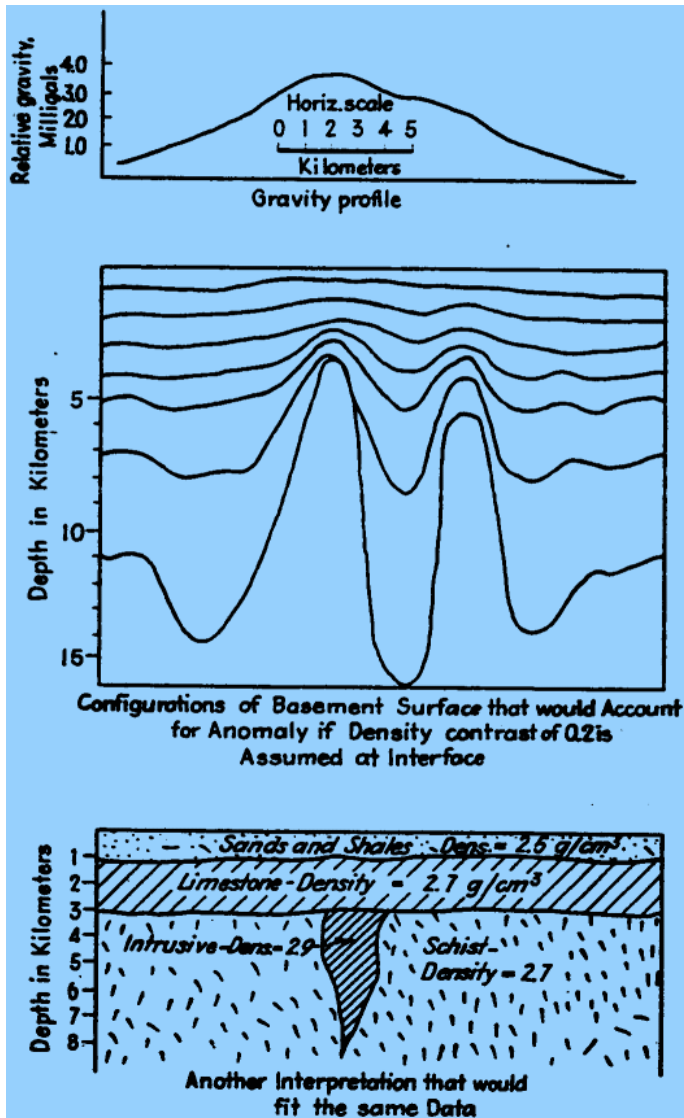
- Yukarıya doğru analitik uzanım
- Aşağıya doğru analitik uzanım



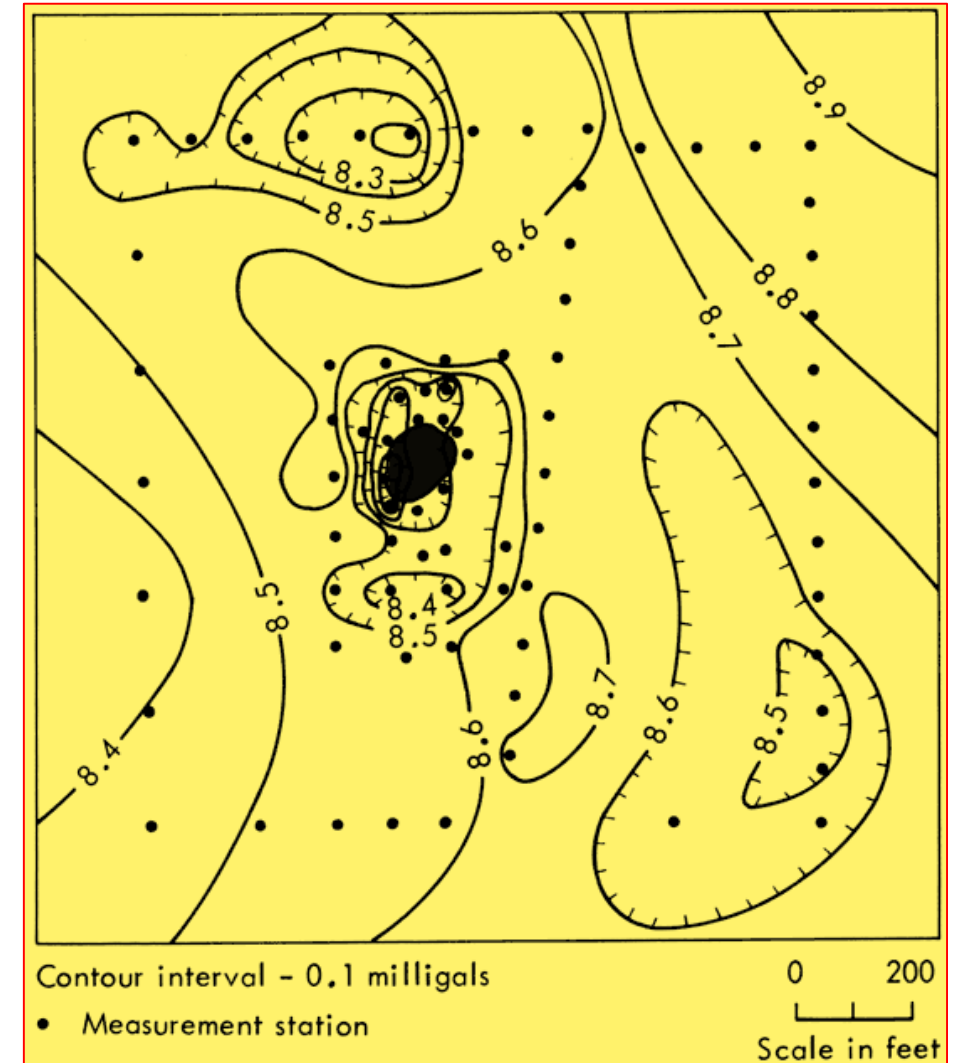
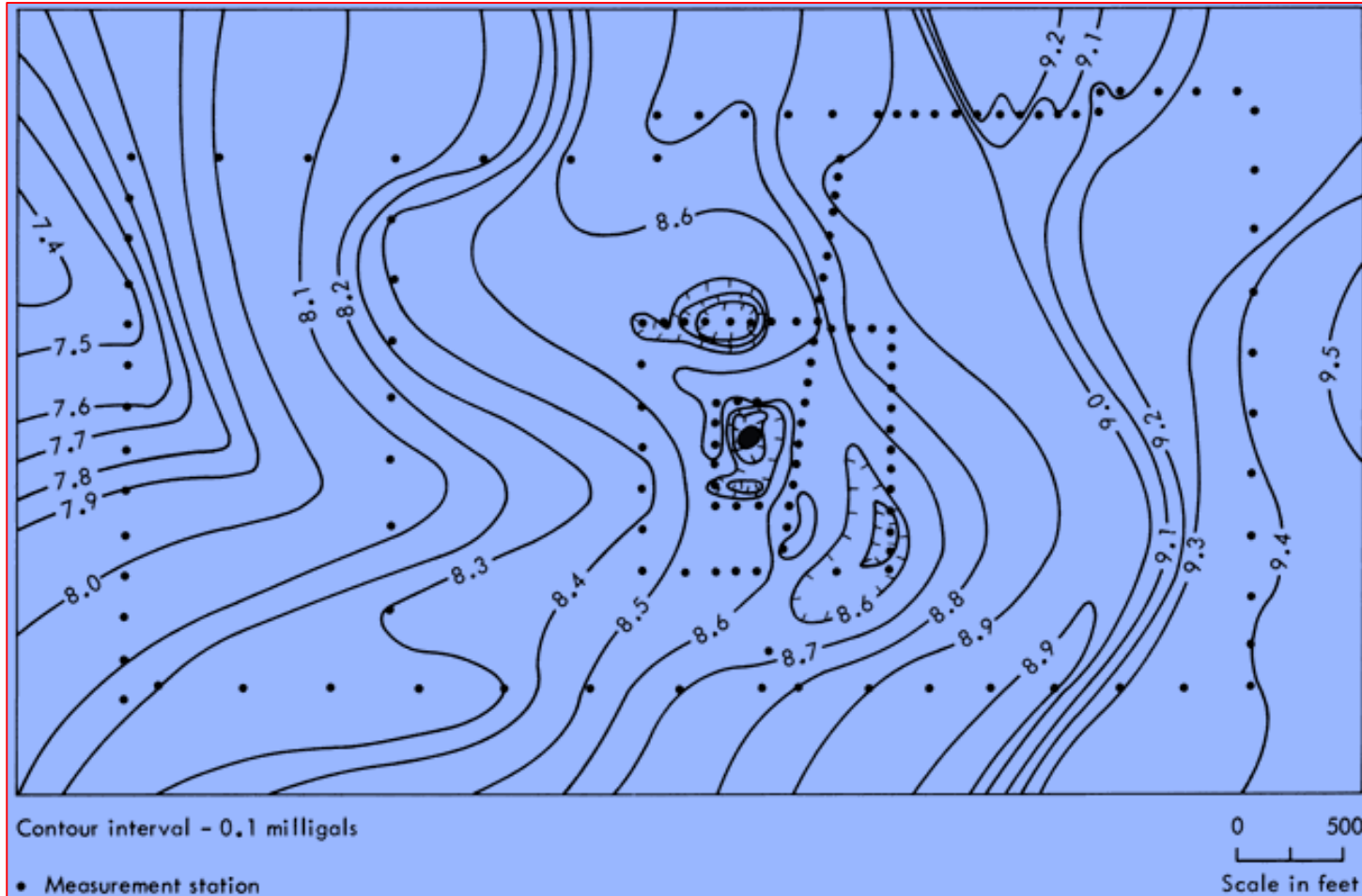
Gravite Anomalilerinin Ayrılması



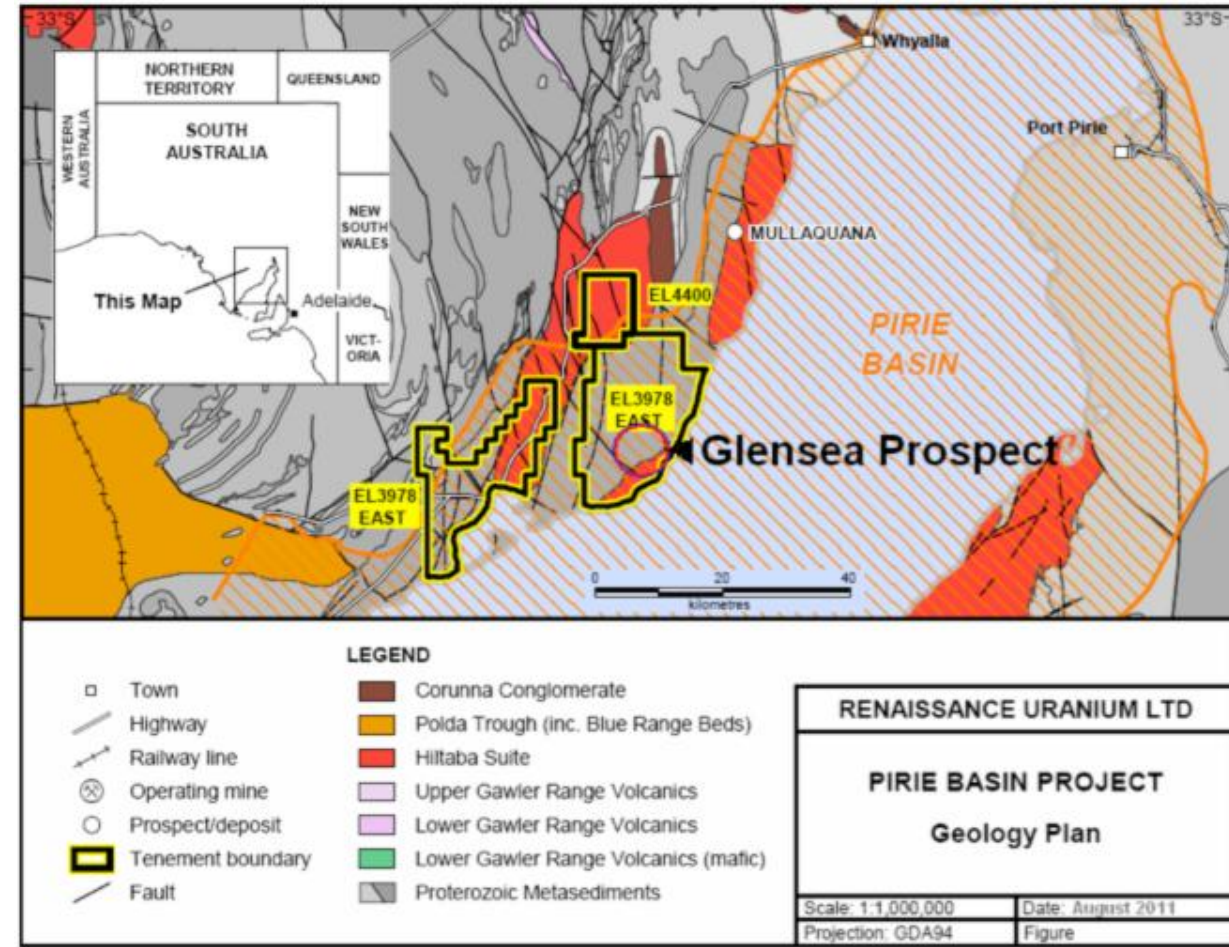
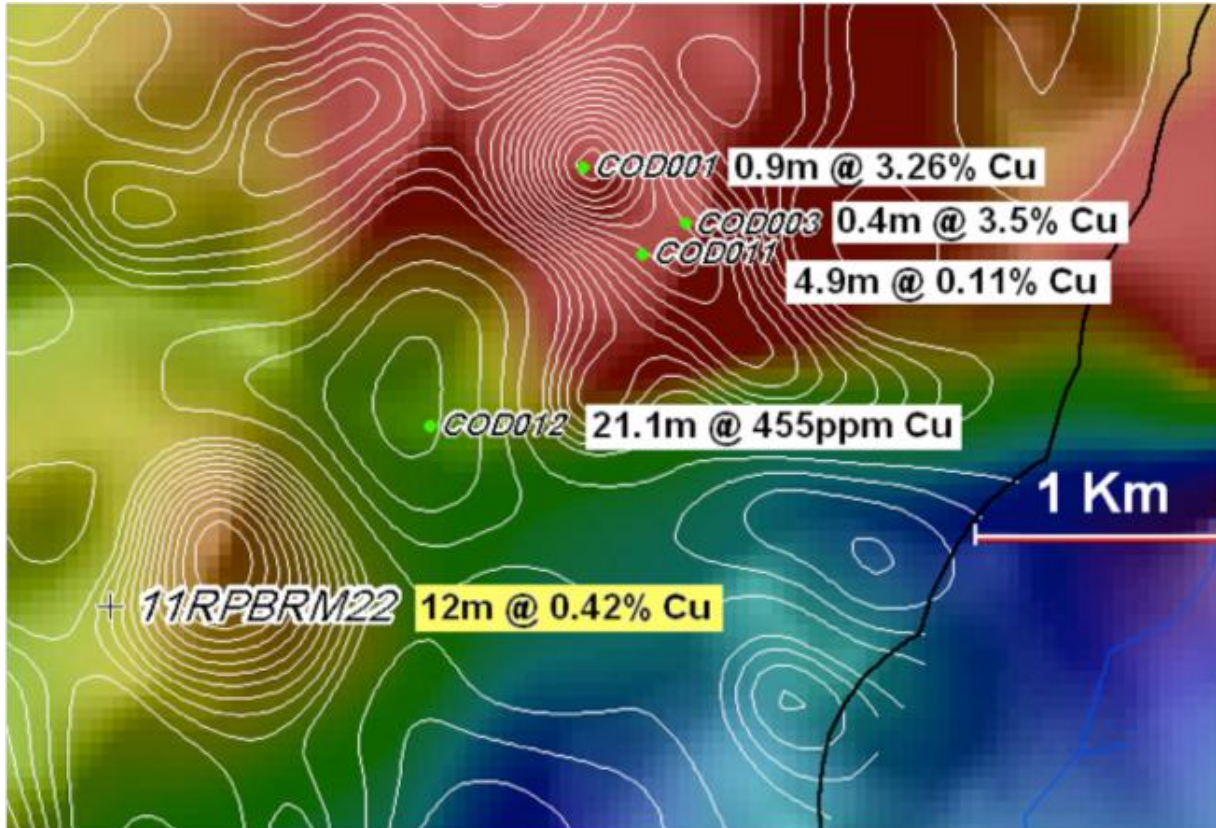
Gravite Yorumlamada Belirsizlik



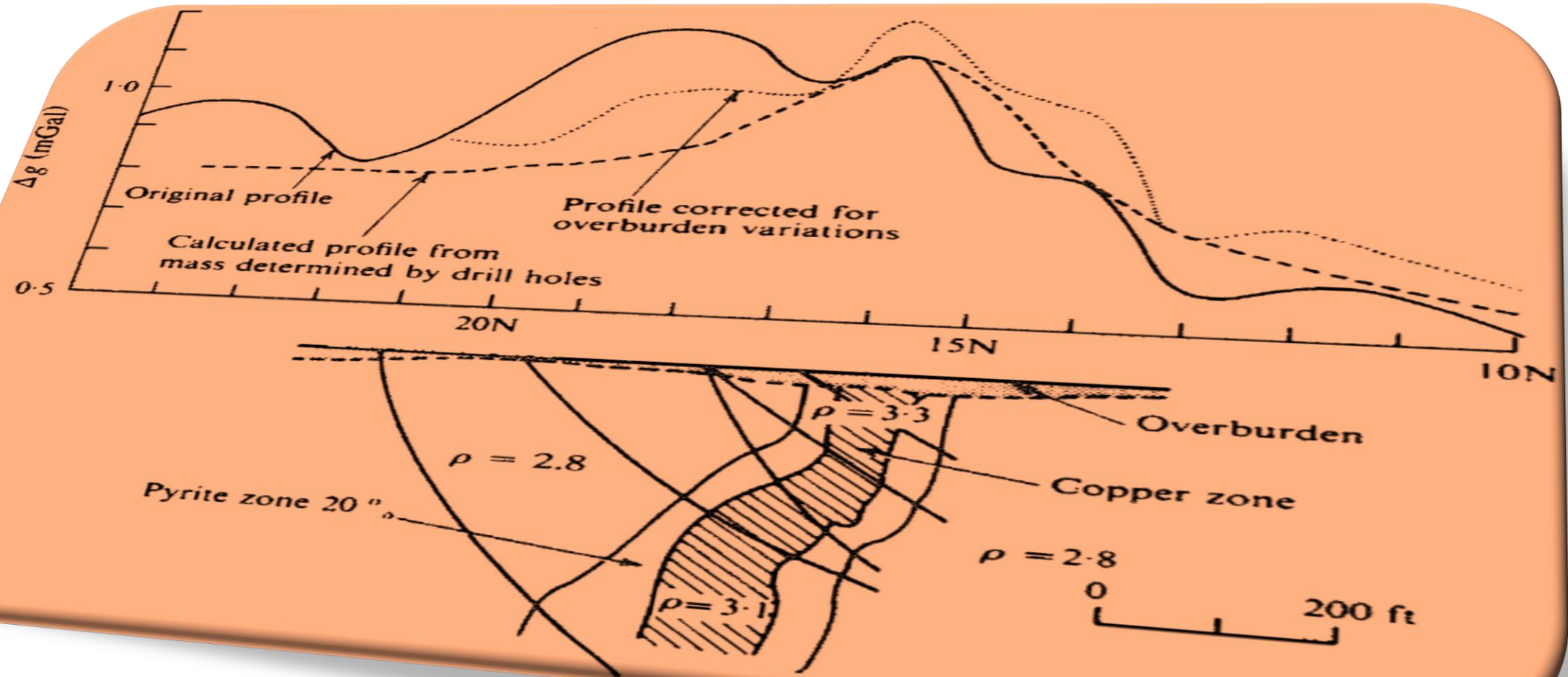
Kurşun ve Çinko Madeni - Kansas



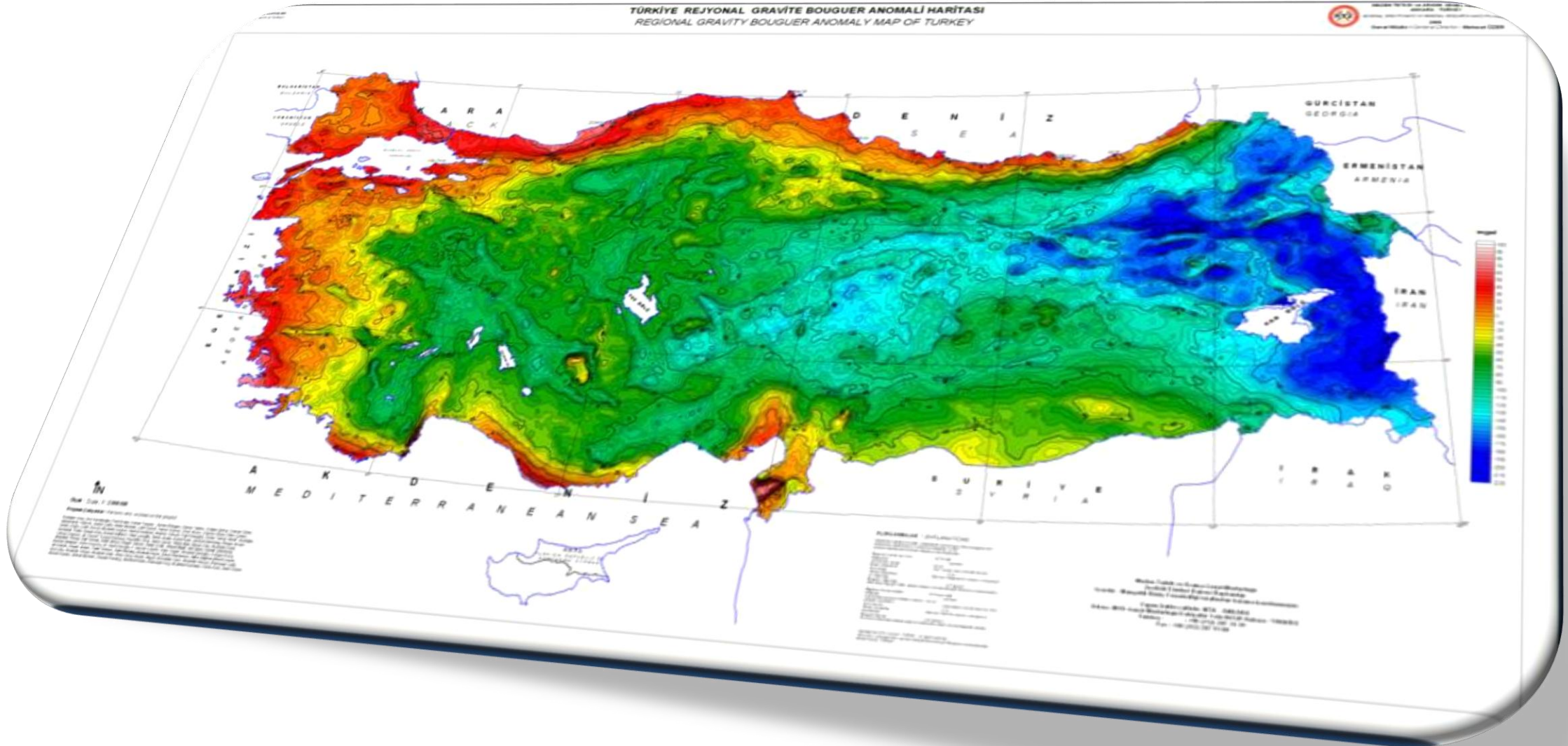
Bakır ve Hematit alterasyonu – Güney Avustralya



