

ELEKTRİK YÖNTEMLERDE VERİ TOPLAMA, VERİ SUNUMU, 1B-2B-3B MODELLEME ve YORUM

Dr. N. Yıldırım GÜNDOĞDU

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeofizik Mühendisliği Bölümü

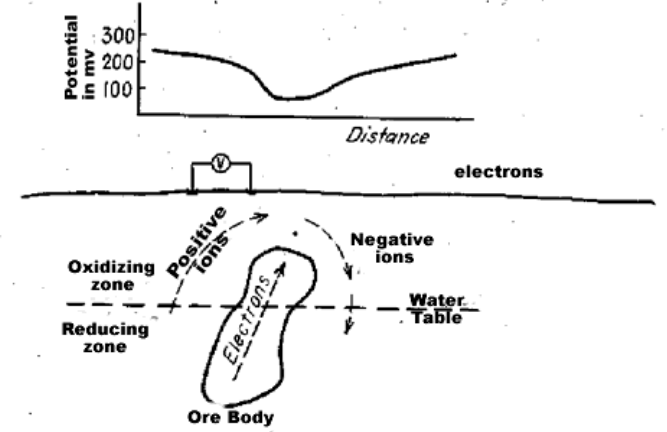
Jeofizik Modelleme Grubu (GMG)

gundogdu@eng.ankara.edu.tr

Elektrik Yöntemler

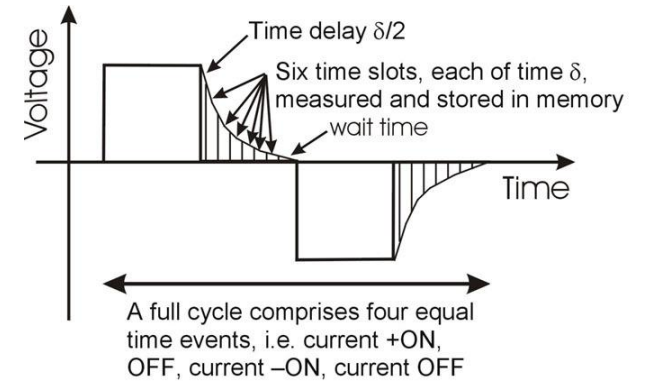
Doğal Uçlaşma Yöntemi

- Kaynak: Doğal
- Ölçülen Büyüklük: Gerilim farkı (ΔV)
- Kullanım Alanları: Sülfürlü maden aramaları, çevre çalışmaları (atık alanı, sızıntı)



Yapay Uçlaşma Yöntemi

- Kaynak: Yapay
- Ölçülen Büyüklük: Gerilim farkları (ΔV_{DC} , ΔV)
- Fiziksel Parametre: Yüklenebilirlik
- Kullanım Alanları: Metalik maden araştırmaları, Kil içeren birimlerinin belirlenmesi



Tanım

Özdirenç (Resistivity) yöntemi olarak da bilinen doğru akım özdirenç (**DAÖ**) yöntemi, arama jeofizinde kullanılan başlıca jeofizik yöntemlerdendir.

Bu yöntemde amaç, yer içinin jeolojik yapısını, elektrik özelliğine (özdirenç) göre haritalamaktır. Yöntem, maden, mineral, jeotermal enerji kaynağı ve petrol aramaları ile hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi problemlerinin çözümünde kullanılır. 1980'lerden itibaren, arkeolojik yapıların aranmasında da yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

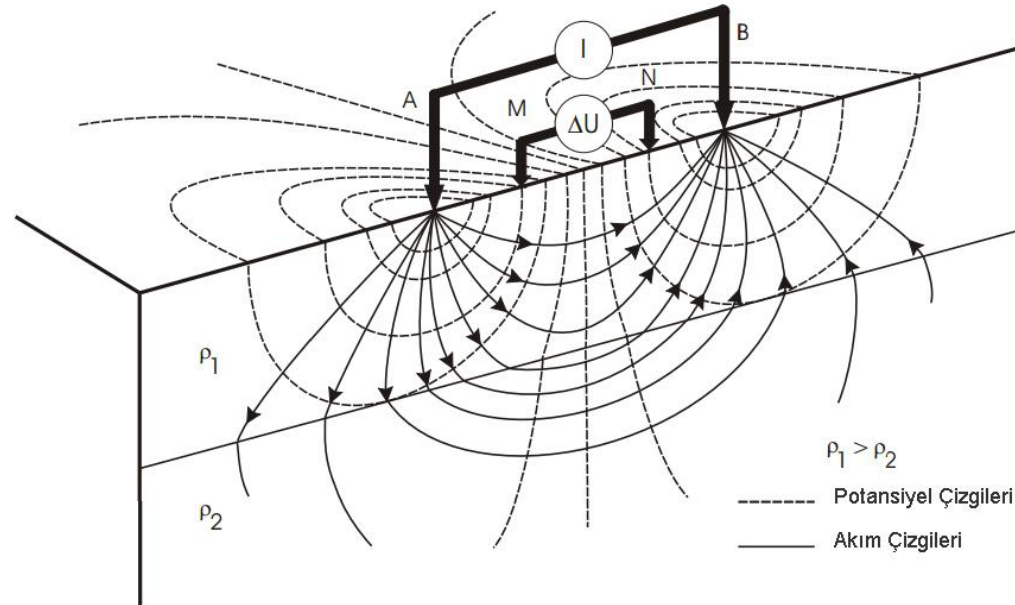
DAÖ yöntemi; kuramı ve uygulamasının kolay olması, ölçü aletinin basit olması ve etkili sonuçlar vermesinden dolayı günümüze kadar yaygın olarak kullanılanmıştır.

Nerelerde Kullanılır ?

- Maden Aramaları
- Jeotermal Aramalar
- Heyelan Çalışmaları
- Mühendislik yapılarının güzergah ve yer belirlemeleri ile zemin etütlerinde (Yol, Tünel vb. Güzergah Belirleme)
- Karstik boşluk, mağara aramaları
- Yeraltı suyu aramalarında yapılan uygulamalar
- Tatlı/Tuzlu Su Girişimlerinin Belirlenmesi
- Atık alanlarında yapılan uygulamalar
- Diğer Çevre ve Mühendislik Jeofiziği Uygulamaları
- 4-B Araştırmalar

Ölçü Düzeneği

DAÖ ölçü düzeneği şekildeki gibi gösterilebilir. Bu düzende, bir güç kaynağı (akü), bir akım ölçer ve bir gerilim farkı ölçer gereklidir. Burada, iki noktada yere çakılmış elektrotlar yardımı ile akım uygulanır (A ve B akım elektrotları) ve diğer iki noktada çakılmış elektrotlar arasında oluşan gerilim farkı ölçülür (M ve N gerilim elektrotları).



Yarı Sonsuz Homojen Ortamda Gerilim ve Özdirenç

Yarı sonsuz tek düze bir ortamda gerilim;

$$\phi = \frac{\rho I}{2\pi R}$$

I akımı homojen ve izotrop yarısonsuz bir ortama, yeryüzünden A (+I) ve B (-I) noktalarındaki elektrotlar ile verilsin. Bu durumda M ve N noktalarındaki gerilim elektrotları arasındaki gerilim farkı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\Delta\phi = \phi_M - \phi_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)$$

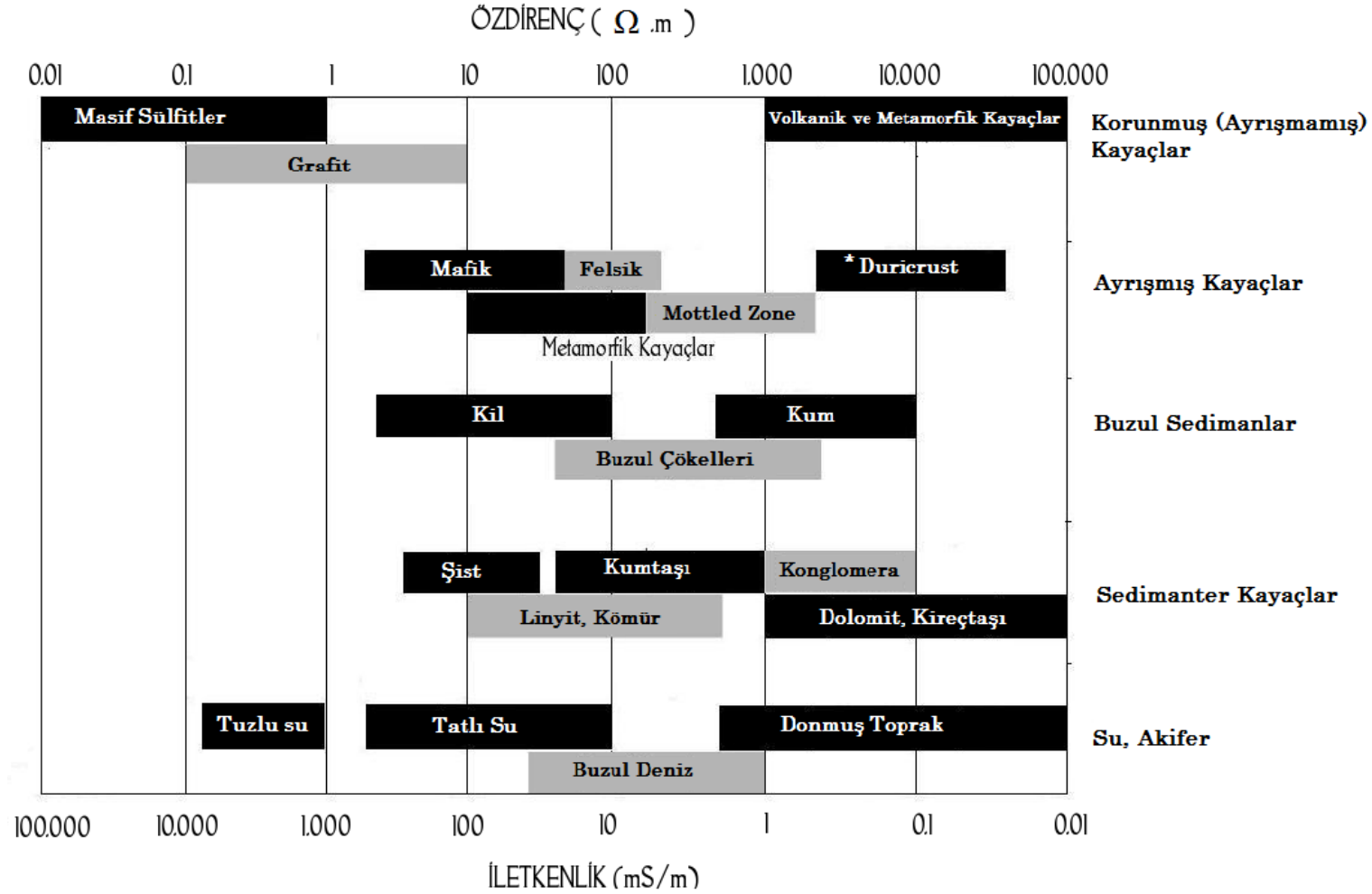
Bu durumda ortamın özdirenci;

$$\rho = K \frac{\Delta\phi}{I}$$

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)}$$

Burada K geometrik faktör olarak adlandırılır:

