

**KELENDERİS ANTİK KENTİNDEKİ  
ARKEOLOJİK YAPILARIN  
ÖZDİRENÇ YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

**Cemile ÖZTÜRK**

**Yüksek Lisans Tezi  
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA, 2004**

**T.C**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KELENDERİS ANTİK KENTİNDEKİ**  
**ARKEOLOJİK YAPILARIN**  
**ÖZDİRENÇ YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

**Cemile ÖZTÜRK**

**Yrd. Doç. Dr. M. Ali KAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA, 2004**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : .....

Üye : .....

Üye : .....

Bu tez .....tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Tarih  
Prof.Dr.Remzi KARAGÜZEL  
Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	6
1.2 Çalışma Alanının (Kelenderis Antik Kenti)Tanıtımı.....	7
1.2.1 Konum.....	7
1.2.2 Tarihçe .....	9
2 KAYNAK BİLGİSİ .....	11
2.1 Bölgenin Genel Jeolojisi .....	11
2.2 Önceki Çalışmalar .....	11
2.2.1 Arkeolojik Çalışmalar .....	11
2.2.1.1 Kalıntılar .....	12
2.2.2 Jeofizik Çalışmalar.....	18
3 MATERYAL VE YÖNTEM .....	20
3.1 Materyal .....	20
3.2 Doğru Akım Özdirenç Yöntemi.....	21
3.2.1 Elektrot Açılımları .....	23
3.2.2 Schlumberger Elektrot Açılımı .....	25
3.2.3 Wenner Elektrot Açılımı .....	26
3.2.4 Wenner-Schlumberger Elektrot Açılımı .....	26
3.3 Doğru Akım Özdirenç Yönteminde (DAÖ) Veri Toplama ve Veri Sunumu . .....	28
3.3.1 Düşey Elektrik Sondajı .....	28
3.3.2 Profil Ölçüsü .....	29
3.3.3 Sondaj-Profil Ölçüsü.....	30
3.3.4 Seviye (Kat) Haritaları .....	31

3.3.5	Üç-Boyutlu (3-B Blok Diyagram) Tümlşik Çizim .....	32
4	DAÖ YÖNTEMİNDE YORUMLAMA .....	33
4.1	Basit Dönüşümler YardımylaYorumlama.....	34
4.2	Elektrik Yöntemlerde Modelleme ve Ters Çözüm .....	35
4.2.1	1-B Modelleme.....	36
4.2.2	2-B Modelleme.....	36
4.2.3	3-B Modelleme.....	37
4.2.4	Ters Çözüm .....	38
5	JEOFİZİK ÇALIŞMALAR.....	40
6	ARAŞTIRMA BULGULARI .....	44
6.2	A Alanında Yapılan Çalışmaların Sonuçları.....	48
6.2.1	Derinlik Haritaları .....	48
6.1.2	Seviye Haritaları.....	54
6.2.1	Derinlik Kesitleri.....	60
6.2.2	B Alanı Seviye Haritaları .....	65
6.2.2.1	Seviye Haritaları.....	65
7	BASİT DERİNLİK DÖNÜŞÜMÜ İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	72
7.1	A Alanı.....	72
7.2	B Alanı.....	76
8	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	80
8.1	Sonuçlar.....	80
8.2	Öneriler.....	81
9	KAYNAKLAR .....	83
	ÖZGEÇMİŞ .....	85
	EKLER .....	86

## ÖZET

Arkeolojik kazılarda kazının daha ekonomik ve hızlı sürdürebilmesi için, arkeolojik alanda bulunan antik yapı kalıntılarının dağılımı, uzanımı ve derinliği gibi parametrelerin kazı öncesinden bilinmesi gerekmektedir. Jeofizik uygulamalarla antik yapı kalıntısının yeri, derinliği ve durumu ile ilgili bilgilerin edinilmesi, kısıtlı zaman ve ekonomik olanaklar ile yürütülen arkeolojik kazıların planlanması ve yürütülmesi aşamasında katkı sağlamaktadır. Bu, aynı zamanda kazı maliyetinin düşürülmesini, bilinçsiz kazı sonucu oluşacak zaman kaybının önüne geçilmesini ve kazı sırasında antik yapı kalıntısının görebileceği olası hasarların da enaza indirilmesini sağlamaktadır.

Kelenderis antik Kentinde (Aydıncık, İçel) jeofizik çalışmaların yürütüldüğü alan kentin Agora olarak adlandırılan ticaret merkezinin bulunduğu bölgedir. Kelenderis limanının batısında, hamamın güneyinde yer alan Agora'da kazı çalışması yapmadan önce, toprak altındaki olası yapı kalıntılarının olup olmadığını belirlemek amacıyla 2002 ve 2003 yıllarında olmak üzere iki aşamalı bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, arkeolojik alanlarda daha önce literatüre de geçmiş başarılı örnekleri bulunan doğru akım öz direnç yöntemi kullanılmıştır. Her iki aşamada 20x20 m' lik bir alanda (A ve B alanları) 1mx1m grid aralığı ile ölçümler yapılmıştır. Çalışmada Wenner-Schlumberger açılımı kullanılmış, a = 1 m seçilerek 5 seviye için ölçüm yapılmıştır. Her bir ölçüm profiline ait verilere 2 boyutlu ters çözüm uygulanması ile hazırlanan harita ve kesitlerde olası yapılara ait olabilecek belirgin izlere rastlanmıştır. Ters çözüm sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla alanın güneyindeki yüksek öz dirençli temsil eden izlerin bulunduğu bölgede açılan 1x1x0.5m boyutlarındaki araştırma çukurunda yıkılmış duvar kalıntıları bulunmuştur. Bu çalışma sonunda kazı alanı olarak önerilen alanların önümüzdeki dönemde kazılması ile diğer izlerin ne tür yapılara ait olduğu konusunda bilgiler edinilecektir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Öz direnç, Kelenderis, Arkeojeofizik, Ters Çözüm, Derinlik Dönüşümü

**ABSTRACT**

In archaeological excavations, parameters like the extension and depth of remains of ancient buildings in archaeological site should be known before the excavation to carry out an economic and fast excavation. With the use of applied geophysical methods, determining the buried ancient building's position, depth and condition assists in terms of time needed and lowering the cost of excavation. At the same time, this also reduces the risk of possible damages of buried ancient buildings those may be caused by classical archaeological excavations.

Agora of ancient city of Kelenderis (Aydıncık / İçel) is the place where geophysical survey performed. Two geophysical (resistivity) surveys were carried on two area (20mx20m) with a 1x1 m grid spacing. Area A, is investigated in 2002, and the survey in area B is performed in 2003.

In this study, Wenner-Schlumberger electrode array has been used with spacing  $a = 1$  m and  $n = 1$  to 5. 2-D inversion is applied to data of each profile. In the depth sections and level maps, gathered from inversion results, noteworthy resistivity anomalies are seen those represents the presence of probable ancient buildings. A test excavation was made at the south of the study area to justify the inversion results with dimension 1x1x0.5m. In this test excavation wall ruins are found. Other anomalous regions are suggested for future excavations.

**KEYWORDS:** Resistivity, Kelenderis, Archaeogeophysics, Inversion, Depth Conversion

## TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, gerek teorik ve gerekse arazi çalışmalarında yön gösteren ve yardımlarını esirgemeyen, tezimin her aşamasında gösterdiği yakın ilgi sebebiyle tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Ali KAYA'ya, şükranlarımı arz ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca özellikle Isparta'daki lisans ve lisansüstü eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Antalya'da bulunan ailemin tüm fertlerine teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarının yürütülmesi esnasında sağladığı yardımlardan dolayı Arş. Gör. Çağlayan Balkaya'ya teşekkür ederim.

Kelenderis araştırmasında her türlü desteği veren Konya Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Levent ZOROĞLU ve Arş. Gör. Mehmet TEKOC AK' a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımda kuramsal ve yazım aşamalarında desteğini hep hissettiğim ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. İrfan Akça'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım esnasında literatür ve kaynak temini aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Semih Tezcan'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi süresince her türlü desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Demir Demiray'a teşekkür ederim.

Tez yazım düzenlemesine yardımcı olan Arş. Gör. Ö. Nevzat Yiğit'e teşekkür ederim.

Bu çalışmada düşüncelerini esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Dr. Ergün Türker'e ve bölümümüzün değerli öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.

Cemile ÖZTÜRK



**SİMGELER DİZİNİ**

DAÖ	: Doğru Akım Özdirenç
GPR	: Georadar
k	: Geometrik katsayı
$\rho$	: Özdirenç
I	: Akım
$\Delta V$	: Gerilim elektrotları arasındaki gerilim farkı
TEM	: Transient Electromagnetic Method
MT	: Magnetotellüric Method
AMT	: Audio Magnetotellüric
$\rho_a$	: Görünür özdirenç
$\rho_{eff}$	: Efektif özdirenç
$\delta_{eff}$	: Efektif kalınlık
t	: Geçici zamanı
$\mu_0$	: Elektromanyetik dalganın havadaki yayılma hızı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Çalışma alanının konumu.....	8
Şekil 1.2	Anamur-Aydıncık Limanı'nın kuşbakışı görünümü.....	9
Şekil 2.1	Çalışma alanının genel jeolojisi (MTA, Türkiye Jeoloji Haritası 1/500000) .....	11
Şekil 2.2	Mersin-Antalya karayolu kıyısındaki tonozlu mezarlar.....	13
Şekil 2.3	Dörtayak anıt mezarı.....	14
Şekil 2.4	Aydıncık limanı ve liman hamamından görüntü.....	15
Şekil 2.5	Mozaik üzerindeki kent manzarası.....	16
Şekil 2.6	Demir ocakları yanında ortaya çıkarılan mozağın görünümü.....	16
Şekil 2.7	Jeofizik çalışmaların yürütüldüğü alanlar, A alanı 2002, B alanı ise 2003 yılı çalışmaları ile araştırılmıştır. ....	19
Şekil 3.1	Doğru akım öz direnç yönteminin uygulanması ve akım-gerilim çizgilerinin yer içindeki yayılımı (Çağlar, 2002).....	22
Şekil 3.2	Homojen ve katmanlı ortamlarda akım çizgilerinin davranışı (Çağlar, 2002) .....	23
Şekil 3.3	Çeşitli elektrot açılımlarında akım ve gerilim elektrotlarının konumları ve geometrik katsayıları (Çağlar, 2002).....	25
Şekil 3.4	Wenner-Schlumberger elektrot diziliminde elektrotların konumları ve çok kanallı veri toplama düzeneği (Loke, 2000).....	27
Şekil 3.5	Görünür öz direnç sondaj eğrisi .....	29
Şekil 3.6	Görünür öz direnç profil eğrisi.....	30
Şekil 3.7	Görünür öz direnç yapma-kesiti.....	31
Şekil 3.8	Görünür öz direnç seviye haritası. ....	32
Şekil 3.9	Paralel (koşut) profillerde alınan ölçülerin 3-B tümleşik çizimi (blok diyagramı) ile gösterimi .....	33
Şekil 4.1	Jeofizikte yer içini temsil etmek üzere kullanılan modellerden 1-B model.....	36
Şekil 4.2	2-B modelleme ağı.....	37
Şekil 4.3	Yeriçinin 3-B modellenemsi içi kullanılan model ağı .....	38
Şekil 4.4	Nicel yorumlamanın basitleştirilmiş akış şeması (Başokur, 2002).....	39

Şekil 5.1	Arkeolojik ve jeofizik çalışmaların yürütüldüğü alanın görünümü.....	41
Şekil 5.2	Çalışma alanı görünümü .....	42
Şekil 5.3	Çalışma alanlarında profillerin plan görünümü. A alanı 2002 yılında yapılan çalışmalarla, B alanı ise 2003 yılında yapılan çalışmalarda araştırılmıştır .....	43
Şekil 6.1 (a)	Ölçülen veri (A2 profili), (b) Hesaplanan (kuramsal) veri (c) 5 Yineleme sonucu bulunan model (RMS = %2.3) .....	46
Şekil 6.2 (a)	Ölçülen veri (B5 profili), (b) Hesaplanan (kuramsal) veri (c) 5 Yineleme sonucu bulunan model (RMS = %2.9) .....	47
Şekil 6.3	A1 profili derinlik kesiti.....	48
Şekil 6.4	A2 profili derinlik kesiti.....	49
Şekil 6.5	A3 profili derinlik haritası.....	49
Şekil 6.6	A4 profili derinlik kesiti.....	50
Şekil 6.7	A5 Profili derinlik kesiti. ....	50
Şekil 6.8	A6 profili derinlik kesiti.....	51
Şekil 6.9	A7 profili derinlik kesiti.....	52
Şekil 6.10	A8 profili derinlik kesiti.....	52
Şekil 6.11	A9 profili derinlik kesiti.....	53
Şekil 6.12	A10 profili derinlik kesiti.....	53
Şekil 6.13	A alanında $z = 0$ m için seviye haritası .....	54
Şekil 6.14	A alanında $z = -0.35$ m için seviye haritası.....	55
Şekil 6.15	A alanında $z = -0.71$ m için seviye haritası.....	55
Şekil 6.16	A alanında $z = -1.06$ m için seviye haritası.....	56
Şekil 6.17	A alanında $z = -1.42$ m için seviye haritası.....	57
Şekil 6.18	A alanında $z = -1.60$ m için seviye haritası.....	57
Şekil 6.19	A alanında $z = -1.77$ m için seviye haritası.....	58
Şekil 6.20	A alanında $z = -2.13$ m için seviye haritası.....	59
Şekil 6.21	A alanında $z = -2.5$ m için seviye haritası.....	59
Şekil 6.22	B1 profili derinlik kesiti.....	60
Şekik 6.23	B2 profili derinlik kesiti.....	60
Şekil 6.24	B3 profili derinlik kesiti.....	61
Şekil 6.25	B4 profili derinlik kesiti.....	61

Şekil 6.26	B5 profili derinlik kesiti.....	62
Şekil 6.27	B6 profili derinlik kesiti.....	62
Şekil 6.28	B7 profili derinlik kesiti.....	63
Şekil 6.29	B8 profili derinlik kesiti.....	63
Şekil 6.30	B9 profili derinlik kesiti.....	64
Şekil 6.31	B10 profili derinlik kesiti.....	64
Şekil 6.32	B11 profili derinlik kesiti.....	65
Şekil 6.33	B alanında $z = 0m$ için seviye haritası.....	66
Şekil 6.34	B alanında $z = -0.35m$ için seviye haritası.....	66
Şekil 6.35	B alanında $z = -0.71m$ için seviye haritası.....	67
Şekil 6.36	B alanında $z = -1.06m$ için seviye haritası.....	68
Şekil 6.37	B alanında $z = -1.42m$ için seviye haritası.....	68
Şekil 6.38	B alanında $z = -1.60m$ için seviye haritası.....	69
Şekil 6.39	B alanında $z = -1.77m$ için seviye haritası.....	70
Şekil 6.40	B alanında $z = -2.13m$ için seviye haritası.....	70
Şekil 6.41	B alanında $z = -2.5m$ için seviye haritası.....	71
Şekil 7.1	A5 profili derinlik kesiti.....	72
Şekil 7.2	A5 profilinin basit derinlik dönüşümü.....	72
Şekil 7.3	A alanı $z = -0.71m$ seviye haritası.....	73
Şekil 7.4	A alanı $z = -0.71m$ için basit derinlik dönüşümü.....	73
Şekil 7.5	A alanında $z = -0.17 m$ için seviye haritası.....	75
Şekil 7.6	A alanında $z = -0.17 m$ için basit derinlik dönüşüm seviye haritası.....	75
Şekil 7.7	B8 profili derinlik kesiti.....	76
Şekil 7.8	B8 profilinin basit derinlik dönüşümü.....	76
Şekil 7.9	B alanı $z = -1.06m$ seviye haritası.....	77
Şekil 7.10	B alanı $z = -1.06m$ için basit derinlik dönüşümü.....	77
Şekil 7.11	B alanında $z = -0.7 m$ için seviye haritası.....	79
Şekil 7.12	A alanında $z = -0.7 m$ için basit derinlik dönüşüm seviye haritası.....	79

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu varolduğu günden beri üzerinde yaşadığı dnyayı ve dnyada gerçekleşen olayları anlamaya ve aydınlatmaya çalışmıştır. Yüz binlerce yıllık birikimleri ile medeniyetler kurmuş ve her yeni deneyimin ve bilginin üzerine dnyayı anlama merakıyla yenilerini ekleyerek, bugun yeryüzündeki yaşama yön veren varlık konumuna gelmiştir. Edindiği bilgi birikimi sayesinde merakının sınırları üzerinde yaşadığı dnyanın ötesinde evreni tanıma yolunda adımlar atılmış ve bulunduğu her cevap yeni soruları beraberinde getirmiştir. şüphesiz ki insanın bilimde, teknolojiye bulunduğu nokta geçmişinden bugüne taşıdığı bilgiler ve deneyimleri sayesinde.

Arkeoloji insanın geçmişinden bugüne bıraktığı her nesneden yola çıkarak geçmişi ve bugün bulunduğu noktaya nasıl geldiğini araştıran bir toplum bilim olarak yine insanın merakından ortaya çıkmıştır. Arkeolojinin tarihi eski Yunana kadar dayanmakla birlikte ilgilendiği zaman dilimi 3 milyon yıl öncesine kadar dayanır. Bu zaman diliminden yalnızca son 5000 yılı yazılı kaynaklar içerir (Groiler Incorporated,1993). Yazının icadından önceki dönem tarihçiler tarafından “prehistorya” olarak adlandırılır ve bu dönem hakkında yalnızca insanın kullandığı aletler ve yaşadığı ortamlardan geriye kalanlar sayesinde bilgi edinilebilmektedir. Dolayısıyla insan geçmişin bu dönemine ait bilgiye arkeoloji bilimi sayesinde ulaşabilmektedir.

İnsanın geçmişini aydınlatmak için arkeoloji gibi bir bilime ihtiyaç duymasının nedeni kurduğu medeniyetlerin ve bu medeniyetlere ait izlerin zamanla kaybolması, yerlerini yenilerinin alması ya da tahrip olmasıdır. Geçmiş medeniyetlerin izlerinin bulunması sürecinde yalnızca yazılı kayıtların kullanılması zamanla yeterli olmamış, arkeoloji, değişik bilim dalları ile çalışmaya gereksinim duymuştur. Dünya savaşlarının tetiklediği teknolojiye hızlı gelişmede değişik donanımları ortaya çıkartarak arkeolojinin hizmetine sunmuştur. Bu noktadan sonra arkeoloji değişik bilim dallarından akademisyen ve araştırmacıların birlikte çalıştığı bir bilim dalı haline gelmiştir. Bu bilim dallarının tamamı “arkeometri” başlığı altında toplanmaktadır.

Jeofizik de değişik yöntemleri ile 1940'lı yıllardan itibaren arkeometri içinde yerini almıştır.

Arkeoloji biliminin en önemli dallarından biri, arkeolojik kalıntı olarak tanımlanan her şeyin (yerleşim yerleri, limanlar, mezarlar, atölyeler vs.) kazılar yapılarak gün ışığına çıkarılmasıdır. Kazılar, maliyeti açısından pahalı, işgücü açısından zahmetli ve zaman alan çalışmalardır. Bunun yanında toprak altındaki yapıların yeraltındaki yönelimleri, derinlikleri ve konumları bilinmediğinden kazı çalışmaları sırasında tahrip olma ya da uzun uğraşlarla yapılan kazılardan sonra hiçbir şey elde edilmemesi olasılıkları da vardır. İşte jeofizik, arkeoloji bilimine katkısını bu noktada koymaktadır.

Jeofizik insanın üzerinde yaşadığı dünyayı anlama ve anladıkça artan ihtiyaçlarını karşılamak için verdiği uğraşlar sonucu ortaya çıkan bir doğa bilimidir. Uygulamalı jeofizik, esas olarak petrol, doğal gaz gibi enerji kaynaklarının bulunması ve işletilmesi, maden ve yer altı zenginliklerinin aranması, yer altı suyunun bulunması gibi konularda çalışırken günümüzde çok değişik mühendislik uygulamalarında ve arkeolojide de kullanılmaktadır.

Jeofizik arama yöntemlerinin arkeolojik alanlarda uygulamaya başlaması, 1940'lı yılların ortasına rastlar. Bilinen ilk çalışma, 1946 yılında Atkinson tarafından İngiltere' de bir öz direnç uygulamasıdır (Atkinson, 1952). Manyetik ise yaklaşık 10 yıl gibi bir aradan sonra, proton manyetometrelerinin kullanımına girmesiyle, 1957 yılında Belshé tarafından İngiltere' de uygulanmıştır. Bu tarihlerden sonra bu iki yöntemi değişik alanlarda deneyen birçok araştırmacı, böylece ilk araştırma gruplarının da temelini atmıştır. 1960' lı yıllarda elektronik teknolojisindeki ilerleme ile diğer yöntemlerinde arkeolojik alanlarda denenmesine ve gelişimine olanak tanımıştır. Georadar, uygulama alanına en geç giren yöntem olmasına karşın (ilk olarak 1970'li yılların başında uygulanmıştır), günümüzde öz direnç ve manyetikten sonra kullanım yoğunluğunda üçüncü sırayı almıştır (Drahor, 1991).

Arkeoloji, bizim ülkemiz açısından daha bir önemlidir. Zengin kaynakları ve olağanüstü önemli coğrafyası ile Anadolu, her dönemde medeniyetlerin beşiği olmuştur. Bu özelliği nedeni ile insanın ileriye doğru attığı her adımın izini taşımaktadır. Bir açık hava müzesi olarak adlandırılan bu topraklar üzerinde, ne yazık ki geçmişimizden bugüne kalan tarih ve kültür mirasına gereken ilgi gösterilmemiştir. Osmanlı İmparatorluğunun son dönemlerinde, dünyanın dört bir yanından gelen arkeologlar ülkemizin barındırdığı tarih mirası üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu araştırmacıların bir kısmı bilimsel çalışmalar yapıp insanlık tarihine ışık tutarken bir çoğu da buldukları eserleri ülkelerine kaçırarak kendi kültür mirasları olarak sahip çıkmışlardır. Bugün ülkemiz topraklarından kaçırılıp götürülen bir çok eser dünyanın değişik müzelerinde sergilenmektedir. Bunun dışında, paha biçilemez sanat eserleri, tarihi belgeler ve birçok arkeolojik kalıntı define avcıları ve tarihi eser kaçakçıları tarafından tahrip ve talan edilmiştir. Son dönemde Kültür Bakanlığı ve çeşitli toplumsal kuruluşlar tarafından, sahip olduğumuz tarih ve kültür mirası envanteri çıkarılmaya ve koruma altına alınmaya çalışılmaktadır.

Türkiye’de arkeojeofizik yöntemlerin ilk uygulama örnekleri ancak 1960’ lı yılların başında görülür. Giges ve Nemrud dağ tümülüsleri ile Keban kurtarma kazılarındaki uygulamalar ilk örneklerdir. Keban araştırmaları dışında diğer çalışmalar yabancı bilim insanları tarafından ve yurtdışındaki kullanım, gelişime uygun yöntemlerle (o gün için özdirenç ve manyetik) yapılmıştır. Bu konuda çalışan ilk Türk araştırmacı İÜ’den Dr. Ali Yaramancı’dır. 1970’de ODTÜ’nün büyük destekle başlattığı Keban kurtarma kazıları sırasında Tepecik ve Norşun höyüğü ile Ağın kalesinde jeofizik özdirenç çalışmaları yapmıştır. Ancak bu çalışmalara ilişkin bir yayın bulunmamaktadır. Özellikle 1970’li yıllarda kuramsal çalışmaların, teknolojik ilerlemenin de etkisiyle, hızla gelişmesi; diğer birçok jeofizik yönteminde arkeolojik alanlarda uygulanmasına olanak vermiştir. Bu gelişimin etkisiyle, uygulamalarda büyük bir artış ortaya çıkmış ve bu etki, 1980’li yılların ikinci yarısından başlayarak Türkiye’ye de yansımış ve Anadolu’nun değişik yerlerindeki arkeolojik alanlarda yoğun jeofizik araştırmalar başlamıştır. Türk araştırmacıların önemli bir bölümü, ilk araştırmalarını tümülüsler üzerinde yoğunlaştırmış ve çalışmalar sırasında genellikle daha önce kazılmış tümülüsler üzerinde yapılan ölçümlerle; derinliği ve konumu

belirli mezar odaları saptanmaya çalışılmıştır. Dünyadaki örneklerine benzeyen şekilde Türkiye’de de öz direnç ve manyetik yöntemler geniş bir uygulama alanı bulmuştur. 1992 yıllarında Tarsus Donuktaş tapınağı jeofizik yöntemlerle araştırılmış, ilk aşamada, Herakles (Tarsus-İçel) tapınağının doğu ve güneyinde, temelin olup olmadığı araştırılmış, bu amaçla tapınağın çevresinde alfa, beta, gama, werner dizilimleri, Schulumberger düşey elektrik sondajları (DES) ve yarım Wenner kaydırma ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen ölçümler ilişki katsayısı, modelleme ve ters çözüm yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak tapınağın doğu ve güneyinde yer yer, kesikli olsa bile, temelin varlığı saptanmış ve olası temel planı çıkartılmıştır. Batı kesiminde ise 2-5 m derinlikleri arasında, temelde, doğudan batıya doğru kademeli bir düşüş saptanmıştır. Bu düşüşün, olasılıkla basamaklı yapıya karşılık geldiği düşünülmüştür. Yapılan jeofizik çalışmalardan elde edilen sonuçlardan kazı başkanına aktarılmış ve arkeolojik olarak beklenen yapıların jeofizik bulgularla desteklendiği anlaşılmıştır (Pınar vd, 1992).

“Moğolistan’da ki Türk Anıtları Projesi (MOTAP)” çerçevesinde iki alan öncelikli olarak seçilmiştir. Çalışmada doğru akım öz direnç yöntemi uygulanmış ve ölçümler çok kanallı öz direnç aleti ile birbirine paralel doğrultular boyunca iki-yönlü üç-elektrod dizilimi ile sondaj-profil ölçüsü şeklinde alınmıştır. Her profil eğrisi verisine iki-yönlü gradyen dönüşümü uygulanarak, olası yapıların konumları hakkında ön bilgiler edinilmiştir (Candansayar ve diğ., 1999). Daha sonra, sondaj- profil ölçüsü verilerine 2-B ters çözüm uygulanmıştır (Candansayar ve Başokur 2001). Bir alan için tüm sondaj-profil verilerinin 2-B ters çözümü sonucu elde edilen yer-elektrik modelleri biraraya getirilerek, öz direnç kat haritaları elde edilmiştir. Bu kat haritaları, alanın 3-B öz direnç yapısı hakkında bilgi vermektedir. Elde edilen 2-B yer elektrik modelleri ve öz direnç kat haritaları ile belirti veren olası yapıların konumu, boyutları ve derinliği bilgileri elde edilmiştir (Ulugergerli vd, 2001).

Afyon ili Emir dağ ilçesine bağlı Hisarköy’de Höyük ve aşağı şehir olmak üzere iki yerleşimden oluşan Amorium Antik kentinin çeşitli bölümlerinde, gömülü arkeolojik yapı kalıntılarını araştırmak amacıyla farklı yıllarda başarılı jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 2002 yılı jeofizik araştırmaları kapsamında ise aşağı şehirde, iki



farklı bölgede öz direnç ve manyetik yöntemleri ile ölçüler alınmıştır. Kazı çalışmalarının devam ettiği kilisenin kuzey bölgesinde 20mx40m boyutlarında bir alanda öz direnç ölçüsü yapılmıştır. Diğer jeofizik çalışma ise Büyük Bina olarak adlandırılan yapının doğusunda, 60mx80m boyutlarındaki alanda manyetik ve direnç ölçüsü şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veri gerekli veri işleme tekniklerinden geçirildikten sonra görüntülenmiştir. Yapılan görüntü zenginleştirme işlemleri sonucu oluşturulan direnç ve manyetik haritaları, arkeolojik yapıların gömülü mimari uzanımlarını belirlemede başarılı sonuçlar vermiştir. Elde edilen bu sonuçlara bağlı olarak gerekli görünen yerlerde deneme kazıları önerilmiştir (Kaya ve diğ., 2003).

Türkiye’de arkeolojik alanlar üzerinde özellikle son yıllardan beri uygulanan düzenli jeofizik çalışmalarla; bir taraftan jeofiziğin önemli bir uygulama alanı kazanması sağlanmış, diğer taraftan da arkeolojik kazı yönlendirmedeki önemi ortaya çıkmıştır. Böylece arkeojeofizik günümüzde Türk arkeologları ve jeofizikçileri tarafından benimsenmiş bir yöntem durumuna gelmiştir. Batı dünyası günümüzde arkeojeofiziği, arkeolojik bir kazıya başlamadan önce uygulanması gerekli bir yöntem durumuna getirmiştir (Drahor, 1991).

Jeofizik çeşitli uygulamalı yöntemleri ile arkeologların yukarıda belirtilen sorunlarına çözümler bulabilmektedir. Arkeolojik alanlarda yapılan jeofizik çalışmalarda, doğru akım öz direnç (DAÖ), manyetik ve yer radarı (GPR) yöntemleri sıklıkla başvurulan yöntemlerdir. Arkeolojik alanlarda yapılan jeofizik çalışmalar sonucunda arkeologlara, yeraltındaki yapıların konumları, yönelimleri, derinlikleri, örtü tabakasının kalınlığı hatta yapıların ne tür malzemelerden yapıldığı gibi bilgiler verilebilmektedir. Bu sayede kazı çalışmalarının planlanması ve yürütülmesi sırasında ortaya çıkan zaman, işgücü ve para kaybının önüne geçilebilmekte, kazı çalışmaları sırasında tahribatların ortaya çıkması engellenmektedir.

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Arkeolojik alanlardaki gömülü nesnelerin bulunmasında jeofizik yöntemler kapsamlı ve etkili uygulamalardır. Jeofizik yöntemlerle araştırılan arkeolojik yapıların yapıldığı, taş, kerpiç, başka yerden gelmiş dolgu toprak, ağaç, metal gibi malzemeler gömülü buldukları ortamlardan farklı fiziksel (özdirenç, yoğunluk, sismik hız, mıknatıslanma, radyasyon yayma) özellikler göstermeleri nedeniyle kolaylıkla belirlenebilirler.

Bu tez çalışmasının amacı, 1987 yılına gelinceye kadar birkaç küçük kurtarma kazısı dışında herhangi bir bilimsel çalışmanın yapılmadığı Kelenderis antik kentinde son yıllarda Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü tarafından yürütülen kazı ve kurtarma çalışmalarına katkı koymanın yanında, elde edilen jeofizik verilerin değişik yöntemlerle değerlendirilerek veriden en iyi bilginin elde edilmesi yönünde değişik işlem ve sunum tekniklerinin denenmesidir.