Cu Depozitinin Gravite Anomalisi – Quebec, Kanada

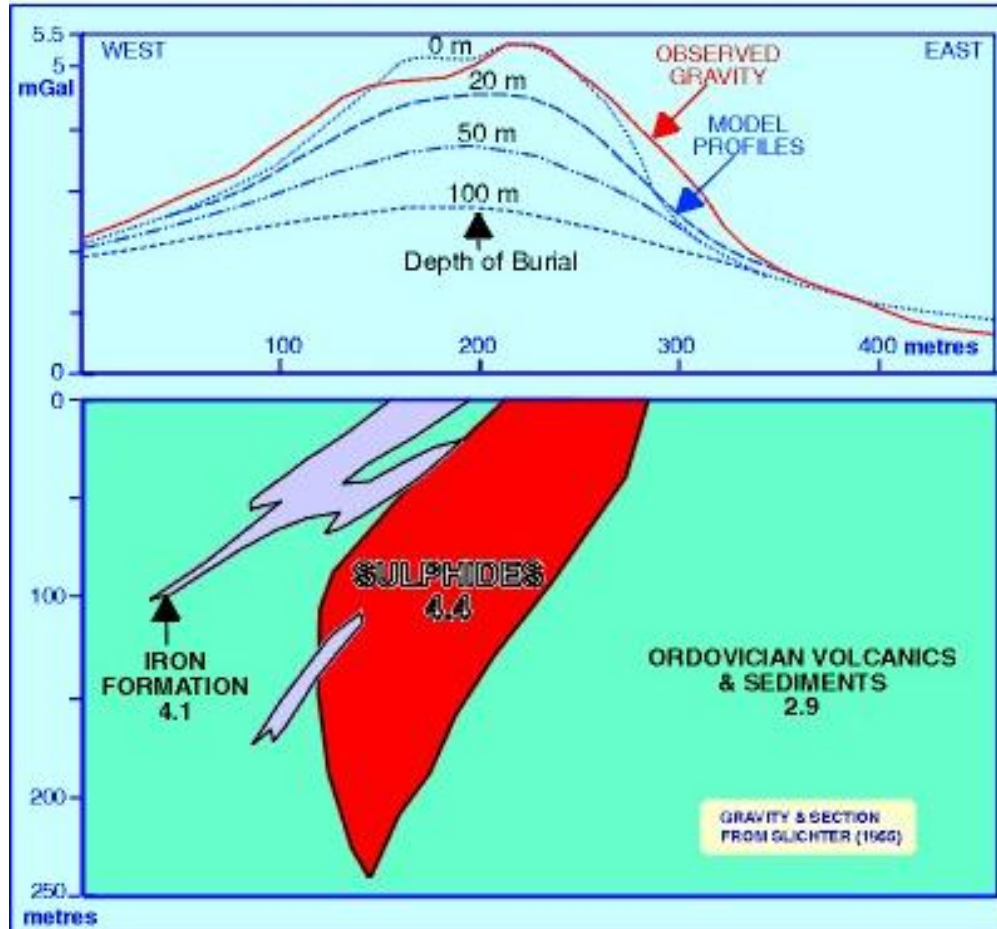


Türkiye Bouguer Gravite Anomali Haritası

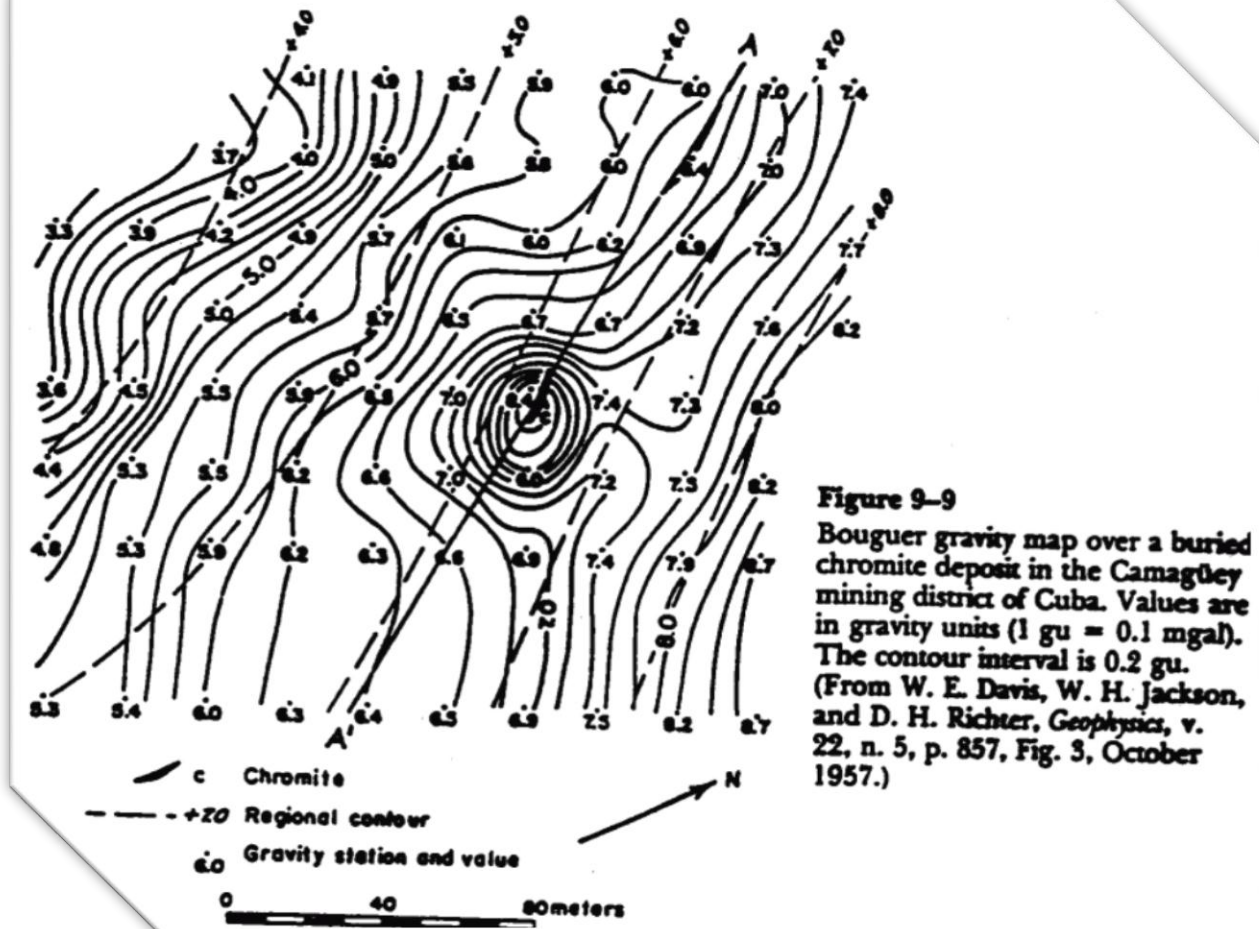


Gravite Örnek Çalışmalar

Masif sülfid cevher - Kanada

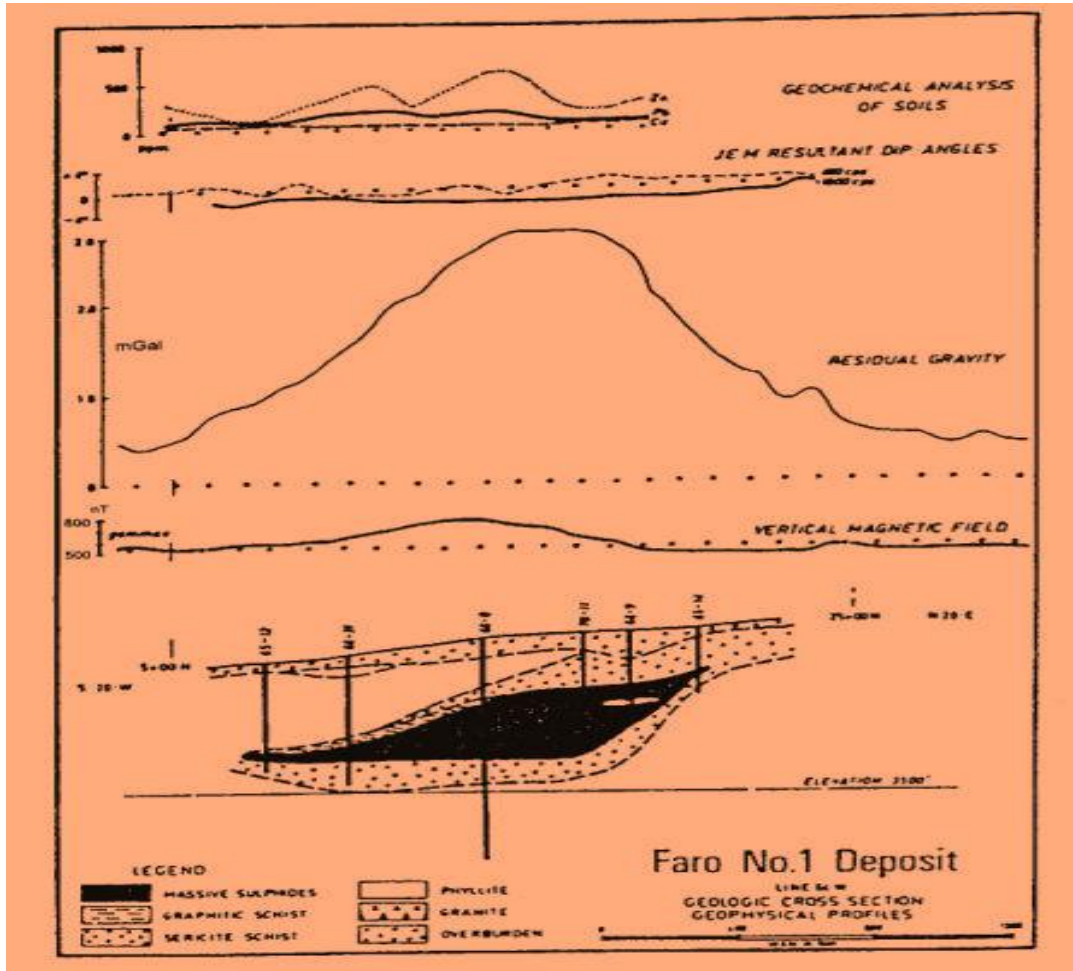


Krom cevheri - Küba

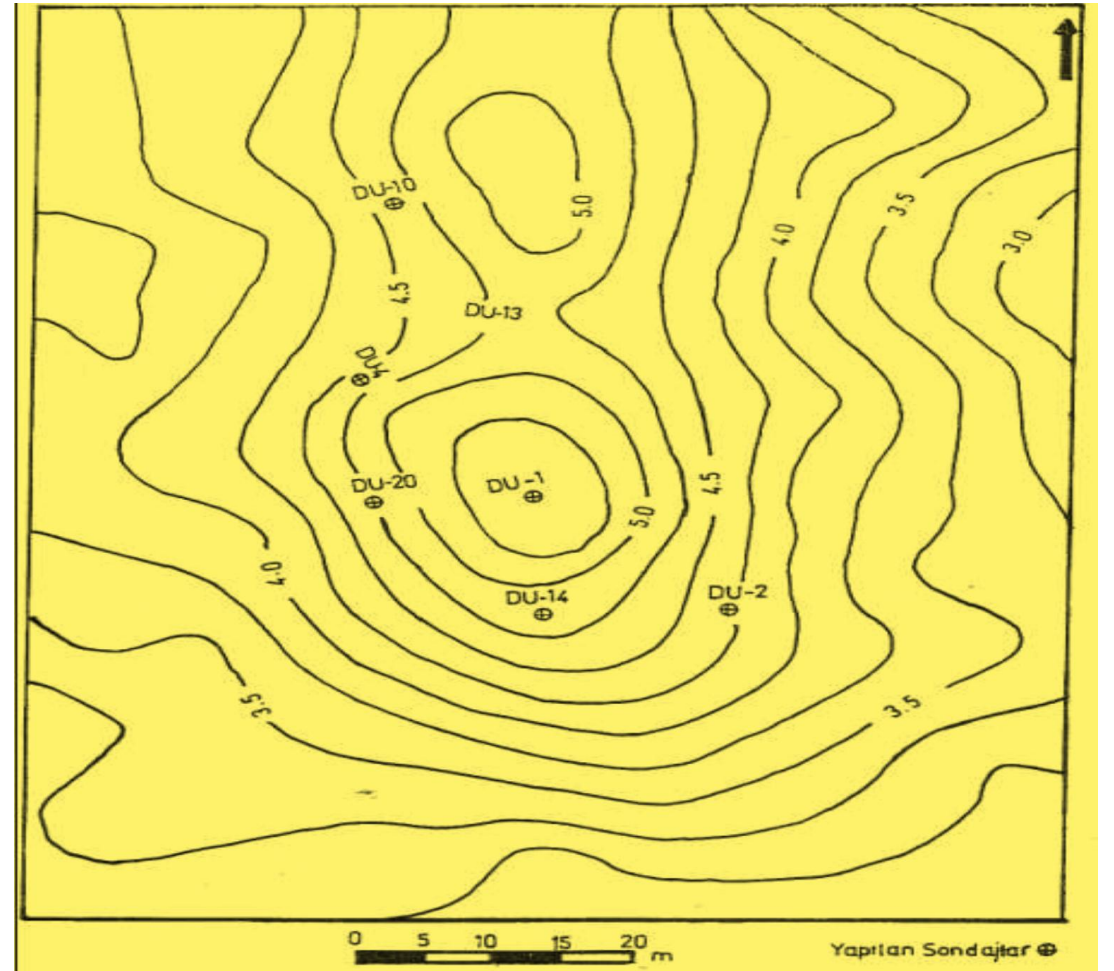


Gravite Örnek Çalışmalar

Faro Pb-Zn deposit, Yukon

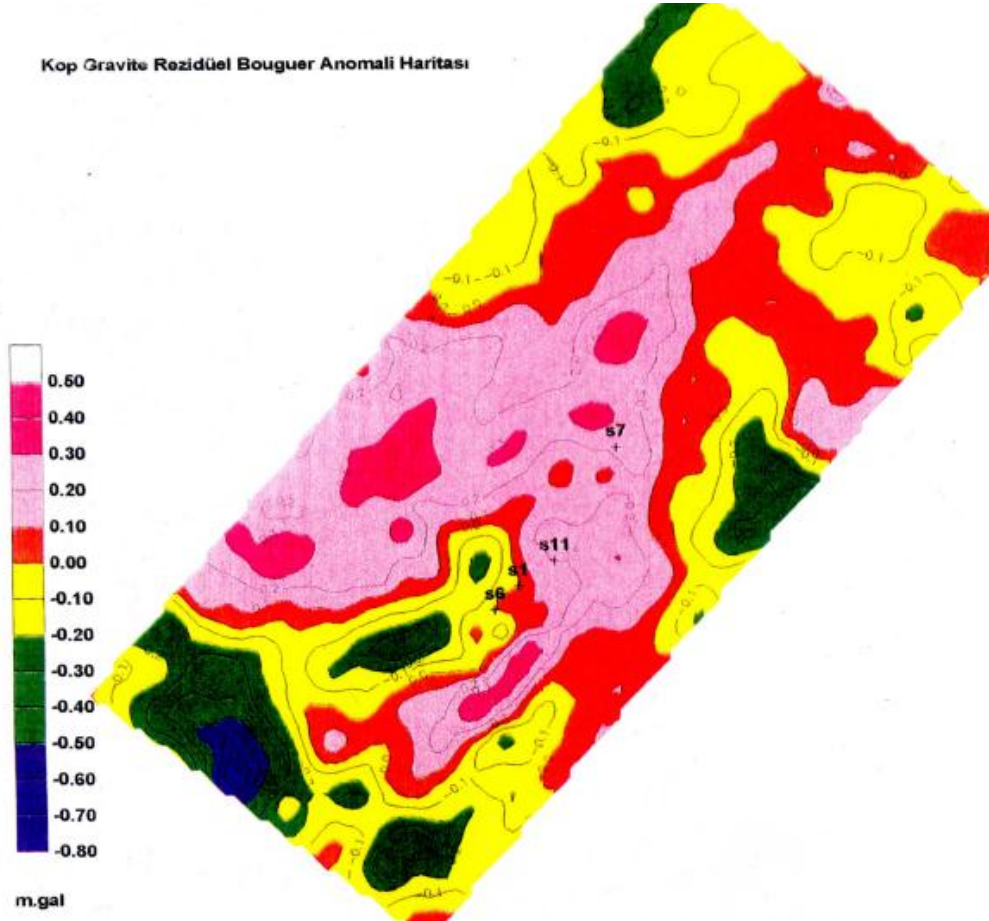


Dumluca Fe Madeni

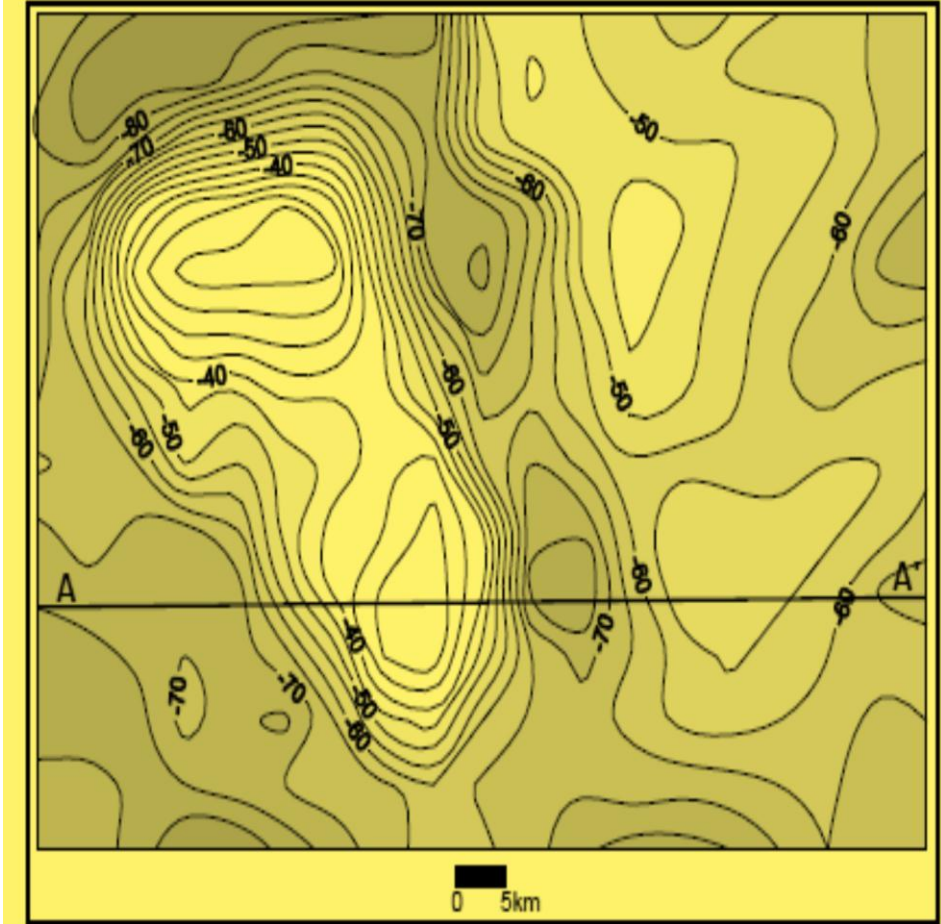


Gravite Örnek Çalışmalar

Kop Krom Madeni

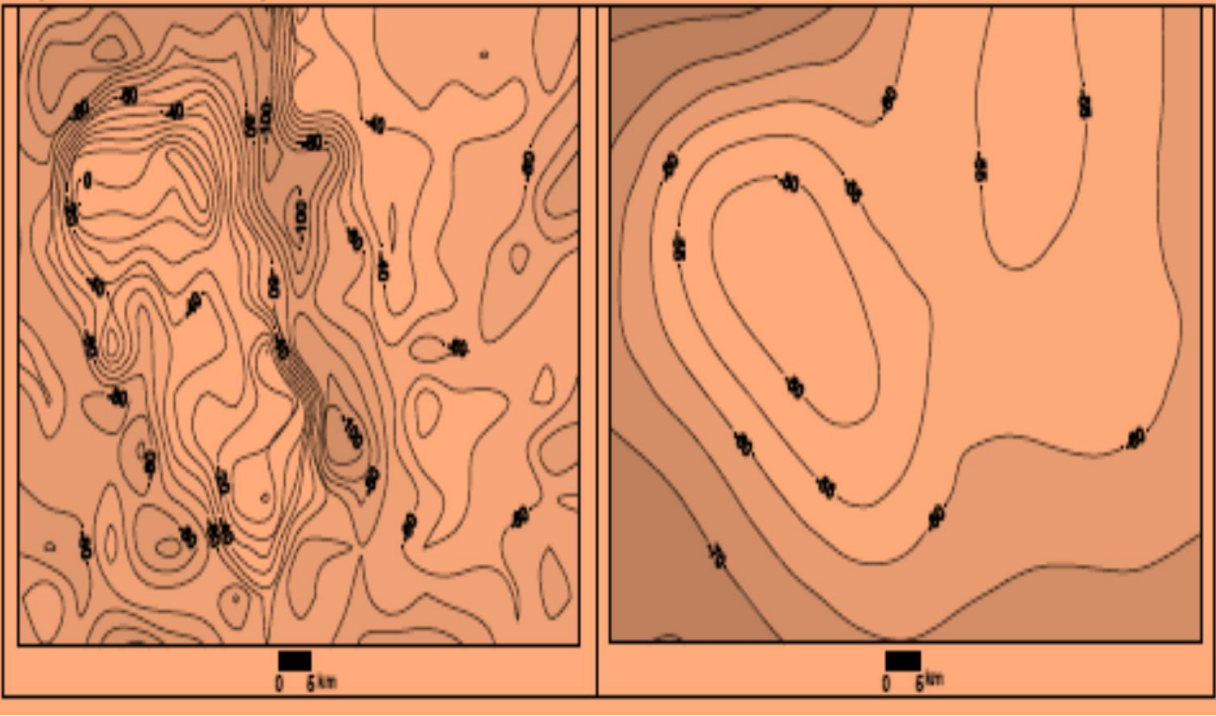


Konya Çumra Gravite Etüdü

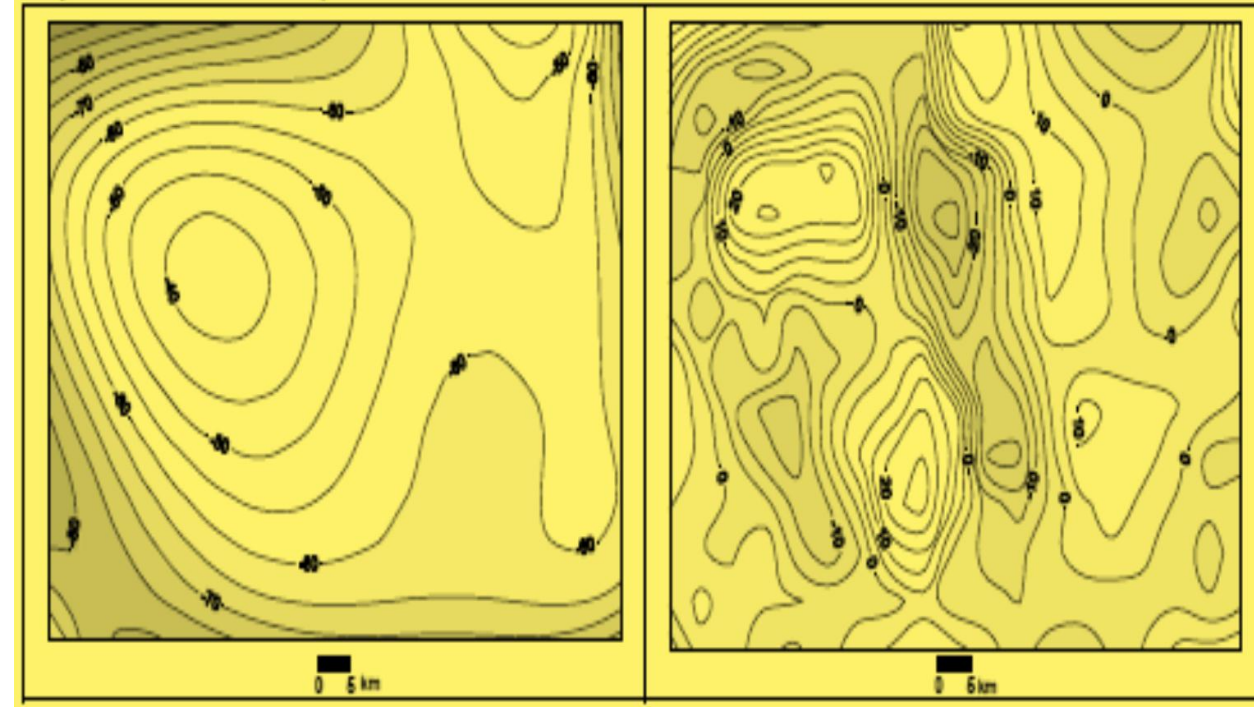


Gravite Örnek Çalışmalar

Analitik Uzanım



Polinoma Yaklaştırma (6 Dereceden)



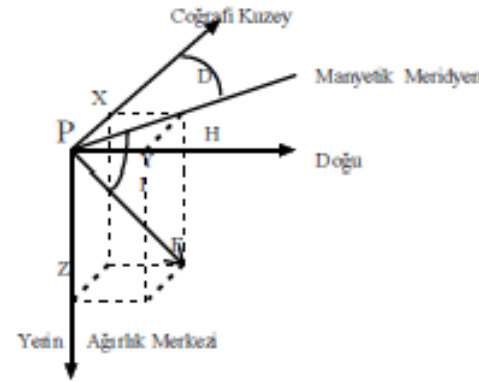
Manyetik Yöntem: Giriş

- Manyetizma, fizikte, bir cismin diğer cisimler üzerindeki çekme veya itme kuvveti olayıdır.
- Yeraltında manyetik duyarlılığı farklı yapı ve madenlerin aranmasında kullanılan temel jeofizik yöntemlerden birisidir.
- Havadan, karadan ve denizden uygulanabilen bir yöntemdir.

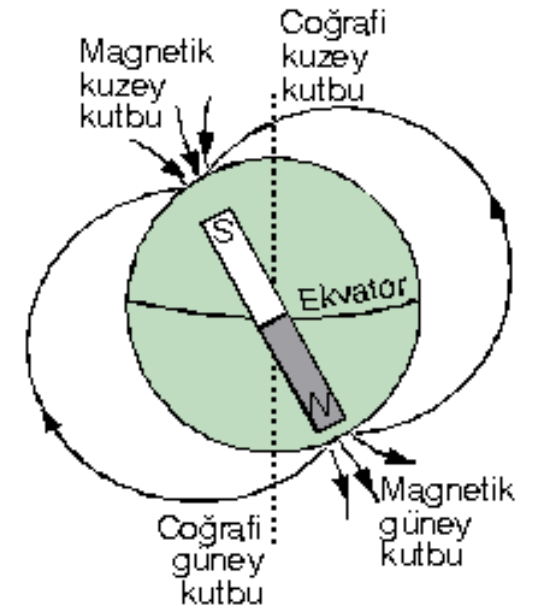


Manyetik Yöntem: Temel Bilgiler

- Jeofiziğin en eski dallarından biridir.
- Yerkürenin manyetik alanındaki değişimler incelenir.
- Yer manyetik alanının düşey bileşeni, yatay bileşenleri ya da alan vektörü ile eğim ve sapma açıları ölçülebilir.
- Uygulamalarda genellikle toplam manyetik alan ya da düşey bileşenleri ölçülmektedir.
- Manyetik geçirgenlik, maddelerin bir özelliğidir ve dış manyetik alanın neden olduğu manyetizasyon şiddetini belirler.



$$\begin{aligned}X &= H \cos D \\Y &= H \sin D \\H^2 &= X^2 + Y^2 \\F^2 &= H^2 + Z^2 \\Z &= H \tan I \\\tan D &= Y / X\end{aligned}$$



Manyetik Yöntem: Kullanım Alanları

Gömülü Yapıların Aranmasında



Boru hatlarının, kablo ve toksik atıkların belirlenmesi



Patlamamış askeri mühimmat