Doğadaki Kayaçların Öz dirençleri



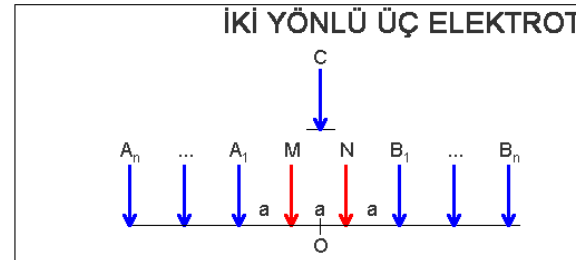
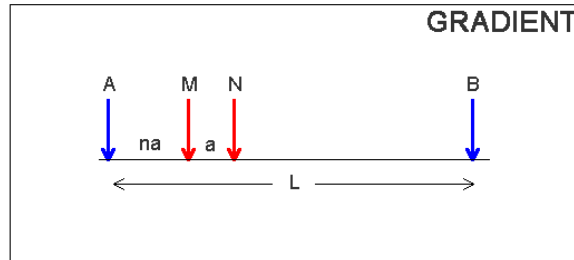
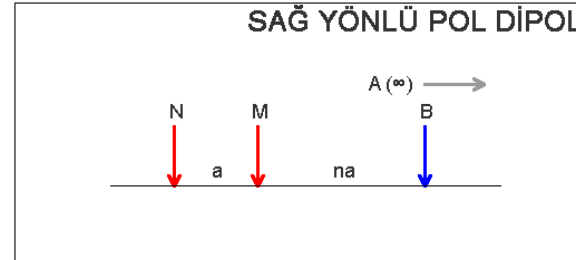
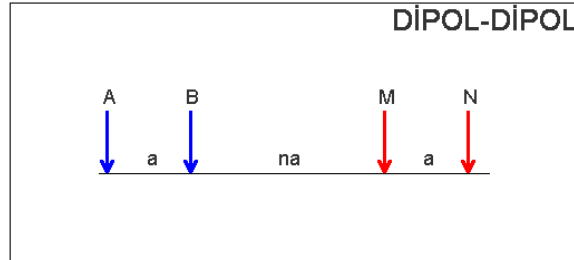
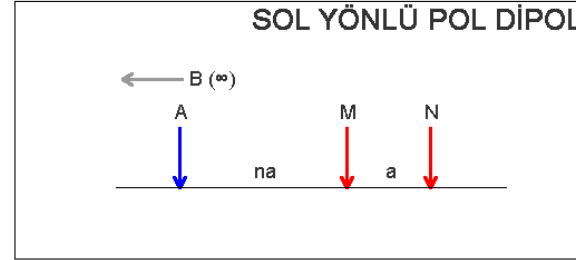
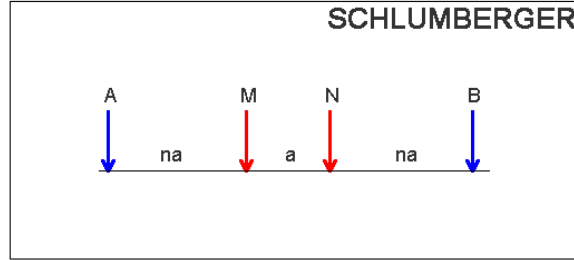
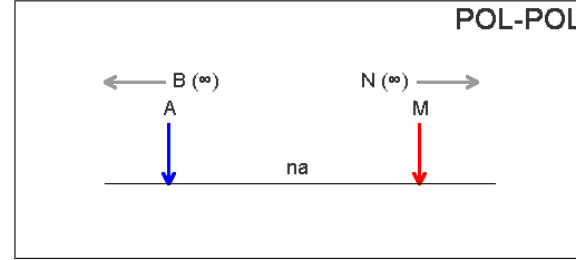
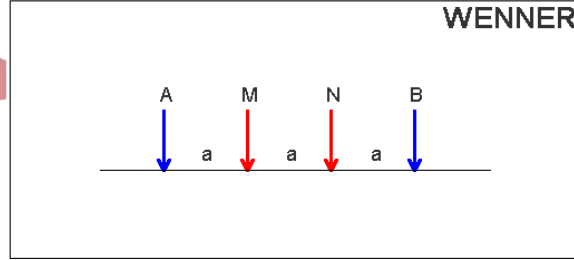
* Duricrust=İnce, sert birkaç mm'lik sıkışmış tabaka.

Görünür Öz direnç Kavramı

Gerilim farkı elektrotlar arasındaki uzaklığa, yere uygulanan akıma ve homojen ortamın öz direncine bağlıdır. Fakat gerçekte yer homojen değildir ve arazide ölçülen gerilim kullanılarak hesaplanan öz direnç; **Görünür Öz direnç (GÖ)** olarak adlandırılır. GÖ, jeolojik yapının şekline, öz direncine ve kullanılan elektrot dizilimine bağlıdır. GÖ tanımlamasına göre; ortam homojen ve izotrop ise ölçülen GÖ ortamın öz direncine eşit olmalıdır.

$$\underline{\rho_a} = K \frac{\Delta\phi}{I}$$

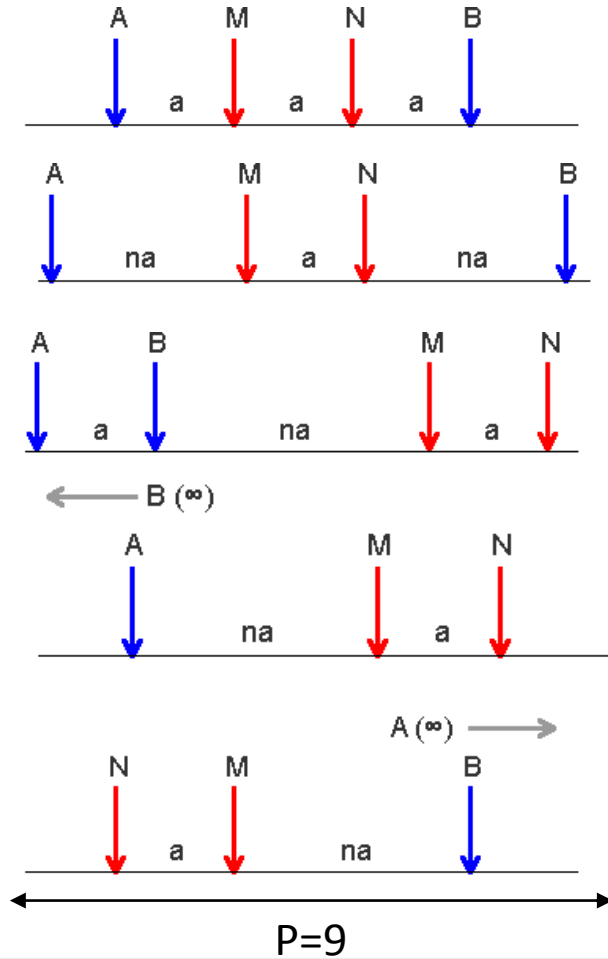
Elektrot Dizilimleri



Elektrot Dizilimleri (Ayrımlılık)

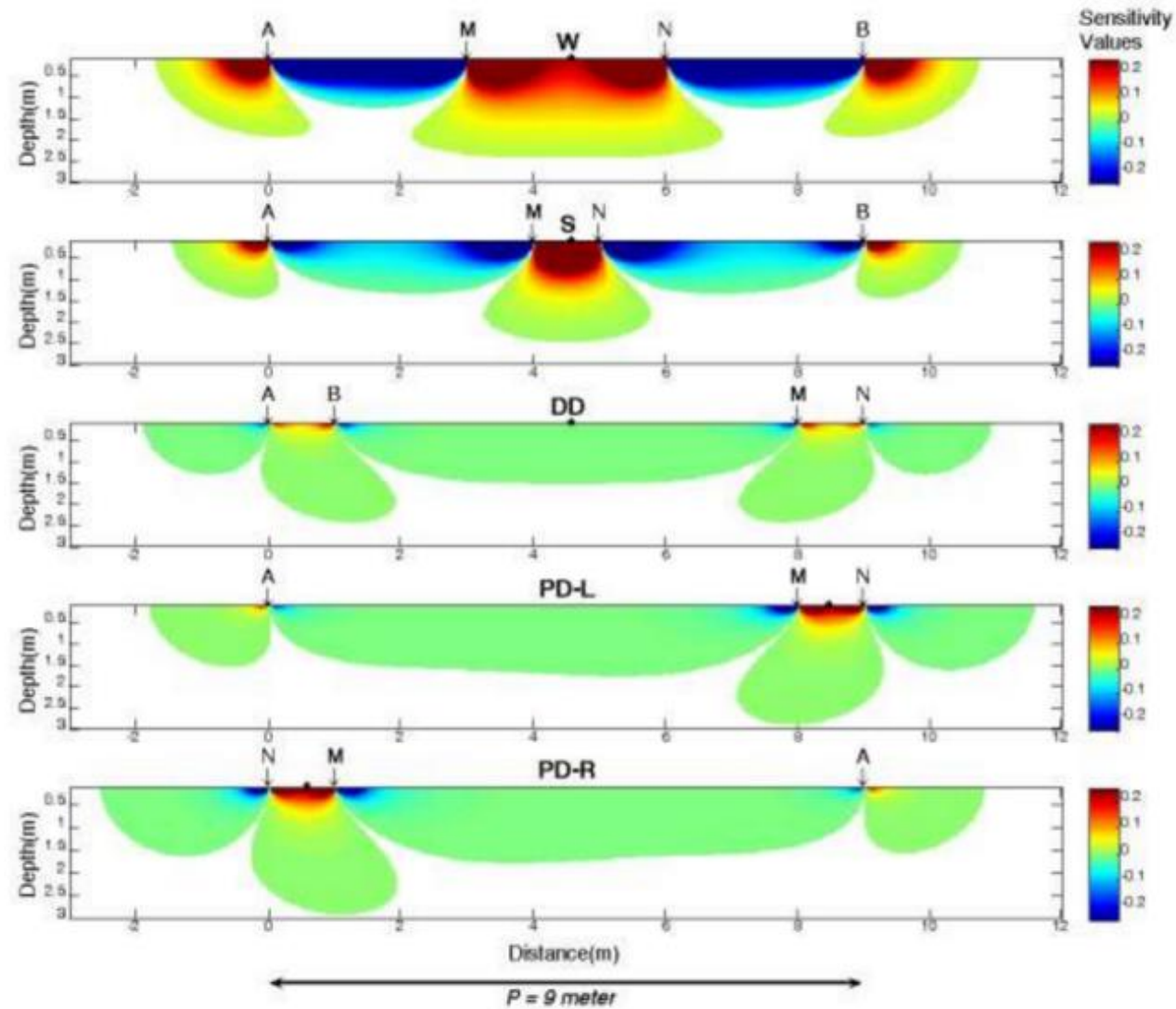
	ARAŞTIRMA DERİNLİĞİ	YANAL AYRIMLILIK	DÜŞEY AYRIMLILIK	SİNYAL GENLİĞİ
ARTAN ↓	Wenner (0.17P-0.11P)	Wenner	Pole-Dipole	Dipole-Dipole
	Schlumberger (0.19P-0.125P)	Schlumberger	Dipole-Dipole	Pole-Dipole
	Dipole-Dipole (0.25P-0.195P)	Pole-Dipole	Schlumberger	Schlumberger
	Pole-Dipole (0.35P)	Dipole-Dipole	Wenner	Wenner