## **1.2. Çalışma Alanının (Kelenderis Antik Kenti)Tanıtımı**

### **1.2.1. Konum**

Orta Tracheianın (Dağlık Kilikya'nın) önemli bir liman kenti olan antik Kelenderis kentinin kalıntıları, Silifke'nin batısında, Anamur'un doğusunda, eskiden Gilindre olarak bilinen, bugünkü Aydıncık ilçesinde bulunmaktadır. İçel iline bağlı Aydıncık ilçesi, Silifke'nin 85 km batısında, Anamur'un 52 km doğusundadır. Mersin-Antalya devlet yolu üzerinde bulunan kent, kuzeyinde yer alan Gülnar ilçesine 32 km'lik bir yol ile bağlıdır (Şekil1.1). Kente ait kalıntılar, doğuda Sancak burnu ile, batıda Karabıyık burnu arasında kalan ve oldukça geniş yay çizen bir koyun batısında yoğunlaşmıştır. Bu koyun batı ucunda en yüksek noktası denizden yaklaşık 20 m olan ve kuzey doğu yöne doğru 170 metre kadar uzanan bir yarımada'nın oluşturduğu koy, kentin limanı olarak antik çağdan beri kullanılmaktadır. Söz konusu limanı güneyde sınırlandıran yarımada'nın karaya bağlandığı yerden itibaren batı yöne doğru arazi alçalır ve kuzey batıda, yerel adıyla Senir dağlarının ilk yamaçlarıyla buluşur (Zoroğlu, 2003). Çanak biçimli olan bu alan ve yarımada antik kentin asıl yerleşme yeridir. Şekil 1.2'de Aydıncık'tan bir fotoğraf görülmektedir



Şekil 1.1 Çalışma alanının konumu



Şekil 1.2 Anamur-Aydıncık Limanı'nın kuşbakışı görünümü

### 1.2.2. Tarihçe

Apollodoros'a göre kent, Kilikyalıların yerel bir tanrısı olan Sandokos tarafından kurulmuştur. Şehrin ilk halkının kim olduğu hakkında kesin kanıtlar olmamasına rağmen, kentin adı Hititlilerin akrabası olduğu düşünülen Luvilerden türetilmiş olmalıdır. Bir yamaç üzerinde kurulan Kelenderis, doğu ve batı arasındaki deniz yolu güzergahı üzerinde uygun bir konumda olması nedeniyle, belki de Hilakku bölgesinin bir metropolü olarak deniz ticaretinde önemli bir rol oynamıştır. P. Mela Kelenderis'in, Samoslular'ın bir kolonisi olduğundan bahseder. M.Ö. 8. yüzyıl sonlarında kent Fenikeliler ve İonyalılar'ın kolonisi olmuştur. M.Ö. 5. ve 4. yüzyılda bölge Persler'in kontrolü altında idi. Büyük İskender'in Persliler'i yenmesinden

sonra, Kelenderis muhtemelen bağımsız bir kent olmuş ve Ptolemaioslar ile çok yakın ilişkiler kurmuştur. M.Ö. 100 civarında bu bölgedeki Ptolemaios hakimiyetinin başlamasından sonra , Kelenderis'in Romalılar ile İsaoralı korsanlara karşı bir anlaşma yaptığı görülür. M.S. 1. yüzyılın ilk yarısında, Dağlık Kilikya Konmmagene krallığının idaresi altına alındığı zaman, kent muhtemelen bağımsızlığını yitirmiştir. Yakın zamanlarda bulunan bir heykel kaidesi üzerindeki yazıtta Vespasian adı geçmektedir. Bu heykel kaidesinin, halk tarafından Vespasian'a ithaf edilen bir yapıya ait olduğu düşünülmektedir. Kent M.S. 260 yılında Partlar tarafından tahrip edilmiştir. Geç antik çağda şehir küçülmeye başlamış, ancak bir liman olarak önemini kaybetmemiştir. 18. ve 19. yüzyıl gezginlerinin ve özellikle denizcilerin çeşitli vesilelerle tanıttığı bu kentin güney, batı ve kuzey rüzgarlarından korunan doğal bir limanı bulunmaktadır. Osmanlı dönemi de dahil olmak üzere, Anadolu ile Kıbrıs'ı birbirine bağlayan, aynı zamanda diğer deniz aşırı güzergahlar için önemli bir noktada bulunan bu liman, bugün daralıp küçülerek bir balıkçı barınağı haline gelmiştir (Zoroğlu, 1994).

Bugün kentte çok az sayıda günümüze ulaşabilmiş kalıntı vardır. Limanın güneyindeki yarımadaı çevreleyen ortaçağ sur duvarları ve birkaç sıra klasik duvar hala görülebilir. Tiyatro hemen hemen tamamen toprakla kaplıdır. Hamam kalıntısı limanın yakınındadır. Kentin mezarlık sahasında klasik, Hellenistik ve Roma dönemlerinde kullanım görmüş değişik tipte mezarlar yer almaktadır (Zoroğlu, 1994).

Kelenderis antik kentinde 1987 yılında başlamış olan arkeolojik kazılarda, Arkaik dönemden geç antik çağa kadar uzanan değişik kalıntılar ortaya çıkarılmıştır. (Zoroğlu, 1994)

## 2. KAYNAK BİLGİSİ

### 2.1. Bölgenin Genel Jeolojisi



Şekil 2.1 Çalışma alanının genel jeolojisi (MTA, Türkiye Jeoloji Haritası 1/500000)

Bölgenin genel jeolojisini veren Şekil 2.1’de yeşil olarak gözüken (J<sub>2</sub>k) birim orta jura-kretase yaşta neritik kireçtaşı, mavi olarak görülen (jk) kısımlarda ise jura-kretase yaşta neritik kireç taşları vardır. Bordo olarak (t<sub>1</sub>) bulunan alanda ise alt triyas dönemine ait karbonatlar ve kırıntılar, kahverengi ile gözlenen kısımda (d<sub>1-2</sub>) ise alt-orta devoniyen yaşta karbonatlar ve kırıntılar mevcuttur (MTA, Türkiye Jeoloji Haritası)

### 2.2. Önceki Çalışmalar

#### 2.2.1. Arkeolojik Çalışmalar

1987 yılına gelinceye kadar, Kelenderis’te birkaç küçük kurtarma kazısı dışında herhangi bir bilimsel arkeolojik kazı yapılmamıştır. Ancak bu arada antik kentin mezarları, özellikle 1960’lı yıllarda soyulmuş ve bulunan eserler yurt içindeki ve dışındaki çeşitli müzelere ve özel koleksiyonlara dağılmıştır. Bu alanda Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü kazılara 1987 yılında başlamıştır. Çalışmalara öncelikle kentin soyulmuş mezarlıklarında yoğunlaştırarak, birkaç tane el değmemiş

mezar bulunmuş ve bunlara ne kadar zengin ölü armağanları konduğunu saptanmıştır. Ayrıca, bir Liman kenti olan Kelenderis açıklarındaki batıkların ve diğer arkeolojik kalıntıların yerlerini saptamak, sualtındaki kalıntıların durumu hakkında bilgi edinmek üzere, 2002 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sualtı topluluğu (ODTÜ-SAT) ve Sualtı Araştırma Derneği'nin (SAD) katılımıyla bir sualtı tespit çalışması yapılmıştır. Yapılan dalışlarda Yılanlı Ada bölgesinde çeşitli tür ve malzemenen çapalar, çipolar, amforalar ve Geç Antik Çağa ait bir batık alanı keşfedilmiştir (Zoroğlu, 2003).

### **2.2.1.1. Kalıntılar**

Kelenderis yüzyıllar boyunca ve kesintisiz biçimde yerleşilen kentlerden biri olduğu için, antik çağdan günümüze ulaşan toprak üstü kalıntıların sayısı azdır. Hemen sıralamak gerekirse, çeşitli tipte mezarlar, bir hamam, bir theatron, sur ve kule kalıntıları, yer yer yıkılmış bir su kanalı ve birkaç sarnıç dan başka ayakta kalmış bir kalıntı yoktur.

Diğer bir kalıntı grubu ise toprak altı kalıntılarıdır. 1987 yılından bu yana kentin muhtelif yerlerinde bilimsel arkeolojik kazı ve araştırmalar yapılmaktadır. Çalışma sahamızı, modern yerleşimin yoğun olmadığı, antik kentin asıl yerleşim alanı, yani limanın çevresindeki ve gerisindeki araziler, nekropol sahası ve hamam oluşturmaktadır. Liman çevresi ve gerisinde yapılan kazı çalışmaları sonucunda bir demirci atelyesi ve zemin mozaiği bulunmuştur (Zoroğlu, 1994).

### ***Mezarlar***

Kelenderis antik mezarlığının kesin sınırları henüz tam olarak saptanabilmiş değildir. Ancak, şimdilik olmak kaydıyla, mezarlığın (nekropolün) antik kentin yaklaşık 1500 metre kadar doğusunda, şimdiki Belediye pansiyonlarının bulunduğu yerden başladığı ifade edilebilir. Değişik tipteki mezarlar, arada bazı boşluklar olmakla birlikte, hemen hemen kıyıya paralel uzanan Torosların denize bakan güney yamaçlarına, bir başka deyişle modern Aydınçık'ın yerleşim alanını da içine alacak biçimde ve kıyıdan yaklaşık 250-300 m içeriye uzanan bir bölgede batıya doğru



uzanmaktadır. Mezarlığın batıdaki sınırı, Aydınçık Lisesi'nin yaklaşık 300m batısına kadar gitmektedir. Günümüzdeki duruma bakılacak olursa; doğuda, üzerine fazla yerleşimin olmadığı, şimdiki Devlet hastanesinin bulunduğu alanın özellikle güneyinde kalan yarımada üzerinde, batıda ise, Aydınçık Lisesi'nin çevresine ve güneyindeki küçük koruluk alanda bulunan mezarlar açıkça görülebilecek durumdadır. Kıyı boyunca yaklaşık 2 km kadar uzunlukta bir alana yayılan bu geniş mezarlık (nekropol), antik kentin asıl yerleşim alanının konumuna göre doğu, batı ve kuzey mezarlıkları adlarıyla üç bölgeye ayrılmıştır (Zoroğlu, 1994).

Kelenderis'de yapılan yüzey araştırmaları ve kazılar sonucunda ortaya çıkan mezar tipleri şunlardır (Zoroğlu, 1994):

1. Çukur Mezarlar (Tip I)
2. Dromoslu Yer Altı Oda Mezarlar (Tip II)
3. Beşik Tonozlu Mezarlar (Tip III, Şekil 2.2)
4. Baldakhinli-Piramidal Çatılı Anıtsal Mezar (Tip IV)
5. Lahitler (Tip V)
6. Mezar Taşları (Tip VI).

Bu mezarlardan “çukur mezarlar” (Tip I) ile, “dromoslu yer altı oda mezarlar”ı (Tip II) en eski olanlarıdır. Diğer tipler ise (Tip III, IV, V, VI) Roma İmparatorluk dönemi mezar mimarisini ya da bu dönemle ilgili kalıntıları temsil ederler (Zoroğlu, 1994).



Şekil 2.2 Mersin-Antalya karayolu kıyısındaki tonozlu mezarlar

Kelenderis ve yakın çevresindeki zemin yumuşak kalker bir tabakayla kaplanmış olup, kentin yakın çevresinde cesedin toprağa gömülmesine yetecek kalın bir toprak tabakası olan bir yer yoktur. Bu yüzden, Roma çağı öncesine ait mezarlar söz konusu bu kalker zeminin oyulmasıyla ve zeminin cesedin gömüleceği bir çukur veya bir oda durumuna getirilmesiyle oluşturulmuştur. Böylece bu tip bir mezar yapımına, kentin bulunduğu yerin jeomorfolojik koşullarının en büyük etken olduğu ifade edilebilir. Zaman içinde, yapı bilgisi geliştikçe, bu kez yerüstü mezarların inşa edilmesi kaçınılmazdı; Kelenderis'te de böyle olmuş ve özellikle III ve IV. Tip mezarlar ortaya çıkmıştır ki (Şekil 2.3), bunların mimarisi ve inşa teknikleri ele alındığında, artık mezar yapılarının bölgesel ve topografyaya bağımlı değil, evrensel bir mimari kimlik kazandığı söylenebilir (Zoroğlu, 1994).



Şekil 2.3 Dörtayak anıt mezarı.

### ***Liman Hamamı***

Kelenderis'te ayakta kalabilmiş yapılardan birisidir. Liman kıyı çizgisinin 50 m. kadar batısında bulunduğu için "Liman Hamamı" olarak adlandırılmıştır. Hamamın sadece ılıkılık (tepidarium) ve sıcaklık (caldarium) ve külhan bölümleri üst örtüsüz olarak günümüze ulaşmıştır (Şekil 2.4). 1992 yılında bulunan ve M.S. 5. yüzyılın



ikinci yarısına tarihlenen zemin mozaiği üzerinde betimlenmiş olan liman yapısı M.S. geç 4. yüzyıl veya erken 5. yüzyıldandır (Zoroğlu, 1994).

Şekil 2.4 Aydıncık limanı ve liman hamamından görüntü

### ***Zemin Mozaiği***

Antik kentin yerleşim alanında, limanın yaklaşık 110 m kadar batısındaki alanda yapılan kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkarılmıştır. Mozaik kuzey güney yönünde, 11.90 m uzunlukta ve 3.10 m genişliktedir. Her iki uzun kenarı 0.40 m. genişlikte bir duvarla sınırlandırılmıştır. Mozaik üzerinde, kent manzarası ile geometrik bezekler betimlenmiştir. Manzara betimlemesi ve diğer geometrik bezekler düz-ters olarak dizilmiş lotus tomurcuğu süsü ile sınırlandırılmıştır. Kent manzarasının betimlendiği pano içerisinde, bir koy, yani bir doğal liman ve çevresindeki yapılardan oluşan bir kent manzarası betimlenmiştir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Kelenderis mozaiği M.S. 5. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenir (Zoroğlu, 1994).



Şekil 2.5 Mozaik üzerindeki kent manzarası



Şekil 2.6 Demir ocakları yanında ortaya çıkarılan mozağın görünümü

### ***Tiyatro***

Limanın yaklaşık 50 m batısındadır. Günümüzde neredeyse tamamen toprakla örtülü olan theatronun sadece moloz taşlarla örtülü, hemen hemen yarım daire biçimindeki sırt duvarından (anelema) kalıntılar görülebilmektedir. 2001 yılında yapılan çalışmalar sonucunda, yaklaşık 2.90 m genişliğindeki gezinti yeri (diazoma) ve oturma sıralarının bir bölümü açılmıştır (Zoroğlu, 1994).

### ***Surlar***

Kentin surları limanın güneyindeki yarım adayı çevreler ve bunlar antik kentin savunma sisteminin geçmişten günümüze ulaşan kalıntılarıdır. Mozaik üzerindeki betimlemede Kelenderis liman surları, kentin asıl çekirdeğini oluşturan yarım adayı ve batısındaki alanı çevrelemektedir. Burada dikkati çeken en önemli özellik, limanın güneyindeki savunma sisteminin yalnızca sur duvarları ve kulelerden ibaret olmadığı, bunlar arasında kapılar ve bazı revaklı yapıların da yer almasıdır. Fakat ne yazık ki, mozaik üzerindeki bu yapılardan günümüze hiçbir kalıntı ulaşmamıştır.

Görünen sur duvarları ortaçağa aittir. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda, surların temelinde M.Ö. 5. yüzyıla ait Klasik çağ surlar ortaya çıkarılmıştır (Zoroğlu, 2003).

### ***Agora***

Geçmişten günümüze bir kentin varolmasını sağlayan çeşitli etmenler arasında en önemlilerden biri, kentin ticari hayatı ve bunun sürekliliğidir. İlk çağda kurulmuş kentlerde ticari faaliyetlerin yürütüldüğü alışveriş alanlarına eski Yunanca'da "Agora" adı verilmiştir ve eski Romalılarda işlevi kısmen değişmiş olsa da bu tür alanlar "Forum" olarak adlandırılmıştır (Zoroğlu, 2003).

Kent, hem mimari, hem de ticari, sosyal ve kültürel hareketlilik açısından agoranın çevresinde ve onun konumuna göre kurulup gelişmiştir. Bu nedenle, Akdeniz'in doğusu ile batısı arasındaki deniz yolu güzergahında doğal bir limana sahip olan Kelenderis antik kentinin agorası da, konum itibarıyla limana bitişiktir. Kentin M.Ö.8. yüzyıldaki kuruluşundan hemen hemen Osmanlı çağı sonuna kadar işlevini sürdüren ülkemizdeki ender kalıntılardan biri olmuştur (Zoroğlu, 2003).

Şöyle ki; başlangıçta 70×70 m. ölçülerinde kare biçimli, bir bakıma günümüzdeki pazar yerlerini andıran bir alan olarak düzenlenen, ardından, bu alanın yan kenarlarına dükkanlar ve başka bazı kapalı mekanlar eklenen; Roma imparatorluk döneminde olasılıkla revaklı duruma getirilen, içerisinde çeşitli ihtiyaçlara yanıt verecek yapıların ve bu arada, görkemli bir su kuyusunun eklendiği; erken Hristiyanlık döneminde içerisine oldukça büyük bazilika inşa edilen; Osmanlı döneminde ise, yeni antrepo-mağazalarının yapıldığı, geçmişten günümüze her dönemi bir arada görebildiğimiz, kompleks bir yapıdır. Kurulduğu tarihten itibaren pazaryerinin yapısal özelliklerindeki değişmeler, bunun kentleşme olgusu ile ilişkileri, Kelenderis antik kentinin kent dokusu ve kent mimarisindeki pazaryerinin işlevi, bu alanın kullanımı sırasındaki ticari birikim, sosyo-ekonomik yapı hakkında bilgiler elde edilecektir. Tüm bu elde edilen veriler ışığında, bir yandan bir antik kentteki liman ve agora ilişkisi, öte yandan da Kilikya bölgesindeki özellikleri hakkında bir bilgiye sahip olmadığımız pazar yeri olgusu hakkında temel veriler elde edilmiş olacaktır. Agorada ortaya çıkartılan mimarinin gelişmişlik derecesi ile de kentin bölgedeki konumu ve önemi vurgulanacaktır. Ortaya çıkartılan kalıntılar işlevlerine uygun olarak restore edilerek dünya kültür mirasına katkıda bulunulacaktır (Zoroğlu, 2003).

Bir Agora alışveriş merkezi, depolar, dükkanlar, pazar yeri, su kaynağı, sonraki devirde sütunlu caddeler, dini mekan alanı haline gelmiş Kilise gibi yapılardan oluşur.

### **2.2.2. Jeofizik Çalışmalar**

Kelenderis antik kenti arkeolojik alanındaki planlı bilimsel çalışmalar 1987 yılından beri yürütülmesine karşılık, alanda 2002 yılına kadar yapılmış jeofizik çalışma bulunmamaktadır. Kaya vd. (2002), ilk jeofizik uygulamayı başlatmışlar ve 2003 yılında da araştırmalarını sürdürmüşlerdir



Şekil 2.7 Jeofizik çalışmaların yürütüldüğü alanlar, A alanı 2002, B alanı ise 2003 yılı çalışmaları ile araştırılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada belirlenen alanlarda jeofizik yöntemlerden DAÖ yöntemi kullanılmıştır. Özdirenç yönteminde veriler, temelde yere verilen akımı kontrol eden bir ampermetre ve uygulanan akımdan doğan gerilim farkını ölçen bir gerilim ölçerden oluşan aygıt ile toplanır. Bu çalışmada kullanılan özdirenç ölçüm aygıtı yukarıda bahsedildiği gibi alıcı ve verici olmak üzere iki parçadan oluşan RVA-1'dir. Akım kaynağı olarak 12V akü kullanılmıştır. Veri toplama düzeneği içinde bir diğer önemli unsur da elektrotlardır. Yine bu çalışmada paslanmaz çelik alaşımlı kutuplanmayan elektrotlar kullanılmıştır.

Toplanan verilerin değerlendirilmesi aşamasında çeşitli bilgisayar yazılımlarından faydalanılmıştır. Veri hazırlama ve veri sunumunda, yeni nesil bir programlama dili olan MATLAB kullanılmıştır. MATLAB bu çalışmadan elde edilen verilerden en üst seviyede faydalanılması yönünde birçok üstünlüğü içinde barındıran bir yazılım olduğundan tercih edilmiştir.

Ölçümlerin 2-B ters çözüm yöntemleri ile değerlendirilerek sonuçların üç-boyutlu olarak sunulması en uygun yöntem olarak düşünülmüştür. 2-B ters çözümde son zamanlarda oldukça yaygın olarak kullanılan Res2dinv yazılımı (Loke, M. H., 2003) kullanılmıştır. Yazılım, en-küçük kareler yöntemi kullanılarak geliştirilen hızlı bir algoritma üzerine kurulmuştur.

Bunların dışında ölçülen verilerin ve ters çözüm sonuçlarının çeşitli şekillerde sunumu için çeşitli çizim yazılımlarından da faydalanılmıştır.

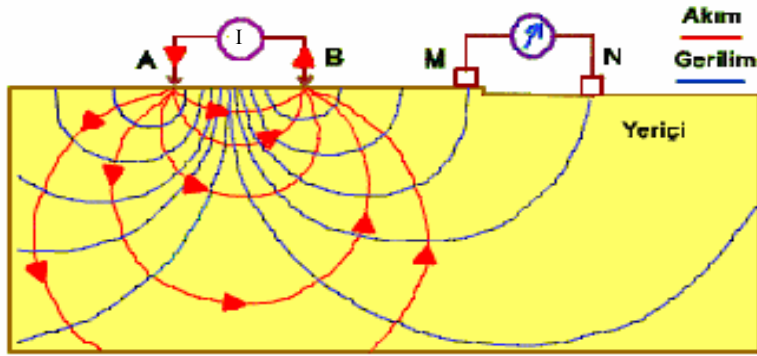


### 3.2. Doğru Akım Özdirenç Yöntemi

Bir kaynak yardımıyla yere iki noktadan elektrik akımı verilmesi ve diğer iki nokta arasındaki gerilim farkının ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır (şekil 3.1). Yeraltı yapılarının elektrik akımını farklı iletmeleri özdirençte farklılıklara neden olmakta ve böylece yeraltı yapısı yorumlanmaktadır

DAÖ yöntemi gerek dünyada gerekse Türkiye’de aletlerin ve donanımın ucuz ve kolay elde edilebilmesi kuramsal problemlerin çözülmüş olması yöntemin anlaşılır ve kolay uygulanabilesi gibi nedenlerden dolayı yaygın olarak kullanılan jeofizik yöntemlerden biridir. Bunun için genel olarak yere bir çift elektrotla (akım elektrotu) iki ayrı noktadan akım verilerek jeolojik yapıların elektriksel özelliklerine bağlı olarak yerde oluşacak yapay gerilimler, voltmetreye bağlı diğer bir çift elektrotla (gerilim elektrotu) ölçülmektedir. Bu özelliği ve yöntemin doğası nedeniyle (elektriksel iletkenlik farklılıkları) yer altı suyu aramaları, jeotermal suların araştırılması, metalik minerallerin araştırılması, yeraltındaki katmanların, tabakaların derinlik, kalınlık ve yayılımın belirlenmesi yer altı suyu ve toprak kirliliği ile son yıllarda gömülü arkeolojik eserlerin ortaya konmasında, ana yöntem olarak kullanılmaktadır.

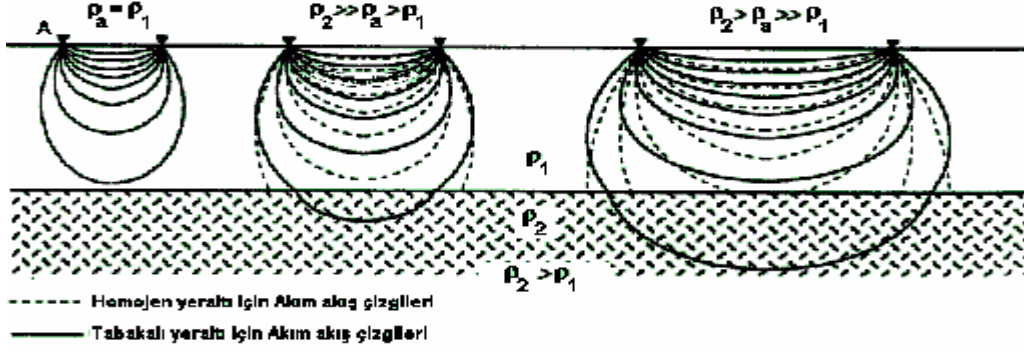
Yöntemin ilk kullanıldığı dönemlerde, ölçülen veriler, herhangi bir doğrulama ölçütü olmaksızın doğrudan yorumlanmaktayken günümüzde kuramsal altyapının ve hesaplama olanaklarının gelişmesiyle karmaşık veri işlem süreçlerinden geçirilerek modellenebilmekte ve geniş bir alanda değişen uygulamalarında başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.



Şekil 3.1 Doğru akım öz direnç yönteminin uygulanması ve akım-gerilim çizgilerinin yer içindeki yayılımı (Çağlar, 2002)

Eğer yer yönsüz (homojen) ve tekdüze (izotrop) ise uygulanan akım ve bu akımdan dolayı yerde oluşan gerilim çizgileri Şekil 3.1'deki gibi bir dağılım gösterir. Normal koşullarda bir tam küre şeklinde dağılım olması gerekirken yeryüzü hava ile sınırlandığı için yarım küre şeklinde bir dağılım izlenir. Ancak yer homojen değildir ve jeolojik olarak yer aynı birimden oluşsa bile jeolojik olarak homojen sayılan bu ortam elektriksel iletkenlik açısından homojen olmayabilir. Aynı jeolojik birim, farklı koşullar altında farklı elektriksel özellikler gösterebilir. Jeolojik birimlerin öz direnci; gözeneklilik (porozite), suya doygunluk, tuzluluk gibi özelliklerine bağlı olarak çok geniş bir aralıkta değişebilmektedir.

Akımın küresel dağıldığı varsayımıyla akım ve gerilim elektrotlarının birbirlerinin konumuna göre geliştirilmiş ölçü düzenekleri vardır ki bunlar elektrot açılımı olarak adlandırılır. Akım elektrotlarının farklı konumları için homojen ve katmanlı ortamda akım çizgilerinin davranışı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Homojen ve katmanlı ortamlarda akım çizgilerinin davranışı (Çağlar, 2002)

### 3.2.1. Elektrot Açılımları

Yöntemin ilk kullanılışından günümüze değin, kuramsal gelişmeler ve ortaya çıkan ihtiyaçlara bağlı olarak çeşitli ölçü toplama teknikleri geliştirilmiştir. En temel olarak özdirenç ölçümleri yere iki noktadan akım vererek bu akımdan dolayı yerde oluşan gerilim farkının, farklı iki nokta arasında ölçülmesi suretiyle yapılır. Ölçülen gerilim farkı, elektrotların birbirlerine göre konumlarına ve uygulanan akıma bağlı olarak özdirence çevrilir, (3.1) denklemi ile verilen özdirenç, bir yarım küre yüzeyindeki tüm noktaların katkısını içerdiğinden ‘görünür özdirenç’ olarak adlandırılır.

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I} \quad (3.1)$$

Burada, I (Amper) yere uygulanan akım, k, geometrik katsayı (geometric factor) ve  $\Delta V$  gerilim elektrotları arasındaki gerilim farkını göstermektedir. A ve B akım, M ve N gerilim elektrotları olmak üzere geometrik katsayı, (3.2) denklemi ile verilebilir.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \quad (3.2)$$

Buradan da anlaşılacağı gibi geometrik katsayı, elektrotlar arasındaki uzaklığa bağlıdır. Yani aynı çalışma alanı için farklı elektrot açılımı ile ölçülen gerilim farkları ve dolayısı ile görünür özdirenç değerleri de farklı olmaktadır.

Görünür özdirenç tanımlamasına göre; ortam tekdüze ve yarısonsuz ise ölçülen görünür özdirenç ortamın özdirencine eşit olmalıdır. Tabakalı bir ortamda görünür özdirenç eğrisi akım elektrotları arasındaki uzaklığın yarısı olan  $AB/2$ ' nin küçük değerleri için birinci tabakanın özdirencine, büyük değerleri için son tabakanın özdirencine yakınsamaktadır. Ayrıca görünür özdirenç,  $AB/2$  nin ara değerlerinde de ara tabakaların özdirencine yakın olmalıdır (Başokur 1994).

DAÖ verileri, ilgilenilen probleme bağlı olarak, düşey elektrik sondajı (DES), profil ve sondaj-profil ölçü tekniklerinden biriyle toplanabilir. Yine, farklı duyarlılıkları, üstün ve zayıf yönleri göz önünde bulundurularak uygun bir elektrot açılımı seçilmektedir. DAÖ yönteminde kullanılan elektrot açılımları; Wenner, Schlumberger ve dipol açılımları olarak üç ana grupta toplanabilir. Bu elektrot açılımları da kendi içinde gruplara ayrılmaktadır (Şekil 3.3).

<p style="text-align: center;"><b>Wenner Alfa</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = 2 \pi a</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Wenner Beta</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = 6 \pi a</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Wenner Gamma</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = 1.5 \pi a</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Pol - Pol</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = 2 \pi a</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Dipol - Dipol</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = \pi n(n+1)(n+2) a</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Pol - Dipol</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = 2 \pi n(n+1) a</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Wenner - Schlumberger</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K = \pi n(n+1) a</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Dipol Dizilimler</b></p> <p style="text-align: center;"> <math>K_r = \pi a^3 / b^2 \cos \theta</math>  <math>K_e = 2 \pi a^3 / b^2</math>  <math>K_a = 2 \pi a^3 / b^2 \sin \theta</math> </p>
<p>NOT: K = dizilim katsayısı  C = akım  P = gerilim  a = aralık ; n = tam sayı=1,2,3 .....</p>	

Şekil 3.3 Çeşitli elektrot açılımlarında akım ve gerilim elektrotlarının konumları ve geometrik katsayıları (Çağlar, 2002)

### 3.2.2. Schlumberger Elektrot Açılımı

Gerilim elektrotlarının sabit, akım elektrotlarının hareketli olmasından dolayı, hem yanal hem düşey yöndeki süreksizliklere duyarlıdır. Merkez bir noktaya göre hem akım hem de gerilim elektrotları bakışımı (simetrik) olarak yerleşmişlerdir. Daha derinlerden yanıt alabilmesi ve her ölçüm için, akım elektrotları açıldığında gerilim elektrotlarının sabit kalması üstünlüğüdür.

Schlumberger açılımında, yanal aramada, sabit akım elektrotları arasındaki hattın bir dereceye kadar uzağındaki gerilimin ölçülmesine izin verilmektedir, yani iki boyutta yüzeyin haritalanması yapılabilmektedir (Öztürk, 1995).