Terkedilmiş petrol kuyuları



Arkeolojik yapılar



Atık alanları

Jeolojik Yapıların Araştırılmasında



Maden aramaları



Fay hatlarının belirlenmesi



Sediman kalınlık çalışmaları



Temel kaya araştırmaları



Kıtasal kayma ve deniz tabanı yayılmaları

Manyetik Yöntem: Temel İlkeler

Coulomb Kanunu (1785)

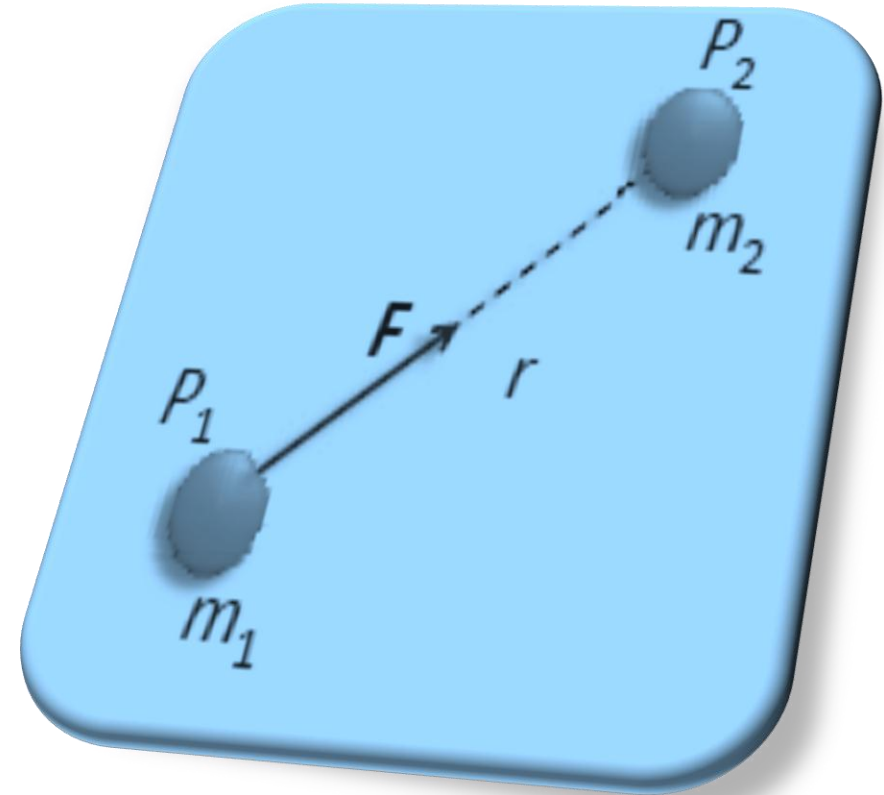
İki manyetik kutup arasındaki itme veya çekme kuvvetidir.

Manyetik için

$$F_m = \frac{1}{\mu} \frac{P_1 P_2}{r^2}$$

Gravite için

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Manyetik Yöntem: Temel İlkeler

❑ **Manyetik Geçirgenlik (permiabilite) (μ):** Şiddeti H olan düzgün bir manyetik alan içerisinde bulunan, birim kesitten geçen kuvvet çizgilerinin sayısının havada aynı kesitten geçen kuvvet çizgileri sayısına oranıdır.

❑ **Mıknatıslanma Şiddeti (J):** birim hacim başına düşen manyetik momenttir.

$$J = \frac{M}{V}$$

❑ **Manyetik Duyarlılık (süseptibilite) (k):** Bir cisimde oluşan mıknatıslanma şiddetinin, cismi etkileyen manyetik alan şiddetine oranıdır.

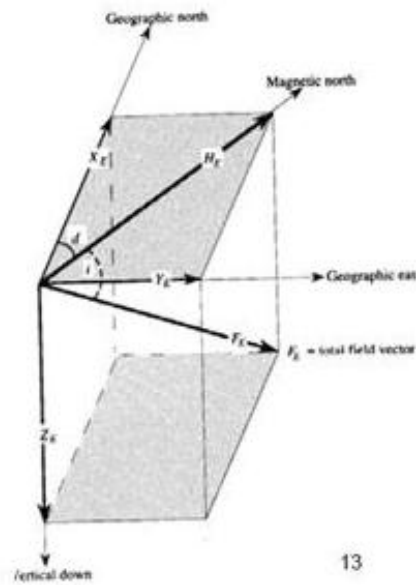
$$k = \frac{j}{T}$$



Yerin Manyetik Alanı

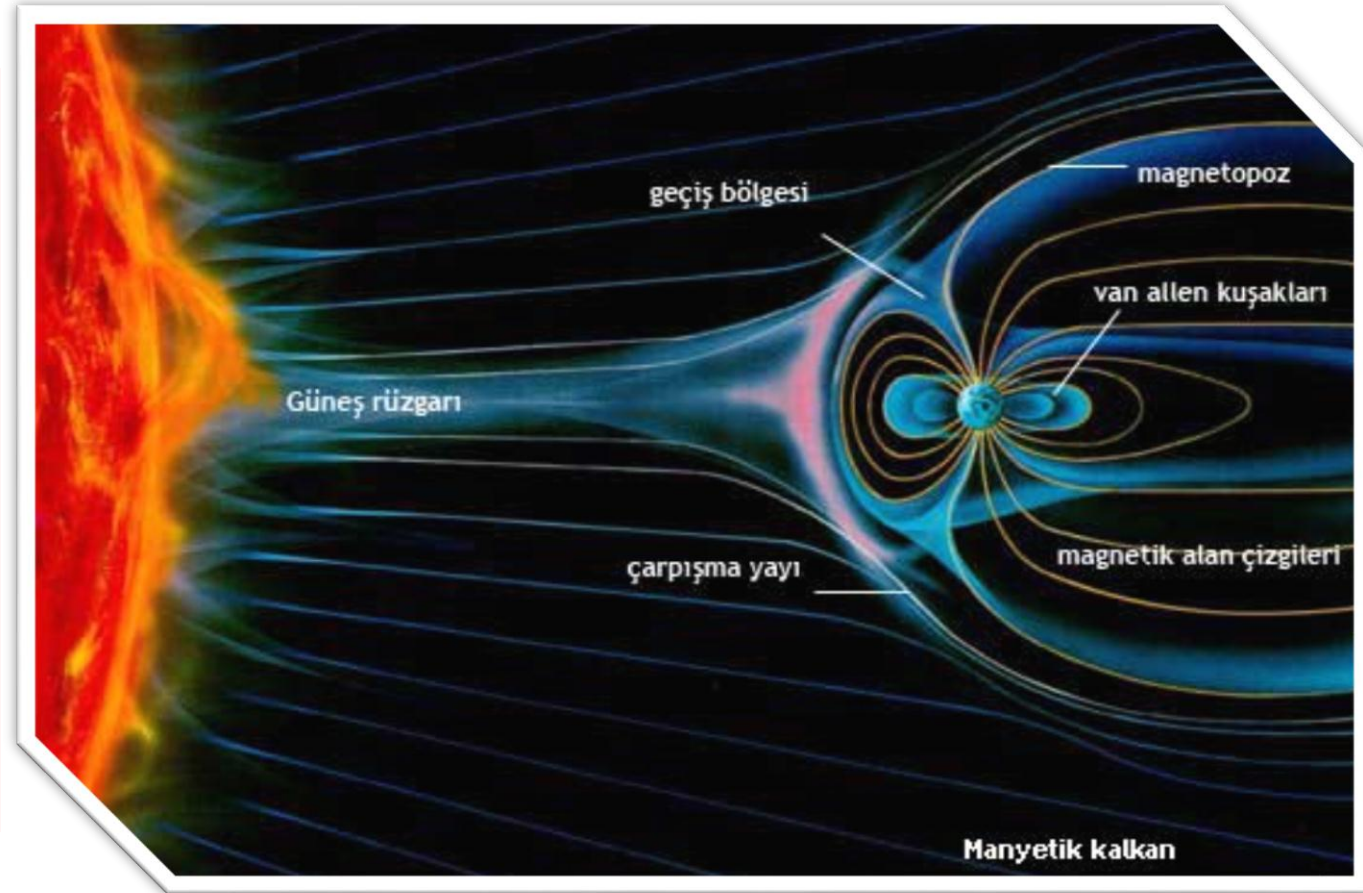


D (Deklinasyon): Sapma açısı
I (Inklinasyon): Eğim Açısı



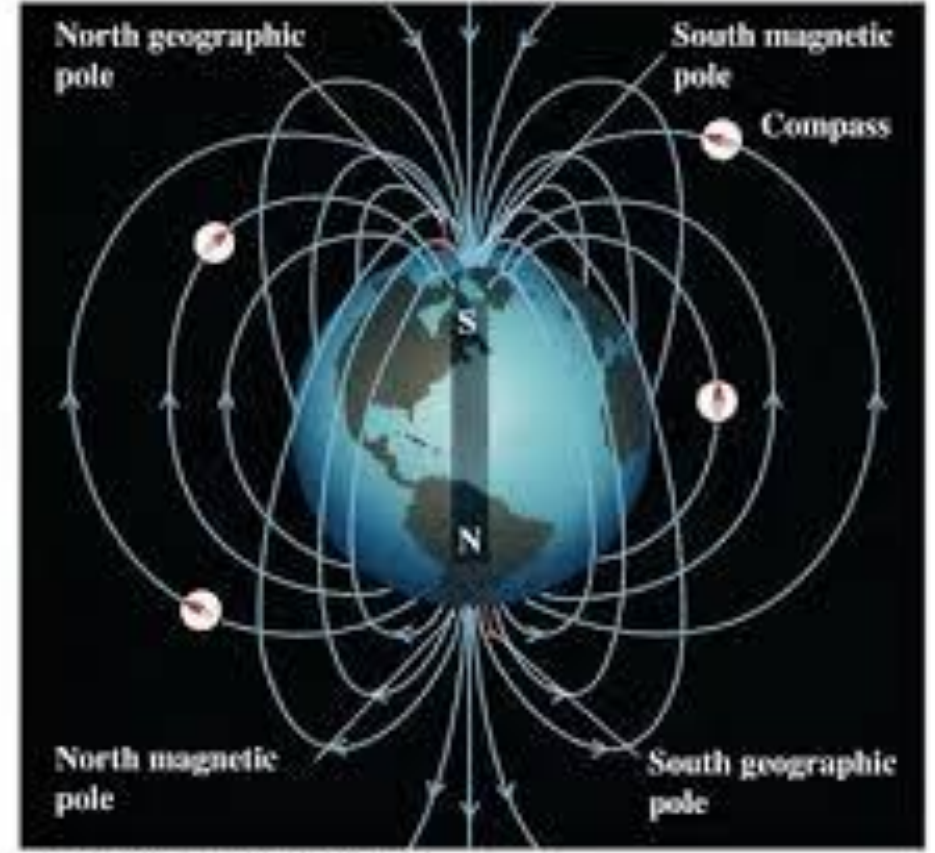
x: Coğrafi kuzey
y: Yatay bileşen
z: Düşey doğrultu

13



Yer Manyetik Alanının Kaynağı

- **Ana manyetik alan :** Yer manyetik alanın en büyük bileşenidir. Sıvı dış çekirdekteki elektrik akımlarının neden olduğu düşünülmektedir.
- **Dış manyetik alan :** Nispeten daha küçük bir bileşendir. Yerkürenin iyonosferi ile güneş rüzgarlarının etkileşimi sonucu oluşmaktadır. Güneşteki hareketler ile yakından ilgilidir.
- **Kabuksal manyetik alan (anomaliler) :** Kayaçların mıknatıslanması ile ilgili olan manyetik alandır. Yerkürenin hem ana manyetik alanı ve hem de kalıcı mıknatıslanma etkisi ile oluşmaktadır.