Elektrot Dizilimleri (Sinyal Genliği)



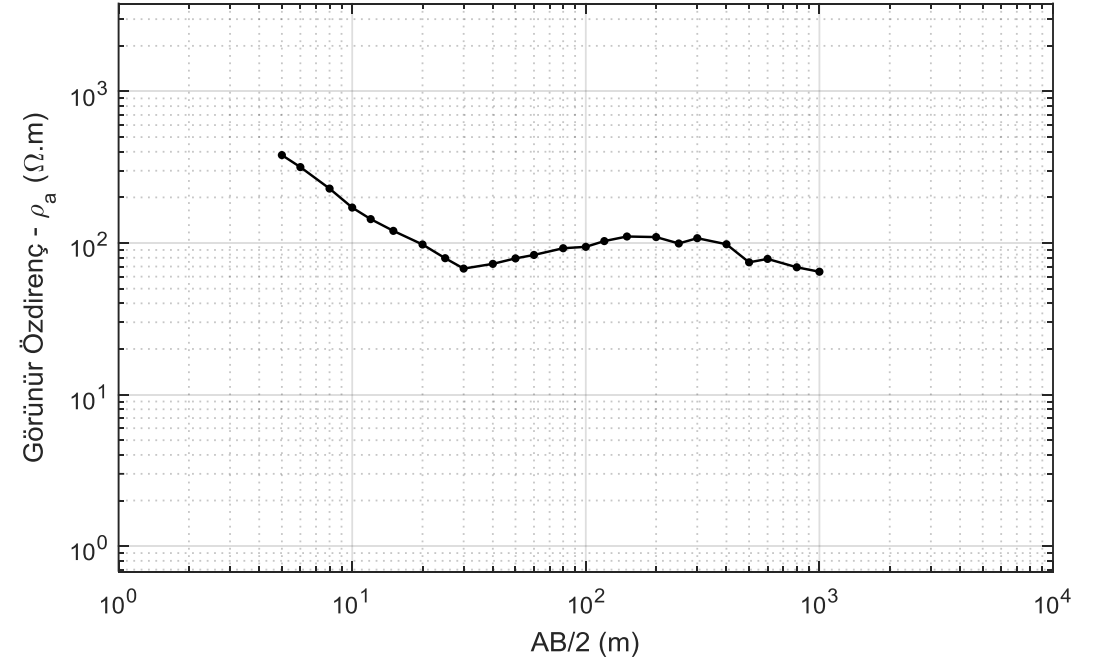
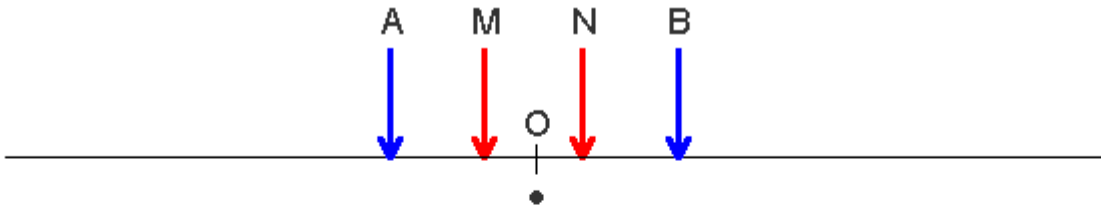
Dizilim Adı	Geometrik Faktör (k)	P=9	k	Δf	r_a
Wenner	$2\pi a$	a=3	18.8	15.9	100
Schlumberger	$\pi n(n+1)a$	a=1, n=4	62.8	1.59	100
Dipole-Dipole	$\pi n(n+1)(n+2)a$	a=1, n=7	<u>1583.4</u>	<u>0.063</u>	100
Sol-yönlü Pole-Dipole (AMN)	$2\pi n(n+1)a$	a=1, n=8	452.4	0.22	100
Sağ yönlü Pole-Dipole (MNB)	$2\pi n(n+1)a$	a=1, n=8	452.4	0.22	100

Elektrot Dizilimleri (Sinyal Katkı Kesiti)



Ölçü Alım Teknikleri ve Veri Sunumu

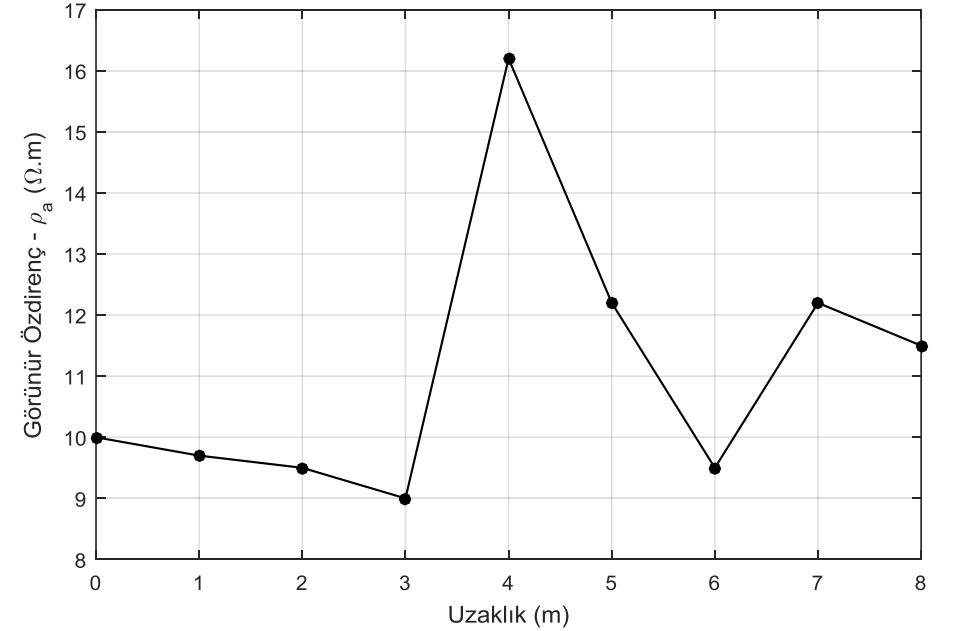
Sondaj ölçüsü (Düşey Elektrik Sondajı-DES): Sabit bir nokta bakışım merkezi olacak şekilde, her ölçüm sonucunda bu noktanın iki tarafında elektrotların bir çizgi boyunca açılmasıyla uygulanır. Böylece yer içinde düşey yöndeki öz direnç değişimi incelenmeye çalışılır.



DES Eğrisi (GÖ Eğrisi)

Ölçü Alım Teknikleri ve Veri Sunumu

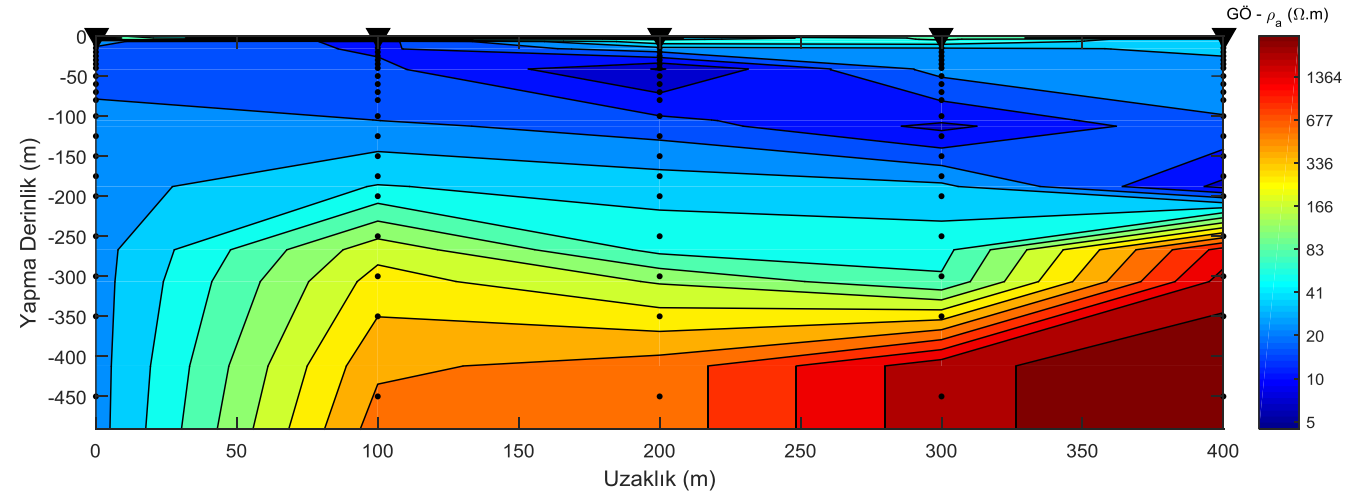
Profil ölçüsü: Yer içinde yanıl süreksizlikleri belirlemek amacıyla ile profil ölçüsü alınır. Bunun için, elektrot dizilimine bağı olarak elektrotlar arası uzaklık araştırılmak istenen derinliğe göre sabit tutulur (geometrik faktör sabit). Bu şekilde, bir doğru boyunca her ölçü sonucu elektrotlar belli örnekleme aralıklarında kaydırılır.