### 3.2.3. Wenner Elektrot Açılımı

Yanal yöndeki değişimlerin (farklılıklarının) saptanması bu açılımda daha kolaydır. Elektrotlar, açılım doğrultusu üzerinde eşit aralıkla yer alırlar. Basit geometrisine rağmen, bu açılımı, arazi çalışması için çoğu kez uygun değildir ve aynı zamanda kuramsal olarak da bazı zayıf yönleri bulunmaktadır. Wenner elektrot açılımı ile derinlik araması, her bir kademede elektrot aralığı arttırılarak sabit bir merkez etrafında elektrotları açmak suretiyle yapılır. Yanal arama veya haritalamada aralık sabit kalır ve dört elektrodun hepsi hat (profil) boyunca birlikte hareket ettirilir. Sonra sırasıyla diğer hatlar olmak üzere ölçüme devam edilir. Haritalamada, elektrotların her bir konumu için görünür öz direnç, açılımın merkezine atanır (Öztürk, 1995). DES'ten çok profil ölçü tekniğine uygundur. Her defasında gerilim elektrotlarının arası açıldığı için grafikleme  $AB/3$  değeri için doğrudan doğruya yapılabilir. Fakat her bir araştırma derinliği için çalışılan profil üzerinde alınan ölçüler tekrar edilmek zorundadır.

### 3.2.4. Wenner-Schlumberger Elektrot Açılımı

Elektrik yöntemlerde daha derinden bilgi alabilmek için elektrot aralıkları açılır. Yeterince büyük açılım yapacak kadar açık alanın bulunmadığı çalışma alanlarında Wenner elektrot açılımı ile derinlerden bilgi alınmaz. Bu durumda toplam serim boyu  $3a$  dan  $6a$  ya çıkarken, yapma kesitin genişliği her seviyede  $3a$  kadar azalır. Böyle durumlarda seviye genişliğinin  $2a$  kadar azaldığı Wenner-Schlumberger elektrot açılımı kullanılması daha uygundur.

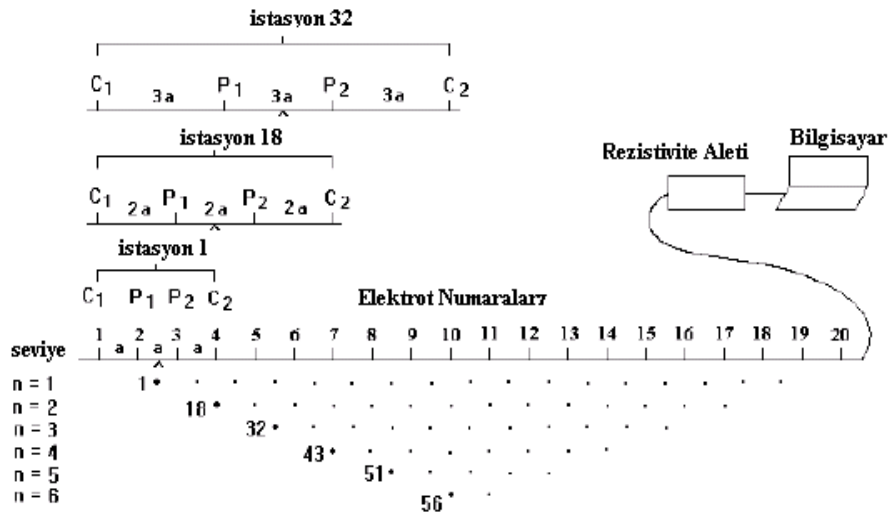
Wenner-Schlumberger elektrot açılımı daha çok çok-kanalı öz direnç ölçü düzeneklerinde kullanılan bir açılımdır. Açılım ve elektrotların konumları Şekil 3.4'de verilmiştir. Akım elektrotlarının ilk konumları için Wenner açılımına, ikinci ve daha sonraki konumları için Schlumberger elektrot açılımına yaklaşıldığı

söylenbilir. Wenner-Schlumberger elektrot açılımına ait geometrik katsayı (3.3) denklemi ile verilebilir.

$$k = \pi n(n+1)a \quad (3.3)$$

Burada,  $a$  elektrotlar arasındaki mesafeyi,  $n$  ( $n=1,2,3,\dots$ ) ise ölçüm seviyelerini temsil etmektedir.

Wenner-Schlumberger elektrot açılımında nüfuz derinliği Wenner açılımına göre %15 daha fazladır (Loke, 2000). Elektrot aralıklarının sabit, arazide kolay uygulanabilir olmasının yanında önceki bölümlerde bahsedilen üstünlüklerinden dolayı iki boyutlu veri toplamada sıkça tercih edilen bir açılımdır. Burada değinilen açılımlar haricinde, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş çeşitli problemlerin çözümüne yönelik açılımlarda vardır.



Şekil 3.4. Wenner-Schlumberger elektrot diziliminde elektrotların konumları ve çok kanallı veri toplama düzeneği (Loke, 2000)

### 3.3. Doğru Akım Özdirenç Yönteminde (DAÖ) Veri Toplama ve Veri Sunumu

Çok çeşitli uygulama alanları bulunan DAÖ yönteminde, değişik problemler için değişik ölçü alım teknikleri geliştirilmiştir. Yerin elektriksel özelliklerindeki değişimin bir boyutlu olarak incelenmesi amacıyla geliştirilen düşey elektrik sondajı, yatay yöndeki değişimlerin incelenmesi için geliştirilen profil ölçüsü, hem düşey hem yatay yöndeki değişimlerin incelenmesi için geliştirilen sondaj-profil ölçüsü DAÖ yönteminde kullanılan ölçü alma teknikleridir. Son yıllarda, gelişen çok kanallı ve bilgisayar kontrollü ölçüm aletleri ile özdirenç verileri 3-B olarak da kısa sürelerde toplanabilmektedir.

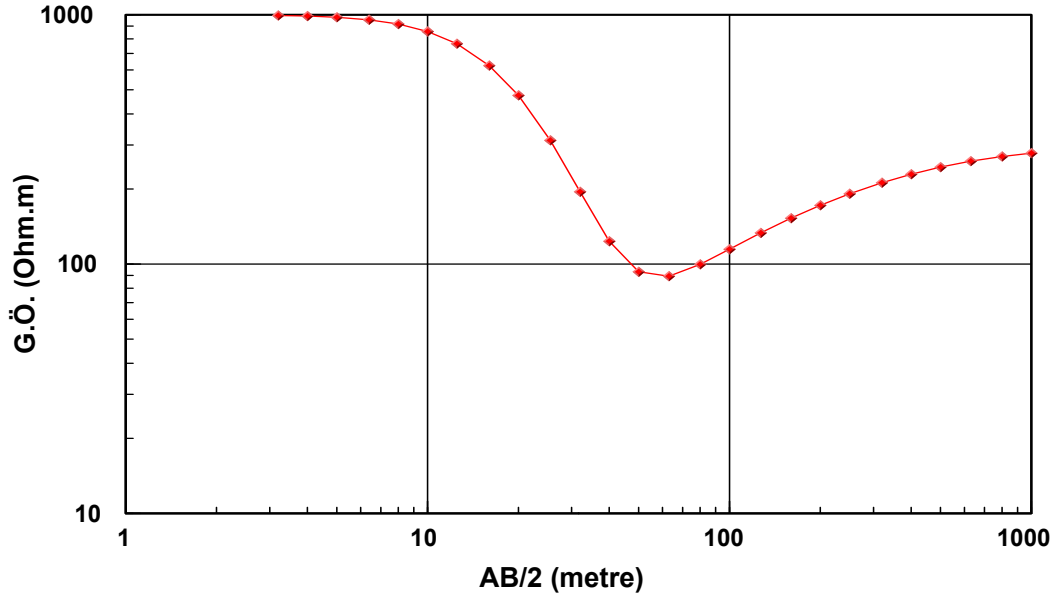
#### 3.3.1. Düşey Elektrik Sondajı

Sabit bir nokta simetri merkezi olacak şekilde akım ve gerilim elektrotlarının, simetri merkezinin iki yanına açılması suretiyle yapılan özdirenç ölçümleridir. Böylece simetri merkezi olarak seçilen noktadan derinlere doğru özdirenç değişimi (1-B) hakkında bilgi edinilmiş olur.

Düşey elektrik sondajı verileri, yatay eksen akım elektrotları arasındaki mesafe ( $AB/2$  veya  $AB/3$ ) düşey eksen görünür özdirenci göstermek üzere görünür özdirenç eğrileri ile sunulur. Kayaçların özdirençlerinin çok geniş bir aralıkta değişmesi ve derinlerden bilgi alınabilmesi için elektrot aralıklarının çok büyümesi gibi nedenlerden görünür özdirenç eğrilerinde her iki eksen logaritmiktir (Şekil 3.5).

Düşey elektrik sondajı verileri ortamın bir boyutlu olduğu bir başka deyişle yerin yatay, kendi içinde homojen katmanlardan oluştuğu varsayımı ile yorumlanır. Görünür özdirenç eğrisine bakılarak ortamda derinlik yönündeki özdirenç dağılımı nitel olarak yorumlanabilir.



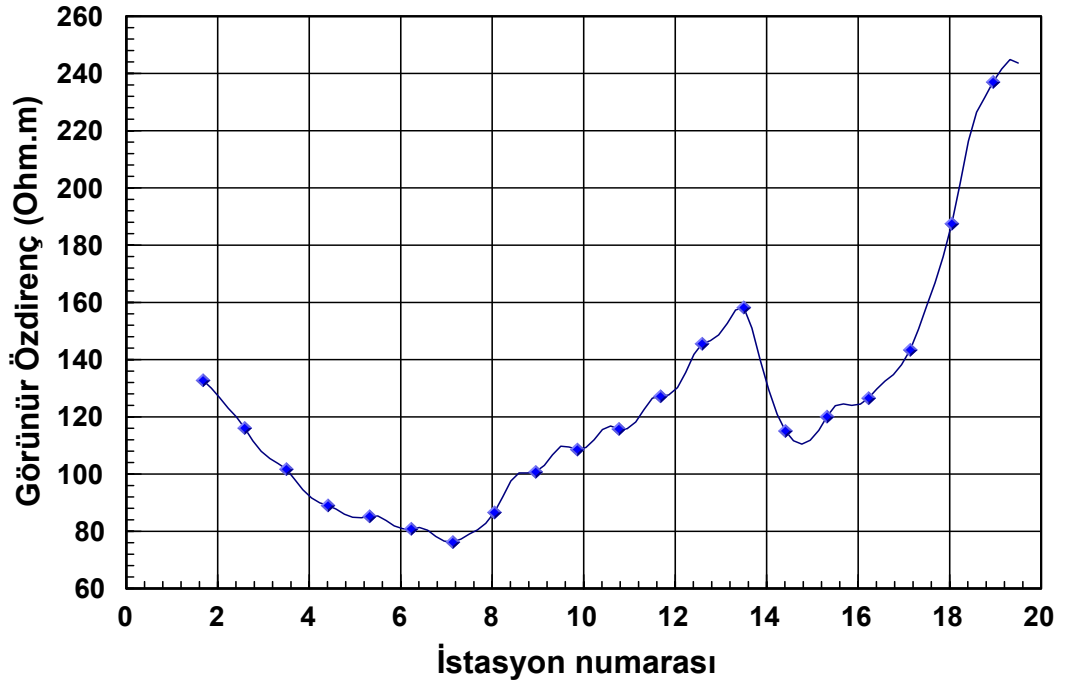


Şekil 3.5 Görünür özdirenç sondaj eğrisi

### 3.3.2. Profil Ölçüsü

Çalışma alanında, herhangi bir seviyede yanal yöndeki özdirenç değişiminin incelenmesi amacıyla kullanılan ölçü alım tekniğidir. Özellikle yanal süreksizliklerin tespit edilmesi amacıyla uygulanır. Elektrot aralıkları, açılıma ve araştırılmak istenen derinliğe göre sabit tutularak simetri merkezi bir hat üzerinde kaydırılır. Farklı seviyelerden bilgi alabilmek için elektrot aralığı değiştirilerek işlem tekrarlanabilir. Bu ölçü tekniği daha çok mühendislik yapıları yer seçiminde, kırık ve çatlakların belirlenmesinde arkeojeofizik uygulamalarda yapıların uzanım ve doğrultularının tespitinde kullanılır.

Profil ölçüsü ile elde edilen veriler, görünür özdirenç profil eğrileri ile sunulur. Profil eğrileri, yatay eksen istasyon numaralarını ya da ölçüm hattı yönündeki koordinatını, dikey eksen görünür özdirenç göstermek üzere grafiklenir (Şekil 3.6). Yine profil eğrilerinin davranışı incelenerek yeraltındaki yapıların yanal yöndeki değişimleri ile ilgili nitel yorumlama yapılabilir.



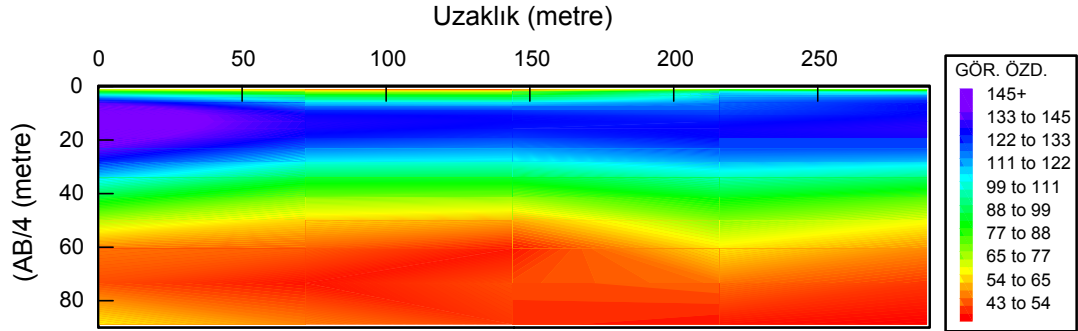
Şekil 3.6 Görünür öz direnç profil eğrisi

### 3.3.3. Sondaj-Profil Ölçüsü

Sondaj ve profil ölçü tekniklerinin bir arada kullanılması ile yapılan ölçü toplama tekniğidir. Bu sayede hem yanal hem de düşey yönde yeraltındaki öz direnç dağılımı hakkında bilgi edinilebilir. Bir hat üzerinde belirli sayıda istasyonda sondaj ölçüsü alınması suretiyle yürütülür. Sondaj-profil ölçümleri, günümüzde kullanılan çok-kanallı ölçü aletleri ile tek-kanallı sistemlere göre oldukça kısa sürede ve çok daha az işgücü ile gerçekleştirilebilmektedir. Sondaj-profil ölçü tekniği ile toplanan verilerin, günümüzde 2-B ters çözüm algoritmaları ile değerlendirilmesi standart hale gelmiştir.

Sondaj-profil ölçü tekniği ile toplanan veriler, düşey eksen, kullanılan elektrot açılımına bağlı olarak AB/2, AB/3 ya da AB/4 değerlerinden birini, yatay eksen ise ölçüm profili boyunca mesafeyi göstermek üzere her bir veri noktasında ölçülen görünür öz direnç değerlerinin konturlanması ile elde edilen yapma-kesitler ile görselleştirilerek sunulur (Şekil 3.7). Yapma-kesitler, çalışma alanında yanal ve

düşey yönde özdirencin dağılımının nitel olarak yorumlanmasında oldukça faydalıdır.

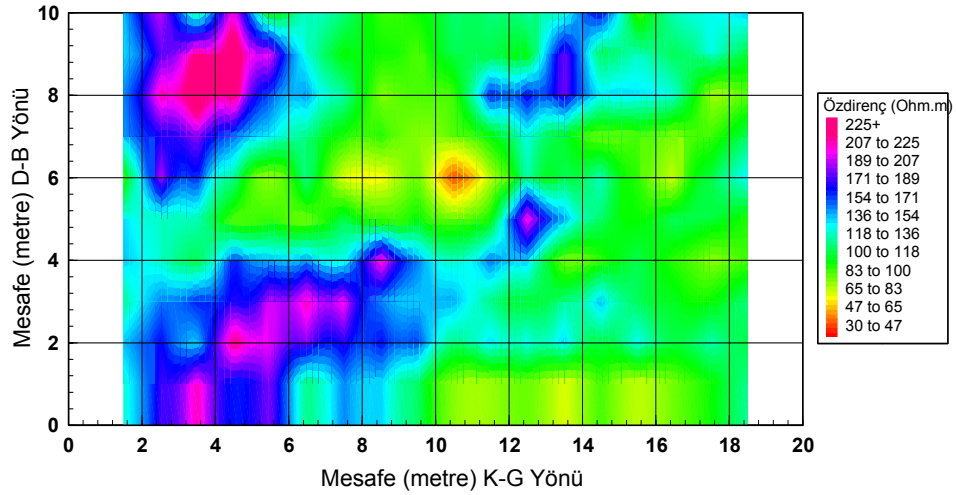


Şekil 3.7 Görünür özdirenç yapma-kesiti

Yukarıda sıralanan ölçü teknikleri ve bu tekniklerle elde edilen verilerin görselleştirilmesinin dışında doru akım özdirenç verileri ölçü toplama düzeneğine bağlı olarak izleyen şekillerde de sunulabilir. Doğrudan ölçülen verinin sunumunda kullanılan bu yöntemler ters çözüm işlemi sonunda elde edilen yer-elektrik kesitlerinin ya da özdirencin 2-B ve 3-B dağılımının gösterilmesinde de kullanılabilir.

### 3.3.4. Seviye (Kat) Haritaları

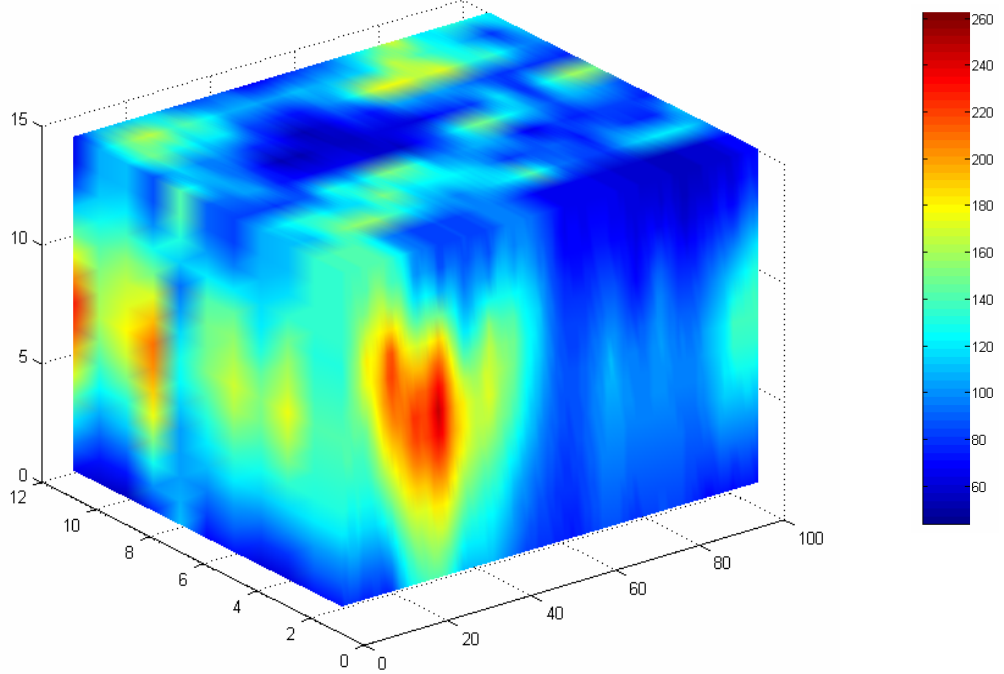
Sondaj-profil ölçüm tekniği ile, paralel hatlar boyunca ölçümler yapılarak çalışma alanındaki özdirenç dağılımı üç boyutlu olarak incelenebilir. Bu tür bir çalışma yapıldığında elektrotlar arasındaki mesafelere bağlı olarak değişik seviyelerdeki özdirenç dağılımı seviye (kat) haritaları ile gösterilebilir (Şekil 3.8). Özellikle arkeojeofizik ve mühendislik uygulamalarda seviye haritaları yeraltındaki yapıların dağılımı ve yönelimi ile ilgili faydalı bilgiler verir. Seviye haritaları, eksenlerden biri profil doğrultusunda, diğeri profillerin kayma doğrultusundaki mesafeleri göstermek üzere ölçülen ya da hesaplanan özdirenç değerlerinin konturlanması ile elde edilir.



Şekil 3.8 Görünür özdirenç seviye haritası.

### 3.3.5. Üç-Boyutlu (3-B Blok Diyagram) Tümleşik Çizim

Son yıllarda geliştirilen çok elektrotlu ve bilgisayar kontrollü ölçüm sistemleri sayesinde doğru akım özdirenç verileri üç boyutlu olarak da toplanabilmektedir. Bu verilerin yorumlanması ve ters çözümü için de çeşitli yazılımlar geliştirilmesine karşın kullanımları çok yaygın değildir. Ancak koşut (paralel) profiller boyunca toplanan veriler üç boyutlu olarak gösterilebilir. Bu amaçla üç boyutlu tümleşik çizimler (blok diyagramlar) kullanılabilir. Tümleşik çizimde yatay eksenler, ölçü alanında x ve y yönündeki mesafeleri, dikey eksen ise AB/2, AB/3 ya da AB/4 değerlerinden birini gösterir. Ters çözüm sonucu elde edilen modeller birleştirilerek, blok diyagramlar ile gösterilebilir. Bu durumda dikey eksen derinliği gösterir. Tümleşik çizim yorumcuya her üç yöndeki özdirenç dağılımı hakkında bilgi verebilir. Şekil 3.9' da paralel profiller boyunca alınmış sondaj-profil ölçülerine ait 3-B tümleşik çizim verilmiştir.



Şekil 3.9 Paralel (koşut) profillerde alınan ölçülerin 3-B tümleşik çizimi (blok diyagramı) ile gösterimi

## 4. DAÖ YÖNTEMİNDE YORUMLAMA

### 4.1. Basit Dönüşümler Yardımıyla Yorumlama

Günümüzde DAÖ yöntemiyle toplanan verilerin değerlendirilmesinde, standart yöntem 2-B modelleme ve ters çözüm algoritmalarıdır. Bu konuda geliştirilen yazılımlar ticari olarak piyasada bulunmaktadır.

Arazi çalışmalarında toplanan veriler çeşitli veri işlem aşamalarından sonra bu tür bir yazılıma giriş olarak verilerek 2-B ters çözümle değerlendirilebilir. Veri toplama aşamasında çalışmanın yönlendirilmesi ve gerekirse değişiklikler yapılması gerekebilir (ölçüm profilleri doğrultusunun, elektrot dizlim ve aralıklarının değiştirilmesi gibi). Bu açıdan çok fazla hesaplama zamanı ve gelişmiş bilgisayar alt yapısının gerekmediği basit dönüşümlerle verilerin yorumlanması yoluna gidilebilir.

Arazi şartlarında çalışılan ortamla ilgili genel bilgiler verebilen yöntemlerden biri olan derinlik dönüşümü izleyen bölümde anlatılmıştır.

TEM (Transient Electromagnetic Method) ve MT (Magnetotellüric Method) verilerinin yorumlanmasında sıkça başvurulan derinlik dönüşümü yöntemi (Bostick, Niblett) bu çalışmada DES görünür öz direnç eğrilerine uygulanmıştır.

TEM ve AMT (Audio Magnetotellüric) verilerinin karşılaştırma analizinde geçici (Transient) zaman (burada geçici zaman geçici EM alanının örneklendiği pencereleri tanımlamaktadır.) ve dalga boyu arasında  $T = 3.9t$  gibi bir ilişkinin varlığından söz edilebilir (Meju, 1998a). Geçici zaman, DES durumunda

$$\log_{10} t \cong 2 \log_{10} \left( \frac{AB}{2} \right) - 5 \quad (4.1)$$

denkleminle ifade edilebilir (Meju et al, 1999). Buradan yararlanılarak her bir görünür öz direnç noktasındaki efektif öz direnç ve efektif kalınlık izleyen denklemlerle verilebilir.

$$\rho_{eff} = k \rho_a e^{-(1-\alpha)} \quad (4.2)$$

$$\delta_{eff} = \left[ (2t \rho_a / \mu_0)^{1/2} \right] / k \quad (4.3)$$

Burada,  $\rho_a$  görünür öz direnci,  $k = 2.3$  ve  $\alpha = 0.15$  gibi sabitleri,  $t$  geçici zamanı,  $\mu_0$  elektromanyetik dalga'nın havadaki yayılma hızını göstermektedir. (4.2) ve (4.3) denklemleri ile herbir sondaj noktasında derinlik dönüşümü yöntemi ile 1-B değerlendirilme yapılabilir. Bu işlem arazide basit bir hesap makinesi ile yürütülebilir. Bunun yanında veri toplama sırasında oldukça faydalı bilgilere ters çözüm işlemine gerek kalmadan da ulaşılabilmektedir.

Yöntemin geçerliliğinin denenmesi için, bu çalışma kapsamında toplanan tüm DES eğrileri için bahsedilen hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen bir boyutlu sonuçlar profil boyunca birleştirilerek 2-B görüntü elde edilmiştir. Herbir profile elde edilen 2-B kesitler birleştirilerek ise 3-B görüntü oluşturulmuştur. Araştırma bulguları başlığı altında verilen sonuçlar 2-B ters çözüm sonucu elde edilen kesitlerle karşılaştırılarak yöntemin ne derece başarılı olduğu tartışılmıştır.

## 4.2 Elektrik Yöntemlerde Modelleme ve Ters Çözüm

Tüm jeofizik yöntemlerde, yeriçi çeşitli fiziksel niceliklerin bir geometriye bağlı dağılımı göz önüne alınarak modellenmeye çalışılmaktadır. Seçilen yönteme bağlı olarak bu fiziksel nicelik, yoğunluk, sismik dalga hızı, öz direnç, mıknatıslanma ya da dielektrik özelliği gibi parametreler olabilir. Jeofizik verilerin modellenmesi için model parametreleri ve veri arasında matematiksel bir bağıntının tanımlanması gerekir. Model parametreleri ve veri arasındaki bu matematiksel bağıntı düz çözüm olarak adlandırılır.

İlgilenilen problemin çözümü için jeofizik yöntemlerden hangisinin seçileceği son derece önemlidir. Çünkü her yöntem, duyarlılıkları, çözünürlüğü, uygulanmasında karşılaşılan kolaylık ve zorluklar açısından değerlendirildiğinde her birinin zayıf ve üstün yönleri bulunmaktadır. Uygulamacı sorununa uygun yöntemi seçtikten sonra, veri toplama sürecini planlamada, elde edeceği verileri ne şekilde modelleyeceğini göz önünde bulundurmalıdır.

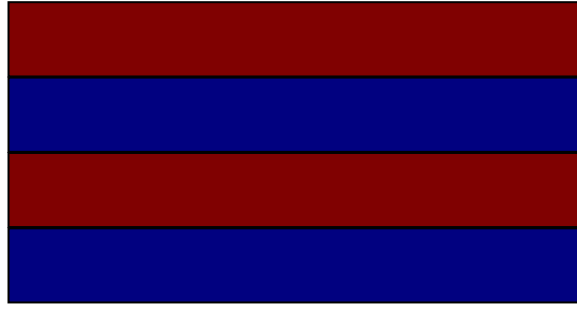
Başlangıçta, jeofizik veriler doğrudan ölçülen verilere bakılarak yorumlanmakta iken, sonraları, yer altı, küre, silindir, levha gibi basit geometrik şekillere yaklaştırılarak modellenmeye çalışılmıştır. Günümüzde ise gelişen kuramsal ve hesaplama altyapısı sayesinde, ölçülen veriyi en iyi şekilde açıklayan modeller sayısal yinelemeli yöntemlerle bulunabilmektedir.

Bir jeofizik model, geometrisi ve fiziksel özelliği farklı birçok ögenin bileşiminden oluşur. Jeofizik biliminde çözülmesi gereken parametreler, bu ögeleri tanımlamak için gereken geometrik ve fiziksel değerlerdir (Başokur, 2002). Bunlar model parametreleri olarak adlandırılır. Veri toplama ve modelleme aşamalarının tasarlanmasında belirleyici olan model parametrelerin yer içindeki dağılımlarının nasıl bir geometriye bağlı olarak belirlenmeye çalışılacağıdır. Buna göre jeofizikte modelleme bir boyutlu (1-B), iki boyutlu (2-B) ya da üç boyutlu (3-B) olarak

yapılabilir. 1-B modelleme için düz çözüm bağıntısı oldukça basit iken 2 ve 3-B modelleme işlemlerinde düz çözüm, oldukça karışık diferansiyel ya da integral denklemleri ile ifade edilebilmektedir.

#### 4.2.1. 1-B Modelleme

Jeofizik verilerin modellenmesinde kullanılan en yalın modeldir (Şekil 4.1). 1-B modellemede yeraltının, kendi içinde homojen ve izotrop katmanlardan oluştuğu, fiziksel parametrelerin yalnızca derinlik yönünde değiştiği varsayılır. Modelin geometrik parametreleri, katmanların kalınlıkları; fiziksel parametreleri ise her katmanın fiziksel özelliklerinin sayısal değerleridir.



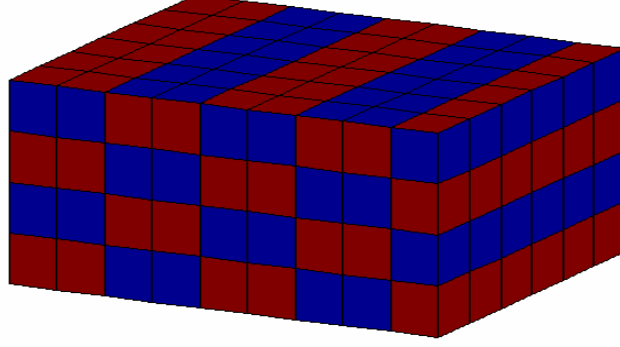
Şekil 4.1 Jeofizikte yer içini temsil etmek üzere kullanılan modellerden 1-B model

#### 4.2.2. 2-B Modelleme

Günümüzde jeofizik verilerinin yorumlanmasında ve değerlendirilmesinde en sık başvurulan modelleme türüdür. 2-B modellemede yer içinin fiziksel özelliklerinin x ve z yönlerinde değiştiği y yönünde sabit kaldığı varsayımı yapılır. Elektrik verilerinin 2-B modellenmesi için verilerin iki boyutlu (sondaj-profil ölçüsü) olarak toplanması gerekmektedir. 2-B modelde yeriçi bloklar ile temsil edilir. Blokların boyutları modelin geometrik parametrelerini oluşturur. Blokların boyutları, yöntemin duyarlılığı, elektrot açılımı, elektrot açıklığı, ve veri sayısına bağlı olarak yorumcu tarafından seçilmelidir. Blok boyutlarının seçiminde gözönüne alınacak bir



diğer faktör ise aranılan yapının beklenen geometrisi ve boyutlarıdır. Yeriçini temsil etmek üzere kullanılan 2-B model, Şekil 4.2’de verilmiştir.