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Yer Manyetik Alanındaki Değişimler

Manyetik fırtınalar

- Yıllık ve 11 yıllık değişimlerdir. Güneş tarafından yayılan yüklü partiküller tarafından meydana gelir. Yaklaşık 1000 gammalık değişimi vardır.

Günlük değişimler

- Günlük değişimlerdir. Güneşin iyonosfer üzerindeki etkisinden ve ayrıca Güneş ile Ay'ın atmosfer üzerindeki gel-git etkilerinden kaynaklanmaktadır. Değişim 20-30 gamma arasındadır.

Seküler değişimler

- Uzun dönemli değişimlerdir. On yıllar veya yüzyıllar boyunca meydana gelebilmektedir. Genellikle sıvı dış çekirdekteki akışkan hareketleri neden olmaktadır. Değişimler yaklaşık yılda 25 gamma dolayındadır.

Yüksek frekanslı değişimler

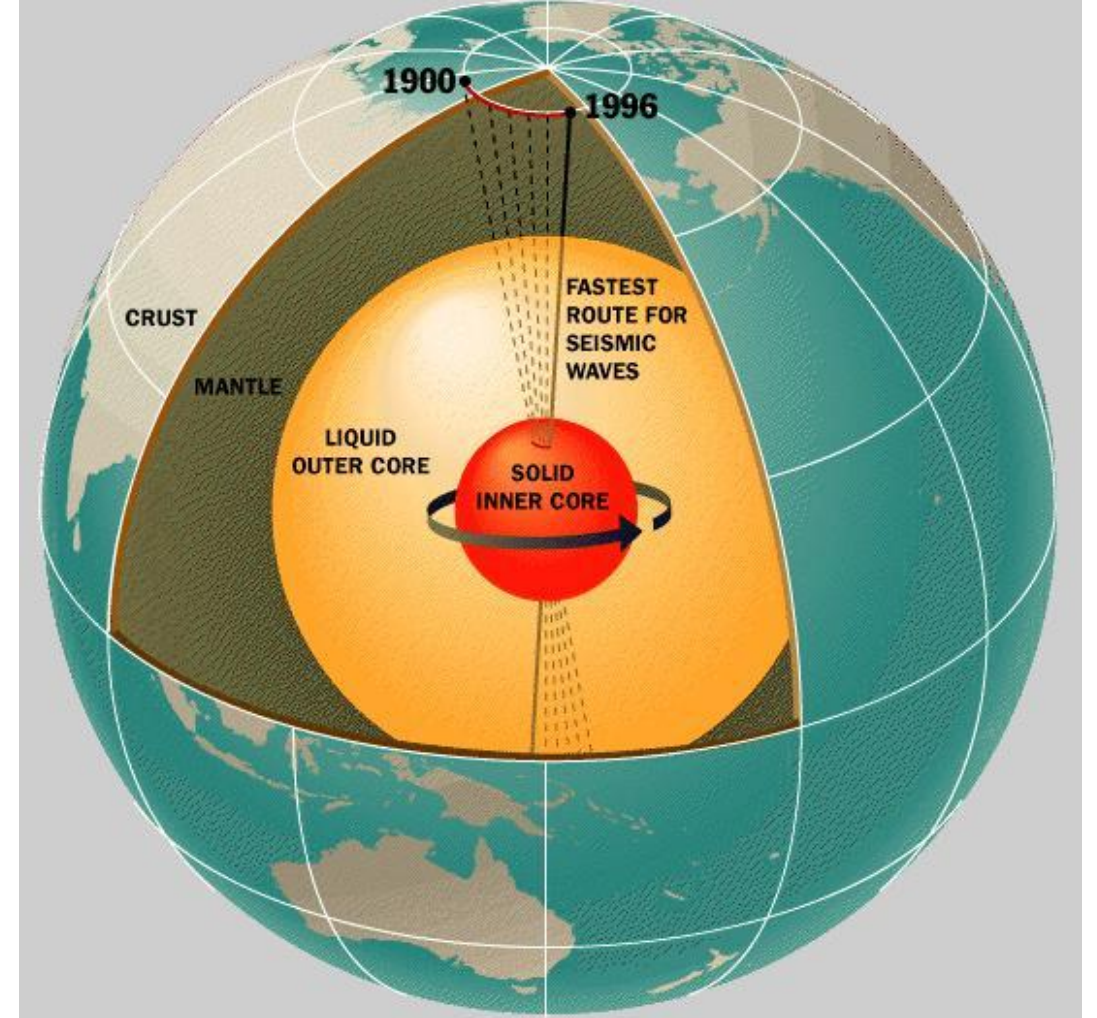
- Periyotları 10^{-2} ile 10^{-4} saniye arasında olan değişimlerdir. Mikropulsasyonlar, dev pulsasyonlar, manyetik körfeler bunlardan başlıcalarıdır.

Batıya doğru kayma

- Manyetik alan yaklaşık 0.1 batıya doğru kaymaktadır. Bunun nedeni, çekirdekteki dönme hareketinin diğer bölgelere göre daha yavaş olmasıdır.

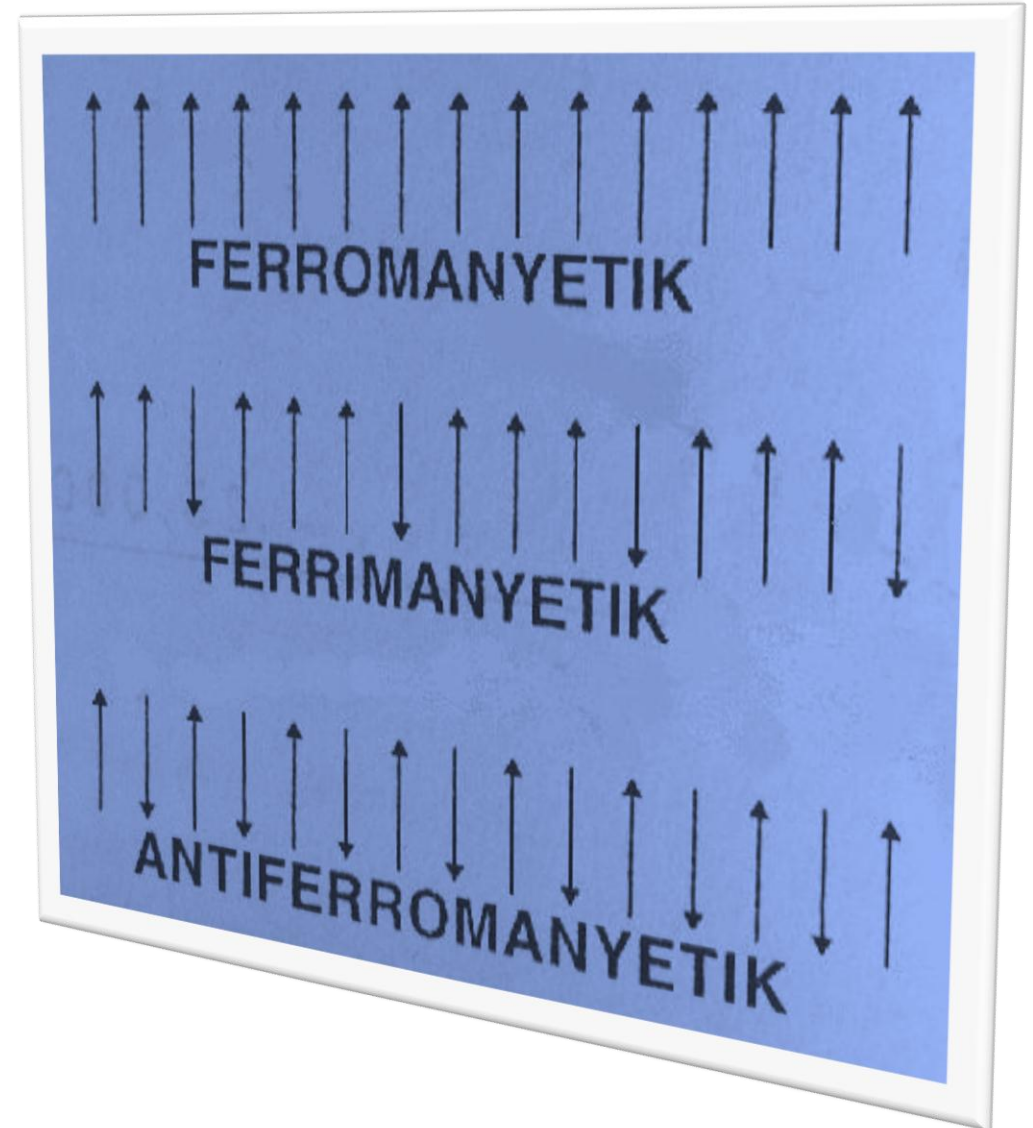
Manyetik ters dönmeler

- Kuzey ve güney manyetik kutupların zaman içerisinde karşılıklı olarak yer değiştirmeleridir. Bu tür dönme olaylarının güneşte ve diğer yıldızlarda da meydana geldiği gözlenmiştir. Her bir milyon yılda ortalama 3 dönme olmaktadır. Ters dönme işlemi yaklaşık 5000 yıl sürmektedir.



Manyetizma Türleri

- **DiyaManyetizma**
- **ParaManyetizma**
- **FerroManyetizma**
 - ✓ **Tam FerroManyetizma**
 - ✓ **AntiFerroManyetizma**
 - ✓ **FerriManyetizma**



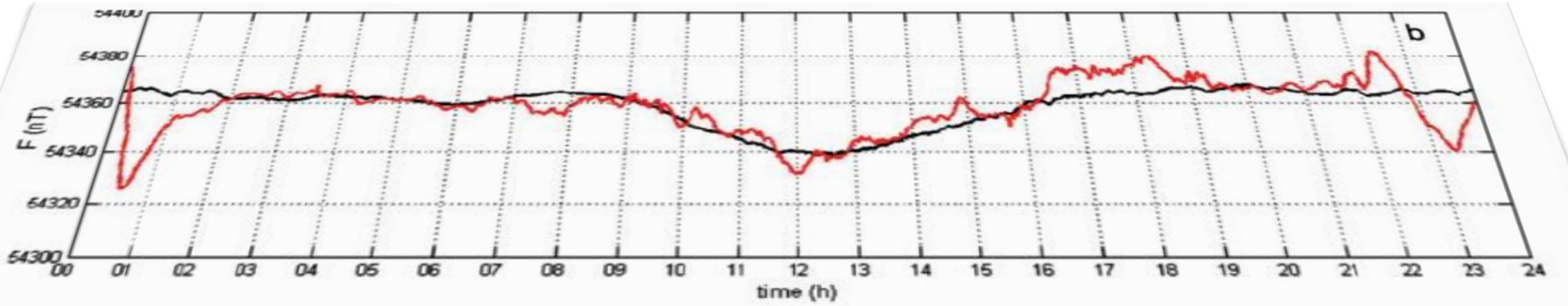
Kalıcı Mıknatıslanma Türleri



- **Isıl Kalıcı Mıknatıslanma**
- **Viskoz Kalıcı Mıknatıslanma**
- **İzotermal Kalıcı Mıknatıslanma**
- **Tortul Kalıcı Mıknatıslanma**
- **Kimyasal Kalıcı Mıknatıslanma**
- **Anhisteritik Kalıcı Mıknatıslanma**

Düzeltilmeler

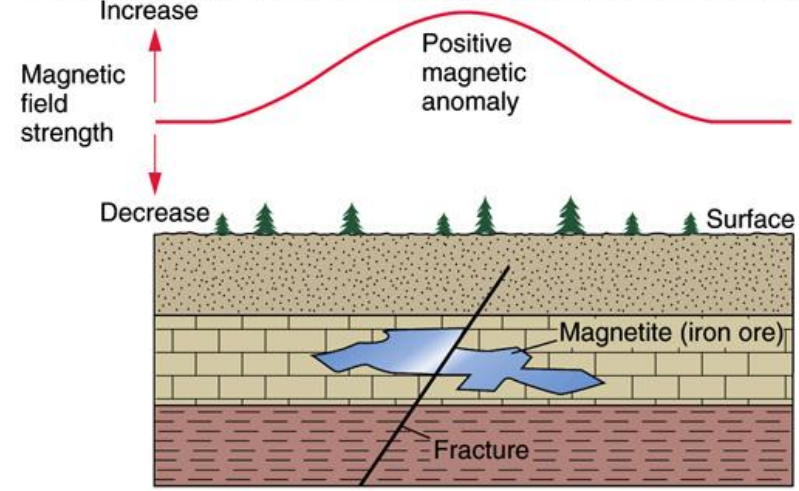
- **Günlük Değişim Düzeltmesi:** Yer Manyetik Alanını toplam bileşeni yada Z düşey bileşeninin sürekli kaydedildiği, Manyetik rasathane kayıtlarından yararlanılarak söz konusu arazideki manyetik ölçümlere gerekli günlük düzeltmeler yapılır.
- **Enlem Boylam Düzeltmesi:** Türkiye'nin bulunduğu enlemde kuzeye doğru gidildikçe Z düşey bileşenin değeri 7.5 γ /km olarak artmaktadır. Dolayısıyla geniş alanlarda (örneğin petrol araması) yapılan çalışmalarda bu tür düzeltmelere ihtiyaç vardır. Aksi halde kullanılmaz.



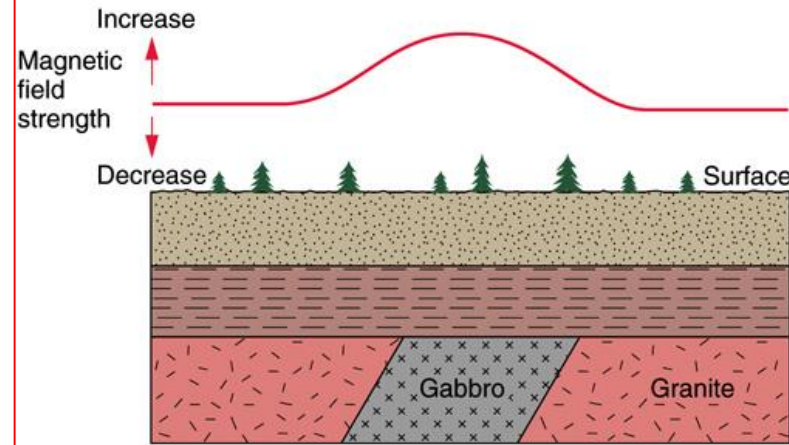
Manyetik Anomaliler

- Manyetik anomaliler yüzeyin altındaki manyetik kayalardan (Fe, Ni, Co, Mn elementleri) kaynaklanmaktadır.
- Bu manyetik kayalar Demir, gabbro ve granit içermektedirler.
- Bu tür manyetik kayalar yüzeyde pozitif manyetik anomaliler oluştururlar.

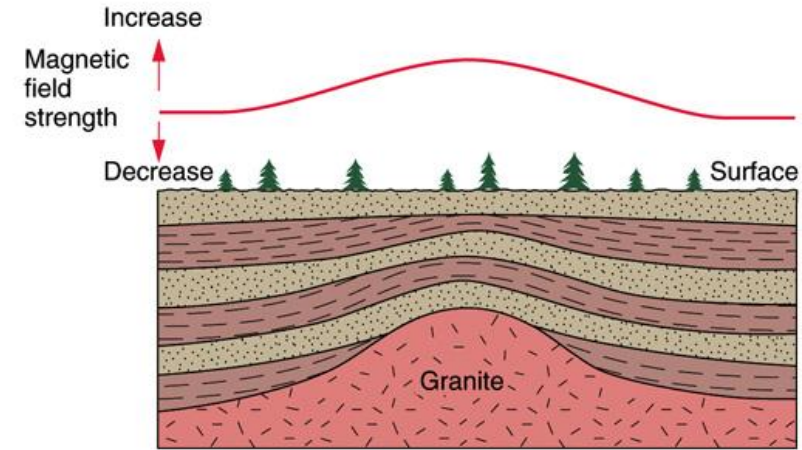
Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



A

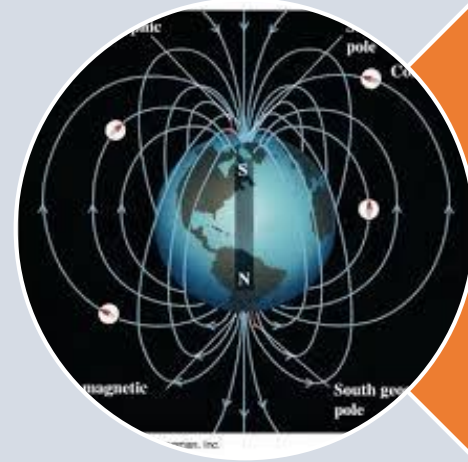
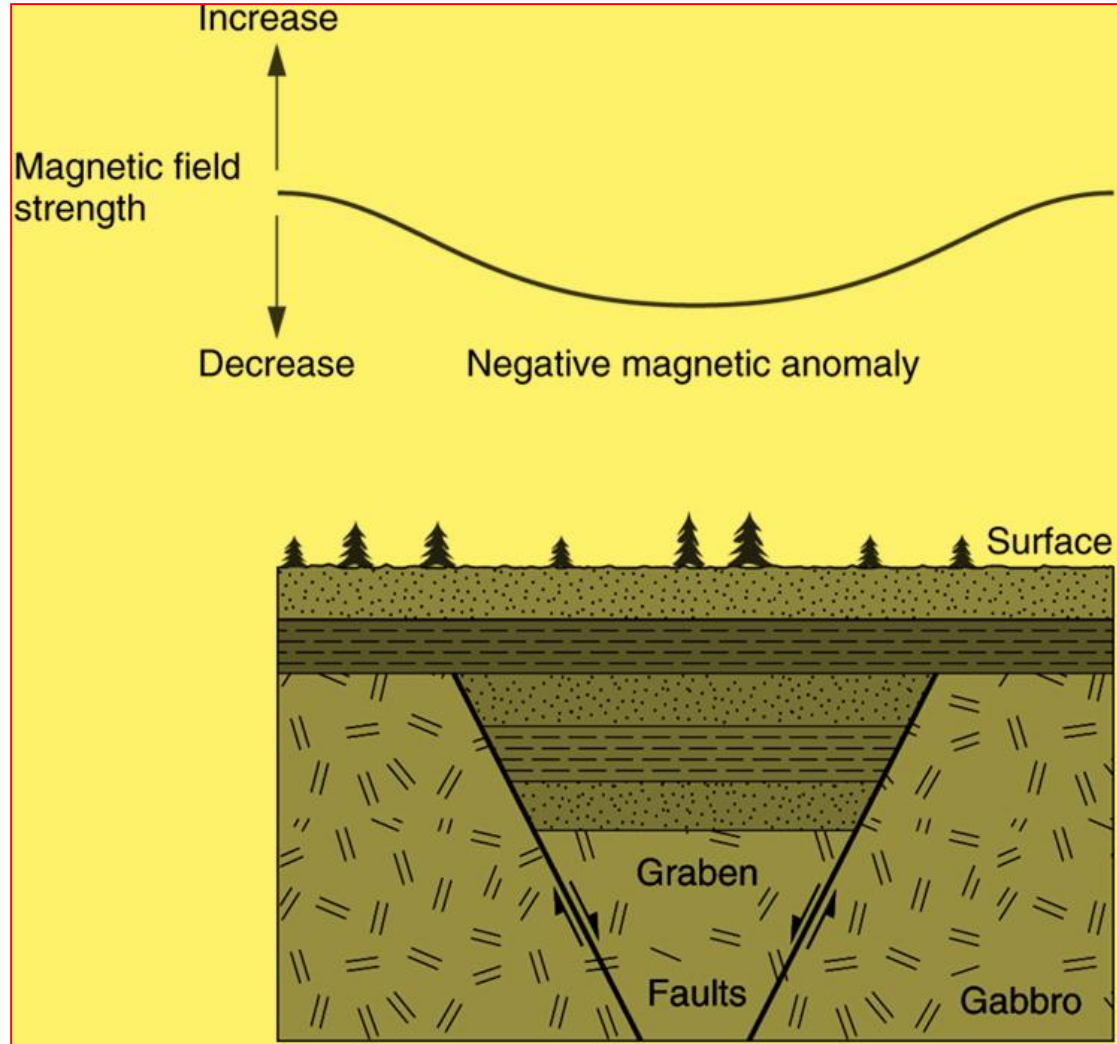