Profil Eğrisi

Ölçü Alım Teknikleri ve Veri Sunumu

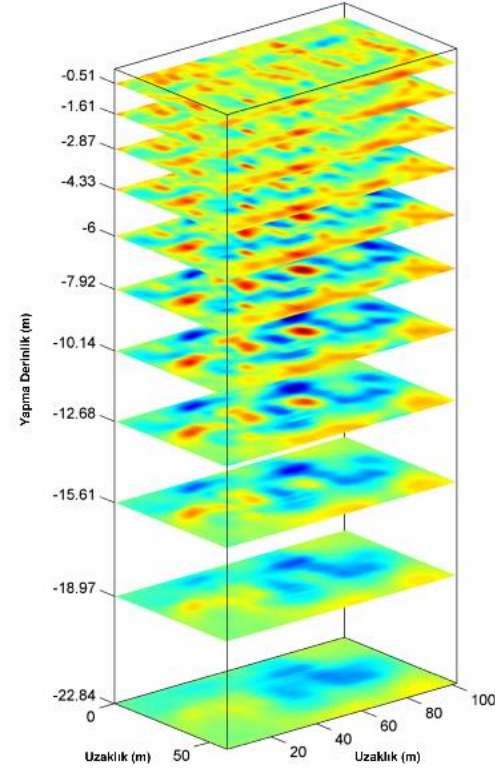
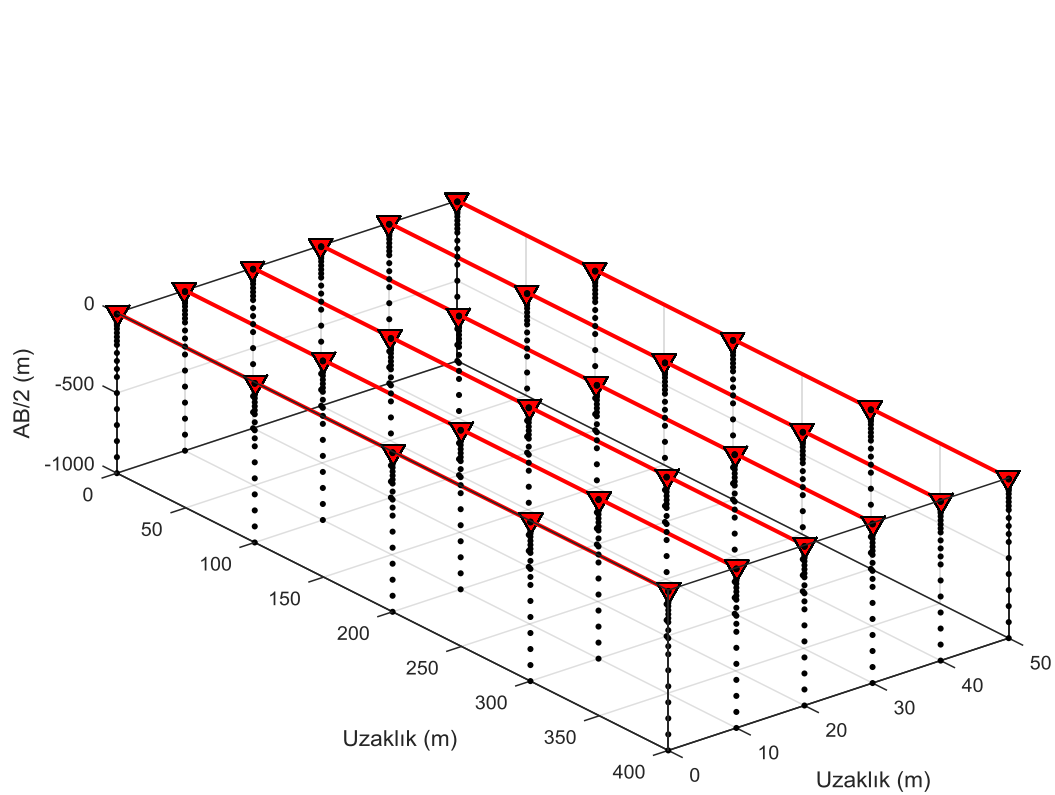
Sondaj-Profil ölçüsü: Bu ölçü tekniği, sondaj ve profil ölçü tekniklerinin bir arada kullanılmasıdır. Bir çizgi boyunca, belirlenen noktalarda (istasyonlarda) ölçülen DES verilerinin bir araya getirilmesi ile elde edilir. Burada, tüm istasyonlarda farklı $AB/2$ değerleri için ölçü alımında elektrotların doğrultusu aynı olmalıdır. Bu ölçü sistemi ile hem yatay hem de düşey yönde öz direnç değişimi incelenebilir.



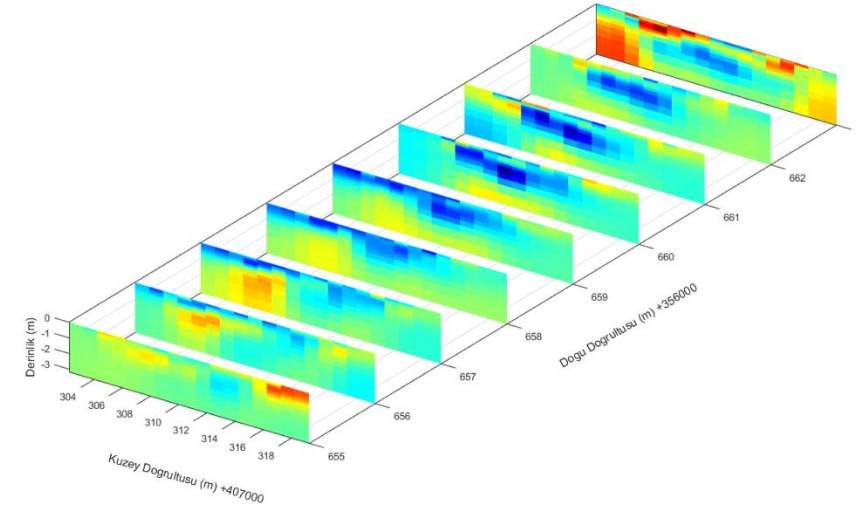
Yapma Kesit

Ölçü Alım Teknikleri ve Veri Sunumu

Bibirine paralel hatlar boyunca sondaj-profil ölçüsü:



Seviye Haritası



Yapma Kesitler

Ölçü Alım Cihazları



Tek kanallı öz direnç ölçüm sistemi
(PASi, Earth Resistivity Meter)



Çok elektrotlu/kanallı öz direnç ölçüm sistemleri
(AGI, Super Sting R8)

Ölçü Alım Cihazları

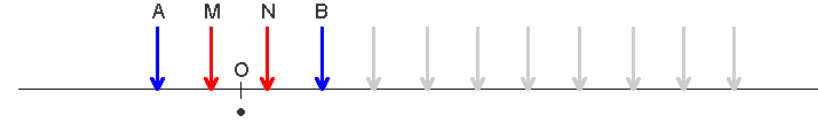
Klasik sistem (4 elektrot):

100 okuma 180 dakika



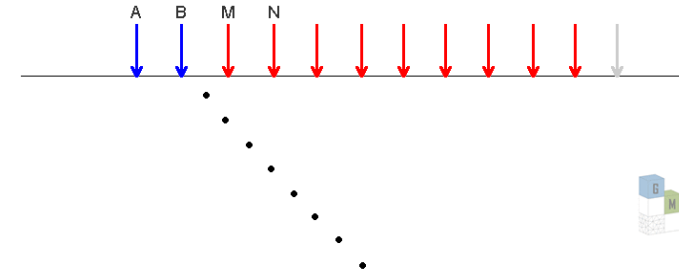
Çok elektrotlu tek-kanallı:

100 okuma 60 dakika



Çok elektrotlu 8-kanallı:

100 okuma 3 dakika



Nerelerde Ölçü Alınır ?



Denizde
(Deniz tabanı ve yüzeyinde)

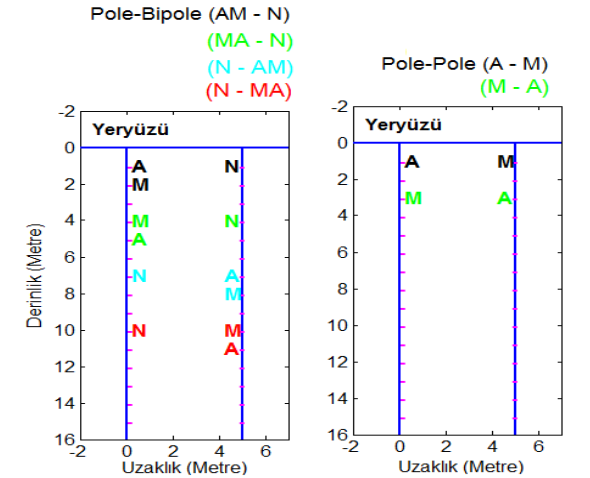
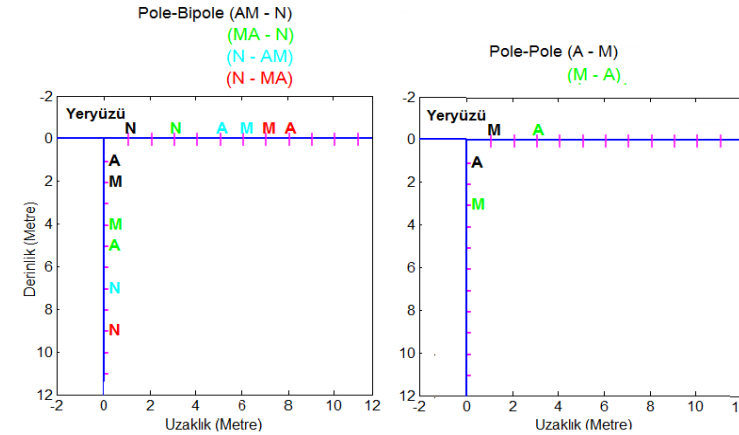
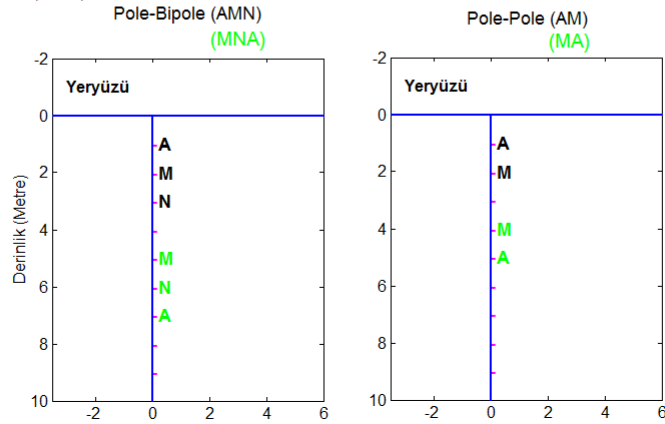
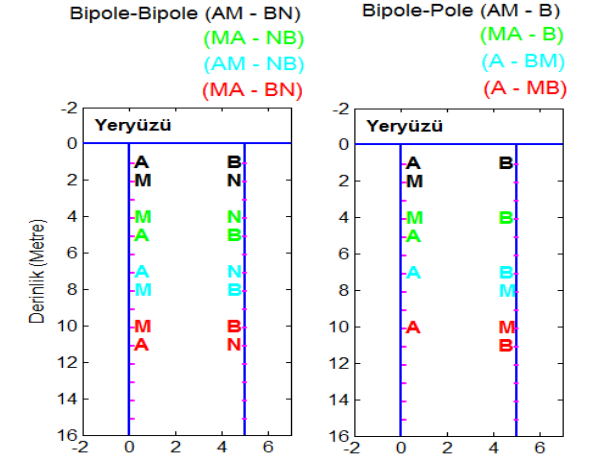
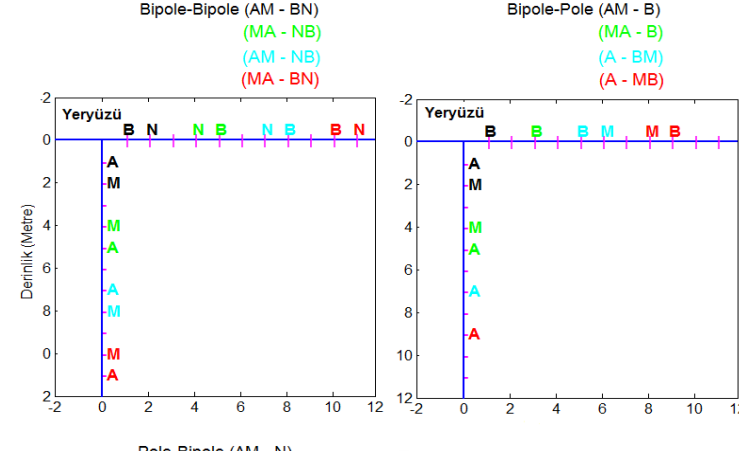
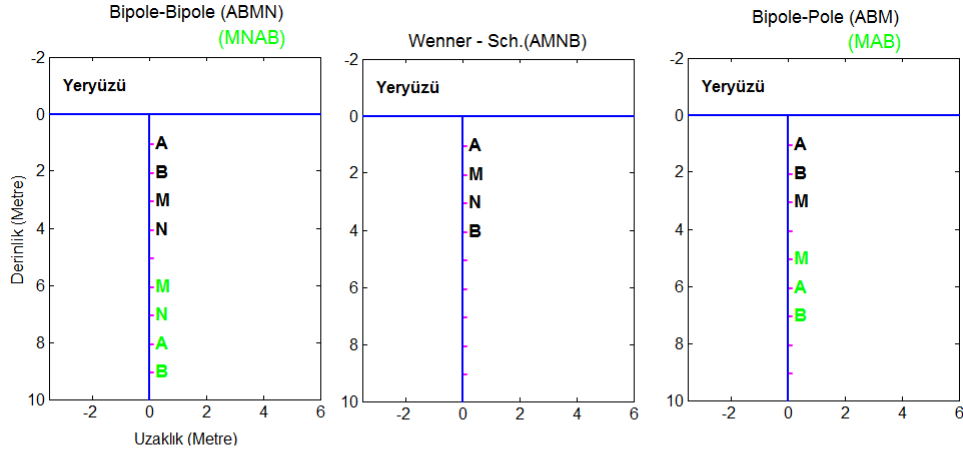