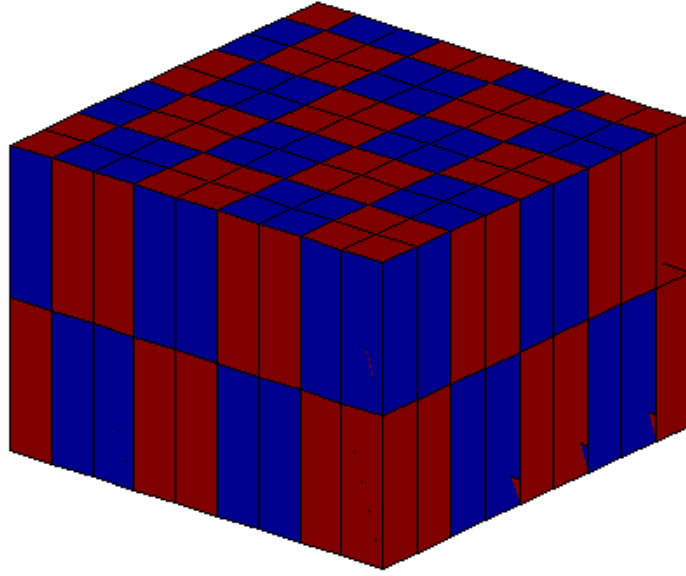
Şekil 4.2 2-B modelleme ağı

#### 4.2.3. 3-B Modelleme

1-B ve 2-B modelleme, çeşitli kısıtlamalar ve varsayımlar yapılmasına karşın, ilgilenilen probleme bağlı olarak yeterli sonuçlar verebilir. Ancak gerçekte fiziksel parametrelerin değişimine göre yer içi üç boyutludur. Bu nedenle modelleme aşamasında en gerçekçi sonuçlar 3-B modelleme ile elde edilebilir.

3-B modelleme gelişen hesaplama olanakları ile giderek yaygınlaşmaktadır. Yer içinin üç boyutlu modellenmesinde fiziksel parametrelerin yönlere bağlı olarak kısıtlanması söz konusu değildir. Modelin geometrik elemanları her üç yönde farklı boyutlarda seçilebilecek küplerdir (Şekil 4.3).

Günümüzde, elektrik verilerin 3-B modellenmesi de geliştirilen çeşitli bilgisayar yazılımları ile yapılabilmektedir. Birbirine paralel profiller boyunca alınan sondaj-profil ölçüleri üç boyutlu olarak modellenebilir.

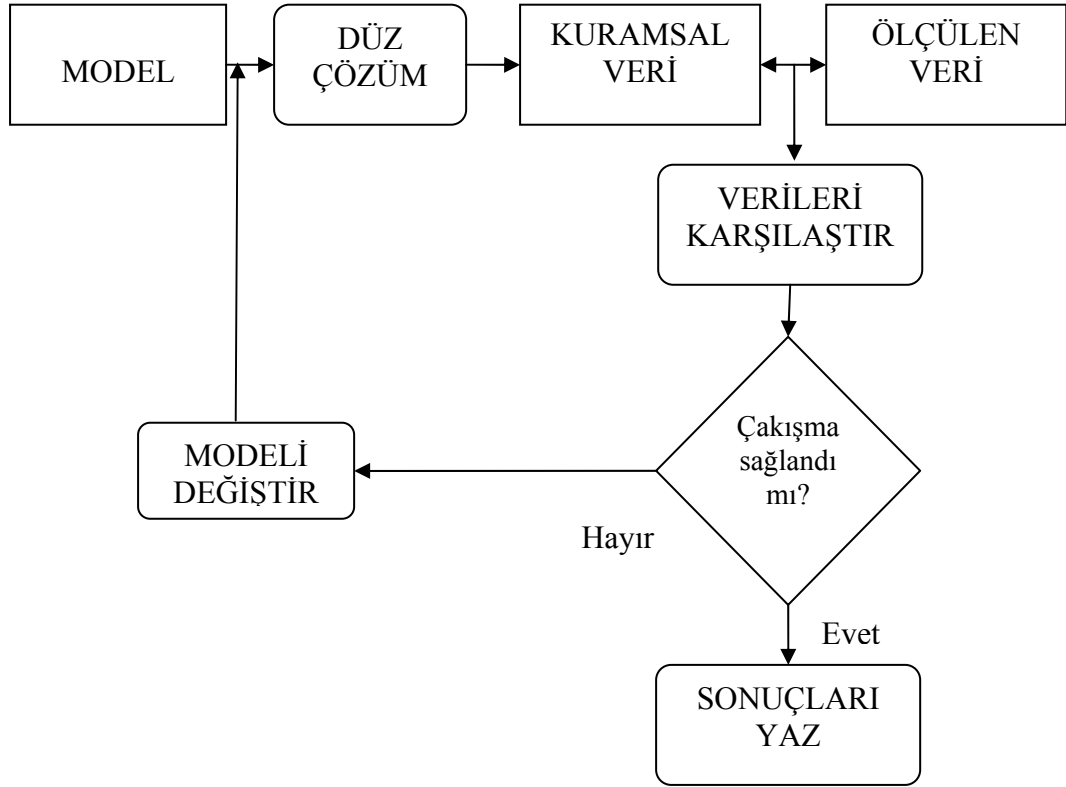


Şekil 4.3 Yeriçinin 3-B modellenemsi içi kullanılan model ağı

#### 4.2.4. Ters Çözüm

Modele ait parametrelerinin, ölçülen veriden yola çıkılarak bulunması işlemine ters çözüm denir. Tüm uygulamalı jeofizik yöntemlerde yer altının aydınlatılması için yorumcunun elinde, ölçülen veri ve mesleki önbilgi dışında bir kaynak bulunmaz. Dolayısıyla ters çözüm işleminin başarısı, kullanılan yazılım dışında, veri kalitesi, verinin gürültü içeriği, verinin aranılan yapıların boyut ve özelliklerine uygun yöntemlerle toplanıp toplanmadığı gibi faktörlere de son derece bağlıdır.

Ters çözüm işleminde hangi yöntem ya da algoritma kullanılırsa kullanılsın, ölçülen veri ile parametrelerin kuramsal verinin karşılaştırılması, işlemin temelini teşkil eder. Hangi tür veri ve hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın verilerin ters çözümü Şekil 4.5'de verilen akış şeması dahilinde yürütülür.



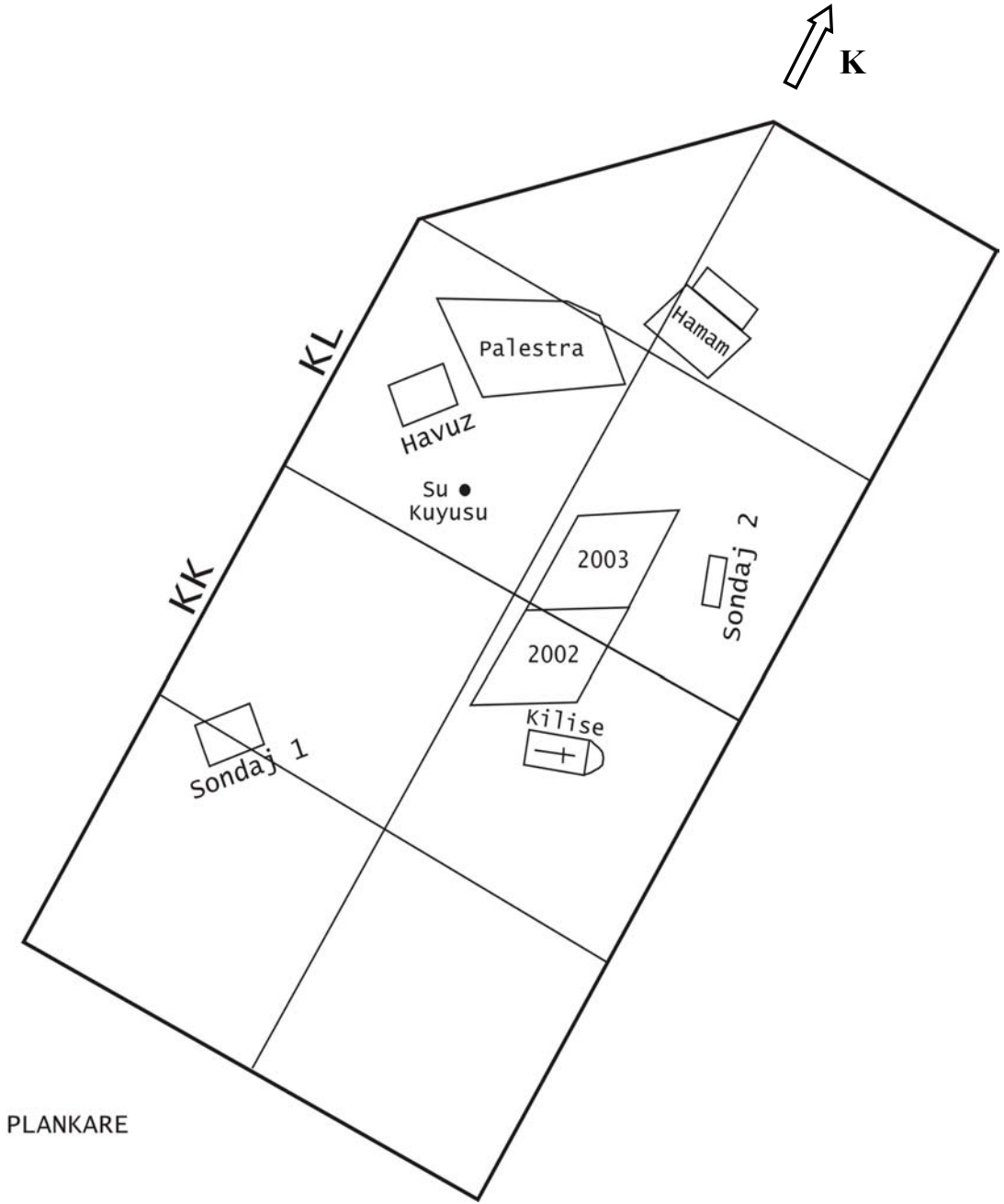
Şekil 4.4 Nicel yorumlamanın basitleştirilmiş akış şeması (Başokur, 2002)

## 5. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

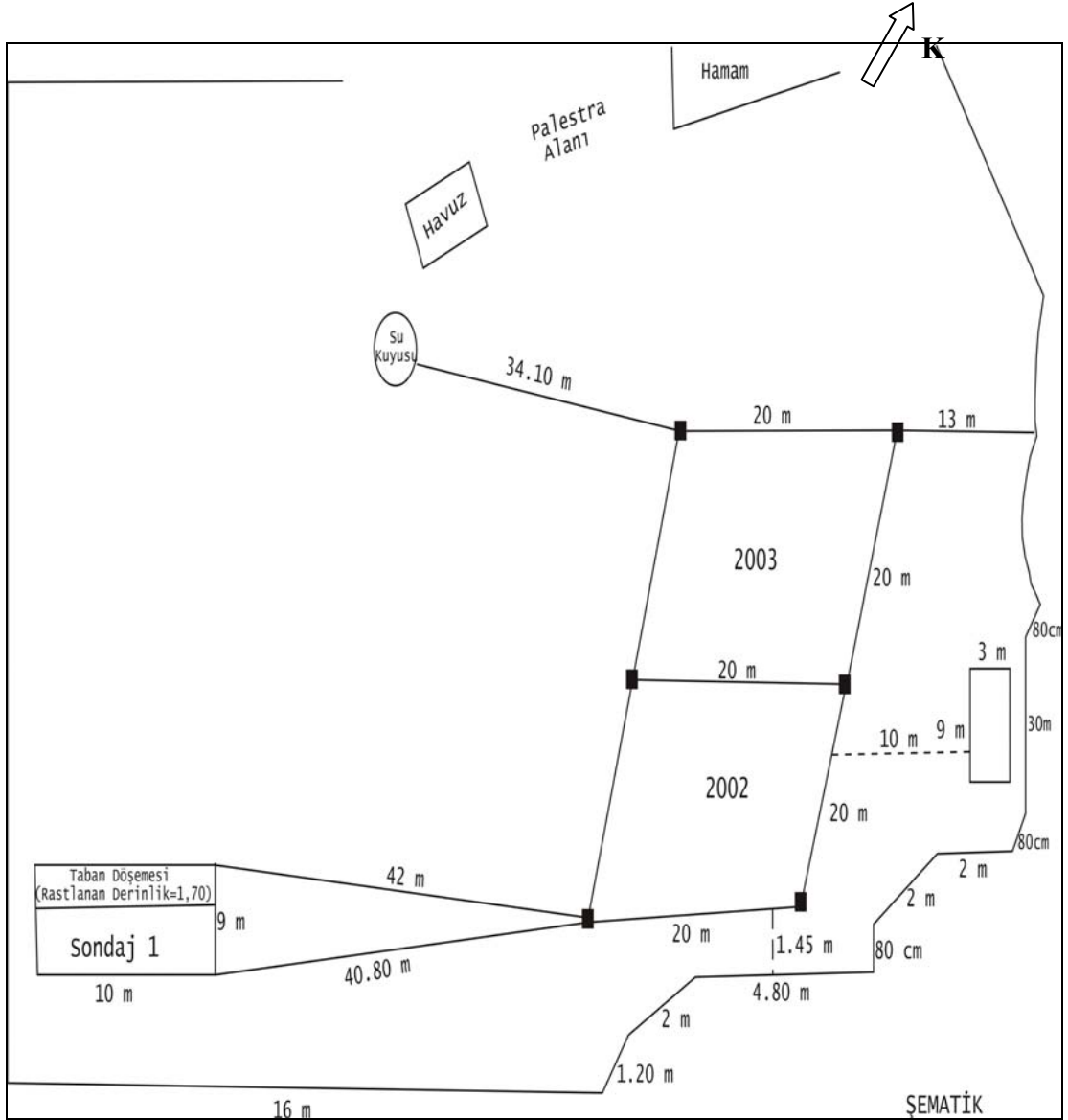
Kelenderis antik kentindeki jeofizik çalışmalar, iki aşamada yürütülmüştür. Beklenen muhtemel yapıların özellikleri ve çalışma alanındaki koşullar, varolan alet ve donanım değerlendirilerek doğru akım öz direnç yöntemi araştırmada kullanılacak yöntem olarak belirlenmiştir. Elektrot açılımı olarak ise Wenner-Schlumberger elektrot açılımı seçilmiştir. Açılım, Wenner ve Schlumberger elektrot açılımlarını birleştirilmiş bir hali gibi düşünülebilir. Bu nedenle her ikisinin üstün yönleri birleştirilerek zayıf yönlerinin bastırıldığı bir açılmadır. Böylece; Wenner açılımının yatay yöndeki değişimlere duyarlılığı, sinyal-gürültü oranını iyi olması, Schlumberger açılımının ise düşey yöndeki süreksizliklere duyarlılığı ve uygulama kolaylığı gibi üstünlükleri biraraya getirilmiş olur.

Arkeojeofizik uygulamalarda sıkça başvurulan bir diğer yöntem olan manyetik ise, çalışma alanının Aydıncık ilçe merkezine ve Antalya-Mersin karayoluna yakınlığı sebebiyle kültürel gürültü kaynaklarının çok olması, çalışma alanını çevreleyen tel örgü gibi gürültü kaynaklarının bulunması sebeplerinden tercih edilmemiştir. Bu tür gürültü kaynaklarının varlığı, yeraltındaki yapıların neden olduğu belirtileri örtmekte, verilerin yorumlanması aşamasında zorluklara neden olmaktadır.

İlk aşamada 2002 yılında gerçekleştirilen çalışmada (A alanı), K-G doğrultulu, ikinci aşamada 2003 yılında gerçekleştirilen çalışmada ise D-B doğrultulu (B alanı) profiller boyunca ölçüler alınmıştır. Her iki çalışmada 20x20m' lik bir alanda toplam onbir profilde gerçekleştirilen ölçümlerde, elektrotlar arası mesafe 1m, profiller arası mesafe 2m olarak seçilmiştir. Çalışma alanının plan görünümü Şekil 5.1'de verilmiştir.

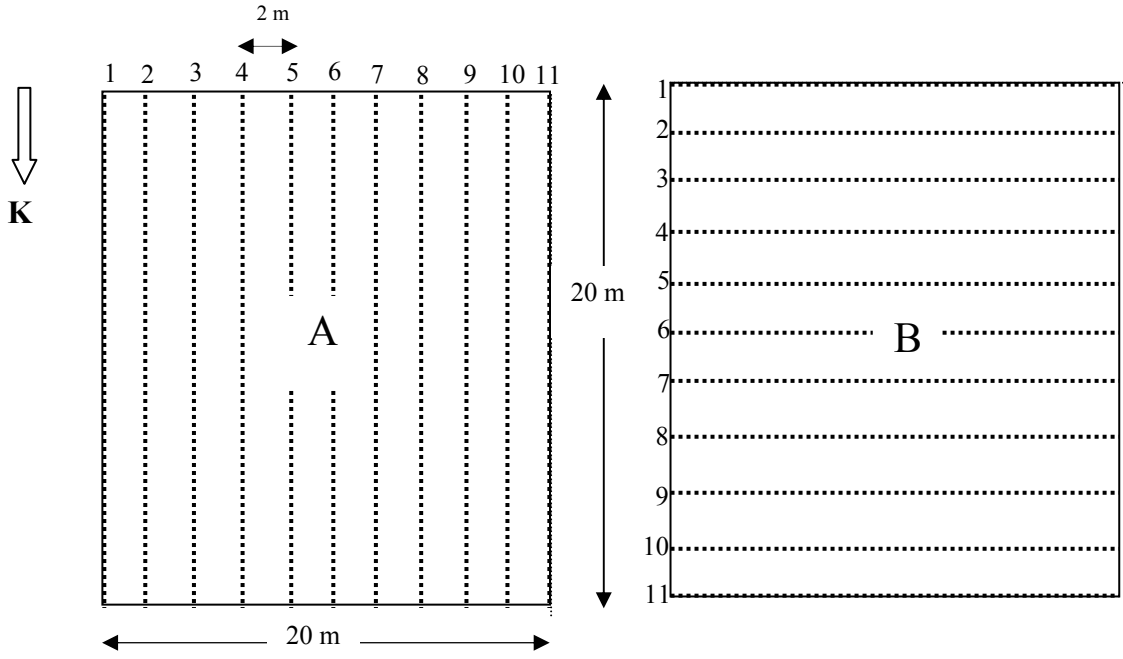


Şekil 5.1. Arkeolojik ve jeofizik çalışmaların yürütüldüğü alanın görünümü



Şekil 5.2 Çalışma alanı görünümü

Belirlenen alanlarda yapılan ön çalışmalar ve arkeolojik bilgiler gözönüne alınarak ölçüm profillerinin yerleri ve aralıkları ile ilgili kararlara varılmıştır (Şekil 4.2). Buna göre 2002 (A) ve 2003 (B) yıllarında yapılan çalışmalarda profillerin belirlenen konumları ve numaralandırılması 5.3'deki gibidir.



Şekil 5.3 Çalışma alanlarında profillerin plan görünümü. A alanı 2002 yılında yapılan çalışmalarla, B alanı ise 2003 yılında yapılan çalışmalarda araştırılmıştır

## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Arazi çalışmaları sırasında paralel profiller boyunca toplanan doğru akım öz direnç verileri, günümüzde mühendislik ve arkeojeofizik uygulamalarda gelenekselleşmiş hale gelen 2-B ters çözüm yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Loke (2003) tarafından geliştirilen ve sönümlü en-küçük kareler yöntemini temel alan ve bu konuda kullanılan diğer yazılımlara göre oldukça hızlı çalışan bir yazılım, RES2DINV kullanılmıştır.

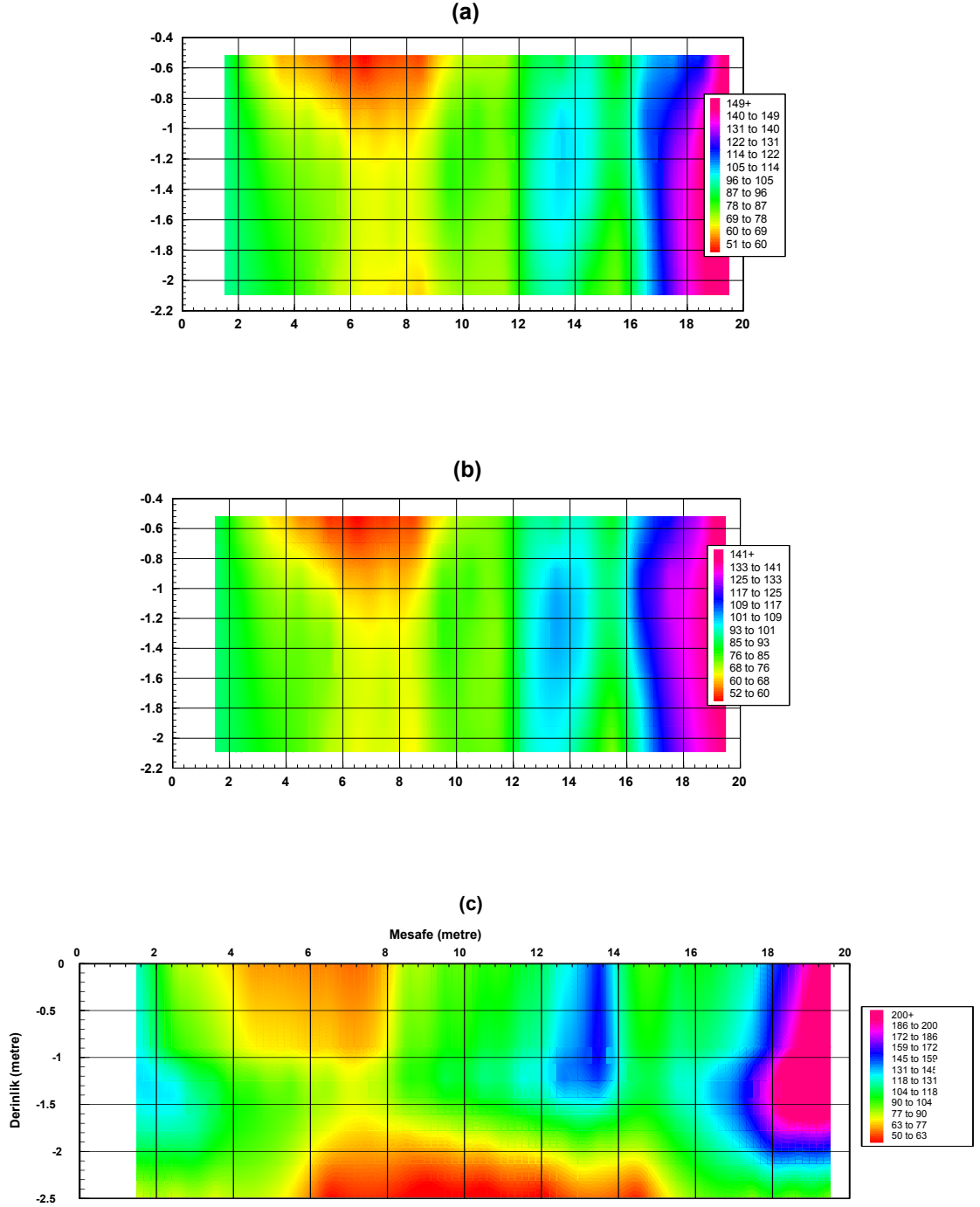
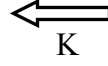
Her bir profildeki veri sayısının oldukça fazla olması ve verilerin gürültü içeriğinin az olması gibi nedenlerden oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yazılım birkaç yinelemeden (3-6) sonra ölçülen ve kuramsal veriler arasında yeterli uyumu sağlayarak durmuştur. Ölçülen veri kuramsal veri arasındaki uyum RMS (root mean square) parametresi ile denetlenmektedir. Değişik profillerde RMS değerleri 1 ile 7 arasında değişmektedir. Ölçülen ve hesaplanan veriler arasındaki uyumu göstermek üzere 2002 ve 2003 yılı çalışmalarından birer profil seçilerek bunlara ait grafikler hazırlanmış ve şekil 6.1 ve şekil 6.2 de verilmiştir. Şekil 6.1 ve Şekil 6.2’ de görüleceği gibi ölçülen ve hesaplanan veriler arasındaki uyum oldukça iyidir.

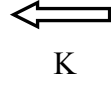
Her profile ait verilerin, 2-B ters çözüm yazılımında değerlendirilmesi ile elde edilen modeller izleyen bölümde derinlik kesitleri, seviye haritaları ve 3-B blok diyagramlar ile sunulmuştur. Yazılımdan alınan çıktıların anılan sunum şekillerine göre düzenlenmesi aşamasında gelişmiş bir progamlama dili olan MATLAB kullanılmıştır. MATLAB’da veriler, çok boyutlu dizeler atanarak istenilen şekilde görselleştirilebilmektedir.

Tüm kesitlerde olası arkeolojik yapılara ait olduğu düşünülen izler belirgin şekilde seçilebilmektedir. A alanının güneyindeki izler, (bu alanda 2002 yılında yapılan deneme kazısında duvar yıkıntılarına ait olduğu düşünülen molozlara rastlanmıştır) oldukça geniş bir alana yayılan küçük ölçekli ve düşey yönde devamlılık gösteren, yüksek öz dirençli yapıların bulunduğunu düşündürmektedir. B alanına ait seviye

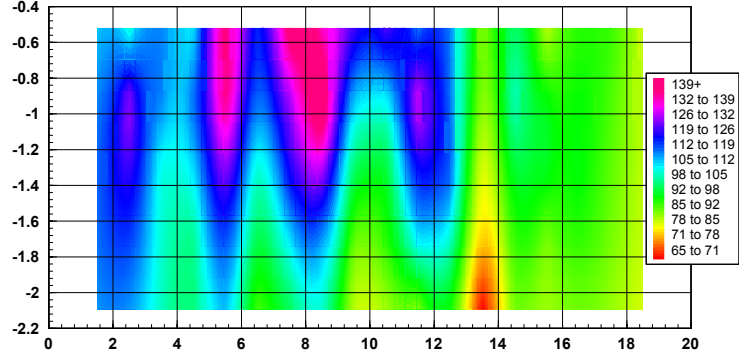


haritaları incelendiğinde ise alanın batısında olası iki yapıya ait olduğu düşünölen belirgin iki iz (anomali) dikkat çekmektedir. Bu izler hemen yüzeyin altından başlayarak -2m seviyesine kadar devam etmektedir. Bu alanlar bu çalışma sonucunda kazı ekibine kazı alanı olarak önerilecektir. Bunun dışında yine B alanının doğusunda dikkat çekici anomali veren bir başka yapı olduğu düşünölmektedir.

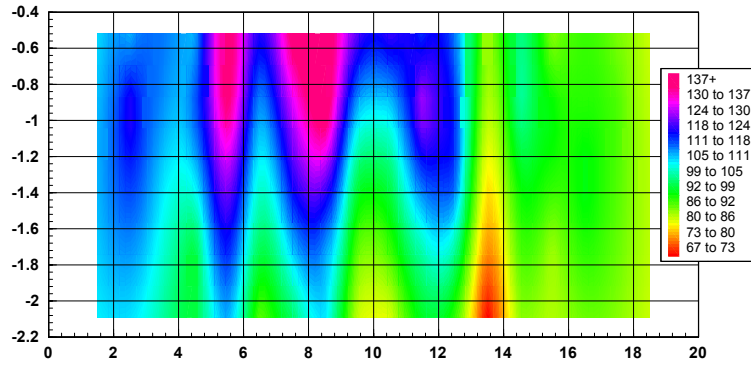




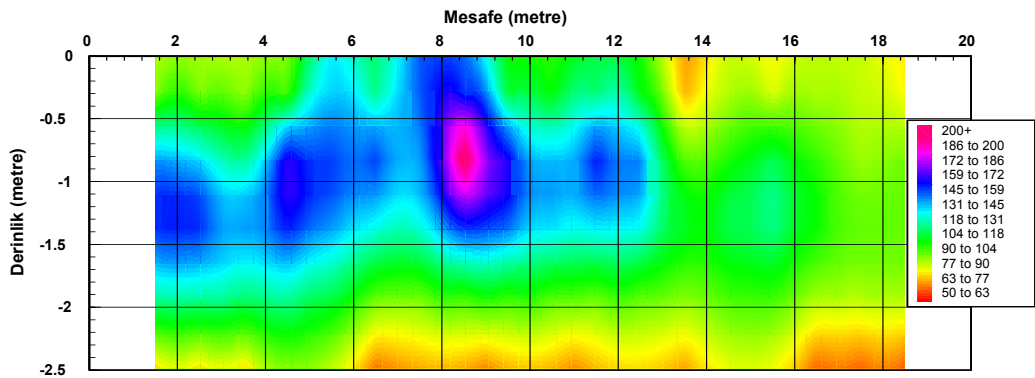
(a)



(b)



(c)

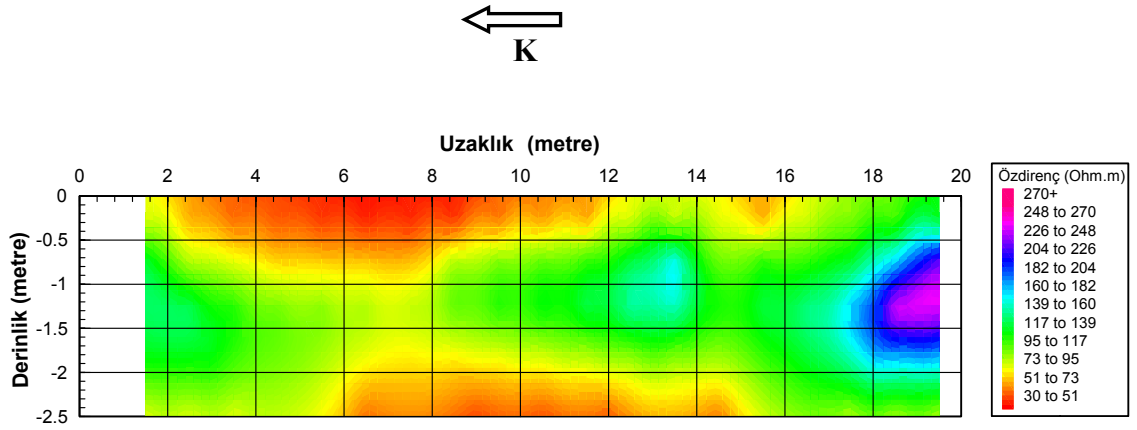


Şekil 6.2 (a) Ölçülen veri (B5 profili), (b) Hesaplanan (kuramsal) veri (c) 5 Yineleme sonucu bulunan model (RMS = %2.9)

## 6.2. A Alanında Yapılan Çalışmaların Sonuçları

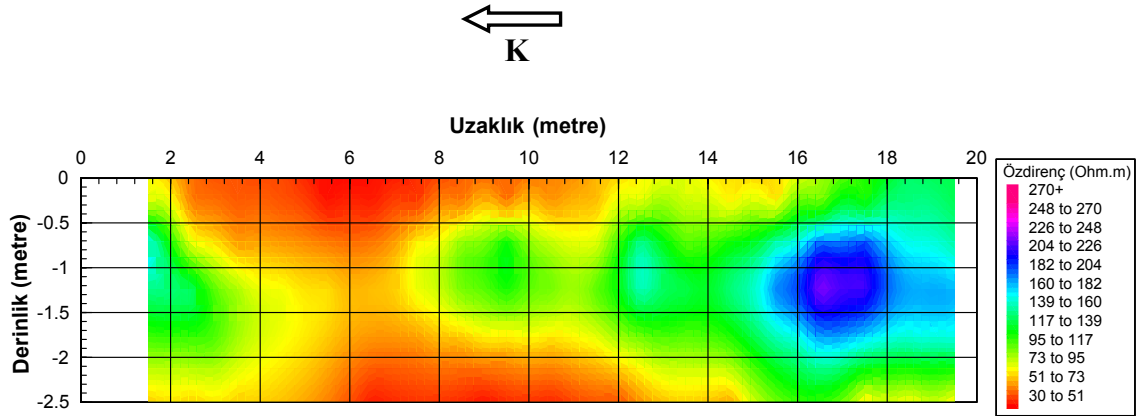
### 6.2.1. Derinlik Haritaları

A alanına ait profillerin ters çözümü sonucunda ortamdaki yapıların öz direncine ve elektrot açılımına bağlı olarak -2.5 m derinliğe kadar bilgi edinilebilmektedir. Bu bilgiler ilk olarak izleyen bölümde derinlik haritaları olarak sunulmuştur. Karşılaştırmanın kolay olması açısından tüm seviyelerde renk indeksi aynı alınmıştır. Her bir seviyeye ait derinlik bilgisi ve seviyelerde gözlenen izler şekil açıklamalarında verilmiştir



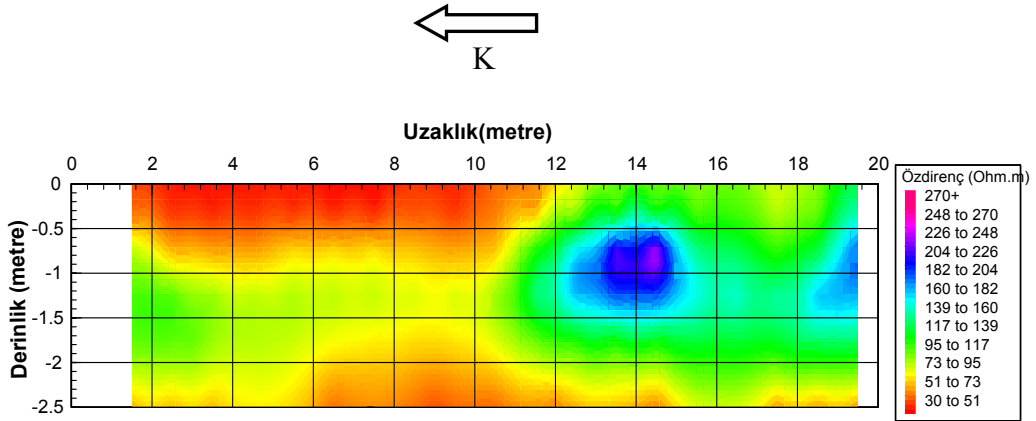
Şekil 6.3 A1 profili derinlik kesiti.