B



C

Manyetik Anomaliler



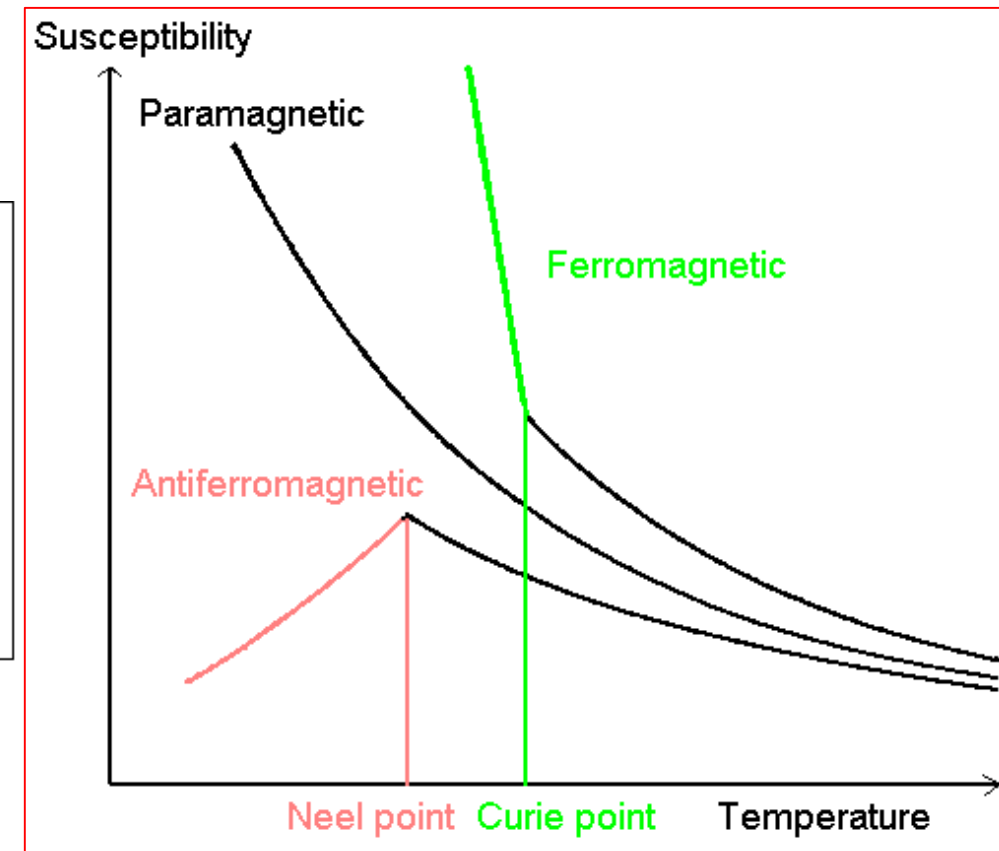
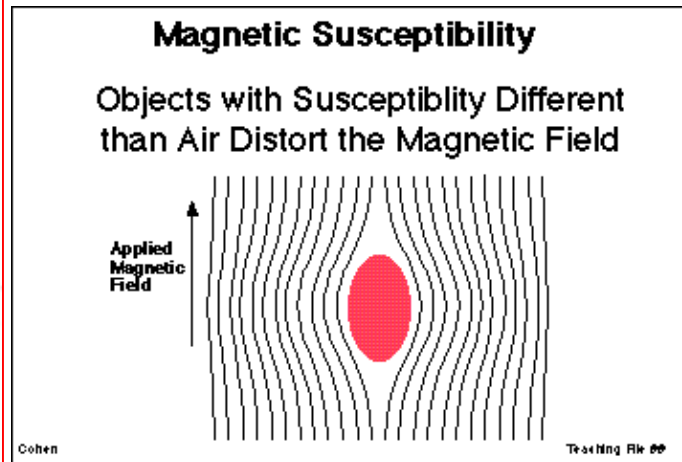
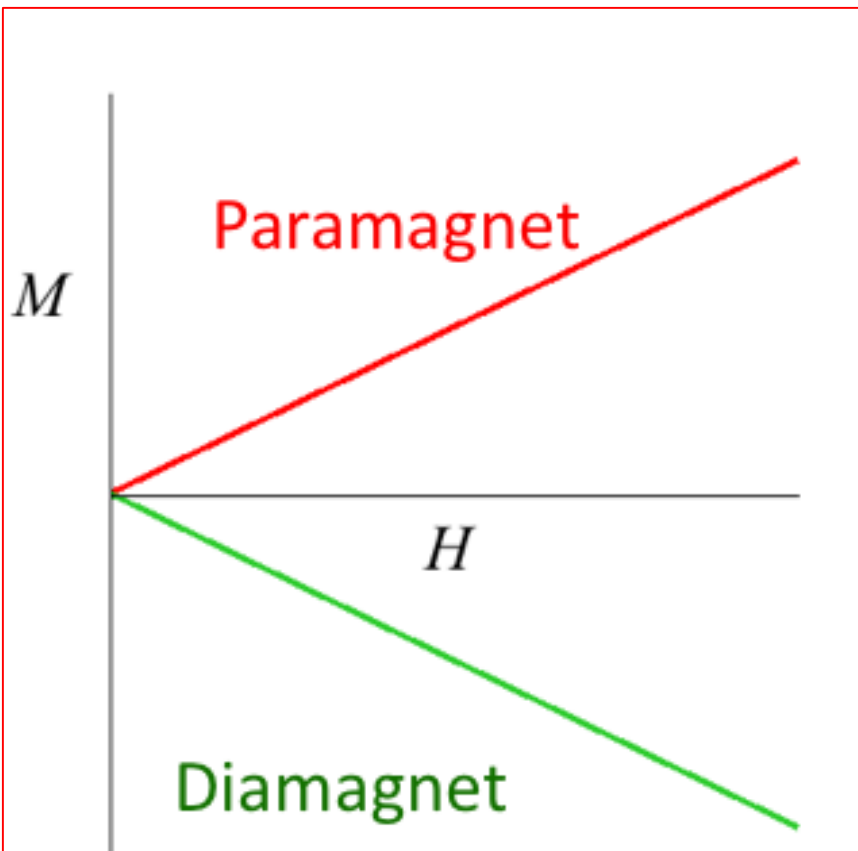
Yer altında manyetik malzemenin eksikliği negatif anomalilere sebep olmaktadır.

Kayaçların Manyetik Duyarlılık Değerleri

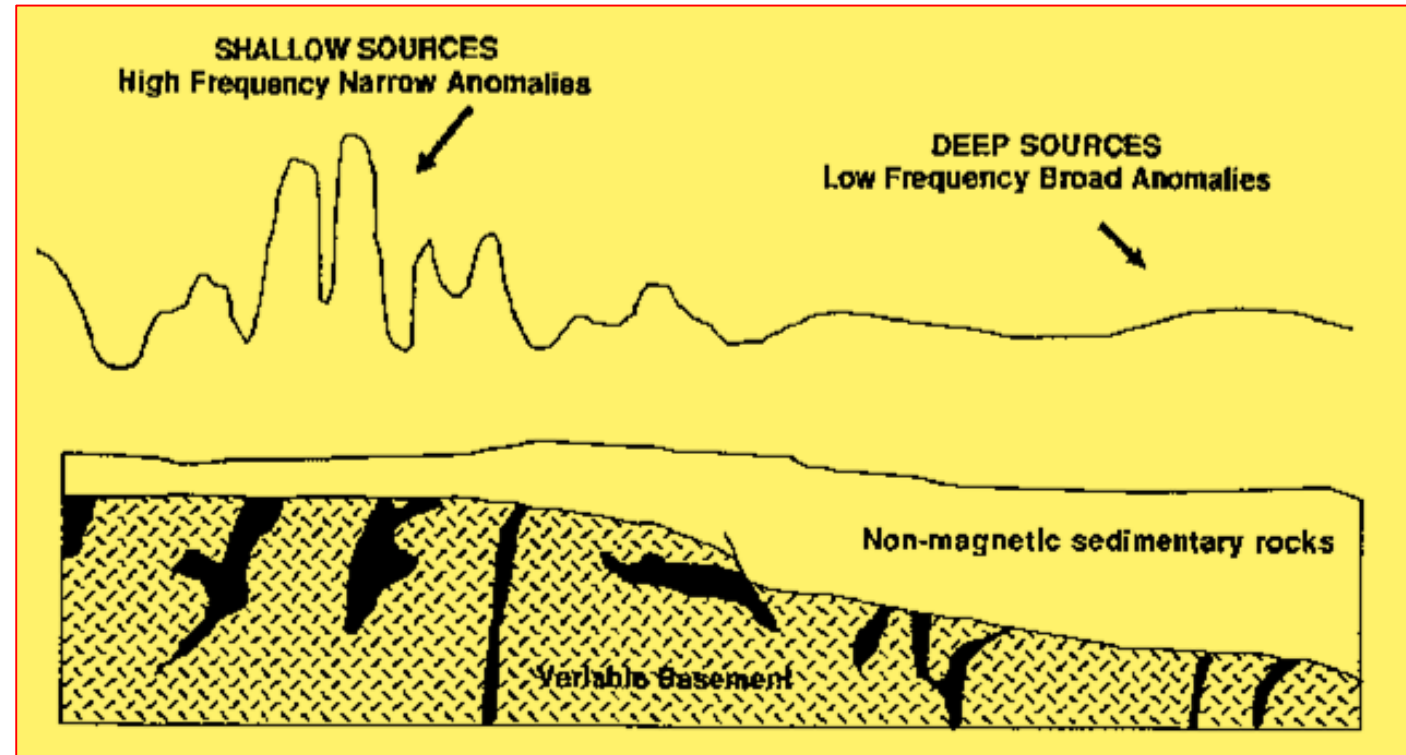
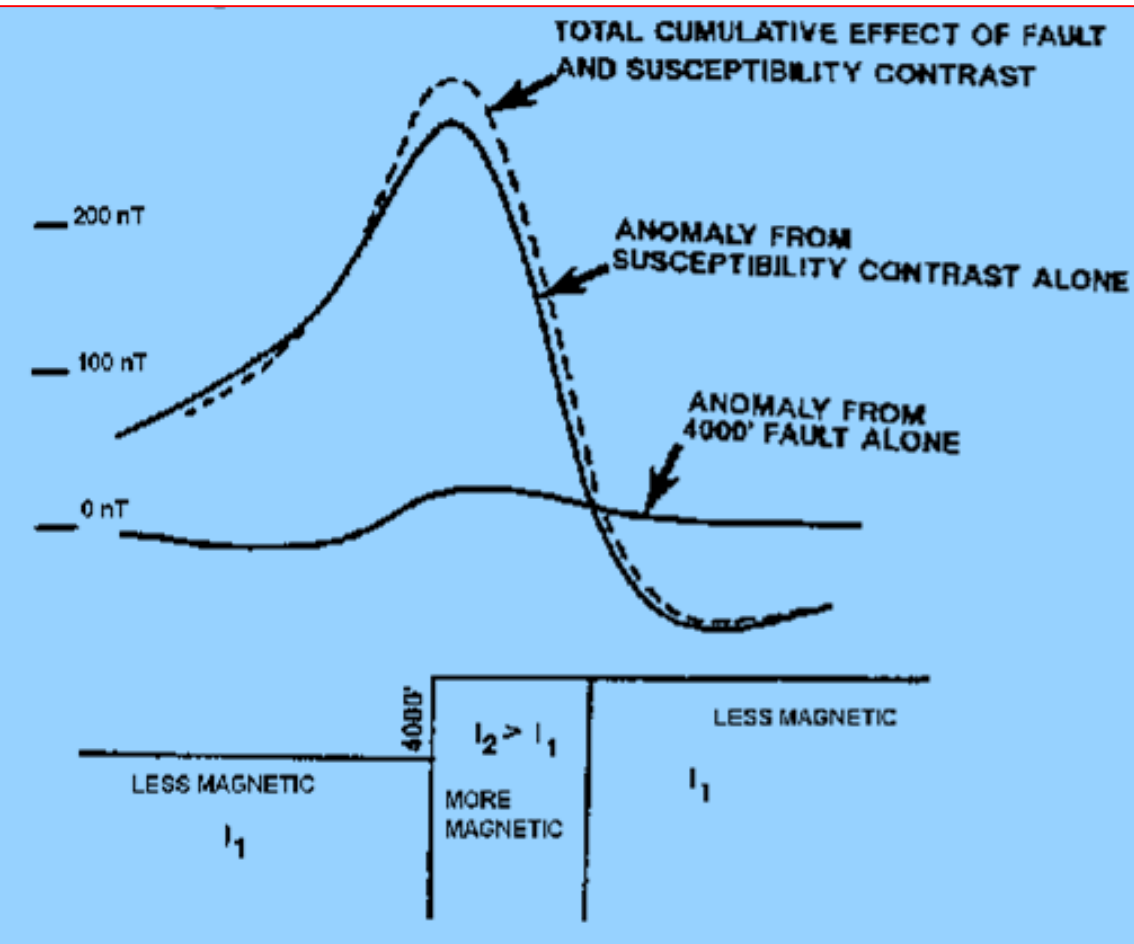
Kayaç ve Mineraller	Mıknatıslanma Katsayısı Aralığı
Kireçtaşı	10-3500
Kumtaşı	0-20 000
Şeyller	60-18 600
Şist	315-3 000
Gnays	125-25 000
Serpantin	3 10-17 5 00
Granit	20-50 000
Gabro	800-76 000
Bazalt	500-182 000
Perdotit	95 500-196 000
Andesit	95 000-170 000
Kalkopirit	400
Pirit	50-5 000
Kromit(manyetiteli)	3 000-117 000
Hematit	420-38 000
Pirotit	1250-6 300 000
İlmenit	314 000-3 800 000
Manyetit	70 000- 20 000 000

Mineral/element	Chemical formula	Magnetic susceptibility kappa [10 ⁻⁵ SI]	Origin
<i>diagnostic</i>			
Quartz	SiO ₂	-15	lithogenic
Feldspar	[Ca,Na,K] [Al,Si] ₃ O ₃	-13	lithogenic
Calcite	CaCO ₃	-12	lithogenic
<i>paramagnetic</i>			
Dolomite	CaMg[CO ₃] ₂	100	lithogenic
Olivine	[Fe,Mg] ₂ SiO ₄	100	lithogenic
<i>ferromagnetic</i>			
Iron	Fe	220,000,000	anthropogenic
Cobalt	Co	180,000,000	anthropogenic
Nickel	Ni	61,000,000	anthropogenic
<i>ferrimagnetic</i>			
Magnetite	Fe ₃ O ₄	200,000 – 570,000	lithogenic, biogenic
Maghemite	gamma Fe ₂ O ₃	140,000 – 220,000	pedogenic
Titano-magnetite	Fe ₃ O ₄ -Fe ₂ TiO ₄	85,000 – 150,000	lithogenic
Pyrrhotite	Fe ₇ S ₈	23,000	lithogenic
<i>antiferromagnetic</i>			
Hematite	alpha Fe ₂ O ₃	100 – 900	pedogenic, lithogenic
Goethite	alpha FeOOH	100-400	pedogenic

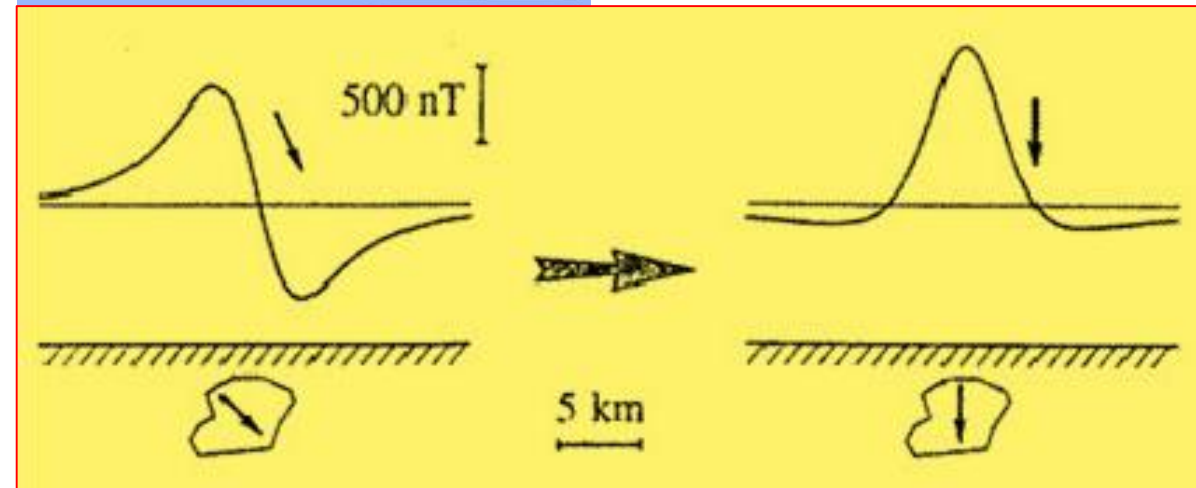
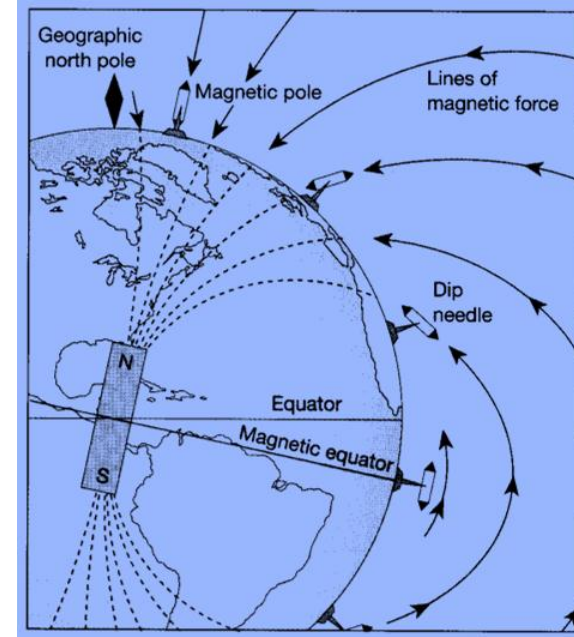
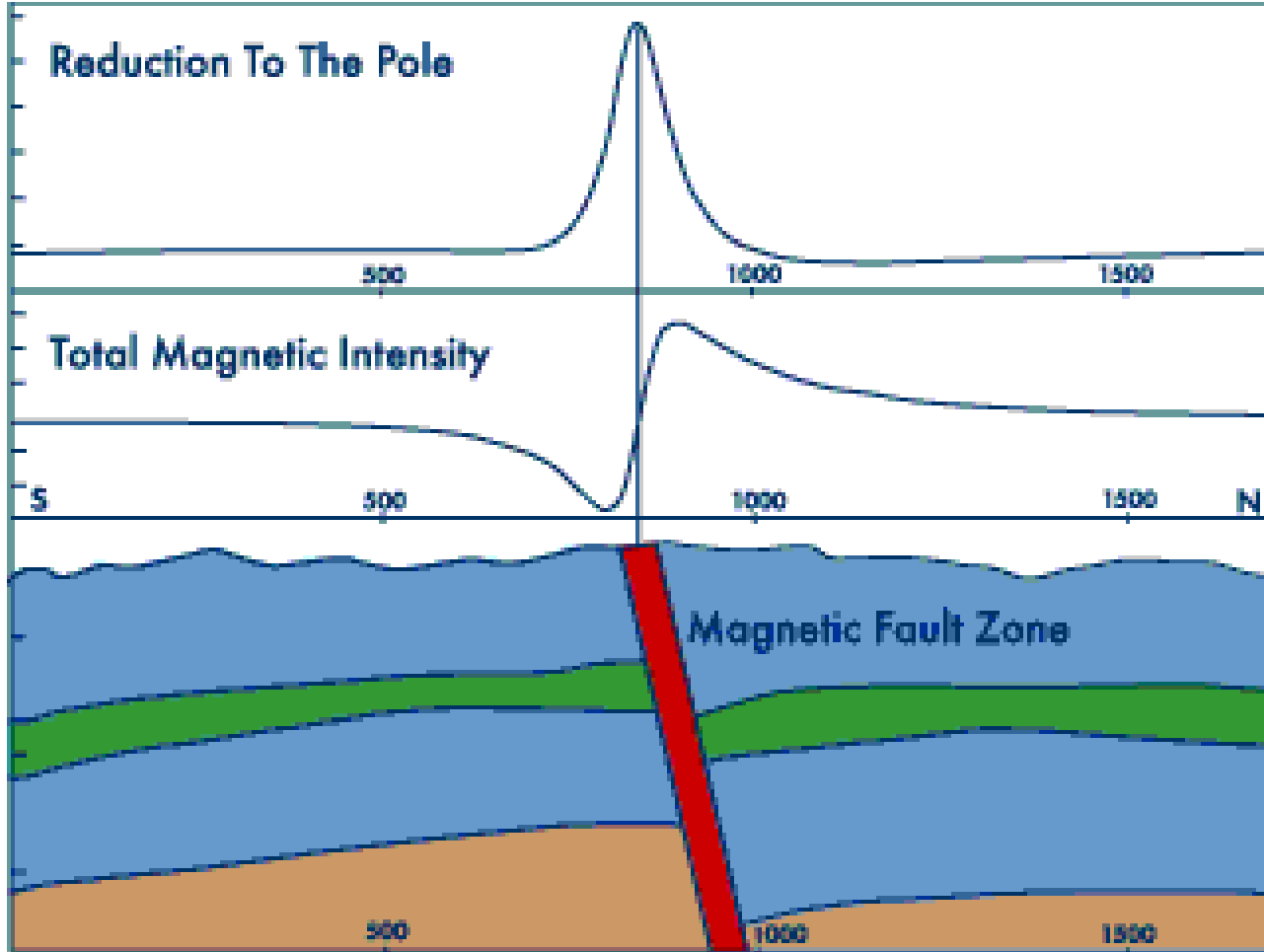
Manyetik Duyarlılık (Suseptibilite)