Karada



Kuyu İçinde

Kuyu İçi DAÖ Uygulamaları

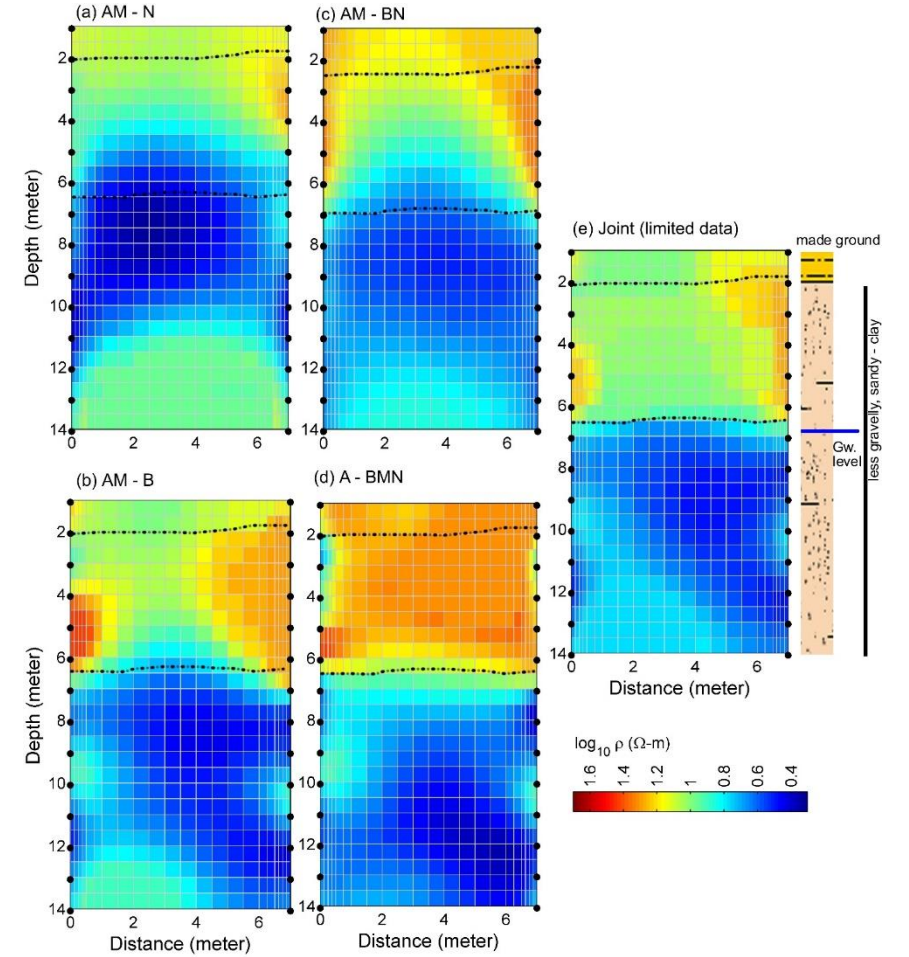
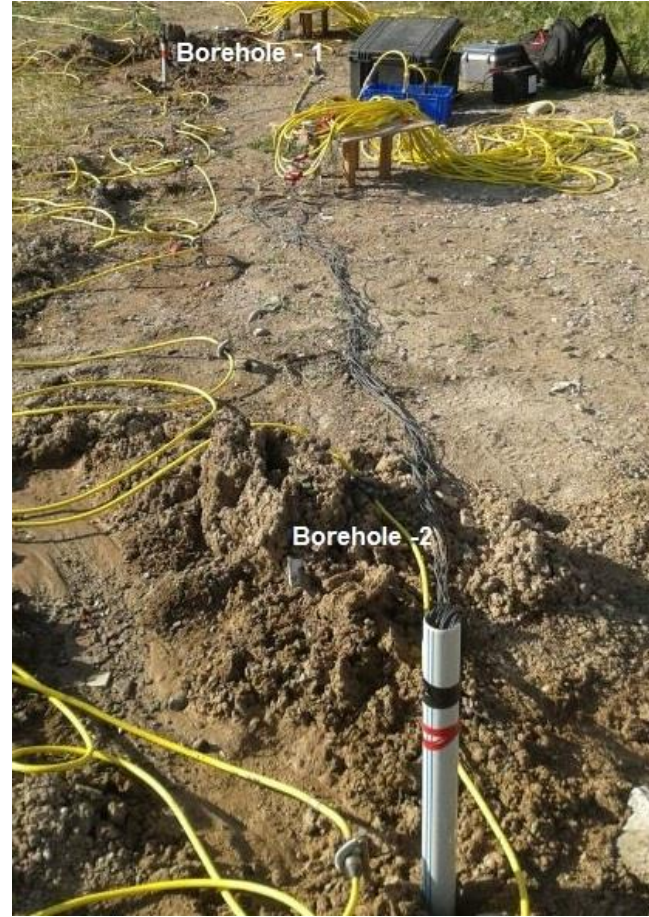


Tek Kuyu

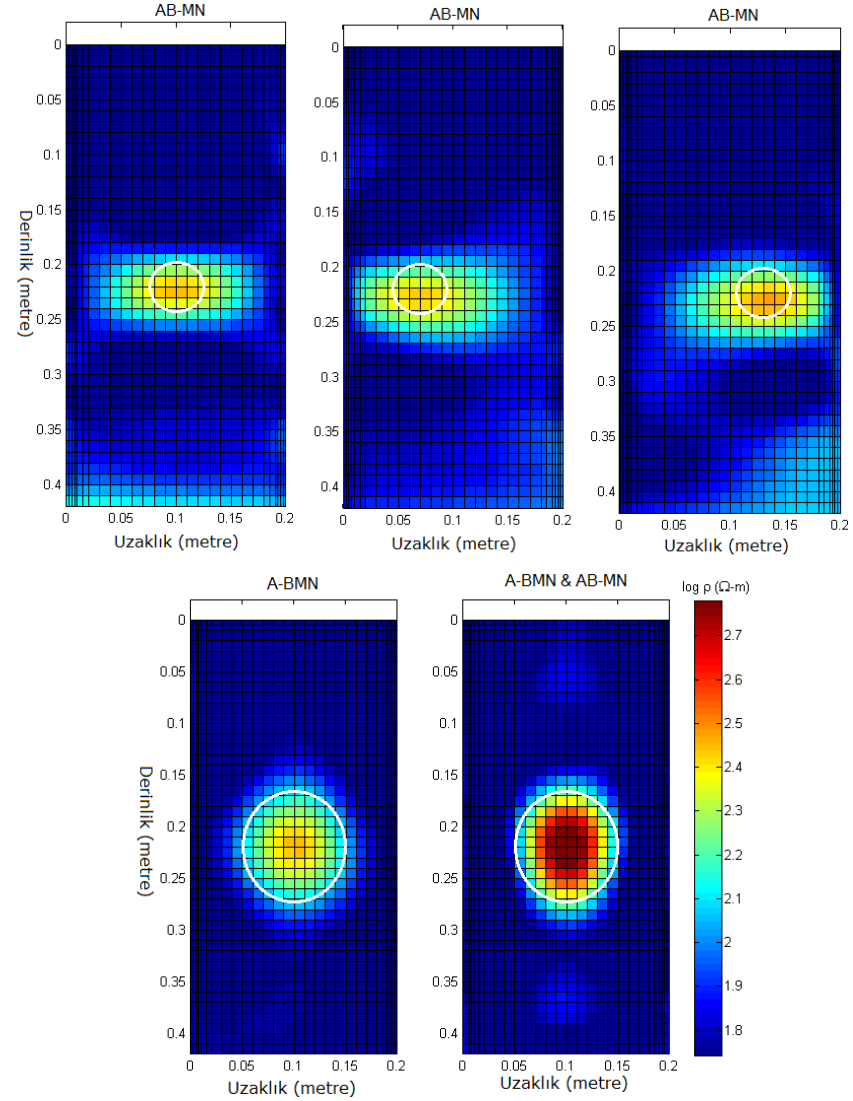
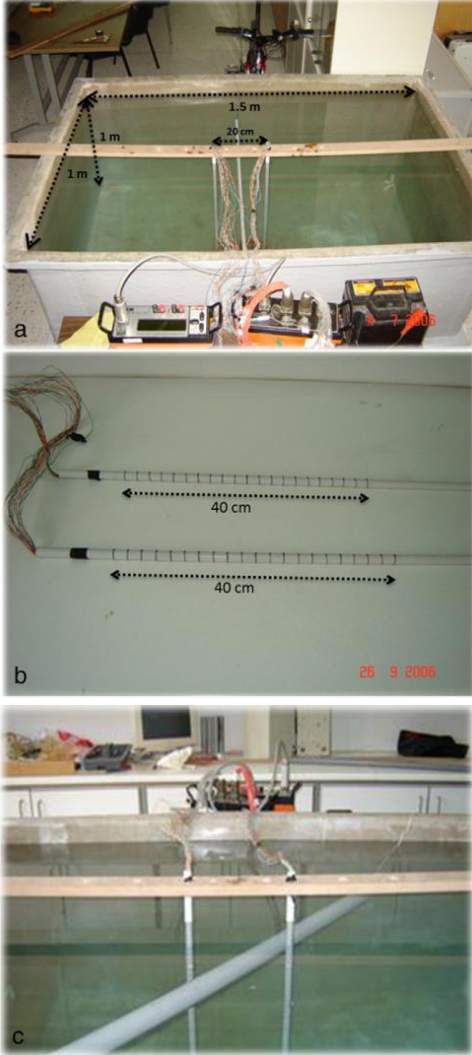
Kuyu-Yüzey