Bu profile ait derinlik kesitinde (şekil 6.3) en belirgin izi veren yüksek öz dirençli yapı K-G yönünde 17 ve 20. m'ler arasında -0.5 ile yaklaşık -2 m derinlikler arasında görülmektedir. K-G yönünde 2 ve 12. m'ler arasında -1m derinliğe kadar ulaşan iletken yapı, -1.5 ile -2m derinlikleri arasında 17. metreye kadar uzanmaktadır.



Şekil 6.4. A2 profili derinlik kesiti.

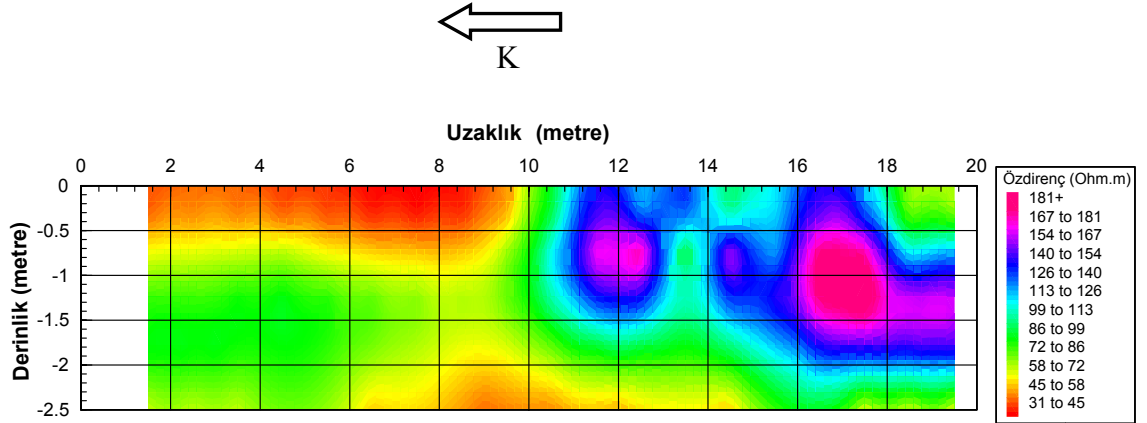
Şekil 6.4’de K-G yönünde 17 ve 18. m’ler arasında -0.5 ile yaklaşık -2 m derinlikleri arasındaki dikkat çekici yüksek öz dirençli yapı görülmektedir. K-G yönünde 2 ve 12. m’ler arasında -1m derinliğe kadar ve -1m’den -2m’ ye kadar olan derinlikte bulunan iletken bölgenin, derinlik arttıkça K–G yönünde genişleyerek devam ettiği gözlenmiştir.



Şekil 6.5. A3 profili derinlik haritası.

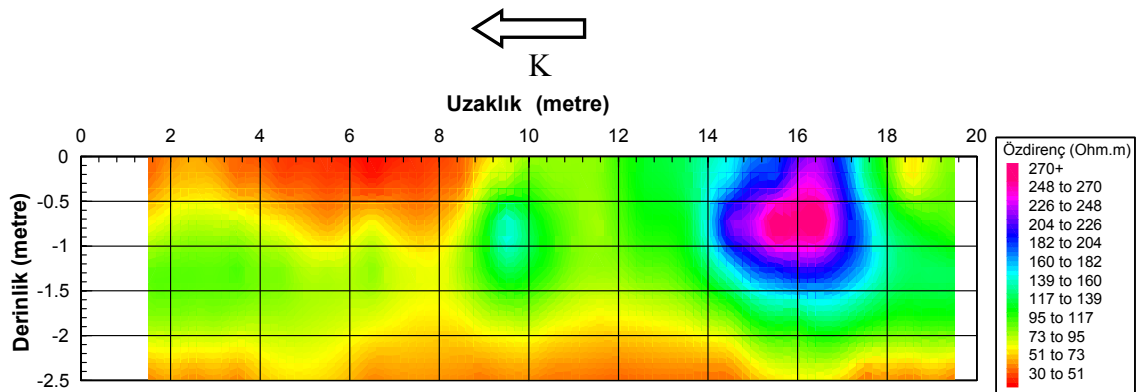
Şekil 6.5’de K-G yönünde 12 ve 15. m’ler arasında -0.5 ve -1.5 m derinlikte 160–248 Ohm.m arasında değişen öz direnç değerlerinde yapı görülmektedir. K-G yönünde 1.5 ve 12. m’ler arasında -1m derinliğe kadar ve -1m’den -1.5m’ ye kadar olan derinlikte

8 ve 9.m de 50-160 Ohm.m arasında değişen özdirenç , derinlik artıkça K-G yönünde bu yapının dahada genişleyerek devam ettiği gözlenmiştir. Fakat -0.5 ve -1.5m derinlikte 18 ve 20. m'lerde yeniden bir özdirenci yüksek yapının sokulumu söz konusudur.



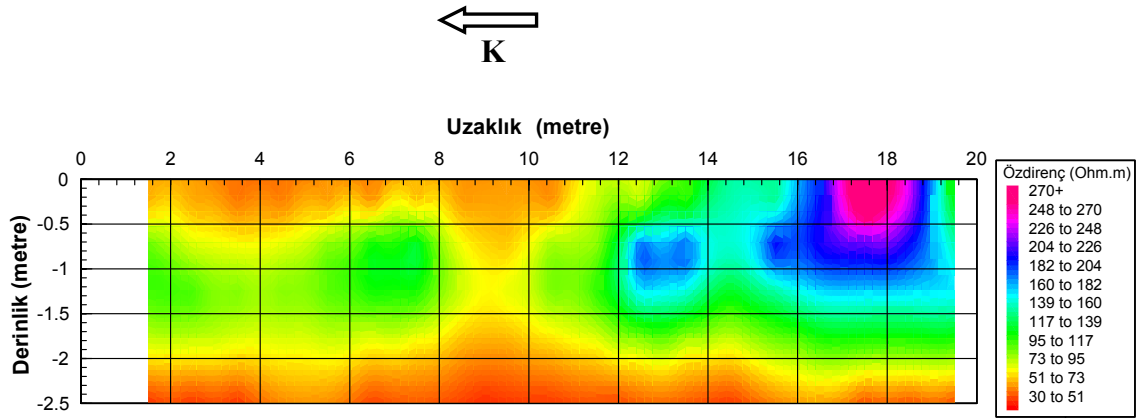
Şekil 6.6. A4 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.6'da K-G yönünde A3 profilinde gözlenen 12 ve 15. m'ler -0.5 ve -1.5 m derinlikte 160–248 Ohm.m arasında değişen özdirenç değerlerine sahip yapının giderek kaybolduğu görülmektedir. A3 profilindeki 18 ve 20.m'lerde gözlenen özdirenci yüksek yapının A4 profilinde dahada belirginleşerek 16 ve 18. m'ye derinlik olarak ise -0.5 ve -1.5m'ye tekabül ettiği gözlenmiştir. K-G yönünde 1.5 ve 10. m'ler arasında -1m derinliğe kadar ve -1m'den -1.5m' ye kadar olan derinlikte 8 ve 10.m'ler 50-160 Ohm.m arasında değişen özdirence sahiptir. Derinlik artıkça K-G yönünde bu yapının dahada genişleyerek devam ettiği gözlenmiştir.



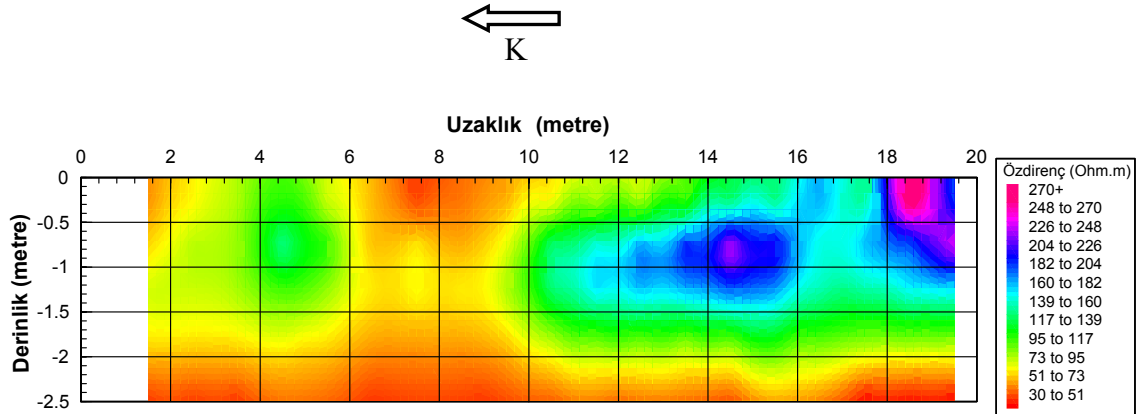
Şekil 6.7. A5 Profili derinlik kesiti.

Şekil 6.7’de K-G yönünde A3 profilinde gözlenen 12 ve 15. m’ler -0.5 ve -1.5 m derinlikte 160–248 Ohm.m arasında değişen özdirenç değerlerine sahip yapının kaybolduğu görülmektedir. A4 profilinde gözlenen özdirenci yüksek yapının A5 profilinde özdirenç değerinin en üst seviyelere çıktığı 14 ve 17. m’de derinlik olarak ise -0 ve -1.5m’ye kadar ulaştığı gözlenmiştir. Üst seviyelerde gözlenen K-G yönünde 1.5 ve 10. m’ler arasında -1m derinliğe kadar ve -1m’den sonra daralıp -2m seviyelerinde tekrar genişleyen 50-160 Ohm.m arasında değişen özdirence sahiptir yapının artık -2m’den sonra K–G yönünde daha da genişlemeye başladığı üstlerden ise daralmaya başladığı gözlenmiştir.



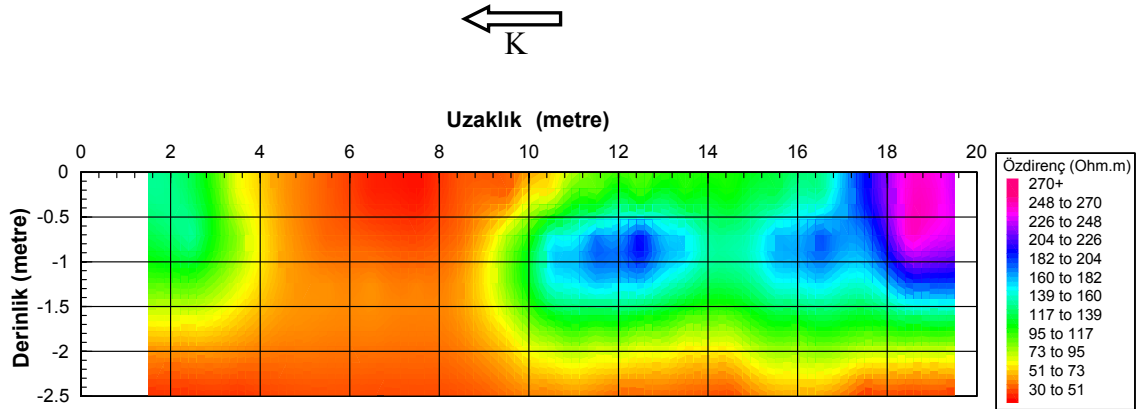
Şekil 6.8. A6 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.8’de K-G yönünde 12 ve 14. m’lerde -0.7 ve -1.25 m derinlikte küçük bir yüksek özdirenç değerli yapı A4 ve A5 profillerinde gözlenen özdirenci yüksek yapının özdirenç değerinin en üst seviyelere çıktığı 15 ve 19. m’de derinlik olarak ise 0 ve -1.25m’ye kadar ulaştığı gözlenmiştir. Üst seviyelerde gözlenen K-G yönünde 1.5 ve 10. m’ler arasında -1m derinliğe kadar ve -1m’den sonra darlaşıp tekrar -2.m seviyelerinde genişleyen 50-160 Ohm.m arasında değişen özdirence sahiptir yapının artık -2m’den sonra K–G yönünde tüm alanı kapladığı üstlerden ise daha da daralmaya başladığı gözlenmiştir.



Şekil 6.9. A7 profili derinlik kesiti.

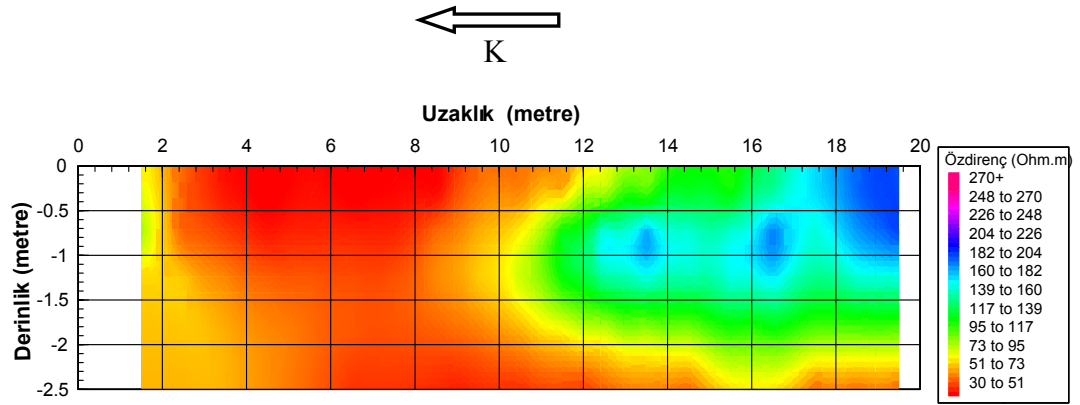
Önceki kesitlerde belirgin olarak görülen yapıların benzer özelliklerle devam ettiği şekil 6.9'da görülmektedir. 12. m'den itibaren öz direnci yüksek yapıların belirginliği mevcuttur. Yapılan deneme kazılarında bunların birbirinden bağımsız oldu düşünülen alanın yakın bulunan kilisenin yıkıntıları olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 6.10. A8 profili derinlik kesiti.

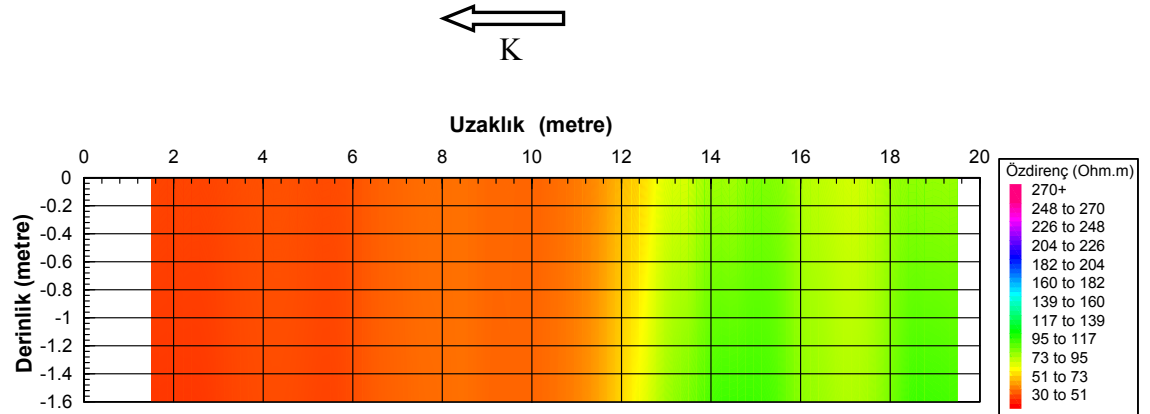
Şekil 6.10 da önceki kesitlerin güneyinde görülen yapıların uzanımlarında küçük değişiklikler olmakla birlikte devam ettiği görülmektedir.





Şekil 6.11. A9 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.11'den itibaren profilin güneyinde bulunduğu tahmin edilen yapıdan dolayı oluşan anomalinin belirginliği kaybetmeye başladığı, profilin 10. m'sine kadar neredeyse tüm alanı öz direnci düşük yapının kapladığı gözlenmektedir.

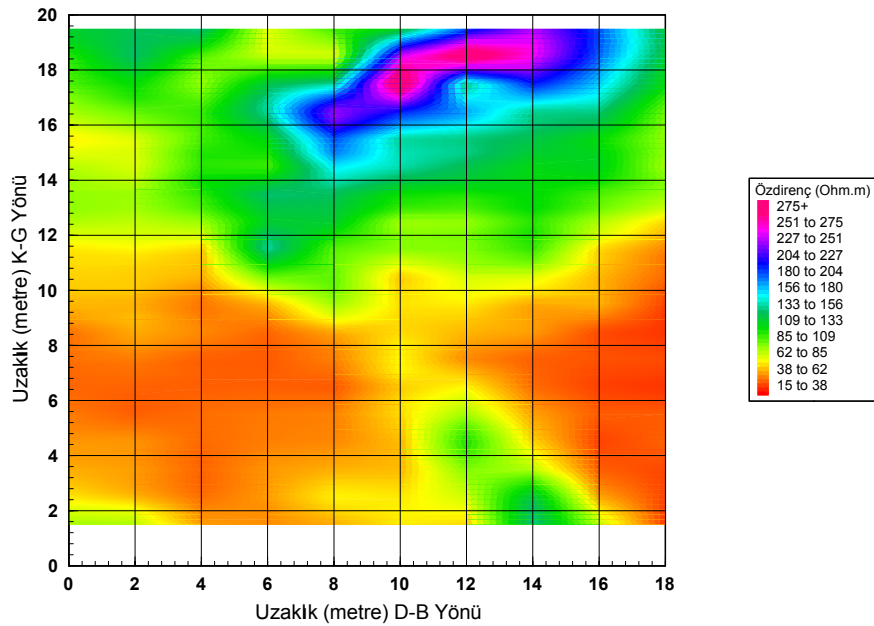


Şekil 6.12. A10 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.12'de çeşitlilik gösteren öz direnç değerlerine rastlanmamaktadır.

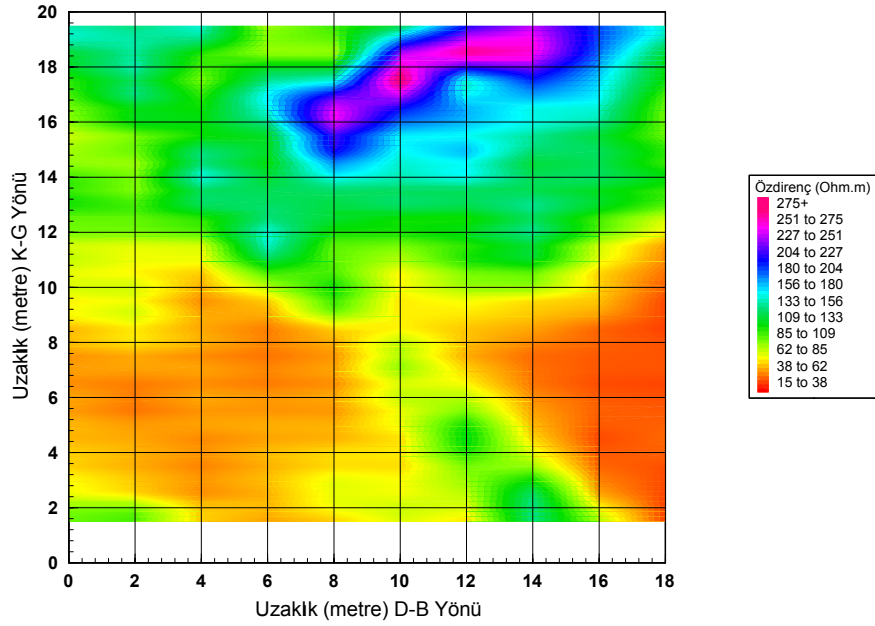
### 6.1.2. Seviye Haritaları

A alanına ait profillerin ters çözümü sonucunda ortamdaki yapıların özdirencine ve elektrot açılımına bağlı olarak -2.5 m derinliğine kadar bilgi edinilebilmektedir. Bu bilgiler izleyen bölümde seviye haritaları olarak sunulmuştur. 0 ile -2.5 m arası toplam 15 seviyeye ayrılarak tüm alandaki özdirenç değişimi her seviye için gösterilmiştir. Ayrıca seviyeler birbirinden bağımsız olarak değil üst üste eklenerek grafiklendiğinden ortamdaki özdirenç dağılımı üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Karşılaştırmanın kolay olması açısından tüm seviyelerde renk indeksi aynı alınmıştır. Her bir seviyeye ait derinlik bilgisi ve seviyelerde gözlenen izler şekil açıklamalarında verilmiştir.



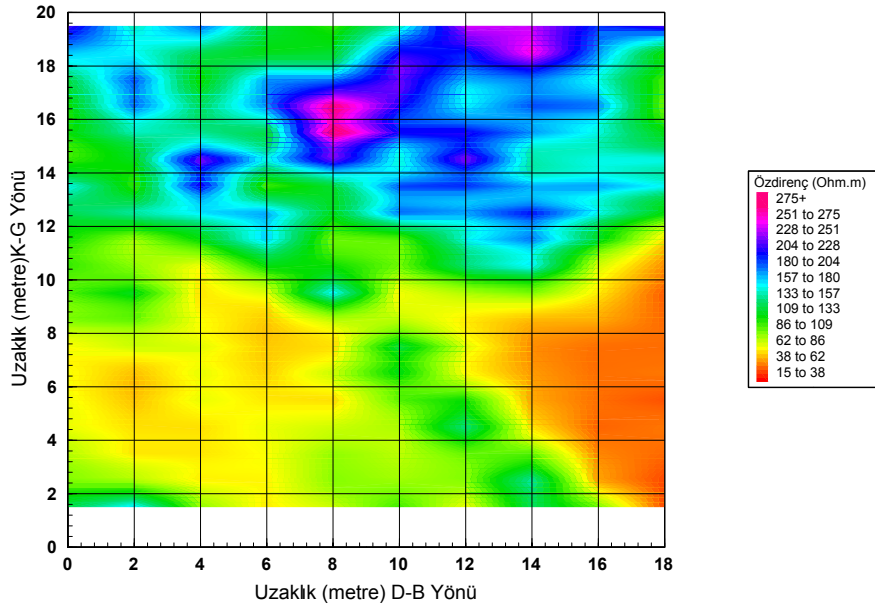
Şekil 6.13. A alanında  $z = 0$  m için seviye haritası

Şekil 6.13'de görüldüğü gibi D-B yönünde 8-16m arasına rastlayan kısımda yüksek özdirençli yapıların varlığından söz edilebilir. K-G yönünde ise 2-12m arasında ise özdirenç çok düşük yapı mevcuttur.



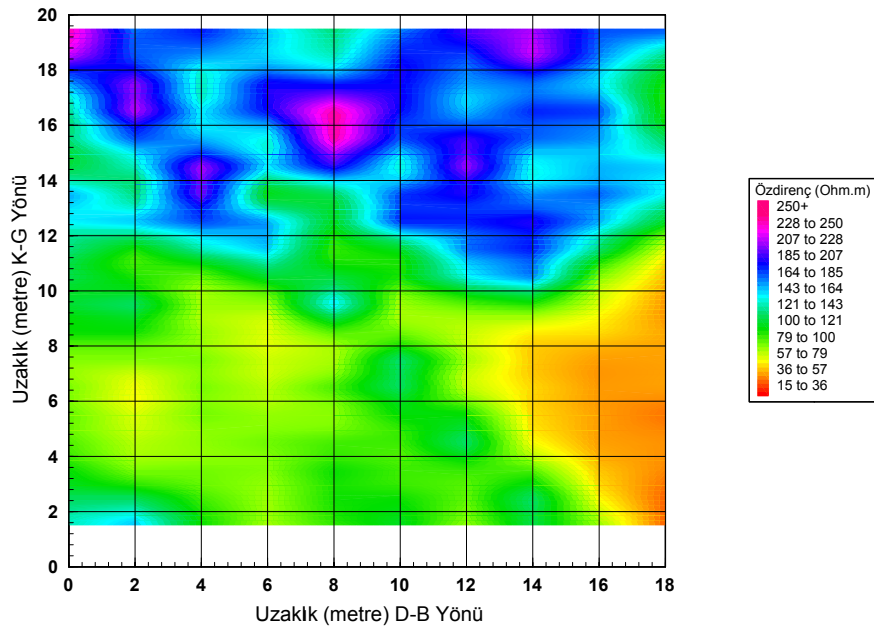
Şekil 6.14. A alanında  $z = -0.35\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.14'de görüldüğü gibi D-B yönünde 7-17m K-G yönünde 14-18m arası yüksek öz dirençli yapı mevcuttur. K-G yönünde ise 2-12m arasında ise öz direnci düşük yapı mevcuttur.



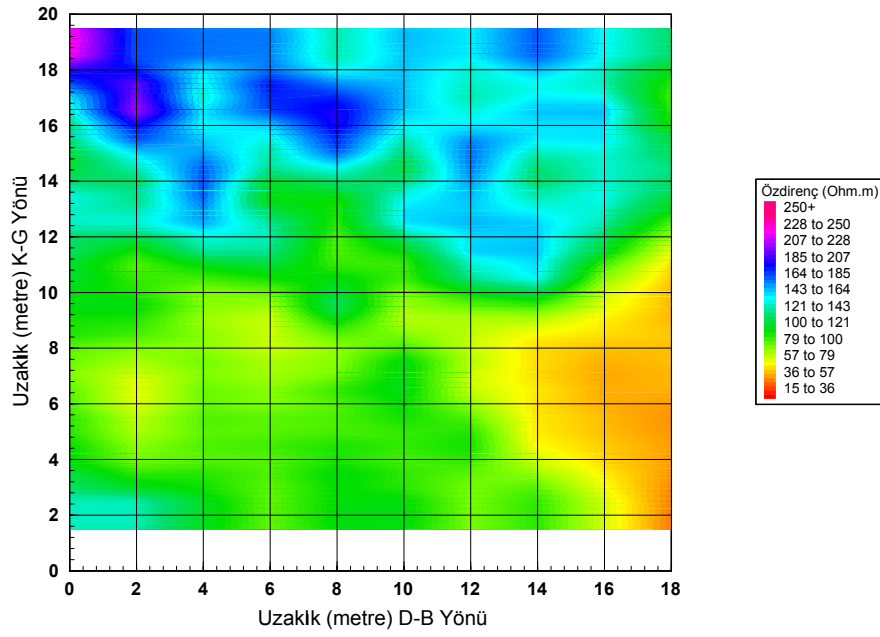
Şekil 6.15. A alanında  $z = -0.71\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.15’de görüldüğü gibi K-G yönünde 12-19m arasında D-B yönünde yayılmış yüksek öz dirençli birbirinden ayrılan ki bunların önerilen açma yerinde çıkan yıkıntı molazlar olduğu anlaşılan yapıların varlığı gözlenmiştir. GD yönünde bir köşeden diğer köşeye birbirini takip eden öz direnç değeri 100-143 Ohm.m arasında değişen yapı dikkati çekmektedir. Bu en üst seviyeden 1.60m ye kadar kendini göstermektedir.



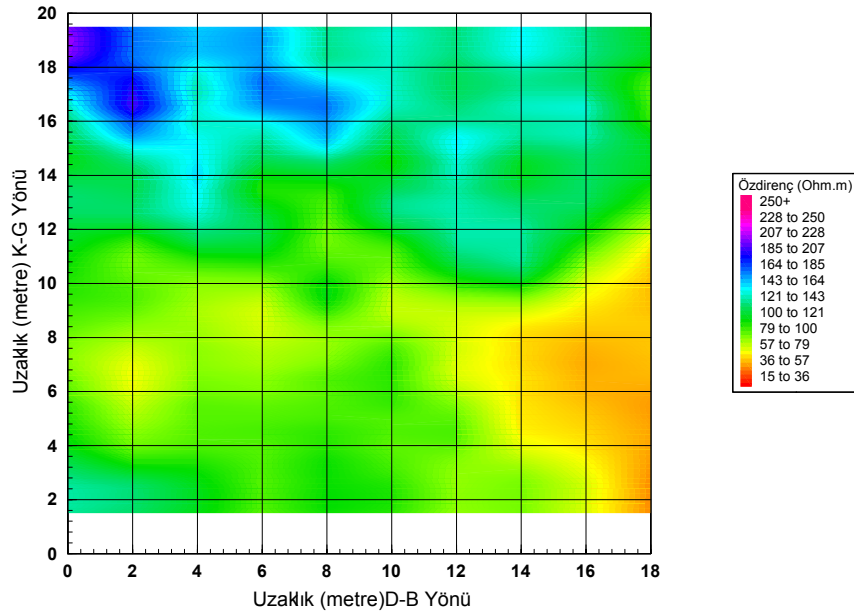
Şekil 6.16. A alanında  $z = -1.06m$  için seviye haritası

Şekil 6.16’de görüldüğü gibi K-G yönünde 12-19m arasında D-B yönünde yayılmış yüksek öz dirençli birbirinden ayrılan ve üst seviyede olduğu gibi bunların önerilen açma yerinde çıkan yıkıntı molazlar olduğu anlaşılan yapıların varlığı burda da devam etmektedir.