Yorumlamada Genel İlkeler

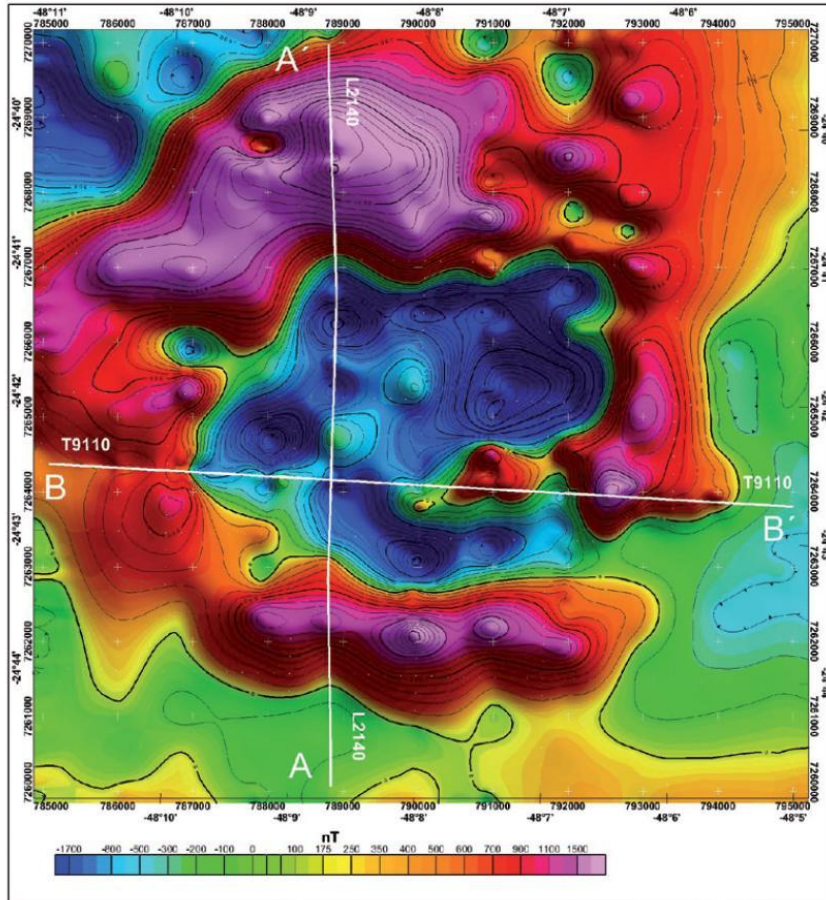


Manyetik Yöntem: Kutba İndirgeme

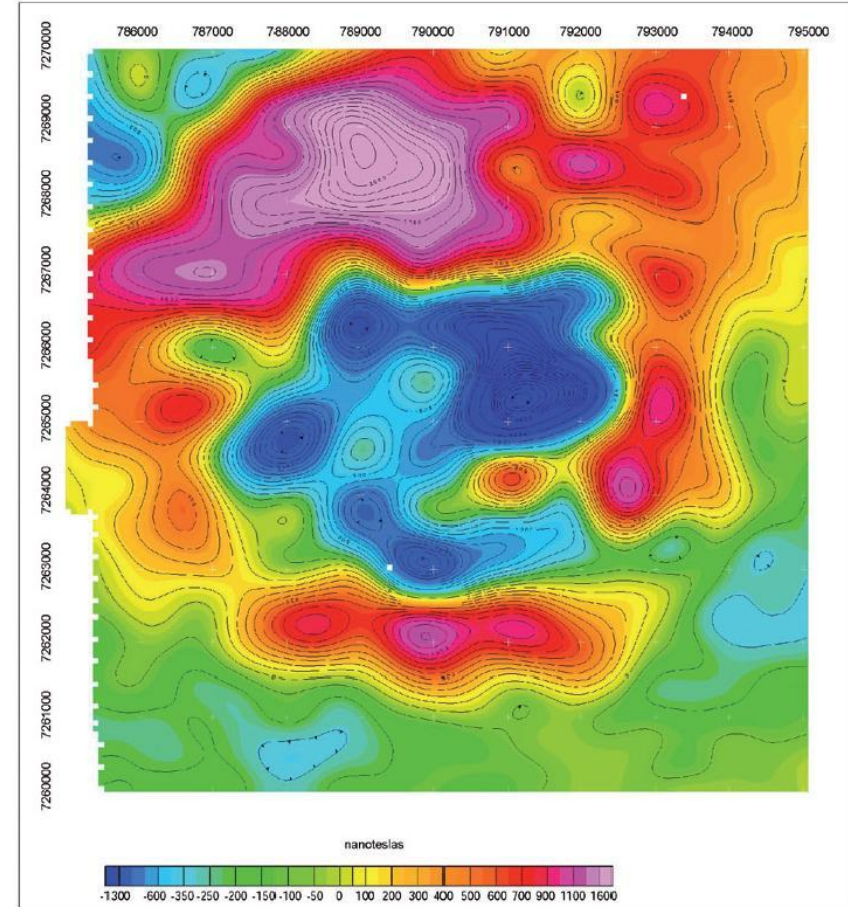


Demir Oksit Manyetik Anomalisi - Brezilya

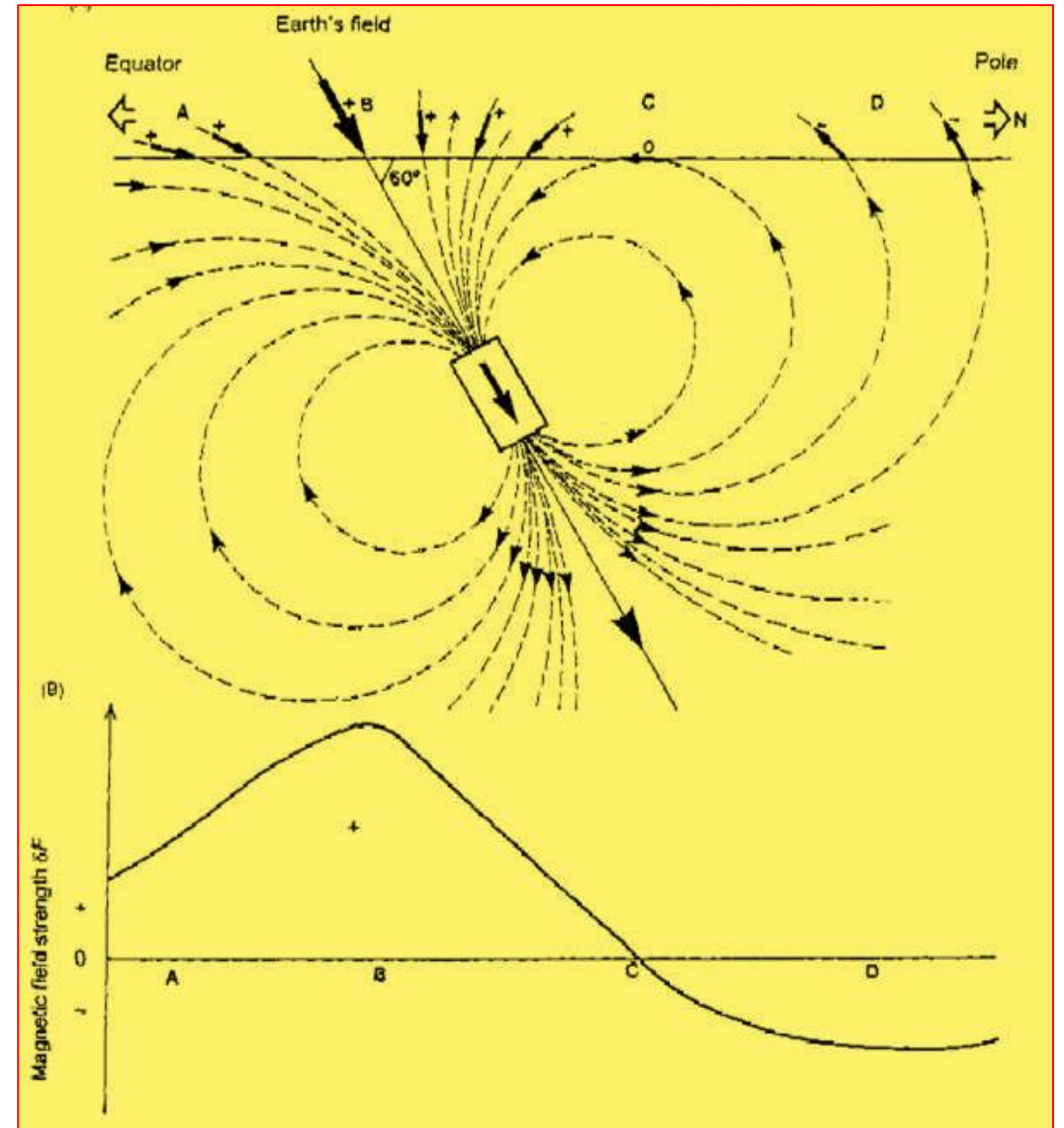
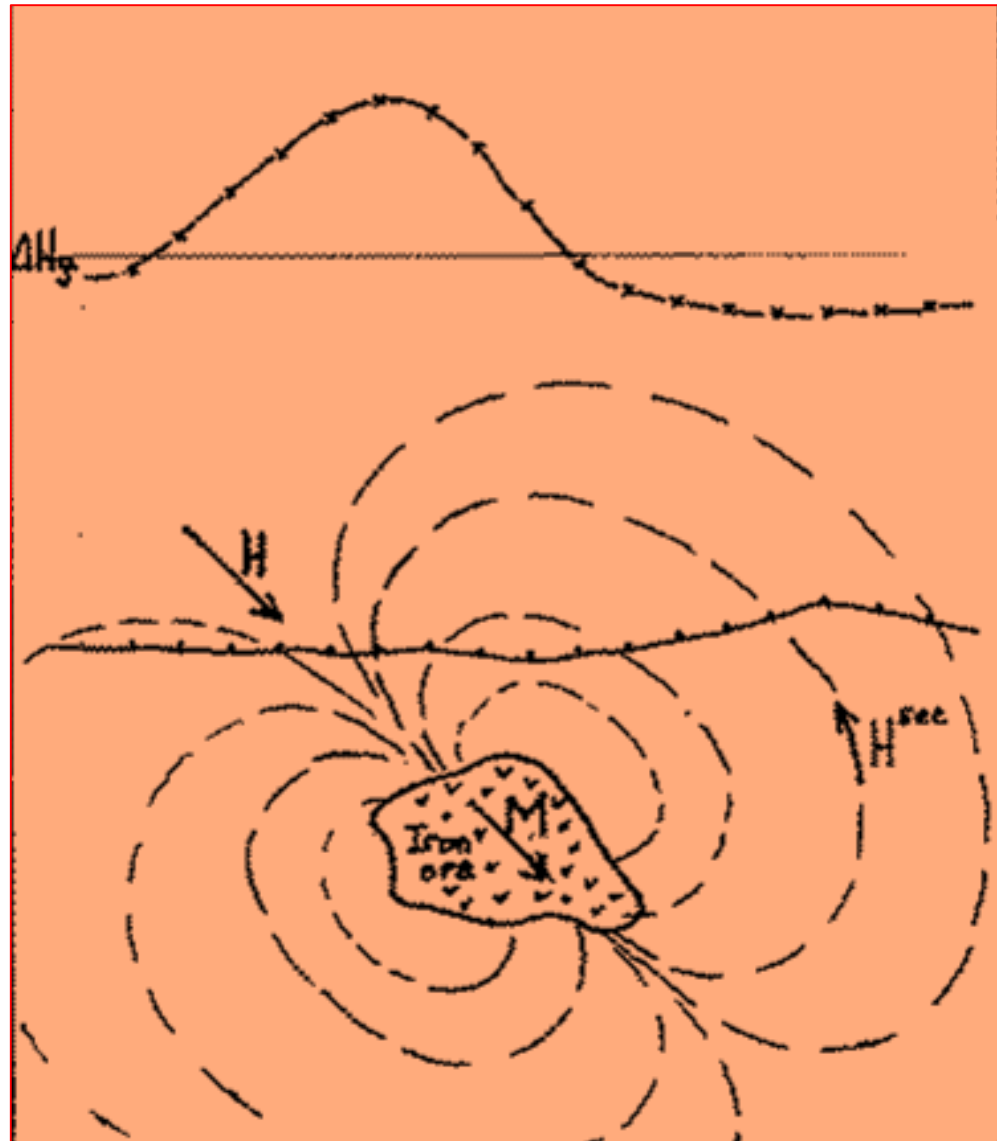
Rezidüel Manyetik Anomali



Yukarı Analitik Uzanım



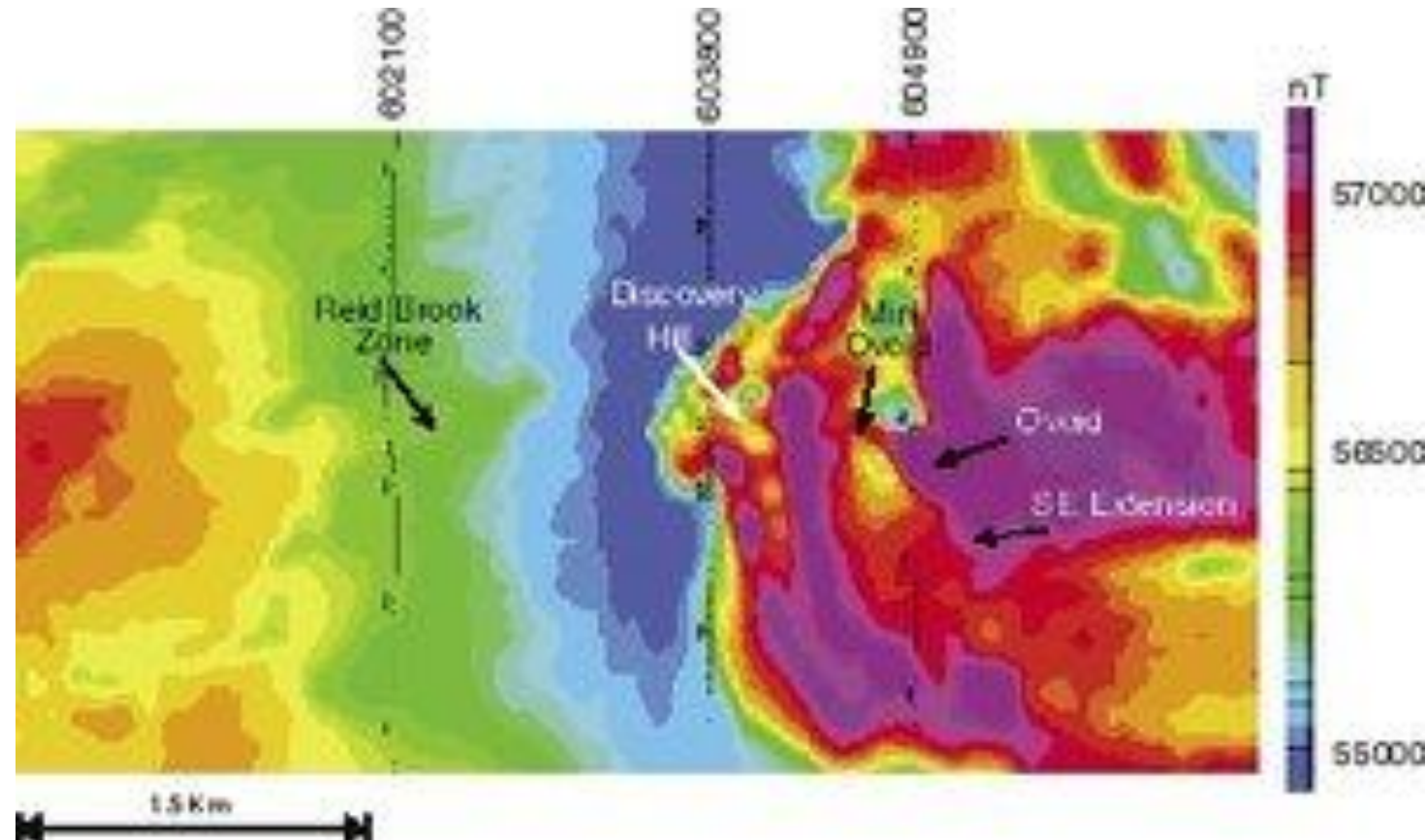
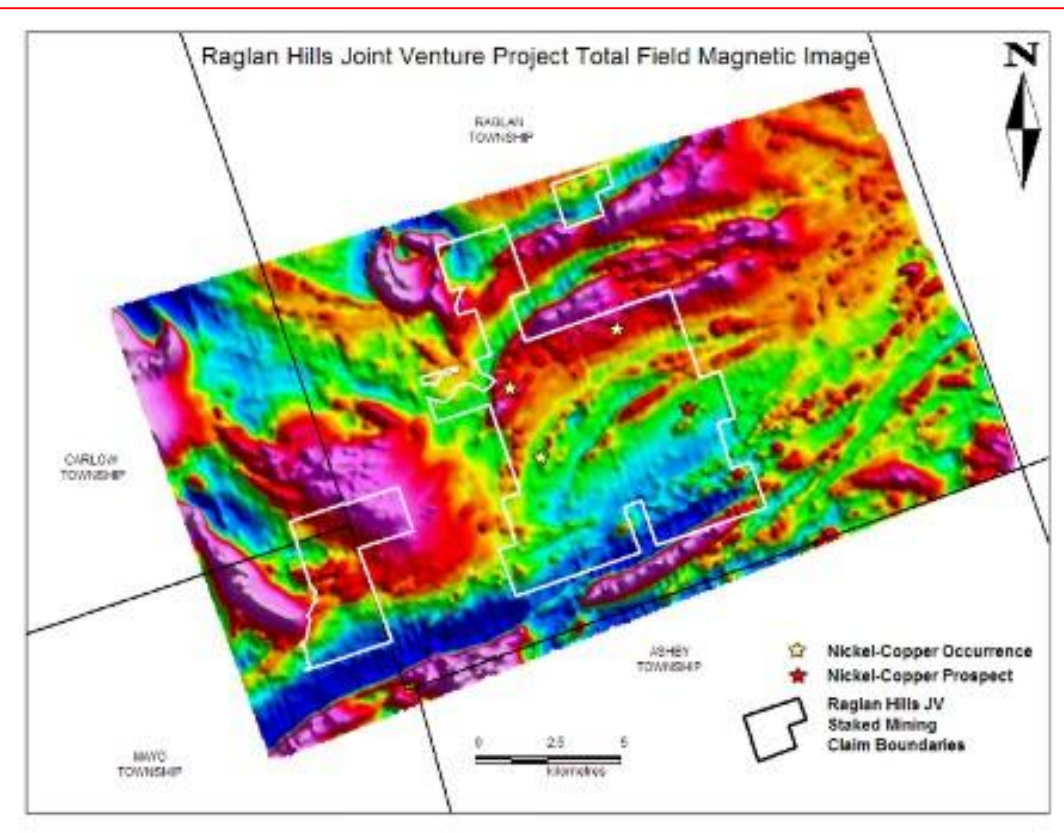
Fe Cevheri Manyetik Anomalisi