Kuyu-Kuyu

Kuyu İçi DAÖ Uygulamaları



Kuyu İçi DAÖ Uygulamaları

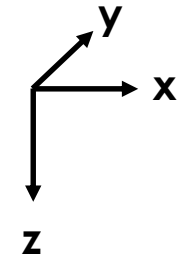
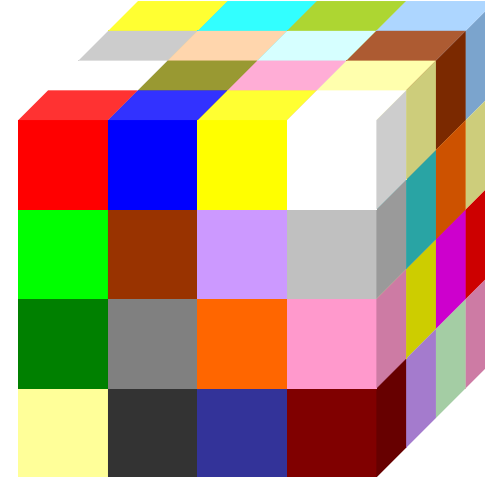
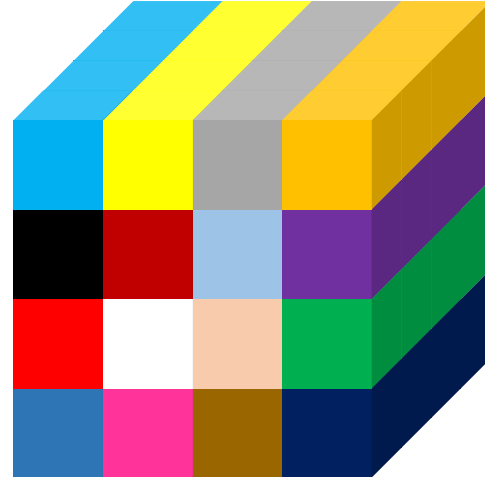
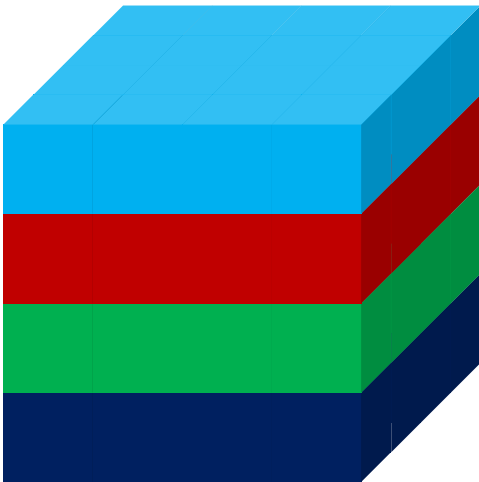


Veri Yorumu

Nitel yorum doğrudan jeofizik veri üzerinden yapılır. Bu tür bir değerlendirme yer altının durumu hakkında kabaca bir bilgi verir.

Nicel yorum ise, jeofizik verilerin bir matematiksel işleçten geçirilmesinden sonra elde edilen yer altı parametreleri kullanılarak yapılır. Jeofizik veriden, tanımlanan bir modelin parametrelerinin elde edilmesi işlemine **ters çözüm** denir.

DAÖ yönteminde veriler, **1-B, 2-B ve 3-B modeller** kullanılarak yorumlanır.



Model Bağıntıları

1-B Model Bağıntısı

$$\phi = \frac{I}{2\pi} \int_0^{\infty} T(\lambda) J_0(\lambda a) d\lambda$$

2-B Model Bağıntısı (Poisson Denklemi)

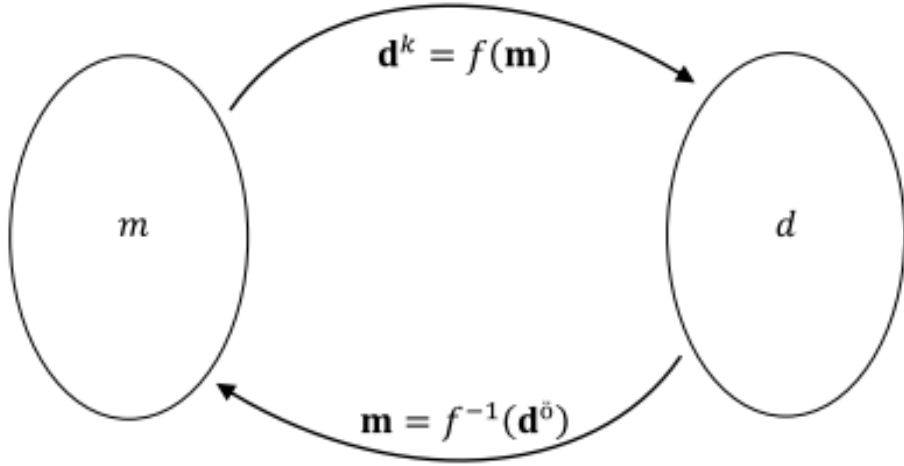
$$-\nabla(\sigma(x, z) \cdot \nabla \phi(x, y, z)) = I \delta(x - x_s) \delta(y) \delta(z)$$

3-B Model Bağıntısı (Poisson Denklemi)

$$-\nabla(\sigma(x, y, z) \cdot \nabla \phi(x, y, z)) = I(x, y, z)$$

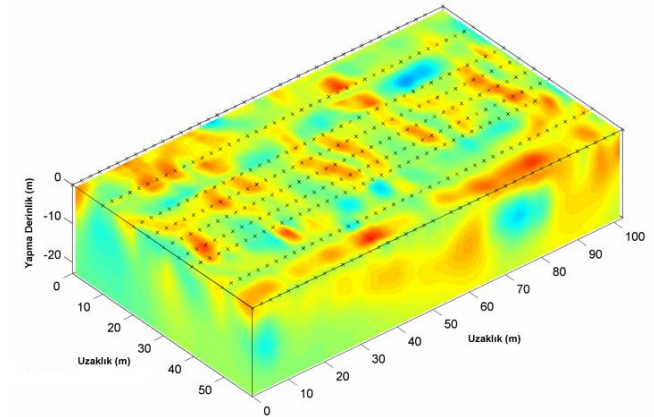
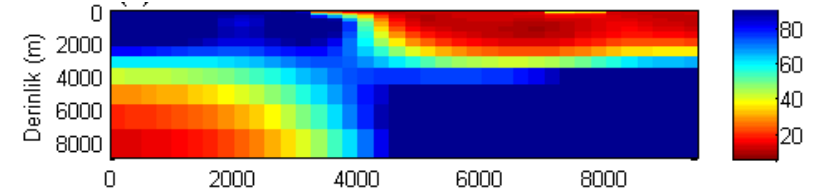
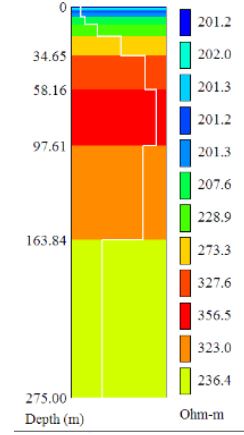
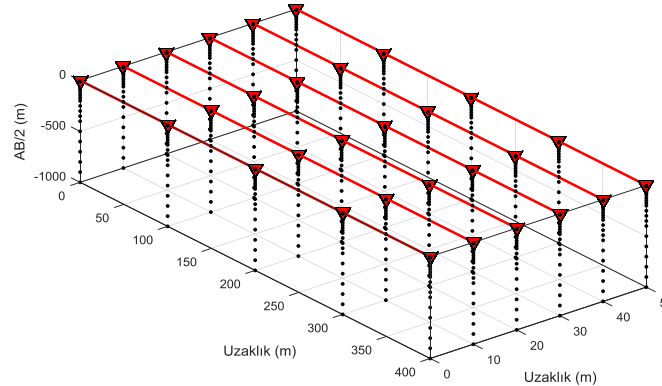
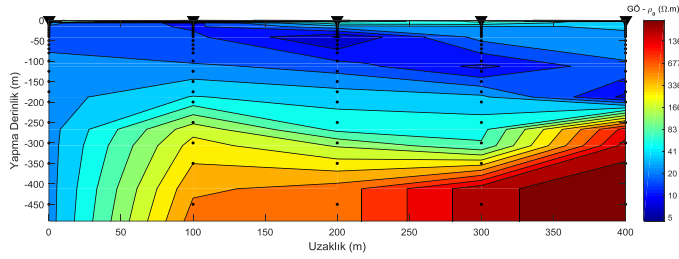
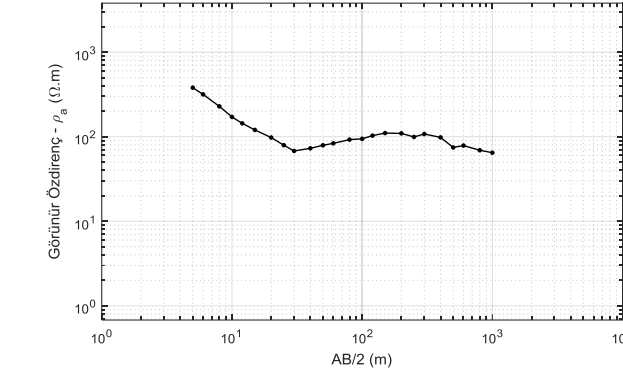
Ters Çözüm

Modelleme (Düz Çözüm)



$$\min \{ \Phi(\mathbf{m}, \mathbf{d}) + \alpha S(\mathbf{m}) \}$$

Ters Çözüm



ÇALISILAN ALAN:

ÖLÇÜYÜ ALAN :

AÇIKLAMA :

TARİH: ... / ... / 20...