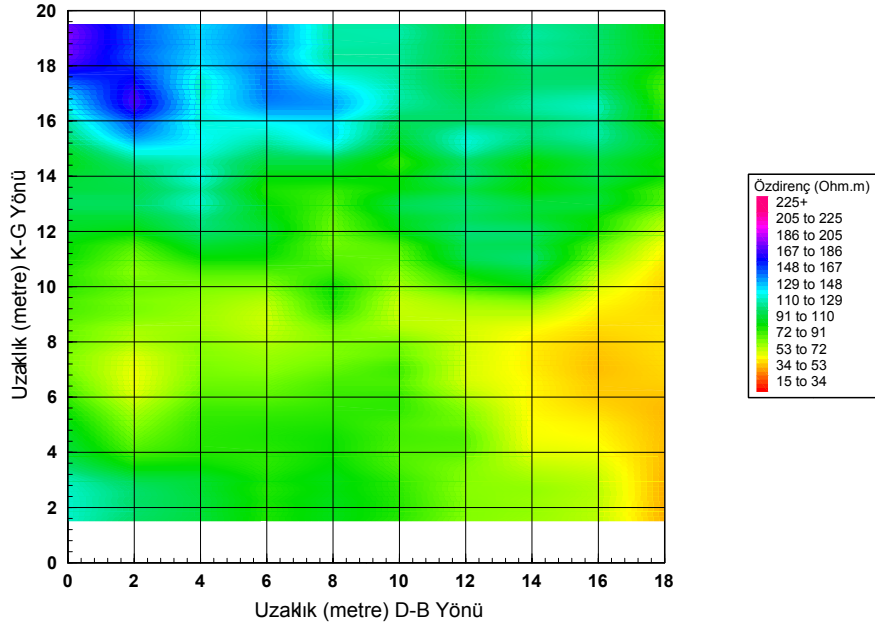
Şekil 6.17.A alanında  $z = -1.42\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.17'de görüldüğü gibi K-G yönünde 12-19m arasında D-B yönünde yüksek özdirençli birbirinden ayrılan yıkıntı molazlar olduğu anlaşılan yapıların varlığı devam etmektedir. Şekil 6.16'ya göre yüksek özdirençli değerlerin azaldığı görülmektedir.



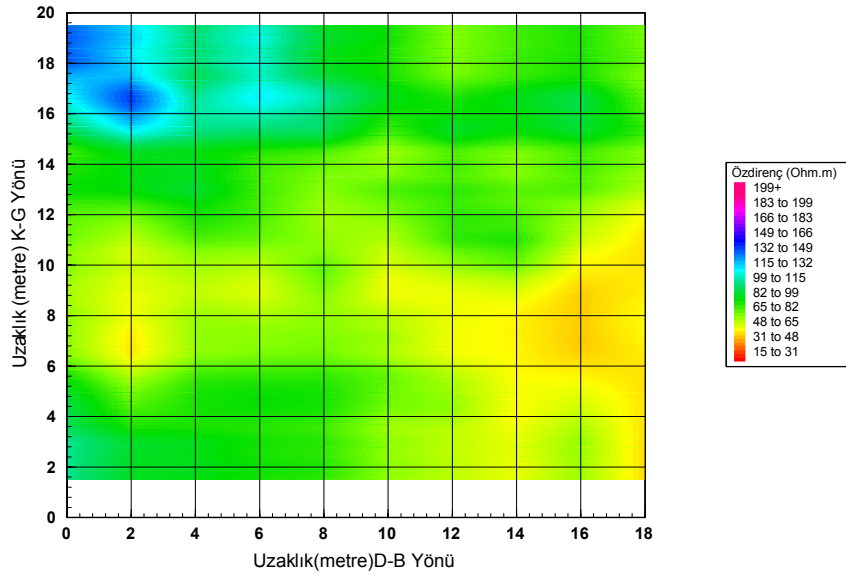
Şekil 6.18.A alanında  $z = -1.60\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.18’de D-B yönünde 0-8m ve K-G yönünde 15-19m arasında yüksek özdirenç belirtisi devam etmektedir diğer kısımlarda için ise kolay kazılabilecek alan olduğu söylenebilir.



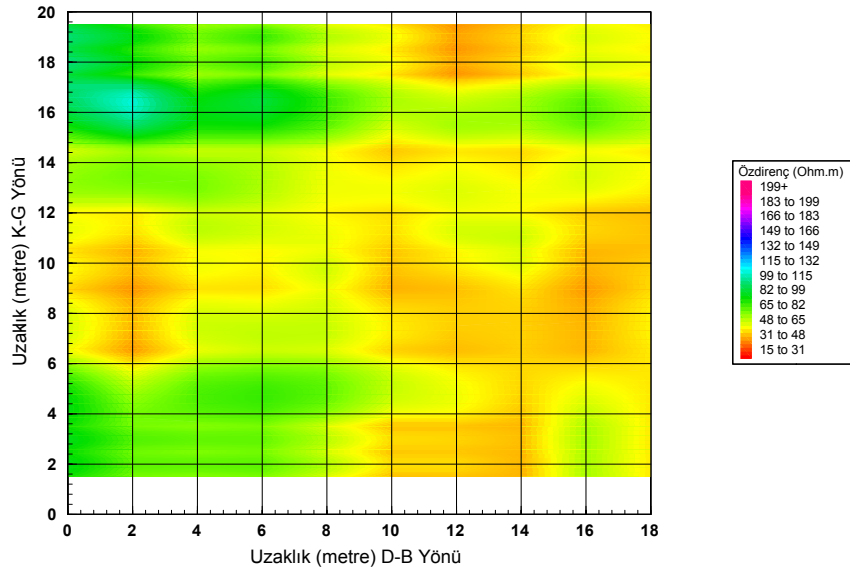
Şekil 6.19.A alanında  $z = -1.77m$  için seviye haritası

Şekil 6.19’de D-B yönünde 0-8m ve K-G yönünde 15-19m arasında yüksek özdirenç belirtisi devam etmektedir diğer kısımlarda için ise kolay kazılabilecek alan olduğu söylenebilir.



Şekil 6.20.A alanında  $z = -2.13\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.20'da artık yüksek öz dirençli yapı belirtileri yok denecek kadar az miktardadır.

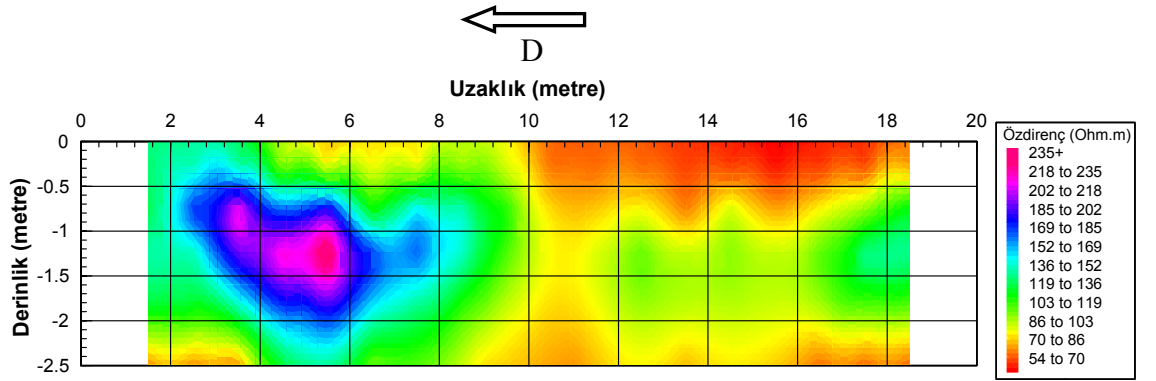


Şekil 6.21.A alanında  $z = -2.5\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.21'de artık belirti olarak değerlendirilebilecek öz direnç farklılıklarına rastlanmamaktadır.

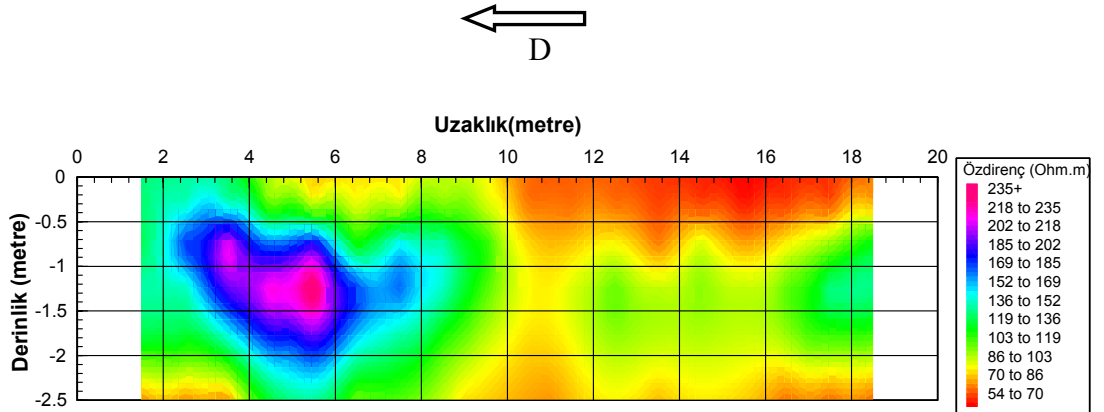
### 6.2.1. Derinlik Kesitleri

B alanına ait profillerin ters çözümü sonucunda ortamdaki yapıların öz direncine ve elektrot açılımına bağlı olarak -2.5 m derinliğe kadar bilgi edinilebilmektedir. Bu bilgiler ilk olarak izleyen bölümde derinlik haritaları olarak sunulmuştur. 0 ile -2.5 m arası toplam 10 profile ayrılarak tüm alandaki öz direnç değişimi her profil için gösterilmiştir. Karşılaştırmanın kolay olması açısından tüm seviyelerde renk göstergesi aynı alınmıştır. Her bir seviyeye ait derinlik bilgisi ve seviyelerde gözlenen izler şekil açıklamalarında verilmiştir



Şekil 6.22. B1 profili derinlik kesiti.

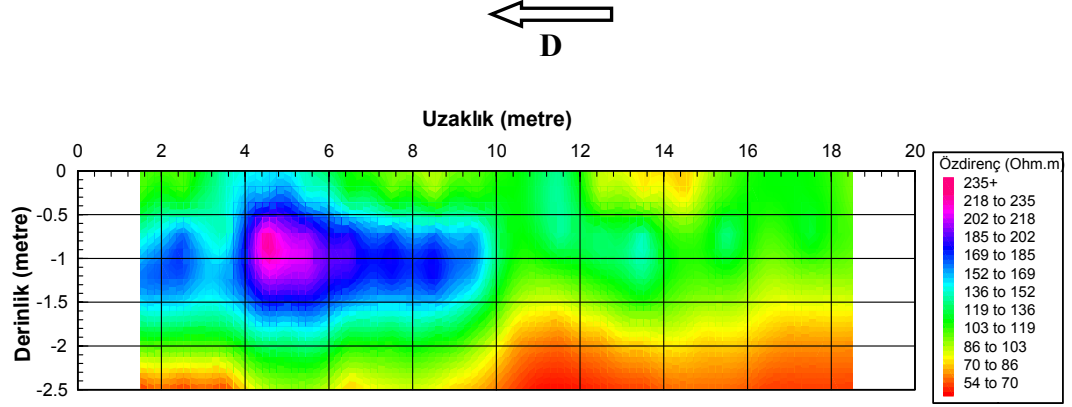
Şekil 6.22’de görüldüğü gibi D-B yönünde 2–7 m arasında -0.5 ile -2 m derinlikte yüksek öz dirençli yapı mevcuttur. D-B yönlü 10–18.5 m arasında -1 m derinliğinde öz direnci düşük bir yapı mevcuttur.



Şekil 6.23. B2 profili derinlik kesiti.

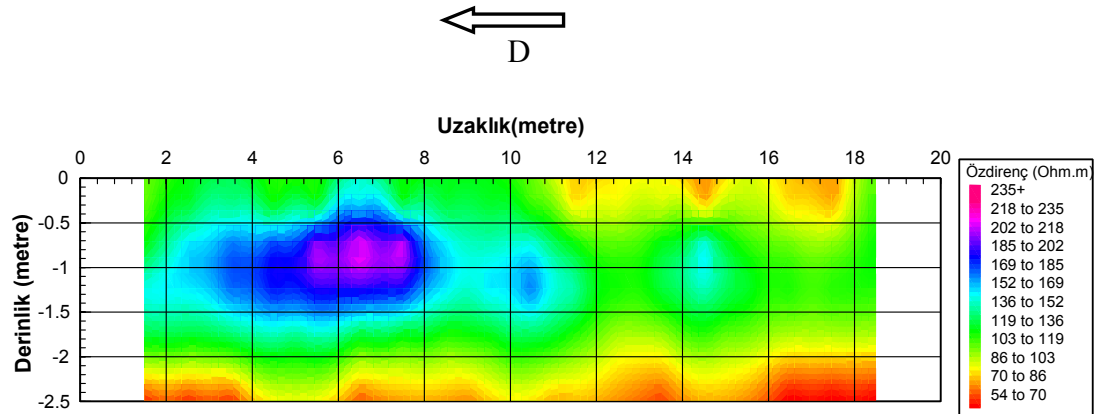


Şekil 6.23’de görüldüğü gibi D-B yönünde 2–7 m arasında -0.5 ile -2 m derinlikte yüksek öz dirençli yapı mevcuttur. D-B yönlü 10–18.5 m arasında -1 m derinliğinde öz direnci düşük bir yapı mevcuttur.



Şekil 6.24 B3 profili derinlik kesiti.

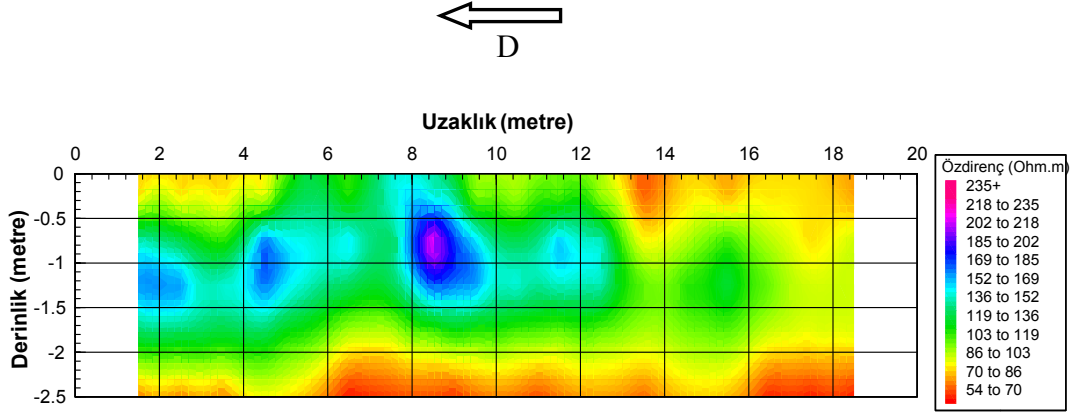
Önceki kesitlerde rastlanan yüksek öz dirençli yapı batıya doğru kaymıştır, Şekil 6.24’da görüldüğü gibi D-B yönünde 4–9.5 m arasında -0 ile -1.5 m derinlikte yüksek öz dirençli yapı mevcuttur ve 1.5 m’de yeni yüksek öz dirençli yapı girişimi söz konusudur. D-B yönlü 10–18.5 m arasında -1.5 m derinliğinde öz direnci düşük bir yapı mevcuttur.



Şekil 6.25. B4 profili derinlik kesiti.

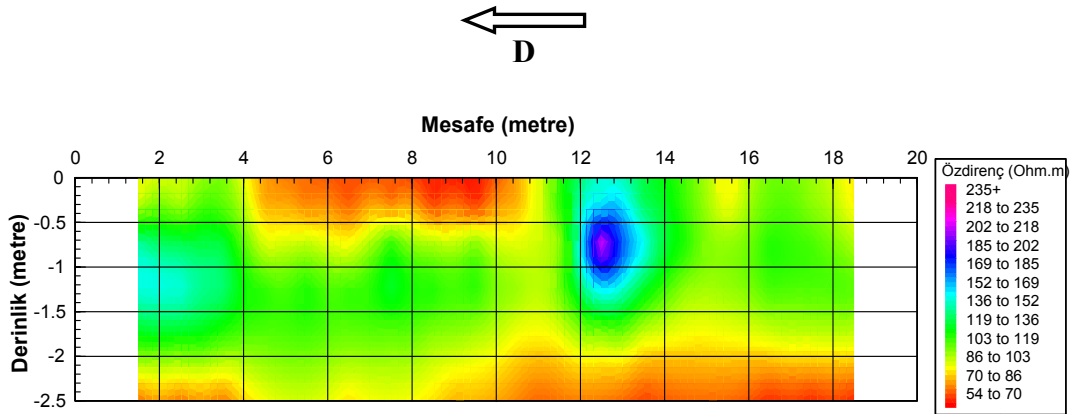
Önceki kesitlerde rastlanan yüksek öz direnç yapı batıya doğru kaymaya devam etmektedir. Şekil 6.25 da görüldüğü gibi D-B yönünde 2–8 m arasında 0 ile -1.5 m

derinlikte yüksek özdirençli yapı mevcuttur. D-B yönlü 10–18.5 m arasında -1.5 m derinliğinde özdirenci düşük bir yapı burada üsteki kesitlerde olduğu kadar görülmemektedir.



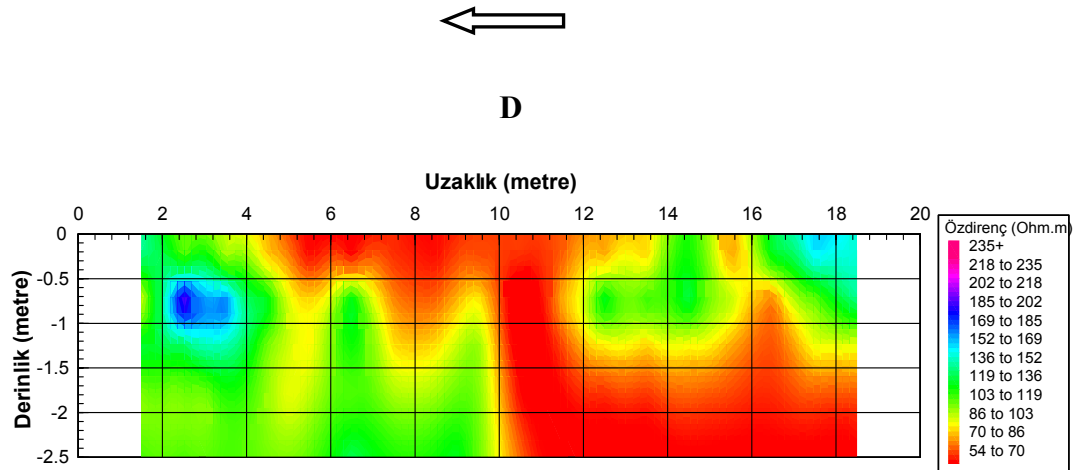
Şekil 6.26. B5 profili derinlik kesiti.

Önceki kesitlerde rastlanan yüksek özdirençli yapı Şekil 6.26'de batıya doğru kaymış, kapladığı alan olarak da küçülmüş ve 1.5-3 m'de, 4-6 m'de -0.5 ile -1.5 m derinliğinde yüksek özdirenç yapı girişimleri mevcuttur. Görüldüğü gibi D-B yönünde 8–10 m arasında -0.5 ile 1.5 m derinlikte yüksek özdirençli yapı mevcuttur. D-B yönlü 6-18.5 m arasında -2 m derinliğinde ve 13-18.5 m arasında -1m'ye kadar ulaşan özdirenci düşük bir yapı mevcuttur.



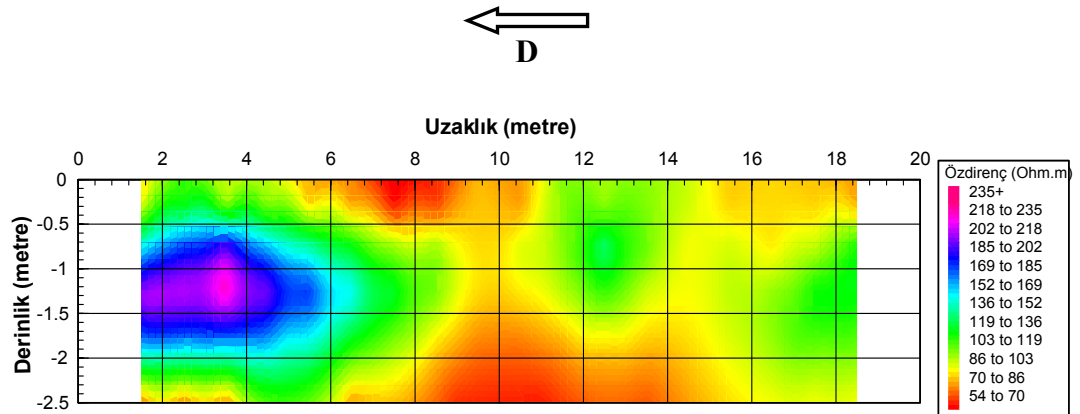
Şekil 6.27. B6 profili derinlik kesiti.

Önceki kesitlerde rastlanan yüksek özdirenç yapı Şekil 6.27'da batıya doğru kaymış, küçülmüştür ve 0 ile -1 m' derinliğinde 12-13 m'de bulunmaktadır.



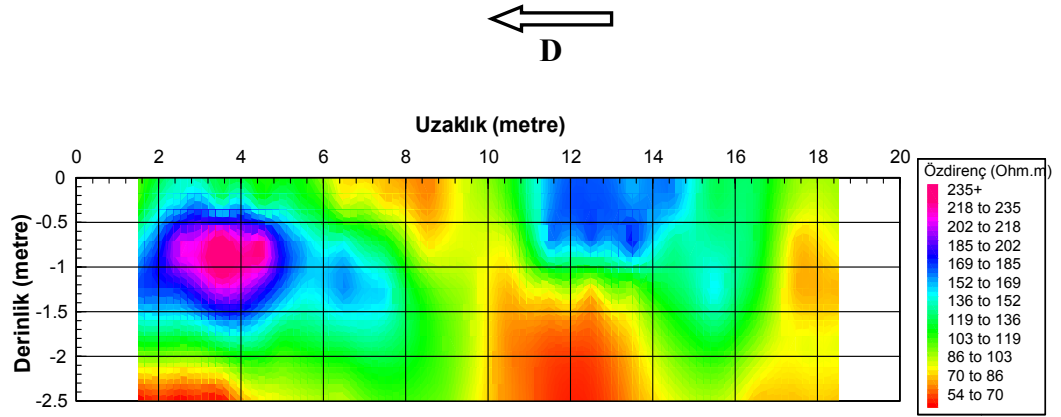
Şekil 6.28. B7 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.28’de ise dikkati çekecek derecede D-B yönlü 4-10 m arasında -1 m derinliğinde ve 10-18.5 m D-B alt seviyelerde özdirenci düşük yapı girişimleri mevcuttur. 2-4 m arasında -0.5 ile -1 m derinliğinde özdirenci düşük küçük bir yapı vardır.



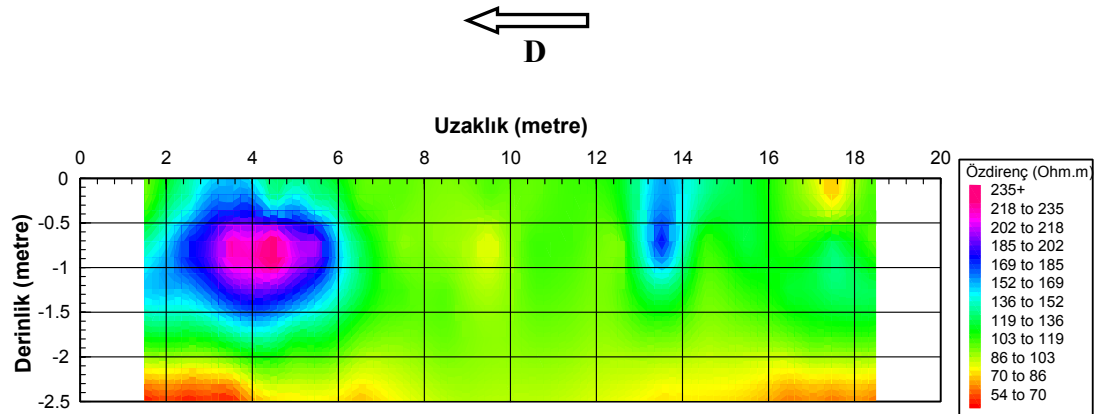
Şekil 6.29. B8 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.29’de 1.5-6 m D-B yönlü derinliği 0.5-2 m olan yerde yüksek özdirenç B7 derinlik kesitine göre artış göstermiş, düşük özdirençli alan daha belirsizdir.



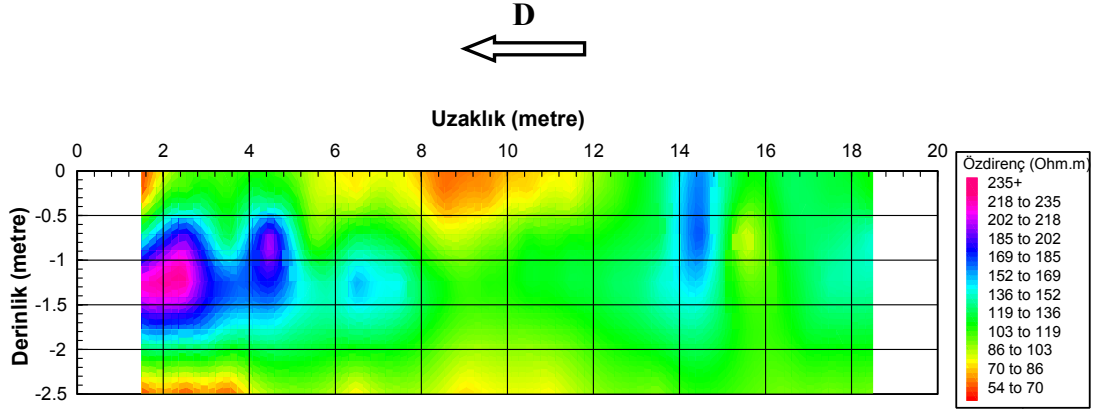
Şekil 6.30. B9 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.30'da görüldüğü gibi 1.5-5 m D-B yönlü 0-1.5 derinliğinde yüksek özdirenç ve D-B yönünde 11-15 m 0-1m derinliğinde yine yüksek özdirençli yapı vardır. D-B yönünde 0-4 m arasında 2-2.5 derinliğinde ve 10-14 m 1-2.5 m derinliğinde düşük özdirençli yapılar yeniden kendini göstermeye başlamıştır.



Şekil 6.31. B10 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.31'da düşük özdirençli yapılara rastlanmamaktadır. D-B yönünde 0-6 m arasında 0-1.5 m derinliğinde ve 13 m civarında yüksek özdirençli yapılar görülmüştür.



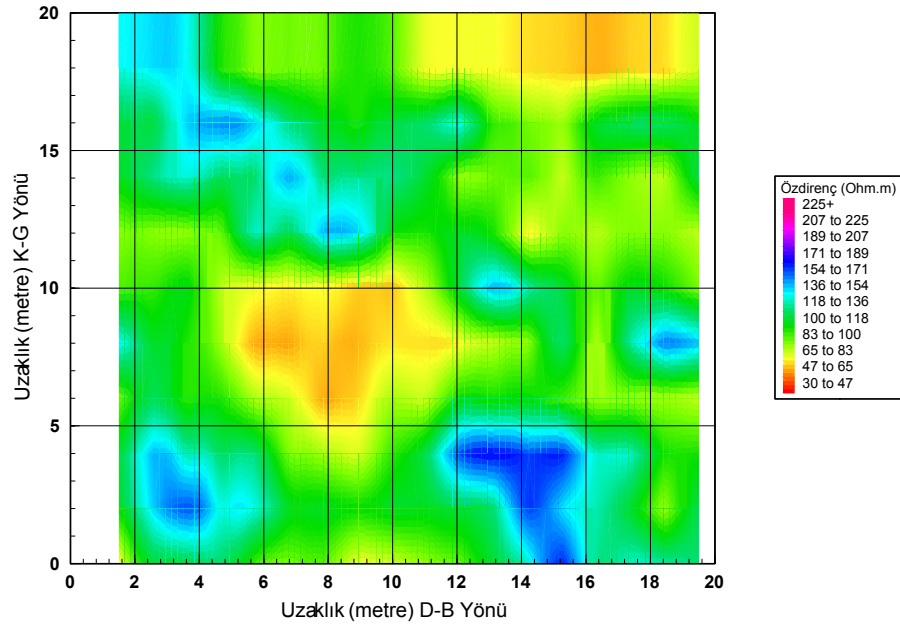
Şekil 6.32. B11 profili derinlik kesiti.

Şekil 6.32'de görüldüğü gibi D-B yönünde 1.5- 5 m arasında 0.5- 5 m derinliğinde yüksek öz dirençli yapı mevcuttur fakat üst kesitlerde 14-15 m de rastlanan yüksek öz dirençli yapı batıya doğru kaymıştır.