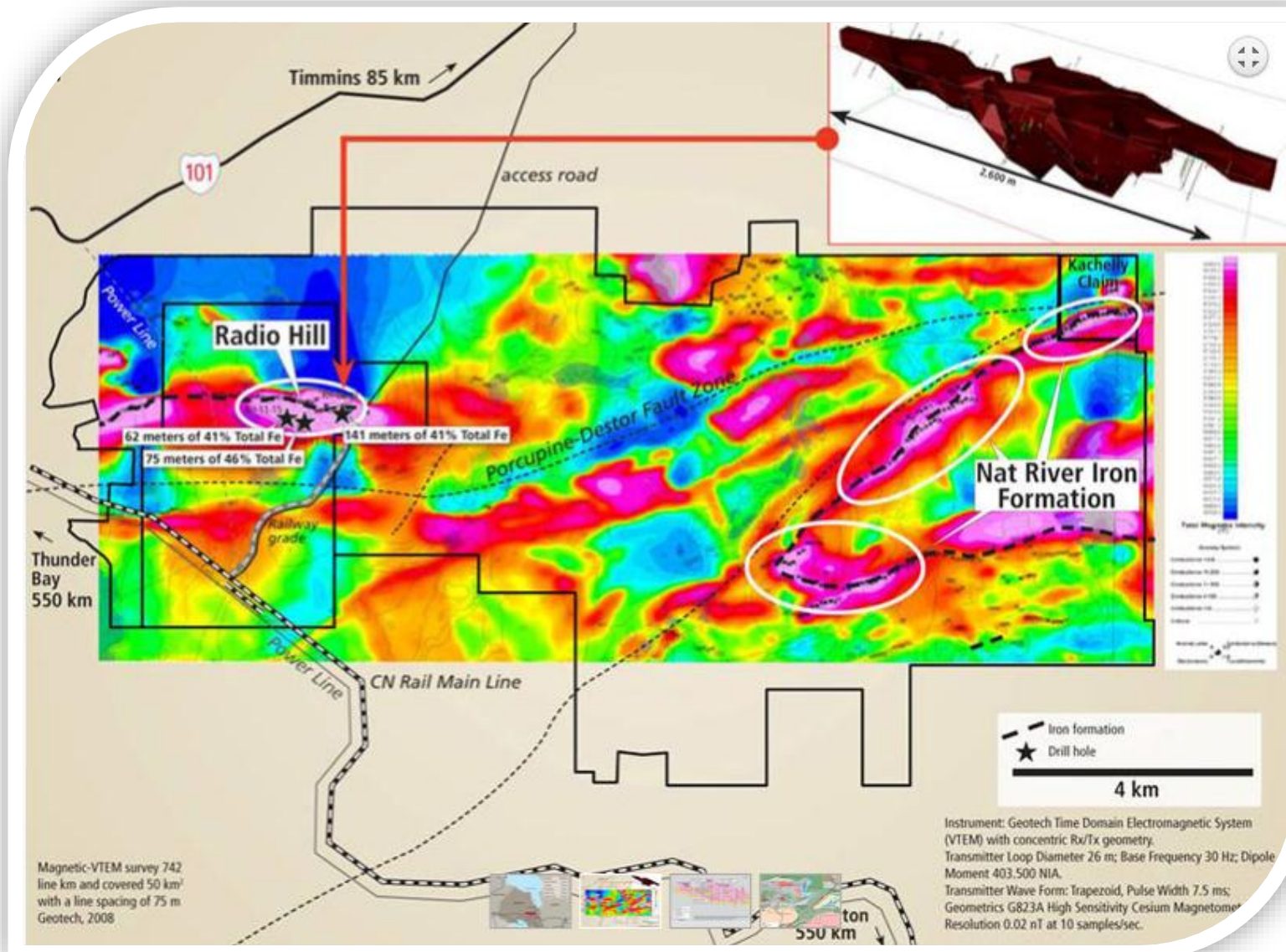
Ni-Cu Cevheri Manyetik Anomalisi - Kanada

Dissemine Ni, Cu Mineralizasyonu

Ni-Cu depoziti



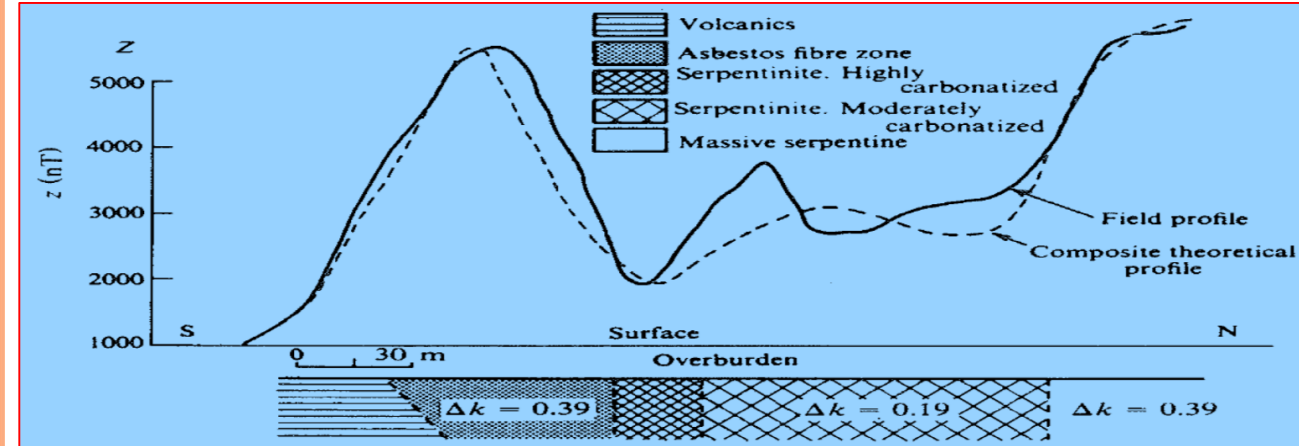
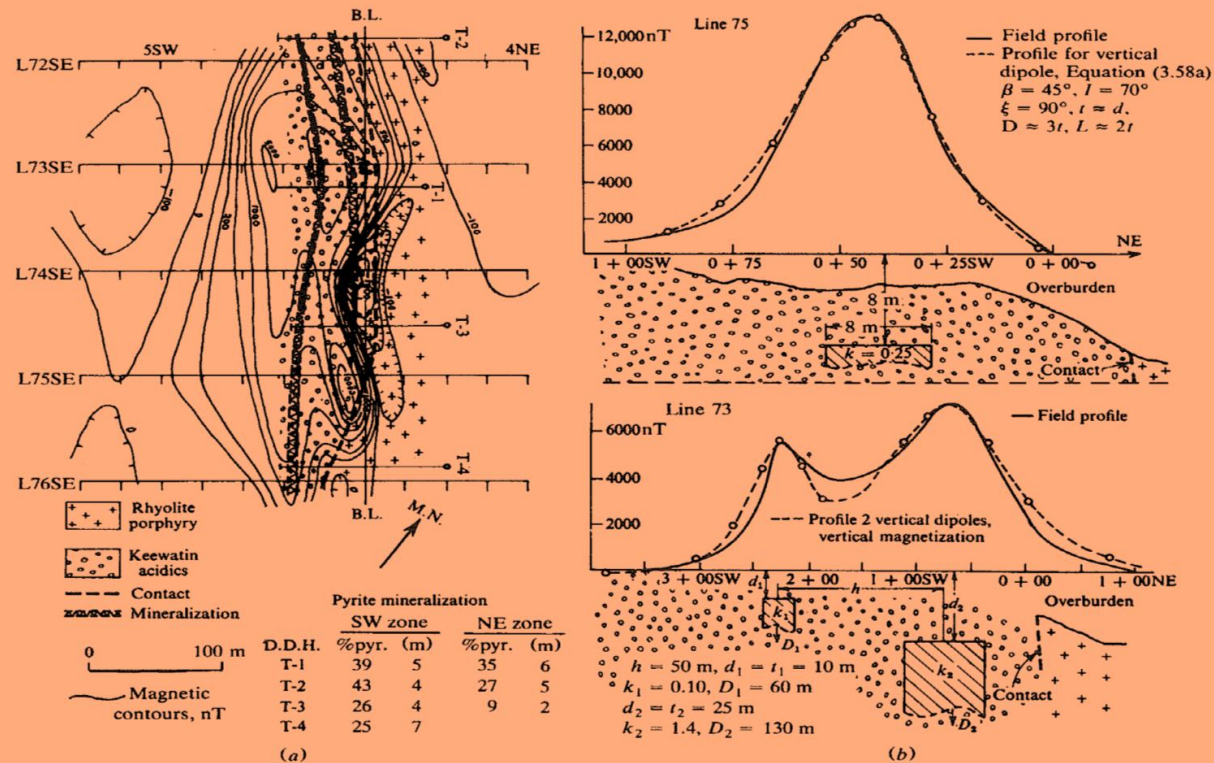
Fe, Ni Cevherleşmesi