PROFİL NO :

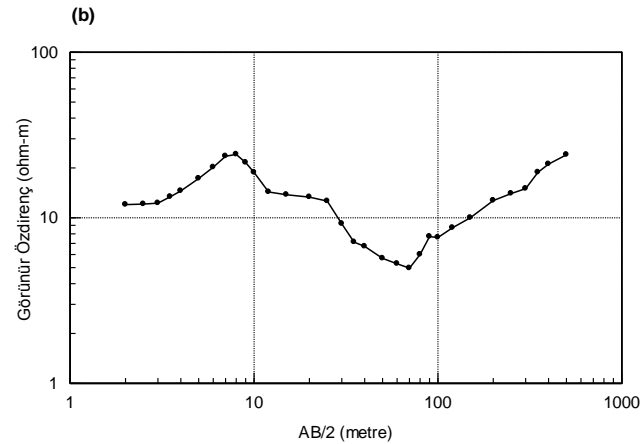
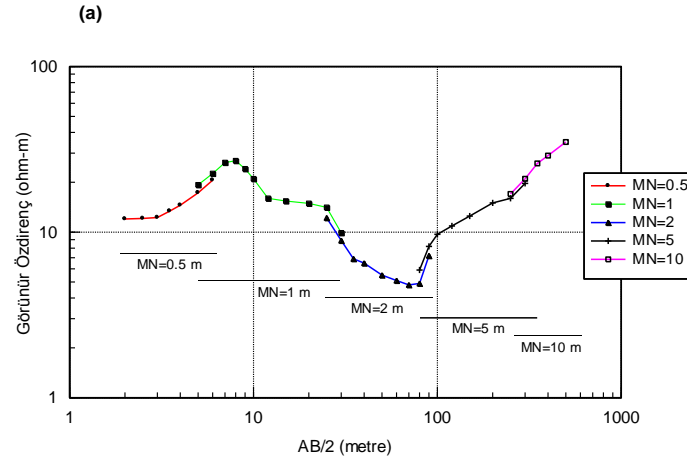
KOORDİNAT :

NO	AB/2	MN	K	I (mA)	Att	Ver.	Skala	ΔV	ρ _a
1	2	0.5	24.73						
2	2.5	0.5	38.86						
3	3	0.5	56.13						
4	4	0.5	100.09						
5	5	0.5	156.61						
6	5	1	77.72						
7	6	0.5	225.69						
8	6	1	112.26						
9	7	1	153.08						
10	8	1	200.18						
11	10	1	313.21						
12	15	1	705.72						
13	20	1	1255.22						
14	25	1	1961.72						
15	25	2	979.68						
16	30	1	2825.22						
17	30	2	1411.43						
18	40	2	2510.43						
19	50	2	3923.43						
20	50	2	3923.43						
21	60	2	5650.43						
22	70	2	7691.43						
23	80	2	10046.43						
24	80	5	4015.28						
25	90	2	12715.43						
26	90	5	5082.88						
27	100	5	6276.08						
28	120	5	9039.28						
29	150	5	14126.08						
30	200	5	25116.08						
31	250	5	39246.08						
32	250	10	19617.15						
33	300	5	56516.08						
34	300	10	28252.15						
35	400	10	50232.15						
36	500	10	78492.16						
37	600	10	113032.20						
38	700	10	153852.20						
39	800	10	200952.20						

$$K = \frac{\pi}{4} MN \left[\frac{AB^2}{MN^2} - 1 \right]$$

$$\Delta V = \frac{\text{Skala} * \text{Att}}{10 * \text{Vermiye}}$$

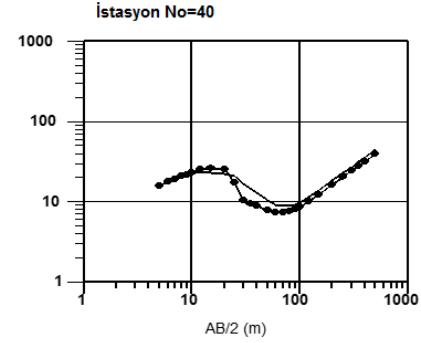
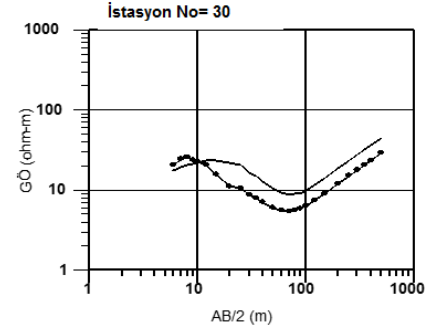
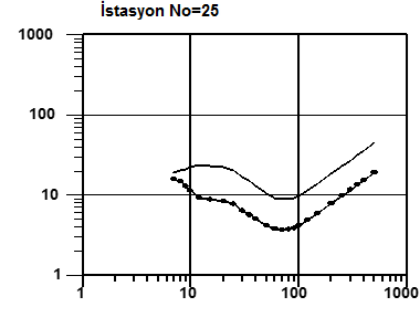
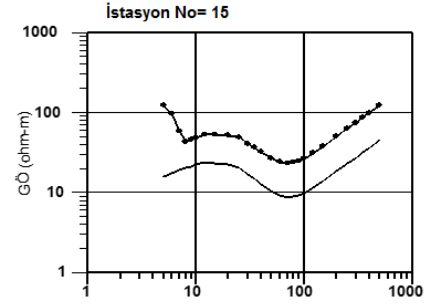
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$



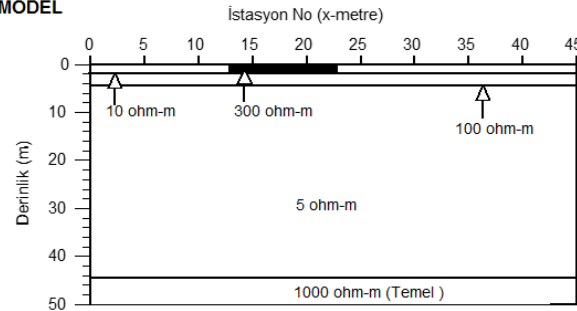
AB/2	MN	GÖ (ohm-m)	Oranlar
5	0.5	17.3	O1=20.1 / 17.3 = 1.16
5	1	20.1	
6	0.5	21.0	O2=23.2 / 21=1.1
6	1	23.2	

$$G.Ort. = \sqrt{O1.O2}$$

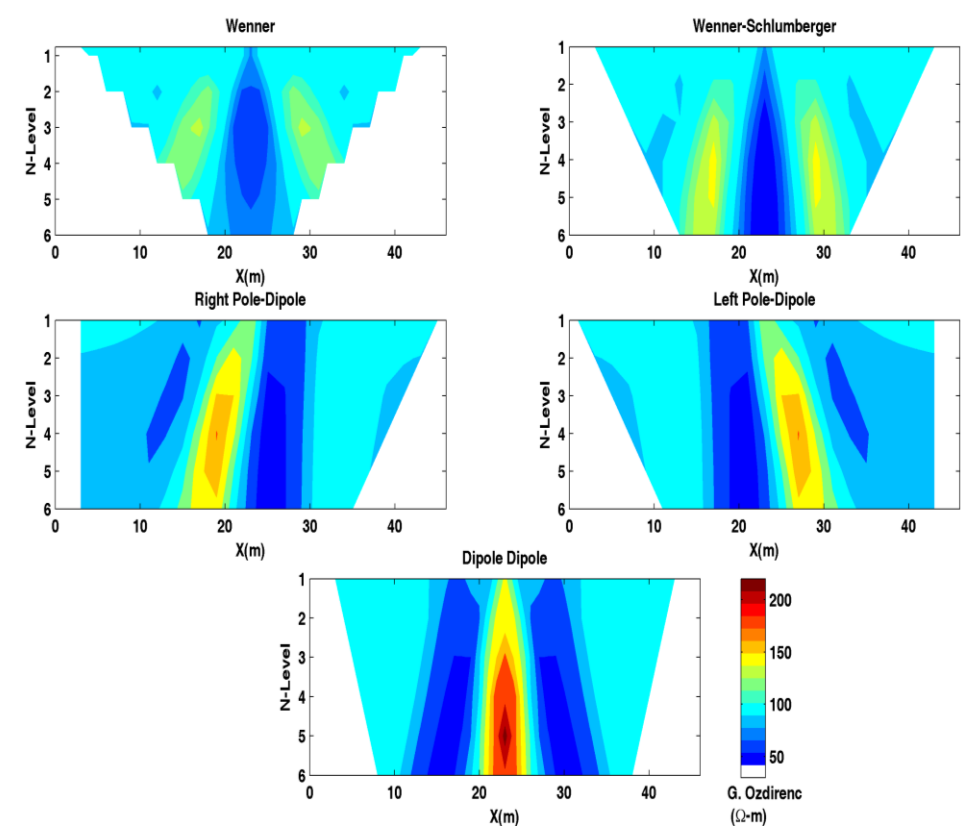
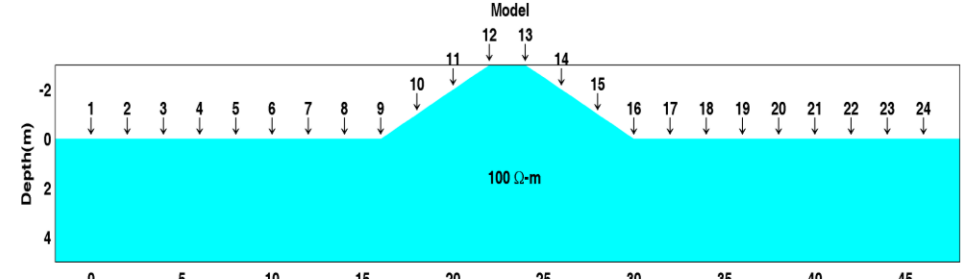
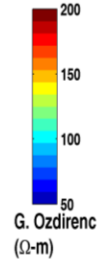
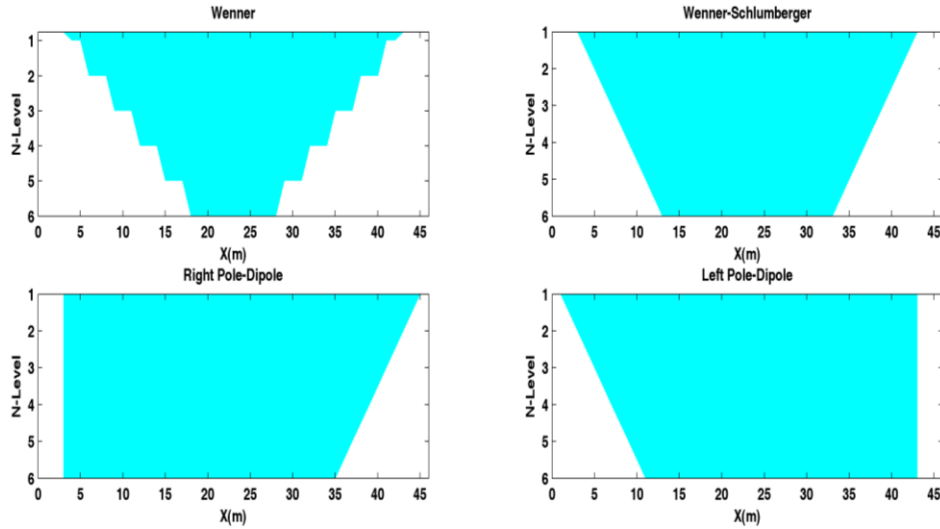
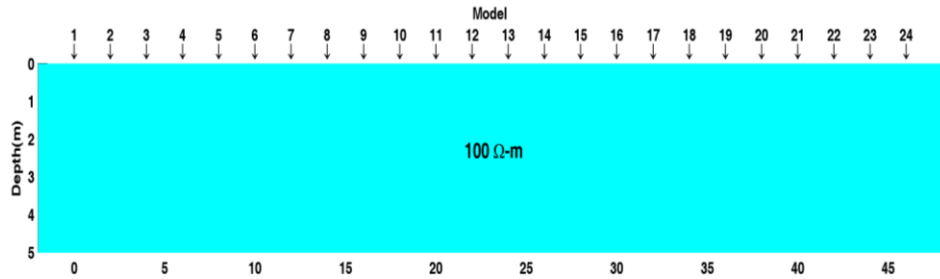
$$= \sqrt{1.16 \times 1.1} = 1.3$$