## 6.2.2. B Alanı Seviye Haritaları

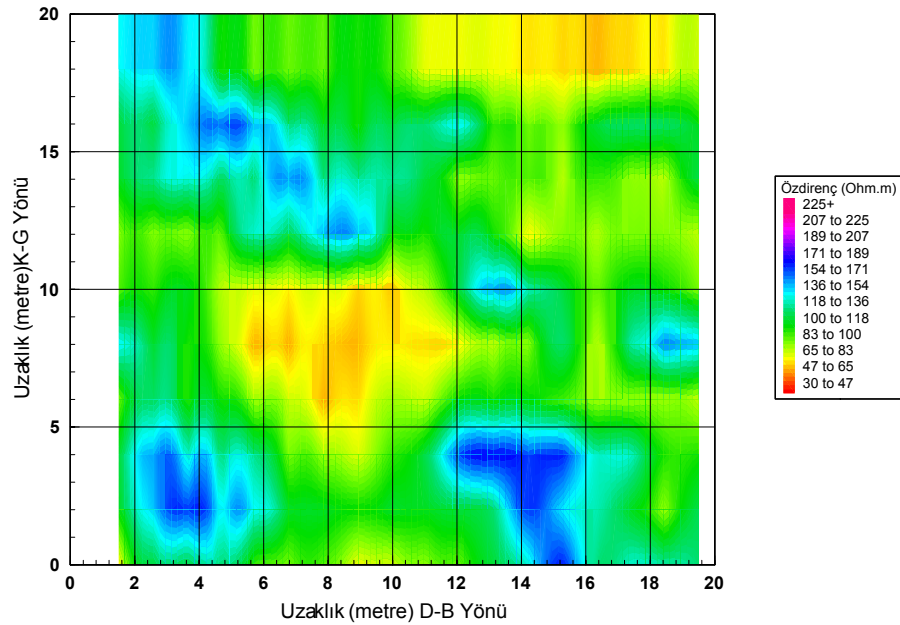
### 6.2.2.1. Seviye Haritaları

B alanına ait profillerin ters çözümü sonucunda ortamdaki yapıların öz direncine ve elektrot açılımına bağlı olarak -2.5 m derinliğine kadar bilgi edinilebilmektedir. Bu bilgiler ilk olarak izleyen bölümde seviye haritaları olarak sunulmuştur. 0 ile -2.5 m arası toplam 15 seviyeye ayrılarak tüm alandaki öz direnç değişimi her seviye için gösterilmiştir. Ayrıca seviyeler birbirinden bağımsız olarak değil üstü üste eklenerek grafiklendiğinden ortamdaki öz direnç dağılımı üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Karşılaştırmanın kolay olması açısından tüm seviyelerde renk indeksi aynı alınmıştır. Her bir seviyeye ait derinlik bilgisi ve seviyelerde gözlenen izler şekil açıklamalarında verilmiştir.



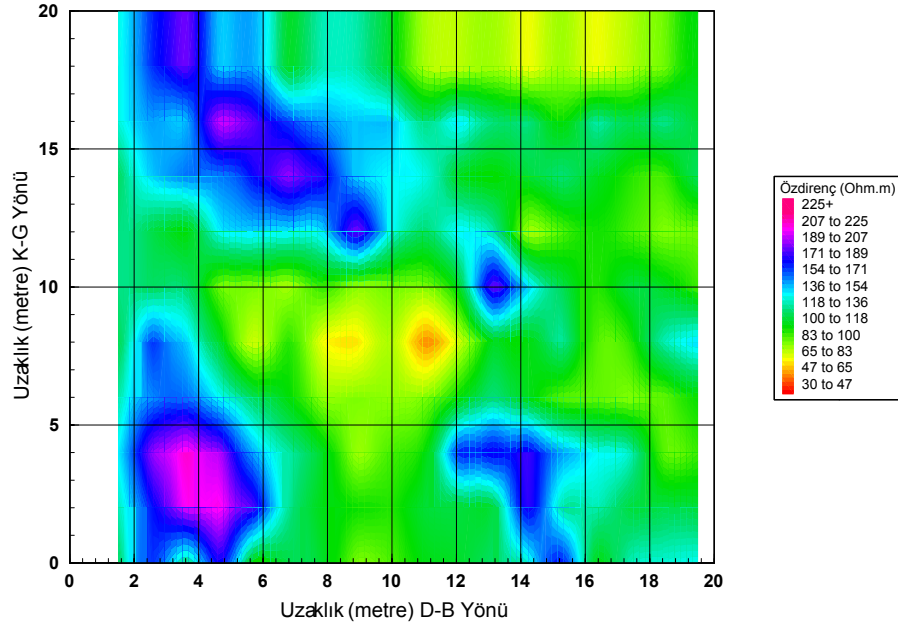
Şekil 6.33. B alanında  $z = 0$  m için seviye haritası

Şekil 6.33' de D-B yönünde 2-4m ve 1.5-8m arasında 154-190 ohm.m. arasında değişen özdirenç değerlerine rastlanmaktadır.



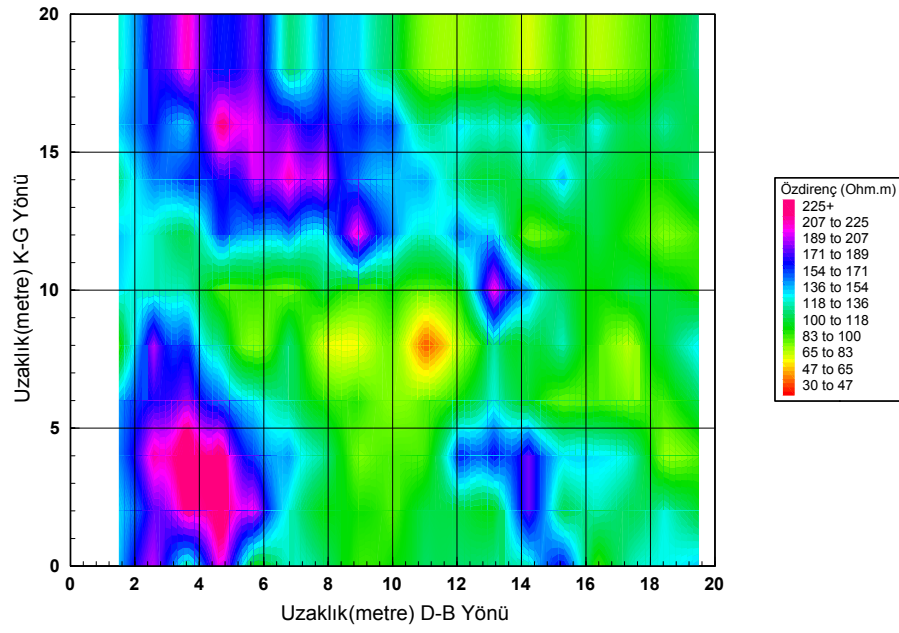
Şekil 6.34. B alanında  $z = -0.35$ m için seviye haritası

Şekil 6.34’ de D-B yönünde 2-6m ve 1.5-9m arasında 154-190 ohm.m. arasında değişen özdirenç değerlerine rastlanmaktadır. D-B yönünde 15-20m. arasında dikkati çeken özdirenci düşük bir belirti gözlenmiştir.



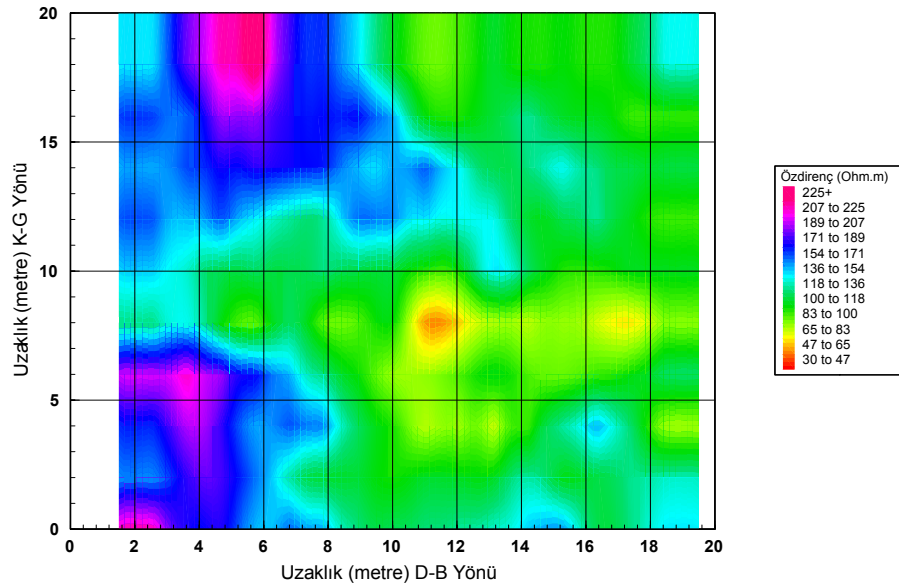
Şekil 6.35. B alanında  $z = -0.71m$  için seviye haritası

Şekil 6.35’de D-B yönünde 1.5-6m, K-G yönünde 0-6m ve D-B yönünde 1.5-10m K-G yönünde 12-20m. lerde yüksek özdirençli yapılar üst seviyelere göre daha da belirginleşmeye başlamıştır. Özdirenci düşük yapı ise bu seviyede belirtisi yok denecek kadar azdır.



Şekil 6.36. B alanında  $z = -1.06\text{m}$  için seviye haritası

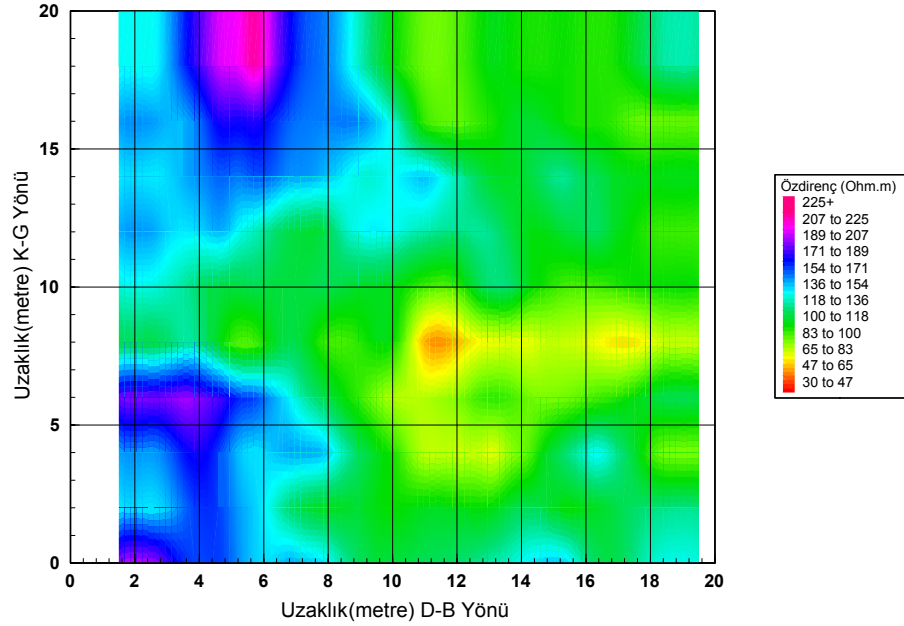
Şekil 6.36'de D-B yönünde 1.5-6m, K-G yönünde 0-8m ve D-B yönünde 1.5-11m K-G yönünde 11-20m. lerde yüksek özdirençli yapılar üst seviyelere göre daha da belirginleşmeye başlamıştır. Özdirenci düşük yapı ise bu seviyede gözlenmemektedir.



Şekil 6.37. B alanında  $z = -1.42\text{m}$  için seviye haritası

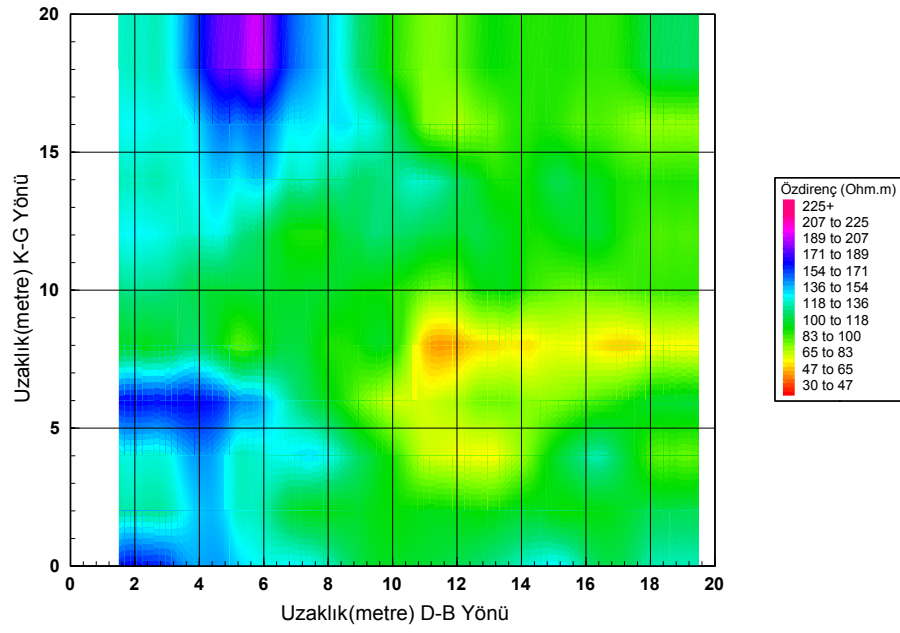


Derinlik 1.42m'ye gelindiğinde ise şekil 6.37'da D-B yönünde 1.5-8m, K-G yönünde 0-8m ve D-B yönünde 1.5-11m K-G yönünde 10-20m.'ler ara yüksek öz dirençli yapılar üst seviyelere göre daha da belirginleşmeye başlamıştır



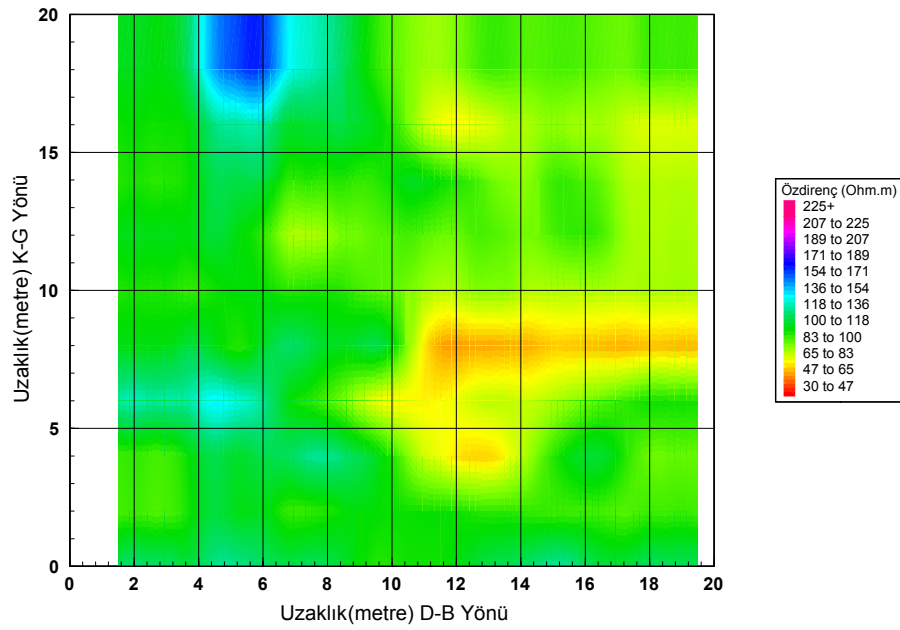
Şekil 6.38. B alanında  $z = -1.60m$  için seviye haritası

Şekil 6.38'de bir üst seviyede rastlanan duvar belirtileri devamlılığını D-B yönünde 1.5- 7m. K-G yönünde 0-7m. ve D-B yönünde 1.5-10m. K-G 11-20m.'lerde sürdürmektedir.



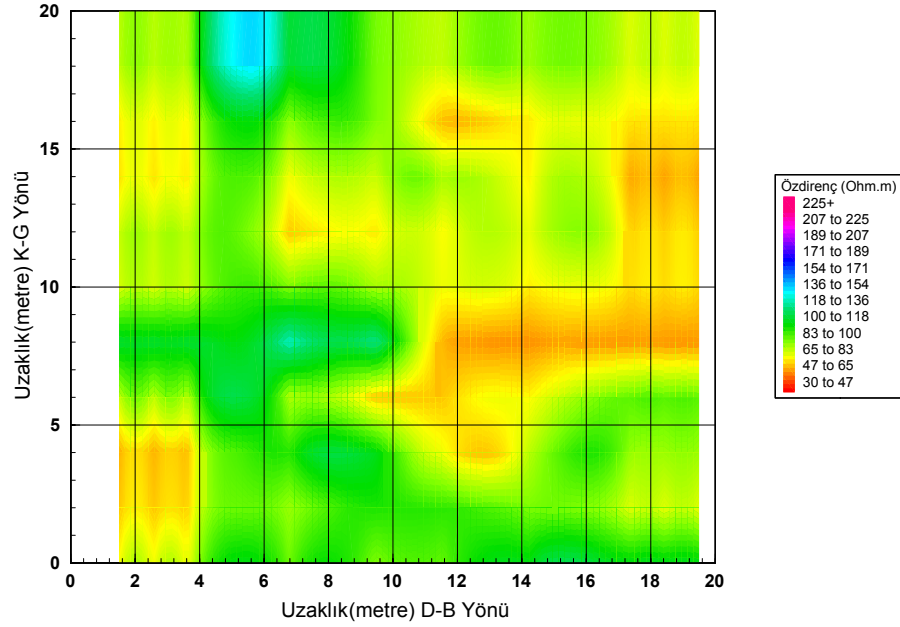
Şekil 6.39. B alanında  $z = -1.77\text{m}$  için seviye haritası

Şekil 6.39'de bir üst seviyede rastlanan duvar belirtileri devamlılığını daralarak sürdürmektedir.



Şekil 6.40. B alanında  $z = -2.13\text{m}$  için seviye haritası

Derinliği 2.13m. olan Şekil 6.40'da 6zdirenci y6ksek yapılar belirginliğini yitirmiŐ sadece D-B y6n6nde 4-7m. K-G y6n6nde 17-20m.leri arasında g6r6lebilmifitir. D-B y6n6nde 11-19m ve 5-9m arasında dikkati 6eken 6zdirenci d6Ő6k yapı g6zlenmiŐtir.

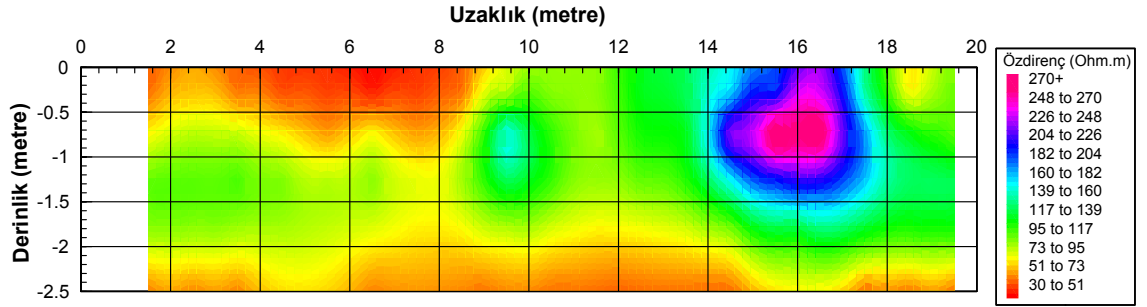


Şekil 6.41. B alanında  $z = -2.5m$ . i6in seviye haritası

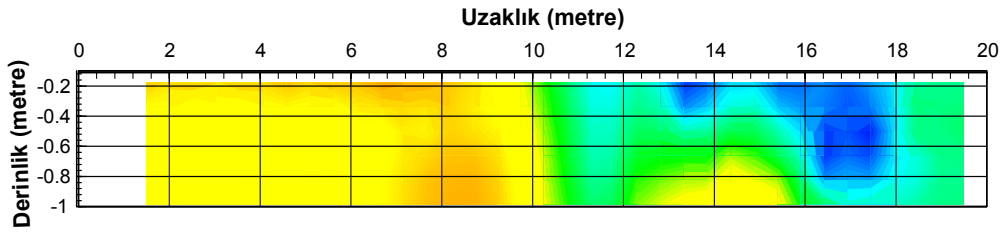
En alt derinlik olan Şekil 6.41'de artık 6zdirenç d6Őm6Ő ve 6zdirenç anlamında pek de farklı olmayan yapı sergilemektedir.

## 7. BASİT DERİNLİK DÖNÜŞÜMÜ YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

### 7.1. A Alanı

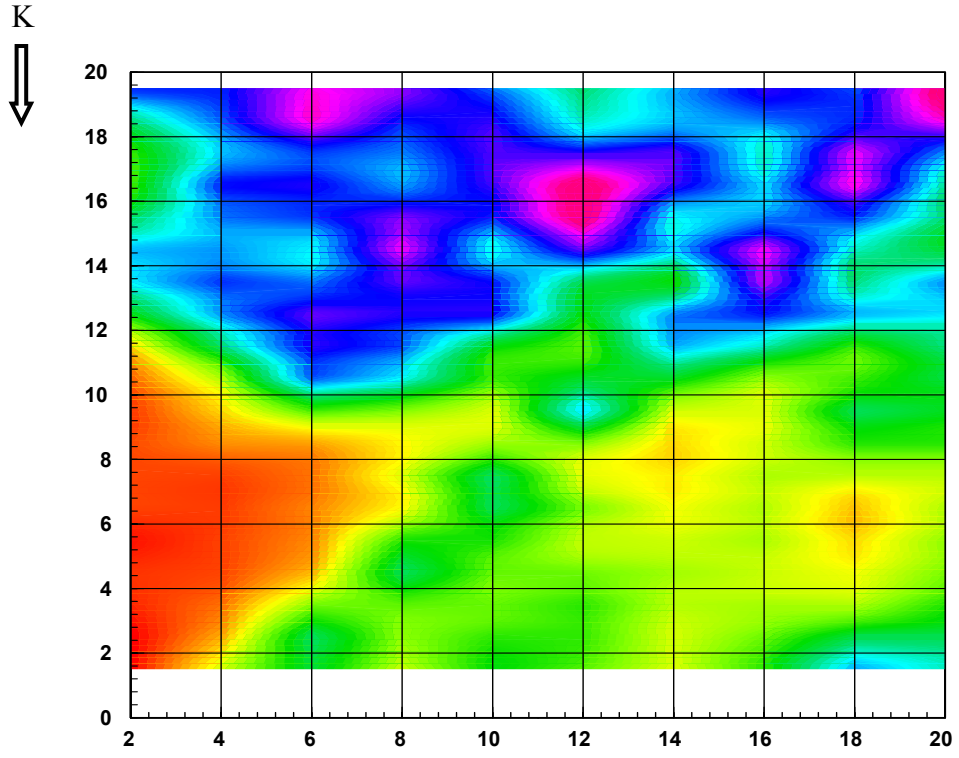


Şekil 7.1. A5 profili derinlik kesiti

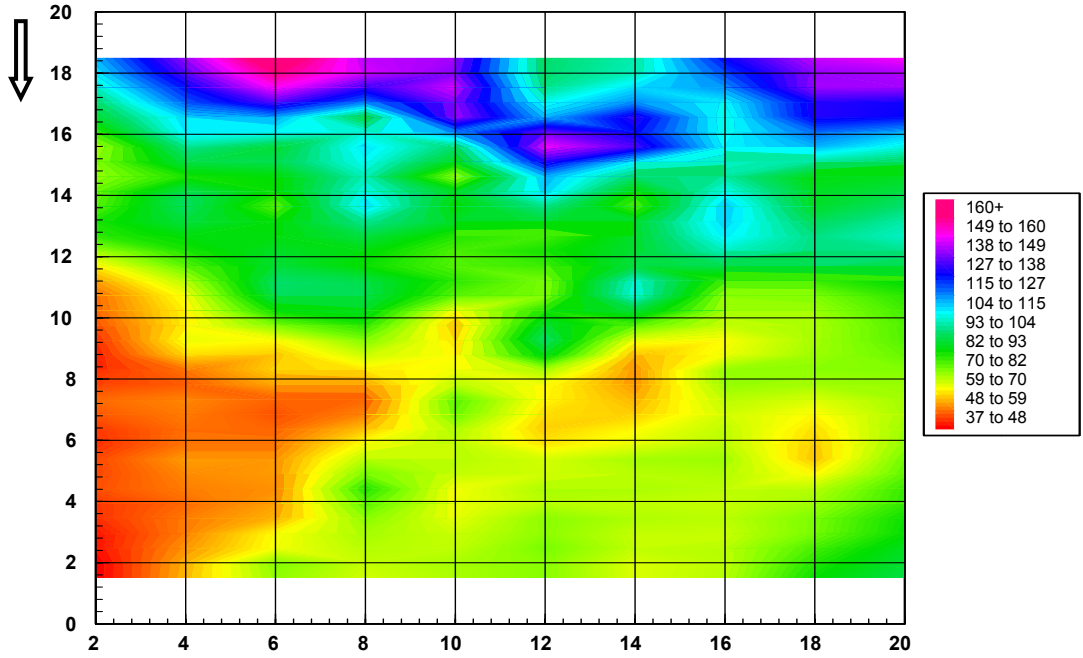


Şekil 7.2. A5 profilinin basit derinlik dönüşümü

Arazideki A5 profiline ait derinlik kesiti ve basit derinlik dönüşümü şekil 7.1 ile 7.2’ de verilmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.

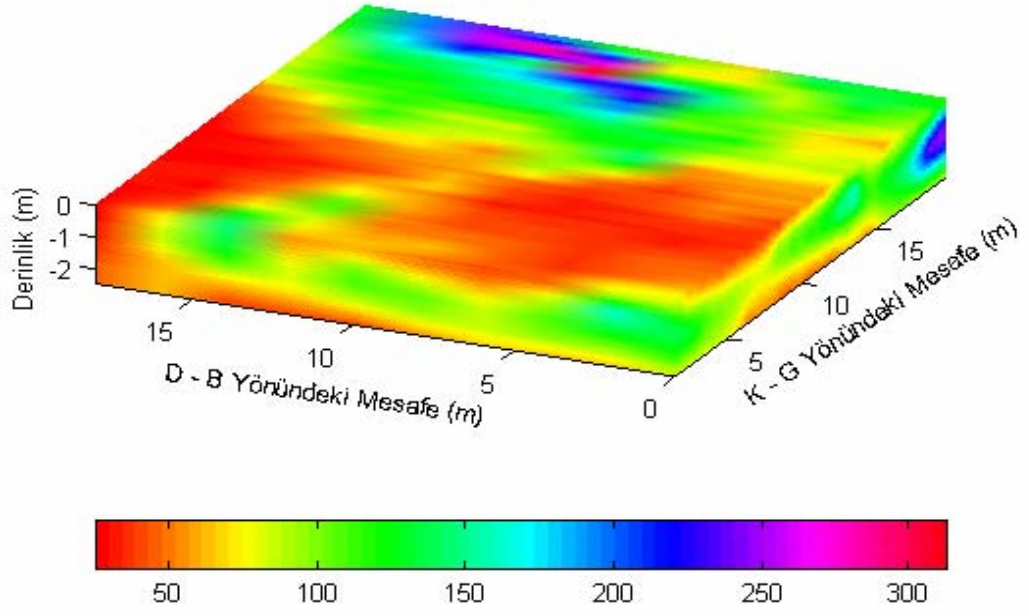


Şekil 7.3. A alanı  $z = -0.71\text{m}$  seviye haritası

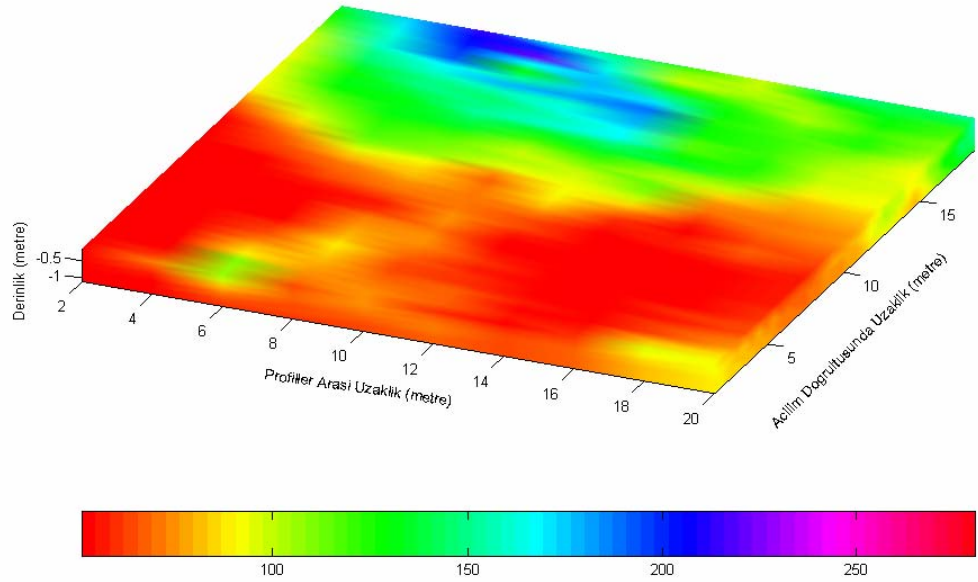


Şekil 7.4. A alanı  $z = -0.71\text{m}$  için basit derinlik dönüşümü

Arazideki A alanı  $z = -0.71\text{m}$  için seviye haritası ve basit derinlik dönüşümü seviye haritası şekil 7.3 ile 7.4' de verilmiştir. Her iki seviyelerde de renk aralıkları eşitlenmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.



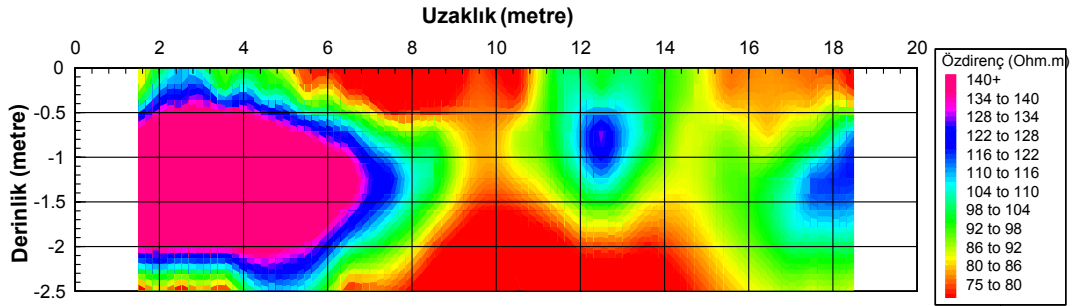
Şekil 7.5. A alanında  $z = -0.17$  m için seviye haritası



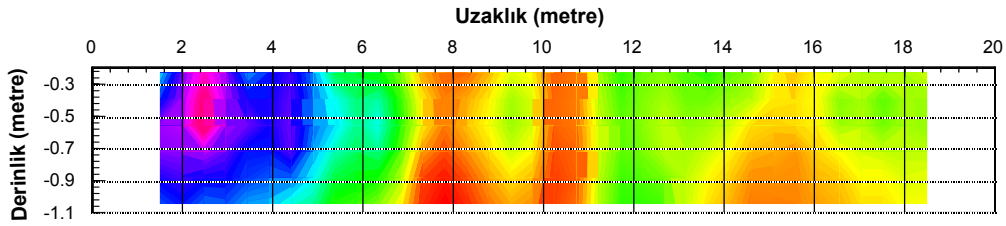
Şekil 7.6. A alanında  $z = -0.17$  m için basit derinlik dönüşüm seviye haritası

Arazideki A alanı -0.17m derinlik için oluşturulan 3 boyutlu derinlik kesiti ve basit derinlik dönüşümü şekil 7.5 ile 7.6’ da verilmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.