Manyetik Yöntem Örnek Çalışmalar

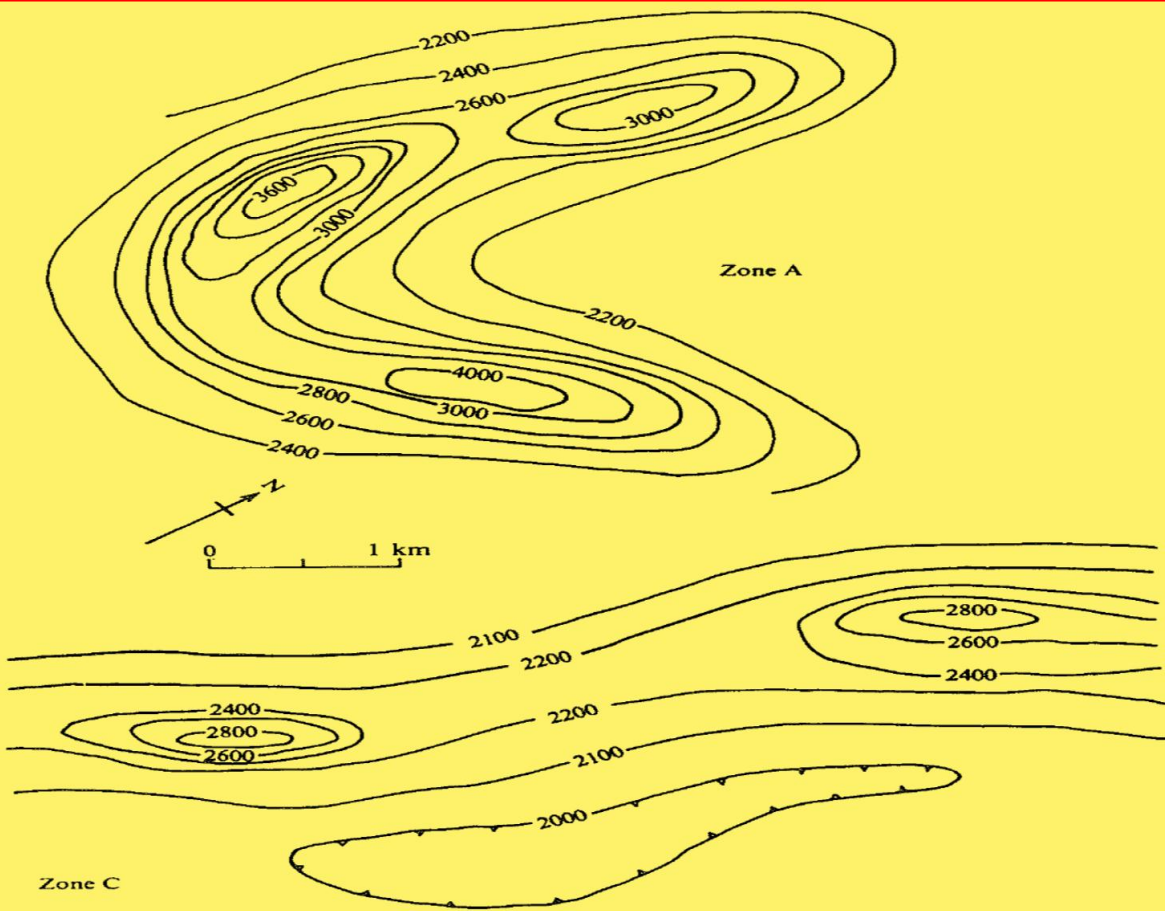
Pirit Mineralizasyonu

Asbest Mineralizasyonu

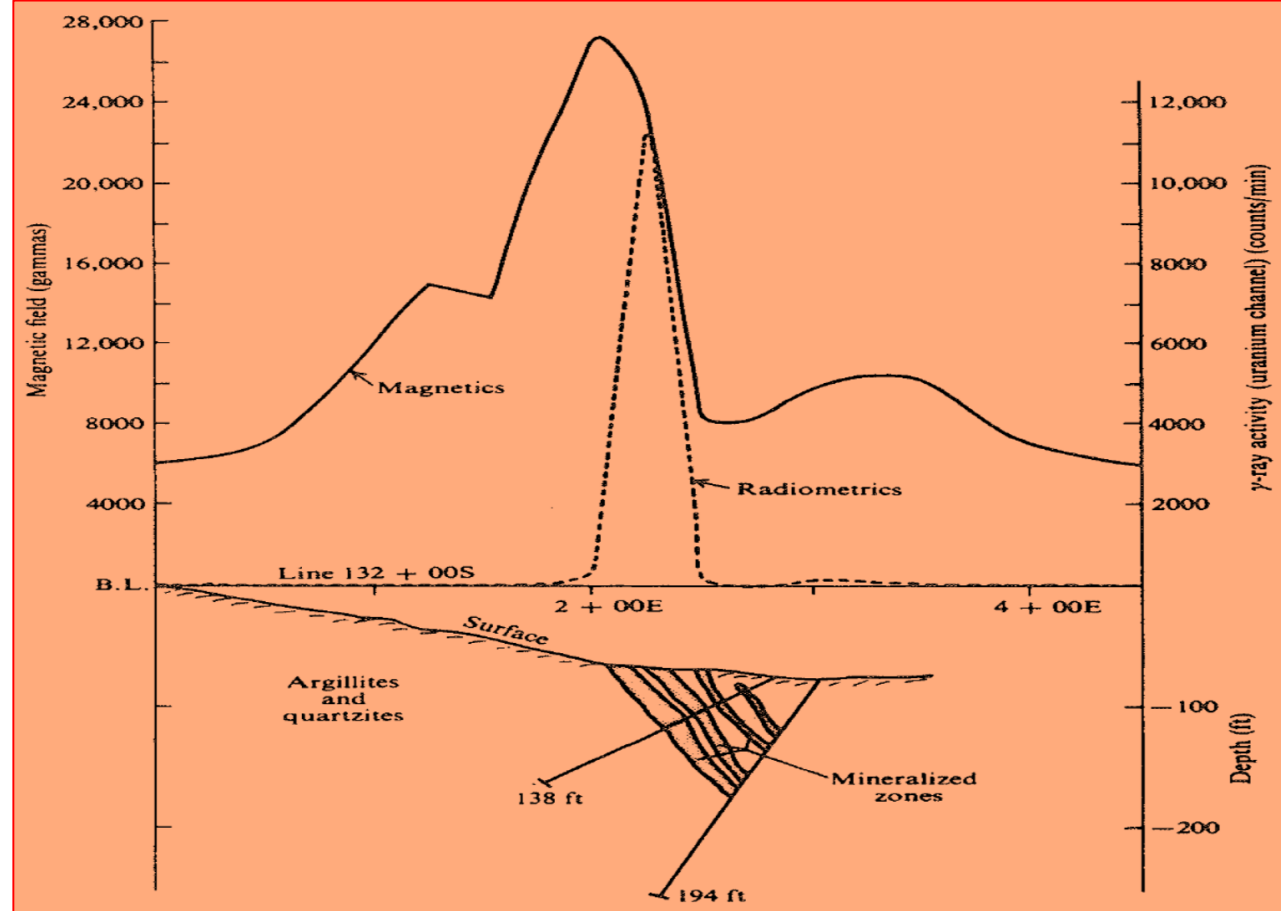


Manyetik Yöntem Örnek Çalışmalar

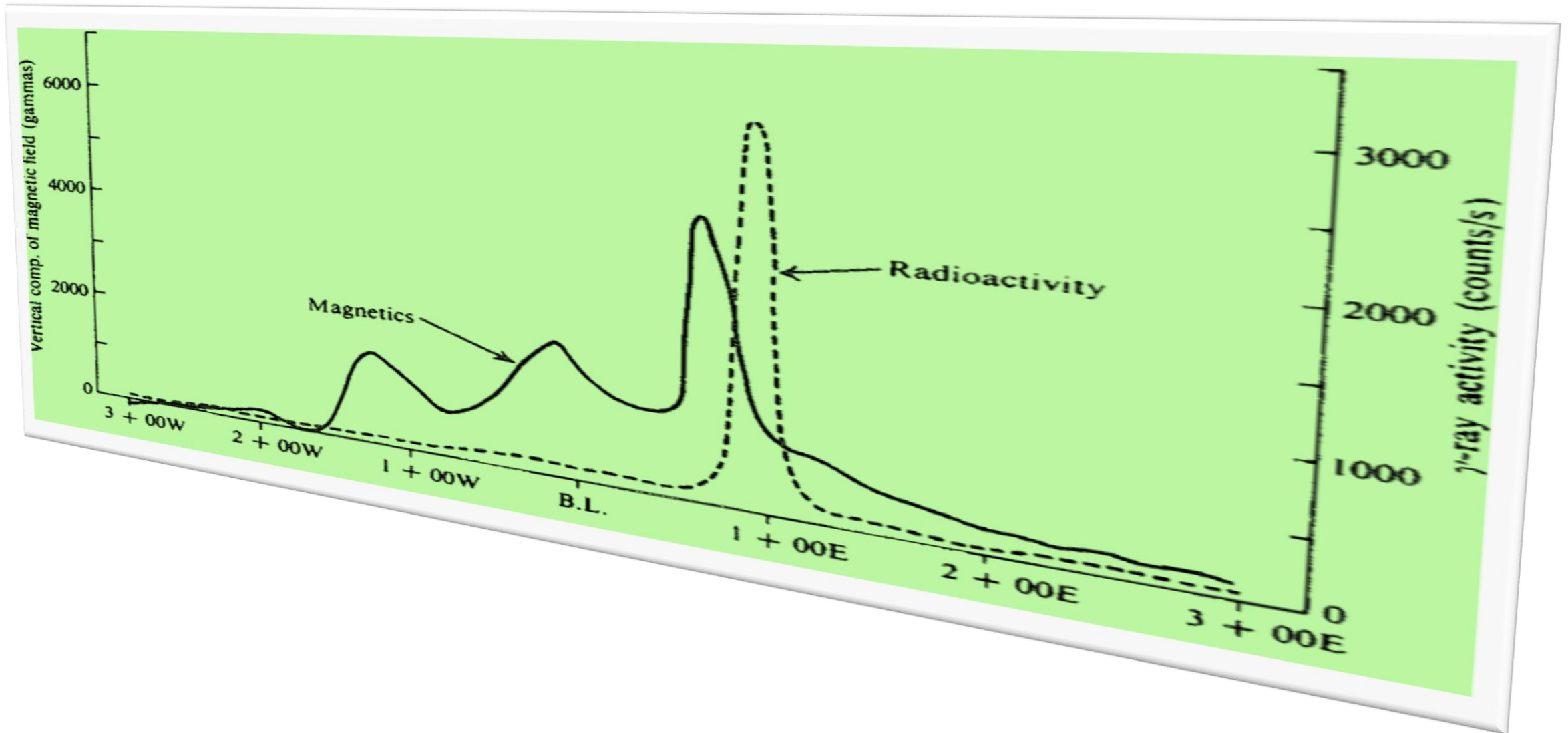
Ni Mineralizasyonu - Kanada



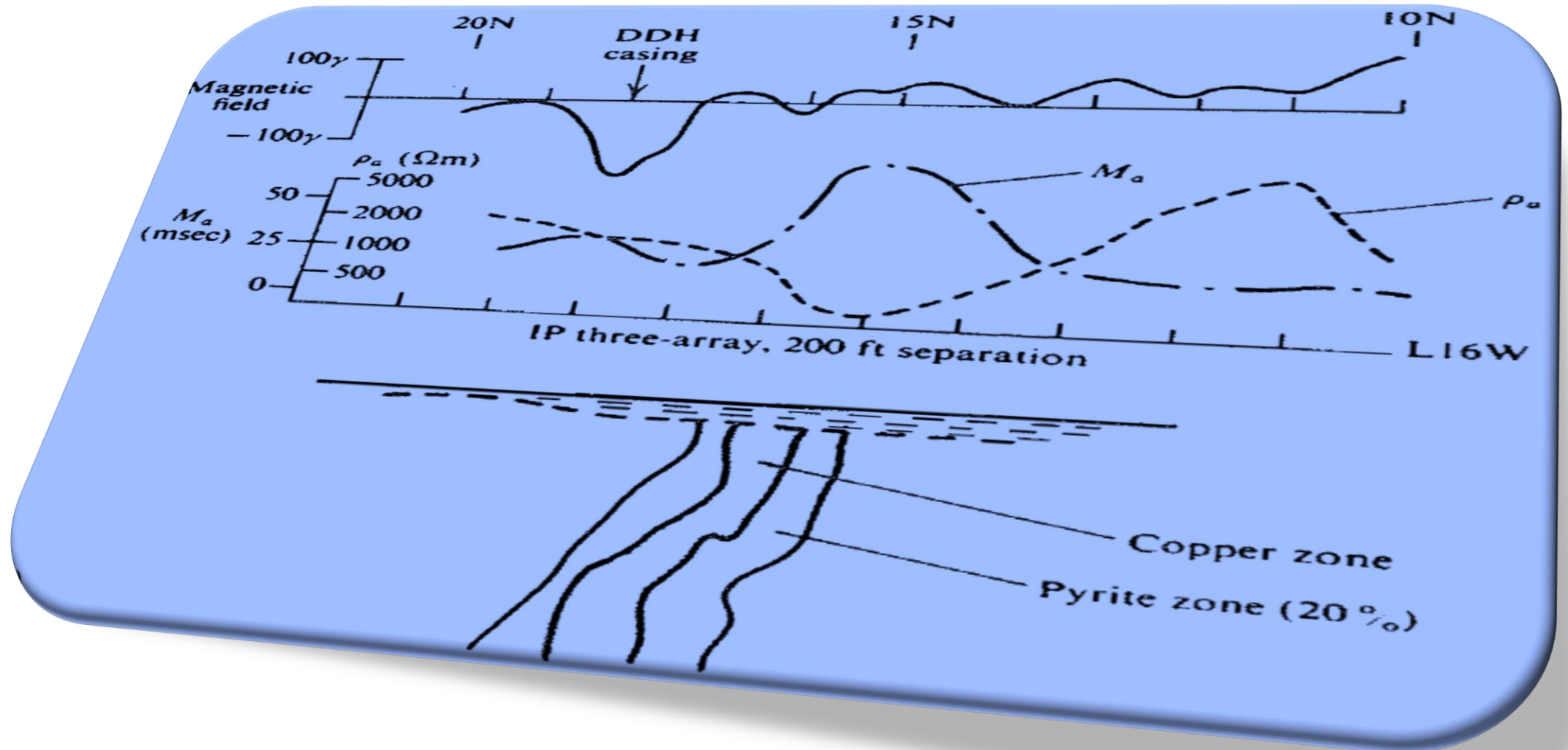
Uranyum Madeni



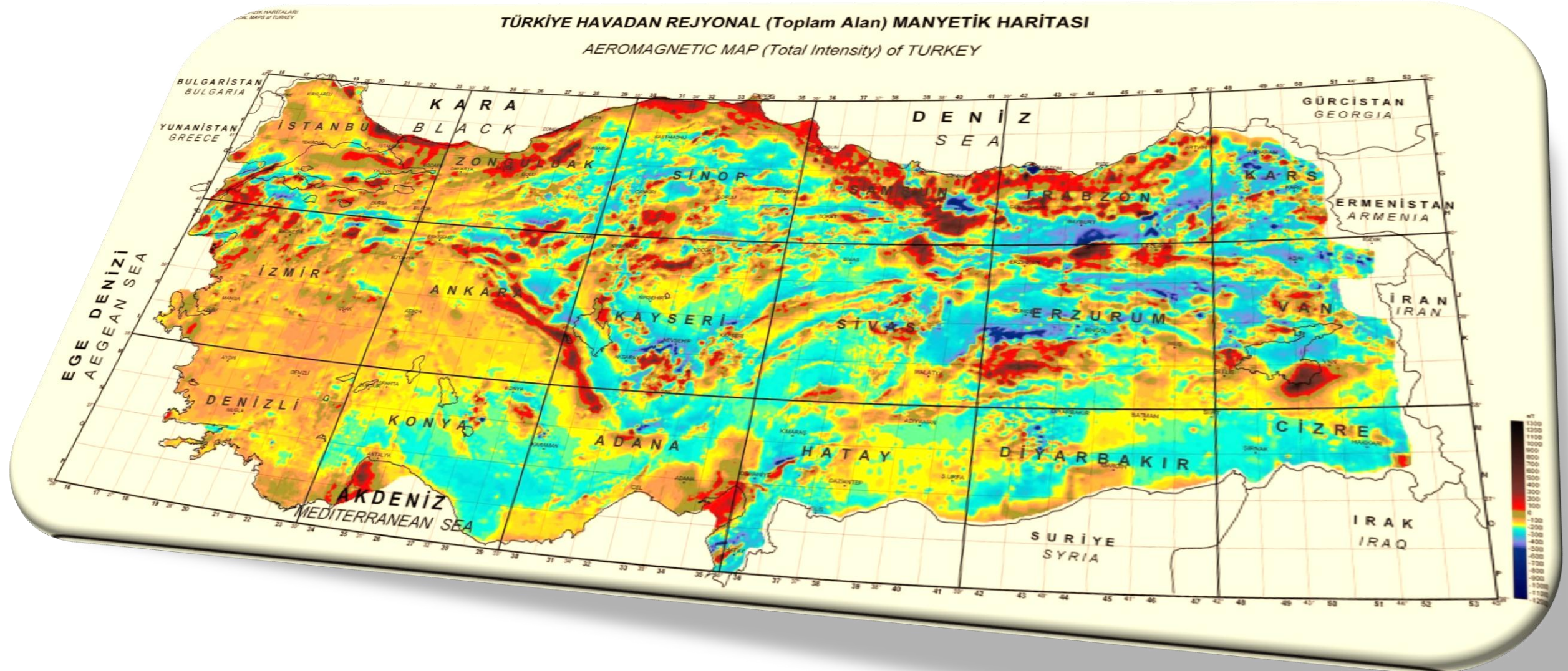
Baz Metal + Uranyum Madeni



Cu, Pirit Kuşağının Aranması

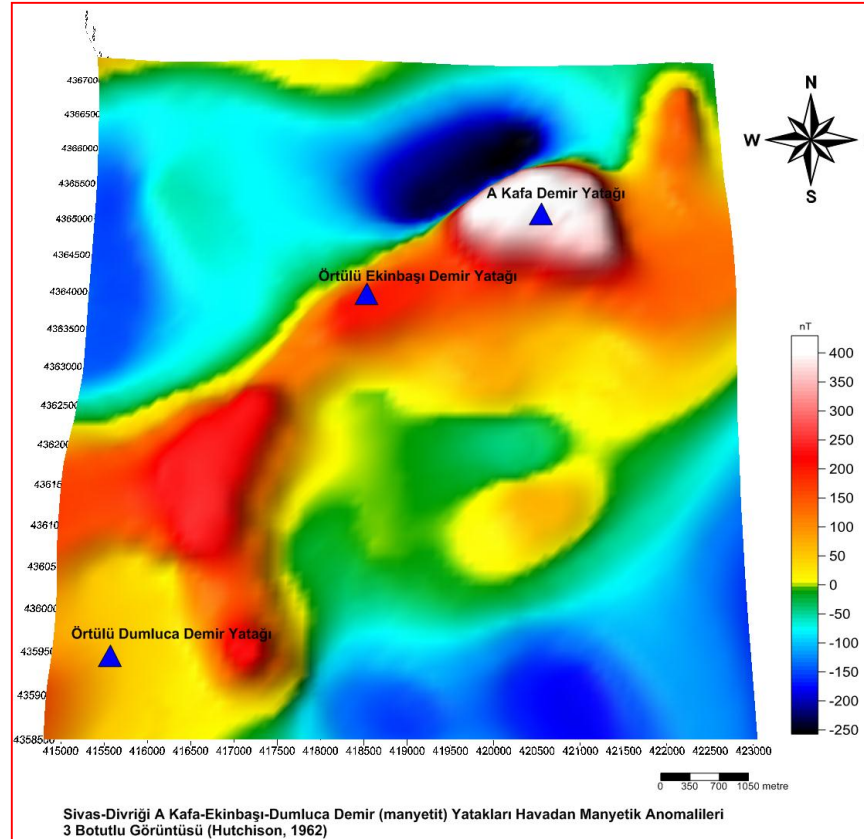


Türkiye'nin Toplam Manyetik Anomali Haritası

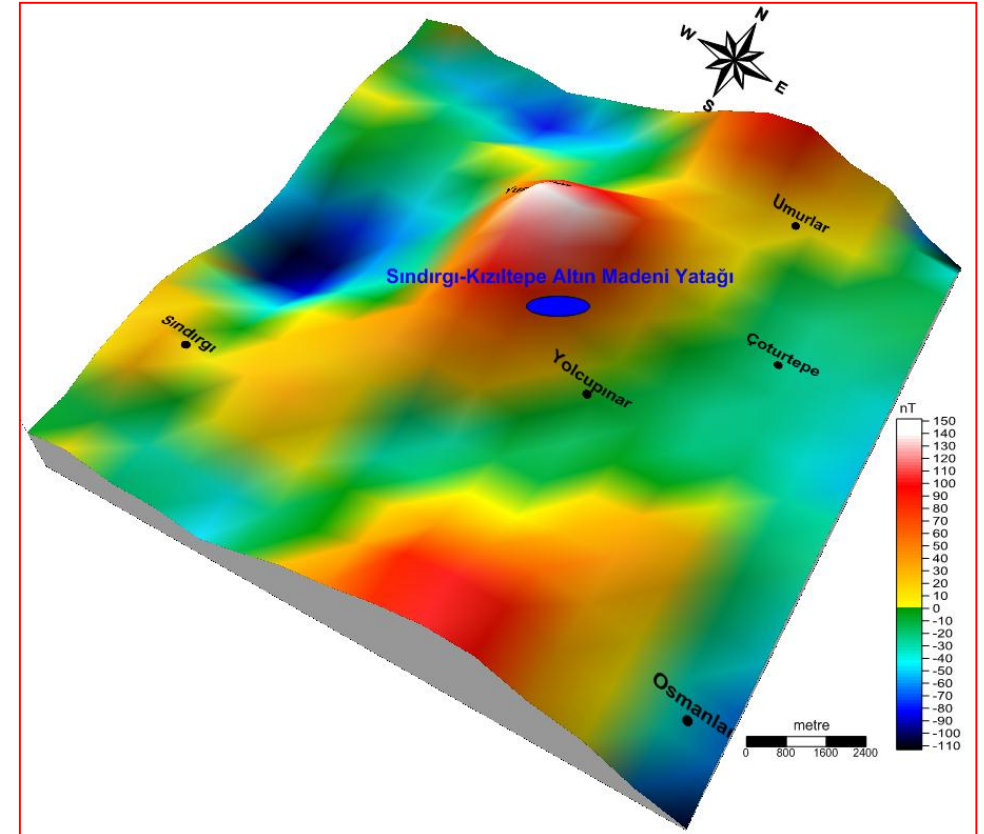


Türkiye'den Örnekler

Sivas, Divriği Manyetit Yatağı

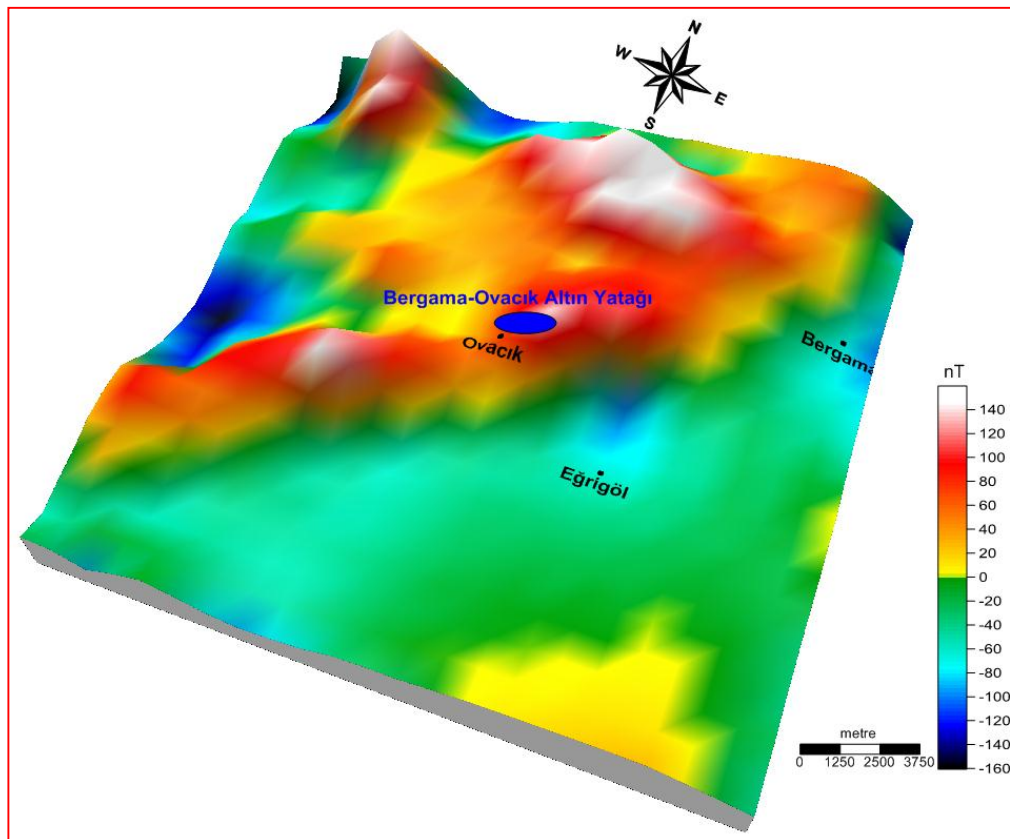


Sındırgı, Kızıltepe Au Madeni

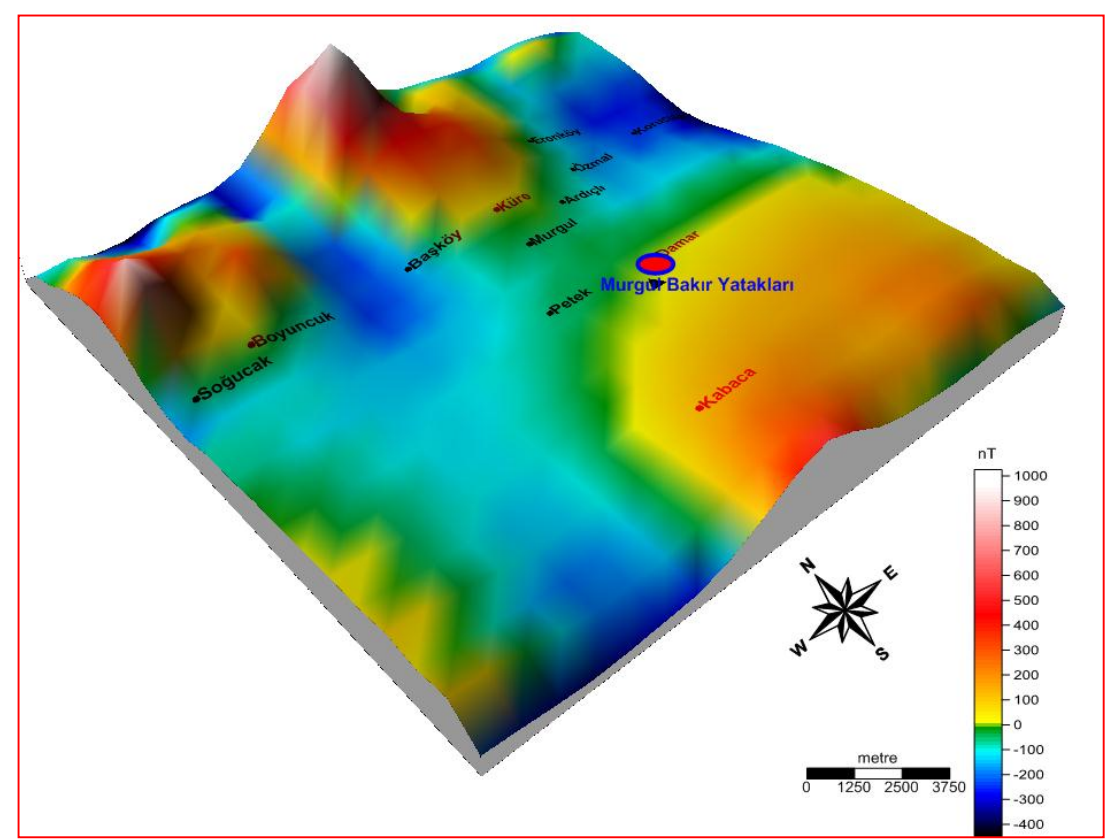


Türkiye'den Örnekler

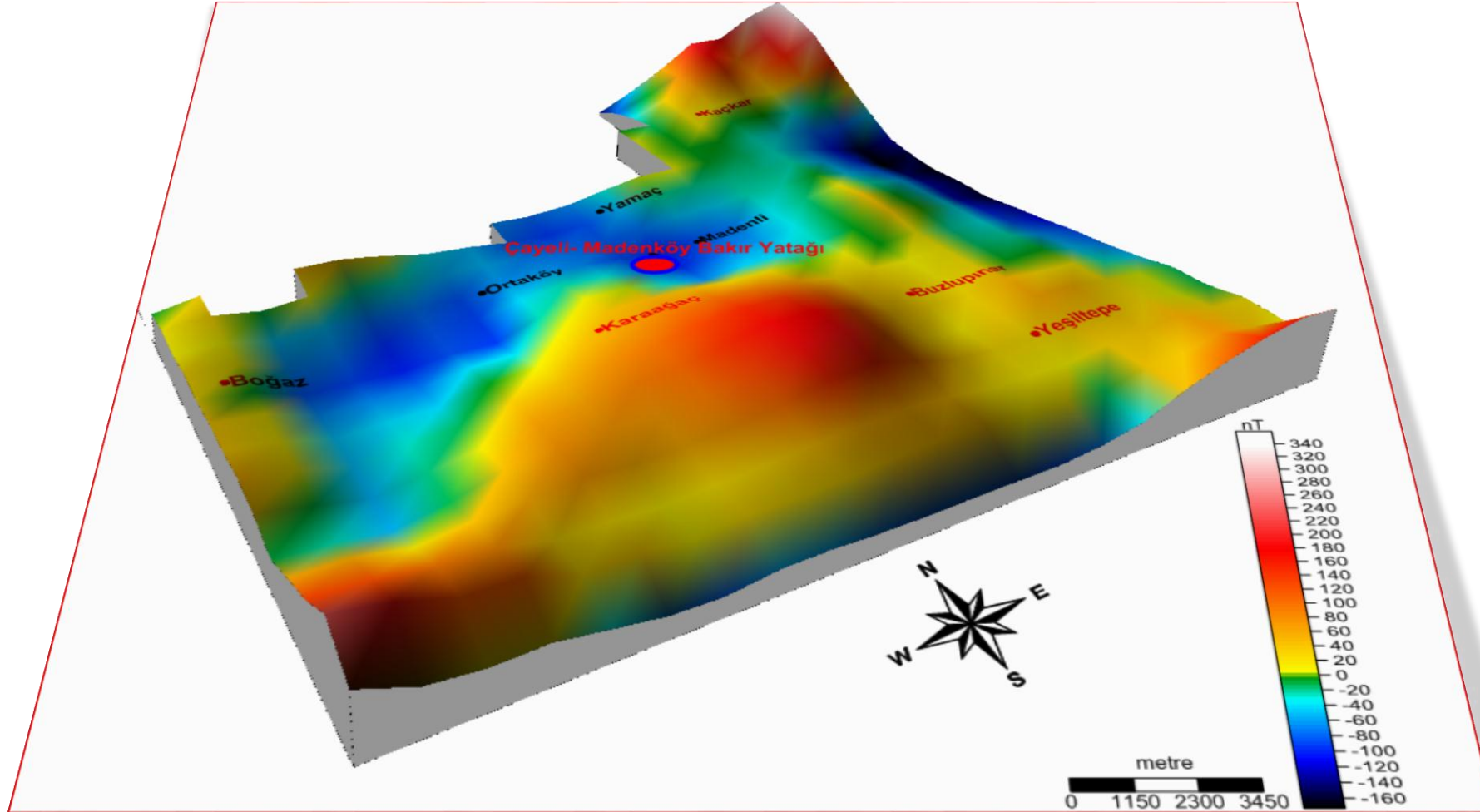
Bergama Ovacık Au Madeni



Artvin , Murgul Cu Yatağı



Çayeli – Madenköy Cu Yatağı



**Dinlediğiniz için
Teşekkür Ederim**



Doç.Dr. Nafız MADEN (Gümüşhane Üniversitesi)