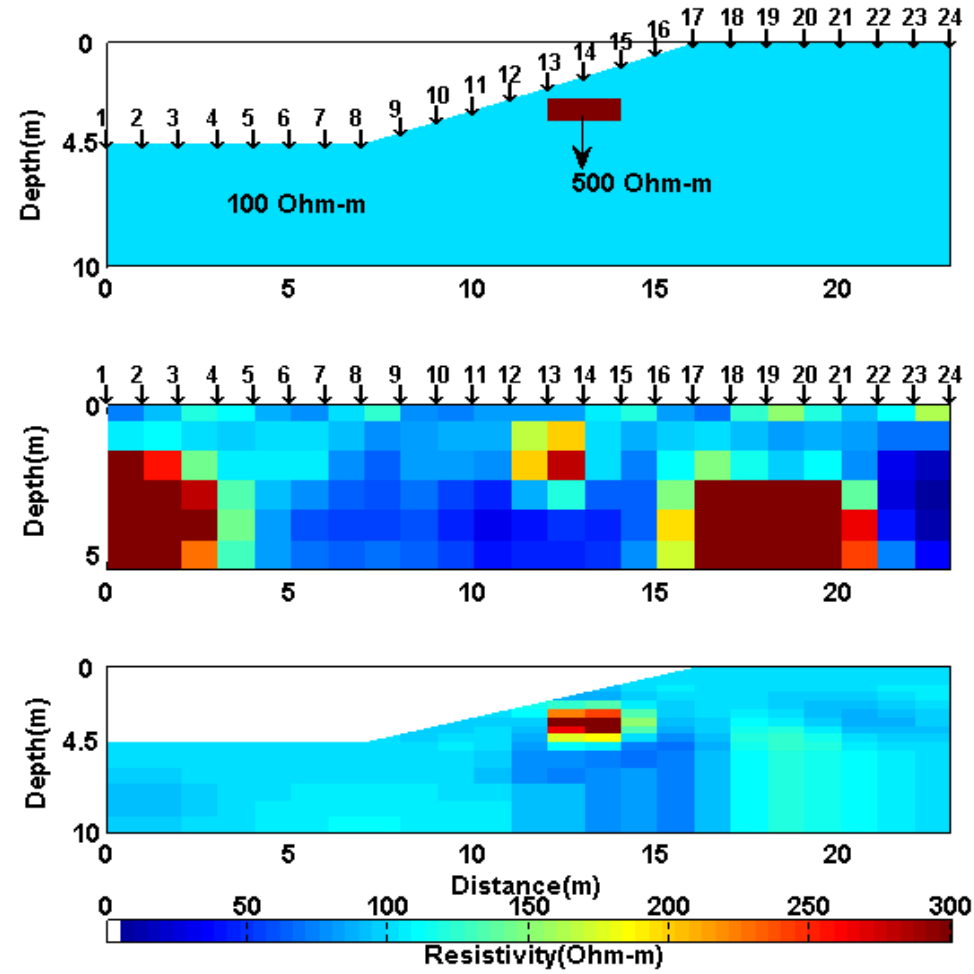
2-B MODEL

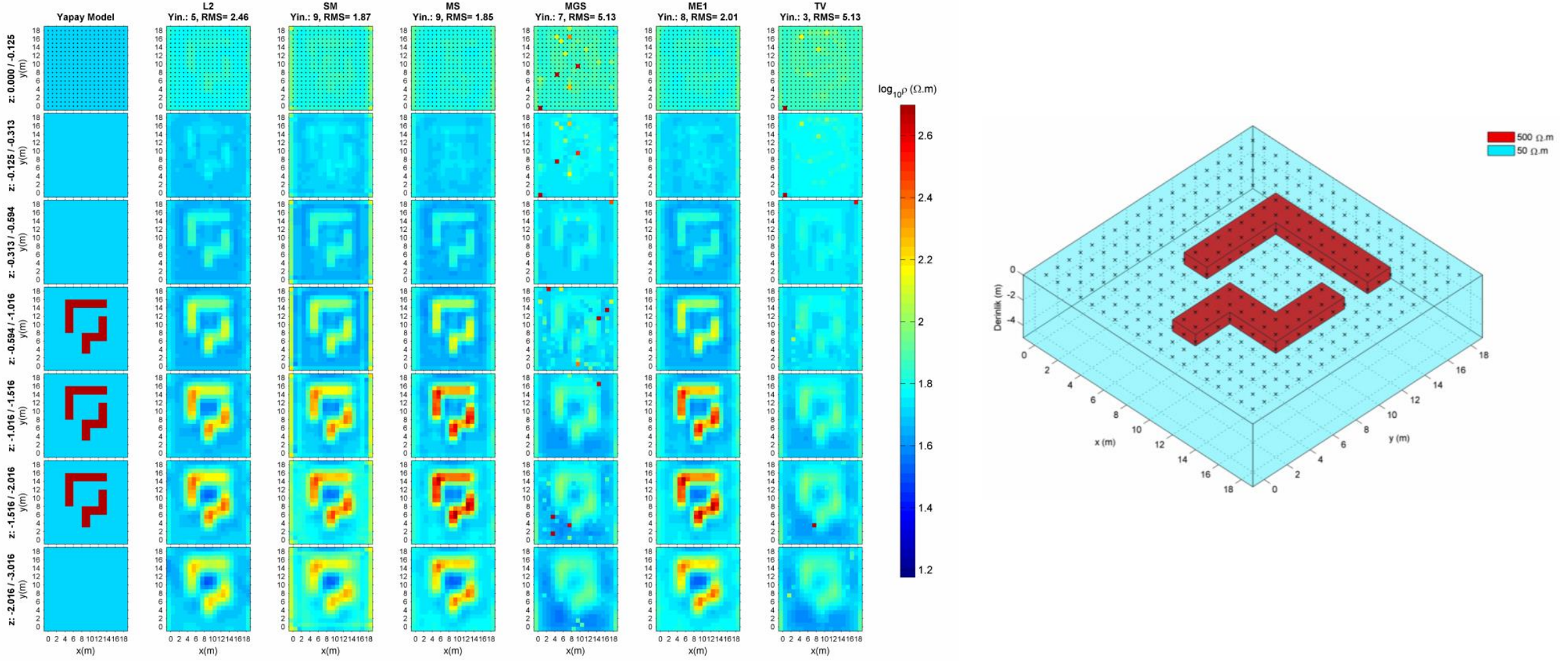


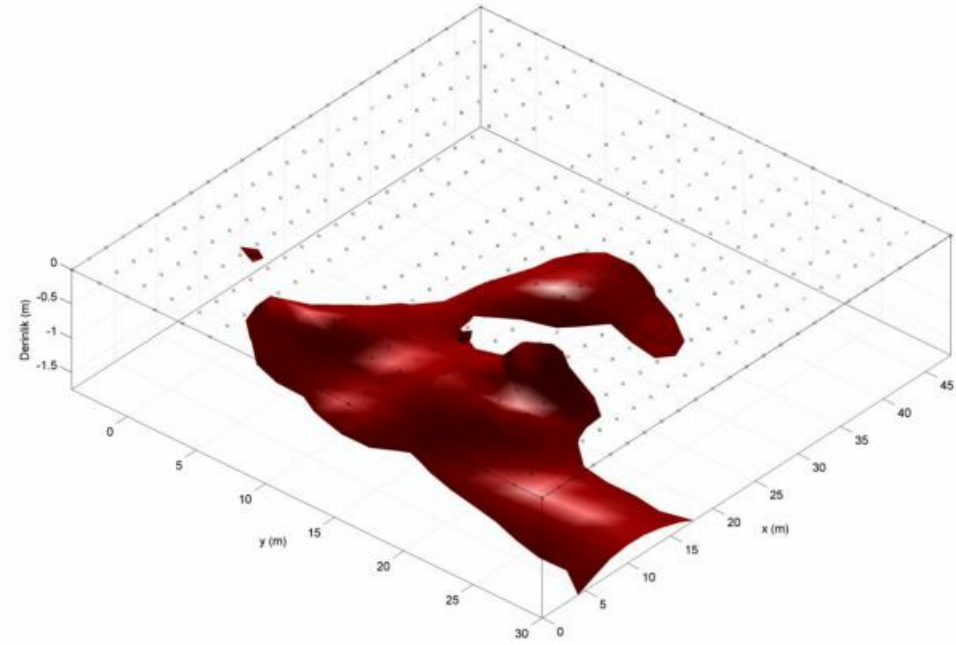
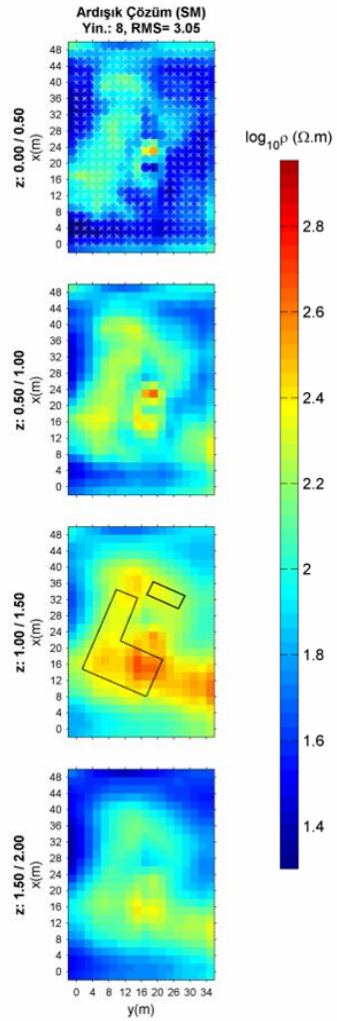
2B



2B







Kuyu İçi