## 7.2. B Alanı



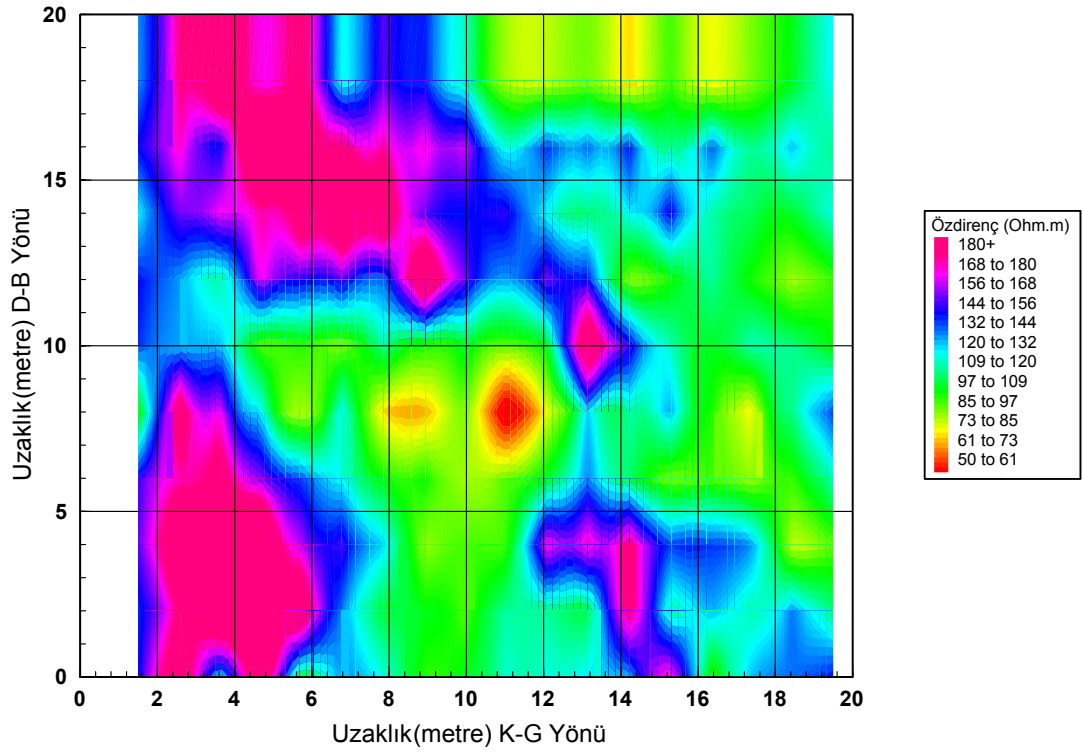
Şekil 7.7. B8 profili derinlik kesiti



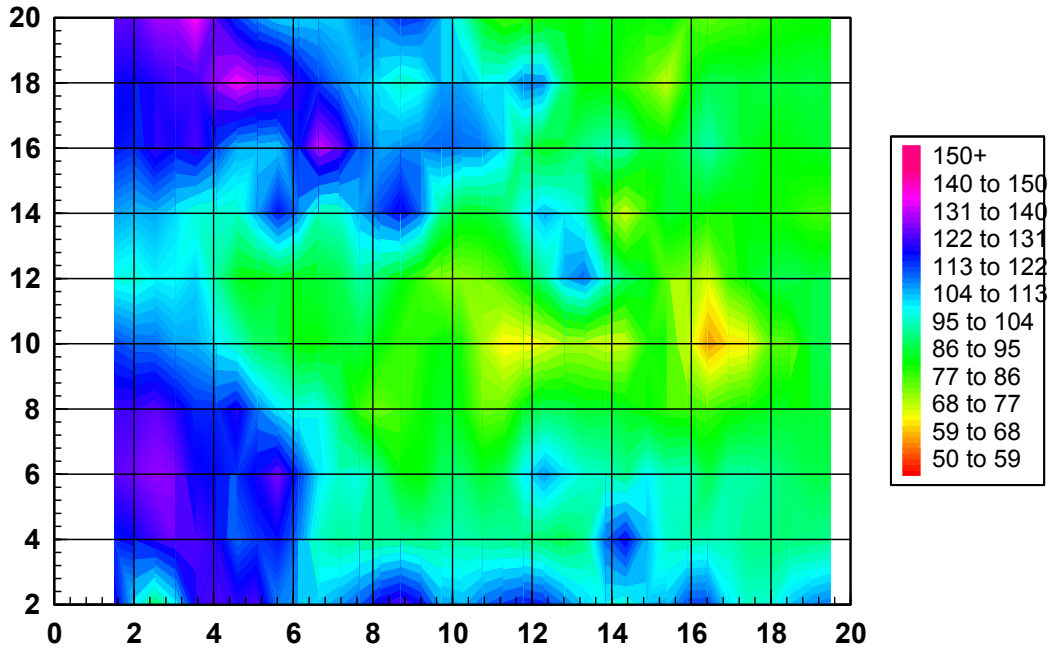
Şekil 7.8. B8 profilinin basit derinlik dönüşümü

Arazideki B8 profiline ait derinlik kesiti ve basit derinlik dönüşümü şekil 7.7 ile 7.8’ de verilmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.



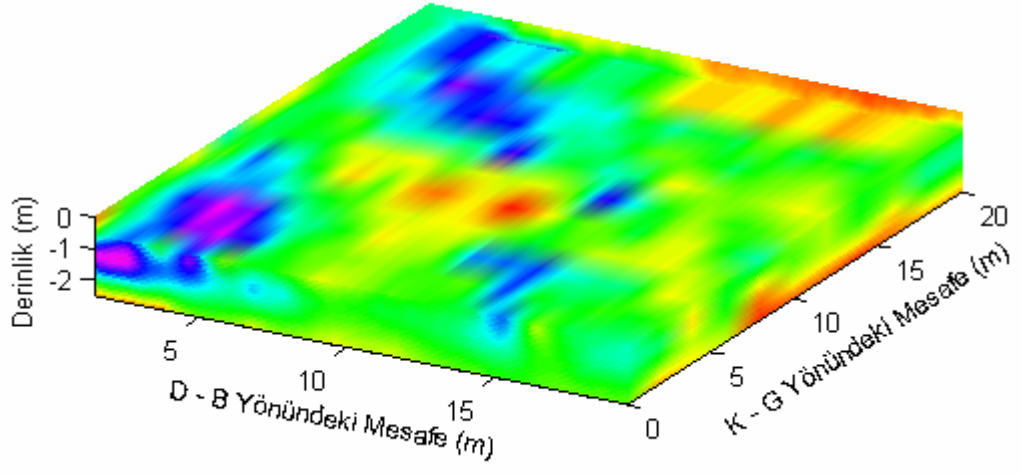


Şekil 7.9. B alanı  $z = -1.06\text{m}$  seviye haritası

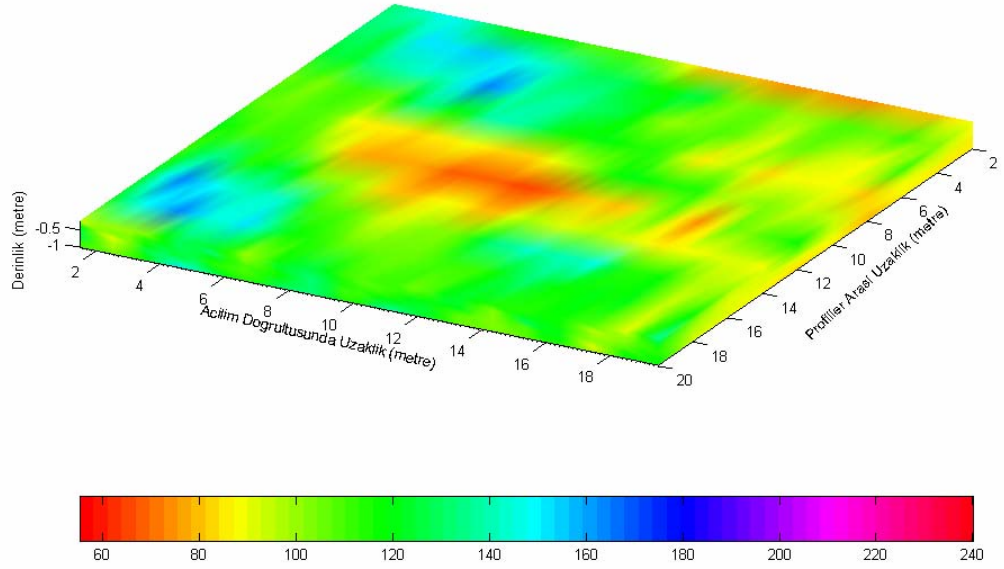


Şekil 7.10. B alanı  $z = -1.06\text{m}$  için basit derinlik dönüşümü

Arazideki B alanı  $z = -1.06\text{m}$  için seviye haritası ve basit derinlik dönüşümü seviye haritası şekil 7.9 ile 7.10' da verilmiştir. Her iki seviyelerde de renk aralıkları eşitlenmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.



Şekil 7.11. B alanında  $z = -0.7$  m için seviye haritası



Şekil 7.12. A alanında  $z = -0.7$  m için basit derinlik dönüşüm seviye haritası

Arazideki B alanı -0.17m derinlik için oluşturulan 3 boyutlu derinlik kesiti ve basit derinlik dönüşümü şekil 7.11 ile 7.12' de verilmiştir. İki sonuç karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir uyum olduğu gözlenmektedir. Buda arazi veri değerleri üzerinde yapılan işlemin doğruluğunu desteklemektedir.

## **8. SONUÇ VE ÖNERİLER**

### **8.1 SONUÇLAR**

Kelenderis antik kenti arkeolojik kazı alanında 2002 ve 2003 yıllarında gerçekleştirilen jeofizik araştırmalarda kentin tarihi gelişimi ve varoluşu sürecinde çok önemli bir yeri olan agora ve çevresine ait yapıların bulunduğu tahmin edilen alan araştırılmıştır.

Elde edilen veriler oldukça ayrıntılı şekilde değerlendirilmiş ve bulgular önceki bölümde verilmiştir. Değişik şekillerde görselleştirilerek sunulan seviye haritalarında ve düşey kesitlerde, beklenen olası arkeolojik yapılara ait olduğu düşünülen izler belirgin olarak görülmektedir.

Veriler iki farklı yöntemle değerlendirilmiştir. Elektrik verilerinin değerlendirilmesinde günümüzde gelenekselleşmiş yöntem olan 2-B ters çözüm ve özellikle arazi çalışmaları sırasında doğrudan kullanılabilir bir yöntem olan derinlik dönüşümü yöntemleri A ve B alanlarında elde edilen tüm verilere uygulanmıştır.

2-B ters çözüm Loke ve Barker tarafından geliştirilen yazılım ile gerçekleştirilmiş ve tüm profillerde ölçülen ve kuramsal veriler arasında iyi uyum yakalanmıştır (RMS hata %1-6). 2-B ters çözümden elde edilen sonuçlar yorumcunun bir karara varmasını son derece kolaylaştıracak şekilde, derinlik, seviye ve üç boyutlu kesit gösterimleri ile sunulmuştur. Verilerin toplanılıp, bu şekilde bir gösterim, çalışma alanındaki özdirenç dağılımını ayrıntılı bir şekilde ortaya koyması açısından son derece faydalı bulunmuştur. Çalışma alanı şartları ve teknik imkanlar uygun olduğu

sürece verilerin bu şekilde toplanması ve sonuçların yukarıda anlatıldığı şekilde sunulmasının en uygun yöntem olacağı düşünülmektedir.

2-B ters çözümün tatmin edici sonuçlar üretmesi ile birlikte özellikle TEM ve MT yöntemlerinde sıkça başvurulan bir yöntem olan derinlik dönüşümü, Meju (1998a) ve Meju et all. (1999)'da verilen bağıntılar (4.1, 4.2, 4.3) ve katsayılar yardımı ile DES verilerine uyarlanmıştır. Yöntemin ne derece yeterli sonuçlar ürettiği ve buna bağlı olarak veri toplama aşamasında uygulanarak çalışmanın yönlendirilmesinde kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. A ve B alanlarında toplanan tüm verilerde her bir DES istasyonunda derinlik dönüşümü yöntemi ile elde edilen sonuçlar bölüm 7.1 ve 7.2 de 2-B ters çözüm sonuçları ile karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Verilen kesitlerde, seviye haritalarında ve 3-B gösterimler incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:

1. Derinlik dönüşümü yöntemi bir boyutlu bir yaklaşım olmasına karşın 2-B ters çözüm sonuçlarında elde edilen 2-B kesitlere oldukça benzeyen sonuçlar elde edilmiştir.
2. Yöntem ile daha sığa ait bilgi elde edilebilmektedir. Etkin özdirenç ve kalınlığın hesaplandığı bağıntılarda derinliğin  $AB/2$  değerlerine bağlı olarak hesaplandığından bu sonuç normaldir.
3. Doğrudan ölçülen veri üzerinden bir değerlendirme yöntemi olan derinlik dönüşümü 2-B ters çözüm imkanlarının bulunmaması durumunda oldukça başarılı bir yöntem olarak kullanılabilir.
4. Derinlik dönüşümleri 2B modellemenin yerine geçmez onu yönlendirir.

## 8.2 ÖNERİLER

2002 yılında çalışılan A alanındaki seviye haritalarından da anlaşılacağı üzere alanın güneyindeki D-B yönlü farklı metrelerde yer alan yüksek özdirençli yapılar açılan deneme çukurunda da görülmüş olan yakındaki kiliseden kopan parçaları temsil etmektedir. 2003 yılıdaki çalışmalar sonucu elde edilen seviye haritalarından da görüldüğü gibi -0.55 m'ye kadar K-G yönünde uzanımlı dikkati çeken özdirençli

düşük yapılar mevcuttur. Bu seviyelerden itibaren özdirenci yüksek yapılarda kendini göstermeye başlamıştır. Daha derinlere inildikçe yapıların D-B yönünde 0-5m K-G yönünde ise 0-7m karşılık gelen kısımda ve gene D-B yönünde 2-10m K-G yönünde 10-20m arasında kalan kısımlarda özdirenci yüksek yapı belirginliği artış göstermiştir. Derinlik -1.40m'ye gelindiğinde ise D-B yönünde 15-20m ve K-G yönünde 0-5m arasına rastgelen kısımda bir odayı çevreleyen duvarlara benzetilebilir. D-B yönünde 0-5m ve K-G yönünde 4-7m'ler arasında benzer bir yapının bulunması olasılığı vardır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen ve önceki bölümde ayrıntıları ile sunulan bilgilerin, kazı alanında Prof. Dr. Levent ZOROĞLU başkanlığında Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü tarafından yürütülen kazı çalışmalarının önümüzdeki dönem planlamalarına önemli katkı koyacağı düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında, kent agorasına ait yapılardan kaynaklandığı düşünülen izlerin bulunduğu alanlar ve 2002 yılında deneme amaçlı açılan alan, kazı için önerilecektir.

Seviye haritalarında özdirenci yüksek yapıların haricinde belirgin iletkenlik özelliği gösteren yapılar da dikkat çekmektedir. Bu izlerin bulunduğu alanlar kazı için önerilen alanların dışında kalmış olmasıyla birlikte incelenmeye değer oldukları düşünülmektedir. Bu izlerin ne tür yapılara ya da kalıntılara ait olduğu önümüzdeki dönem kazı çalışmaları ile birlikte gün ışığına çıkacaktır.

## 9. KAYNAKLAR

Başokur, A. T., 1994. Definitions of apparent resistivity for the present of magnetotelluric sounding data. Geophysical prospecting, 42, 141-149.

Başokur, A. T., 2002. Doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerin ters çözümleri, TMMOB, Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları No:4 ISBN 975-395-505-7, Ankara.

Candansayar, M. E., Başokur, A. T., 1998. İki boyutlu Sığ Yapıların Aranmasında elektrot Dizilimlerinin Ayrımlıklarının Karşılaştırılması.Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yer Bilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, MTA.

Candansayar, M. E., 1997. Doğru Akım Özdirenç Yöntemi, [www.jeofizik.org.tr](http://www.jeofizik.org.tr), JFMO.

Candansayar, M. E., Başokur, A. T., Çınaroğlu, A., Ateş, A., Büyüksaraç, A., Kamacı, Z., 1999. Yeraltı yapılarının İki-Yönlü üç- elektrot dizilimi ile incelenmesi, Tübitak , YEDAPÇAĞ-553 nolu rapor (Yayınlanmamış).

Candansayar, M. E., Başokur, A. T., 2001. Detecting small- scale targets by the 2D inversion of two-sided three-electrode data, application to an archaeological survey, Geophysical Prospecting Vol:49, Issue:1, 40-53.

Çağlar, İ., 2002. [www.geop.itu.edu.tr/~jeothermal/jeoelek.html](http://www.geop.itu.edu.tr/~jeothermal/jeoelek.html)

Drahor, G. N., 1991. Arkeoloji Jeofiziği Arkeojeofizik, Arkeoloji ve Sanat Dergisi, Sayı 87, sayfa 16, sayı 88, sayfa 2

Grolier International Americana Encyclopedia 1993,ISBN 0-7172-9646-6 (set), ISBN 0-7172-9647-4 (vol. 1)

Kaya, M. A., Balkaya, Ç. Ve Öztürk, C., 2002, Jeofizik özdirenç (resistivity) yöntemiyle Kelenderis antik kenti araştırmaları, çalışma raporu, (- yayınlanmamış) .

Kaya, M. A., Şeren, A., Şengül, E. Baklaya, Ç., Yiğit, P., 2003, Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı ve Sergisi

Loke, M. H., 2000. Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies.

- Loke, M. H., 2003. Geoelectrical İmaging 2-D&3-D, geotomo software, RES2DINV ver. 3.51.
- Marchisio, M., D'Onofrio, L., 2002. Archaeological research by means of geoelectrical tomographies, Environmental Geophysics, GRA, Vol:2, p 17.
- Öztürk, K., 1995. Elektrik ve Elektromagnetik Prospeksiyon Yöntemleri Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları,ISBN 975-404-366-3, 440 sayfa.
- Pınar, R., Akçığ, Z., Akgün, M., 1992. Tarsus-Donuktaş Tapınağının Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, ANKARA
- Ulugergerli, E. U., Candansayar, M. E., Batmunkh, D., Tosun, S. ve Gündoğdu, B., 2001. Doğru Akım Özdirenç Verilerinin 2-B Ters Çözümü ve İki yönlü Gradyen Dönüşümü ile Arkeolojik yapıların Aranması: Moğolistan'daki Türk Anıtları Etrafında Yapılan Jeofizik Çalışmalar, Jeofizik Vol:15, No:2.
- Zoroğlu, L., 2003. Kelenderis Antik Kent Tanıtım Kitapçığı
- Zoroğlu, L. 1994. Kelenderis 1;, Kaynaklar, Kalıntılar, Buluntular, ANKARA



**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı :Cemile ÖZTÜRK

Doğum Yeri :Ankara

Doğum Yılı :1978

Medeni Hali :Bekar

**Eğitim ve Akademik Durumu:**

Lise :1993-1995 Antalya Lisesi

Lisans :1996-2001 Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik  
Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

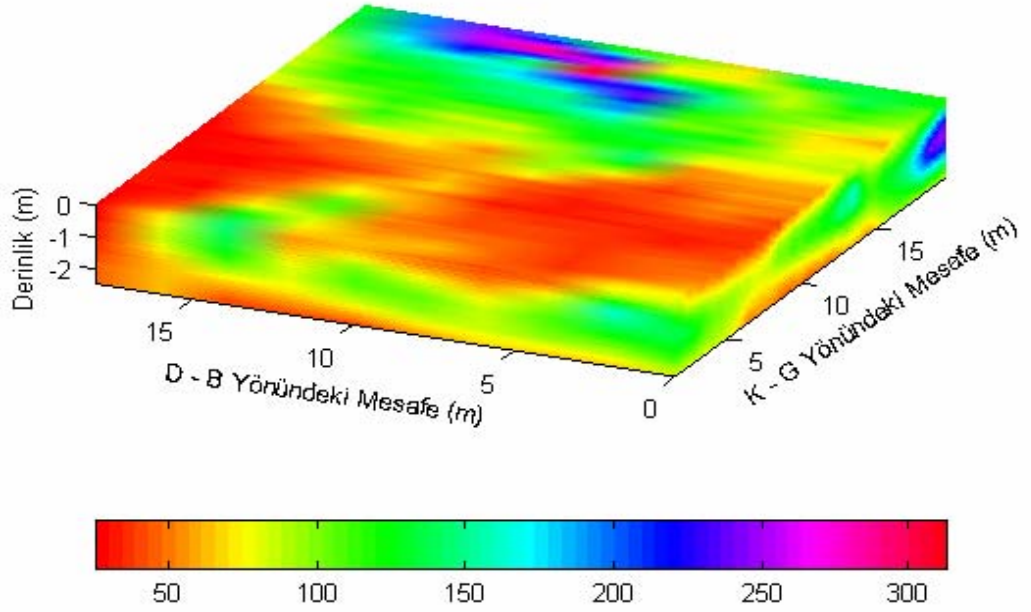
**İş Deneyimi:**

2003- Okutman, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık  
Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

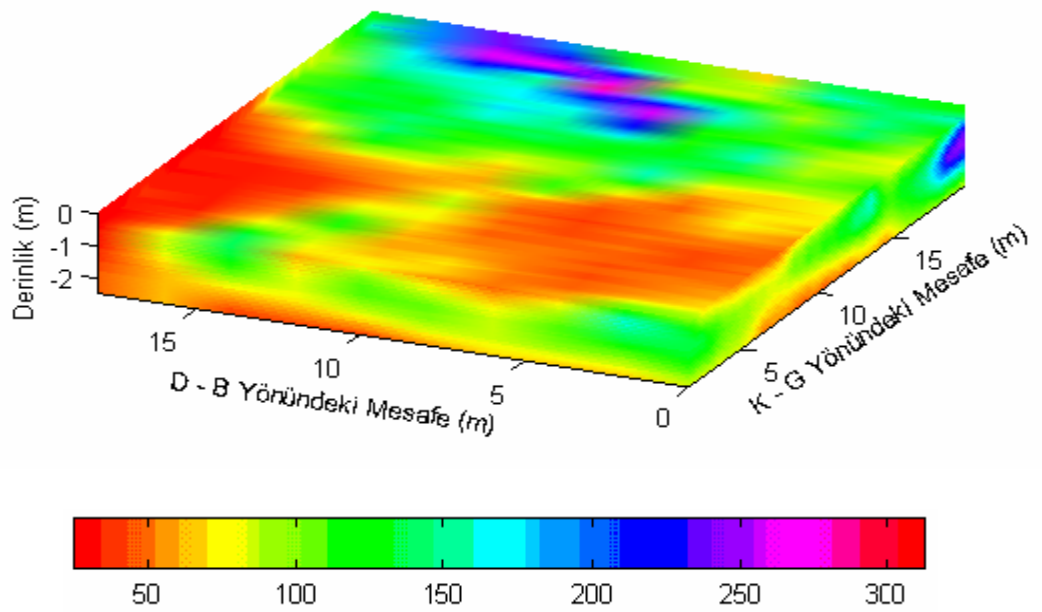
**EKLER**

EK-I. A(2002) alanı 3 boyutlu seviye haritaları, (a)  $z = 0\text{m}$ , (b)  $z = 0.35\text{m}$ , (c)  $z = 0.5\text{m}$  (d)  $z = 0.9\text{m}$  (e)  $z = 1.25\text{m}$ , (f)  $z = 1.75\text{m}$ , (g)  $z = 2.5\text{m}$

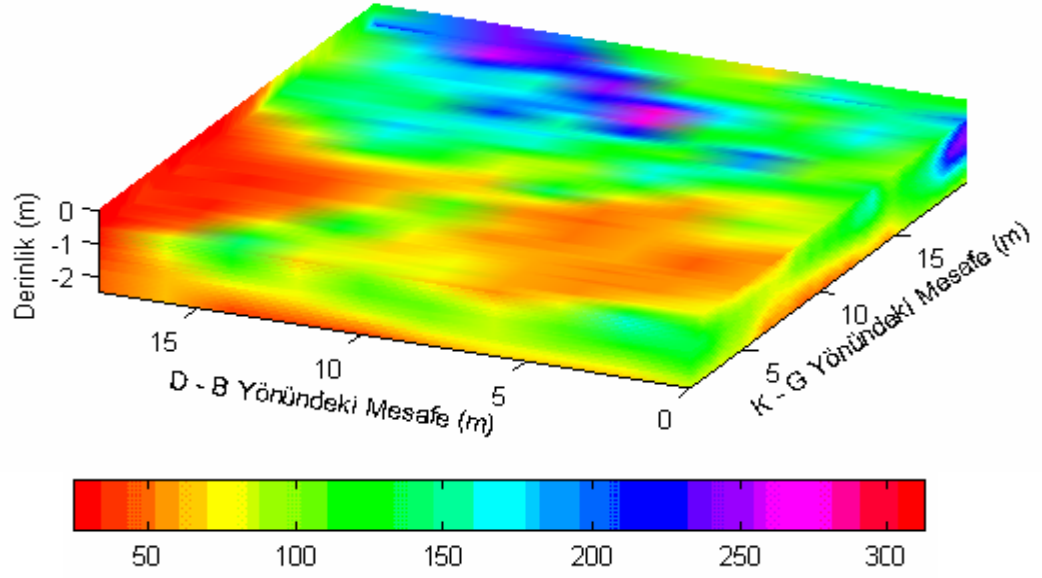
(a)



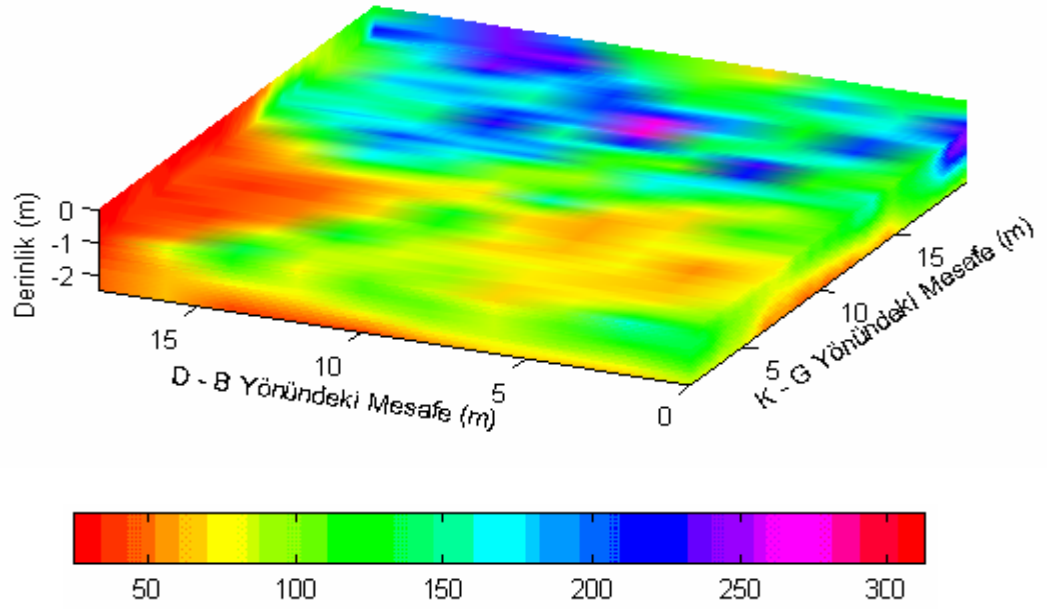
(b)



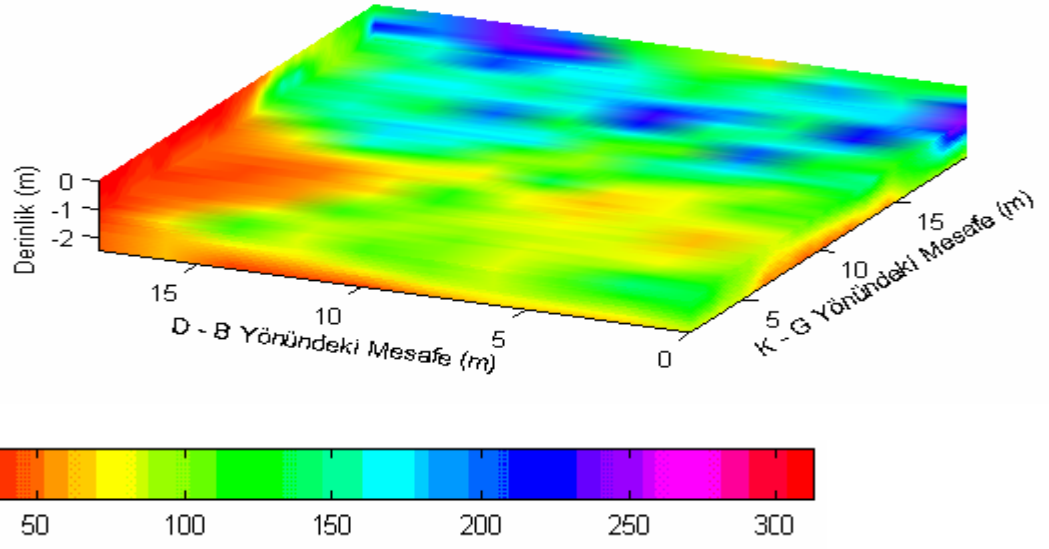
(c)



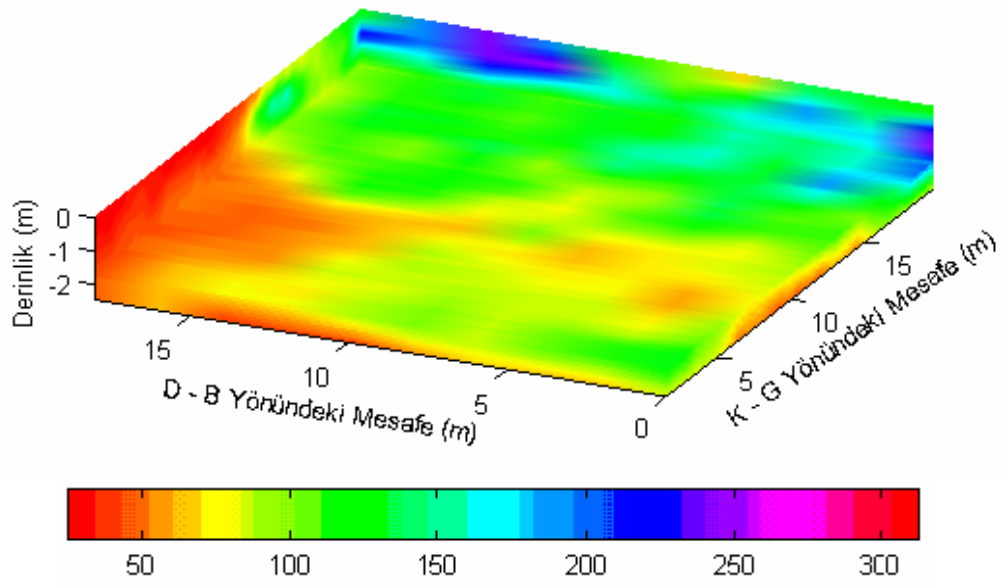
(d)



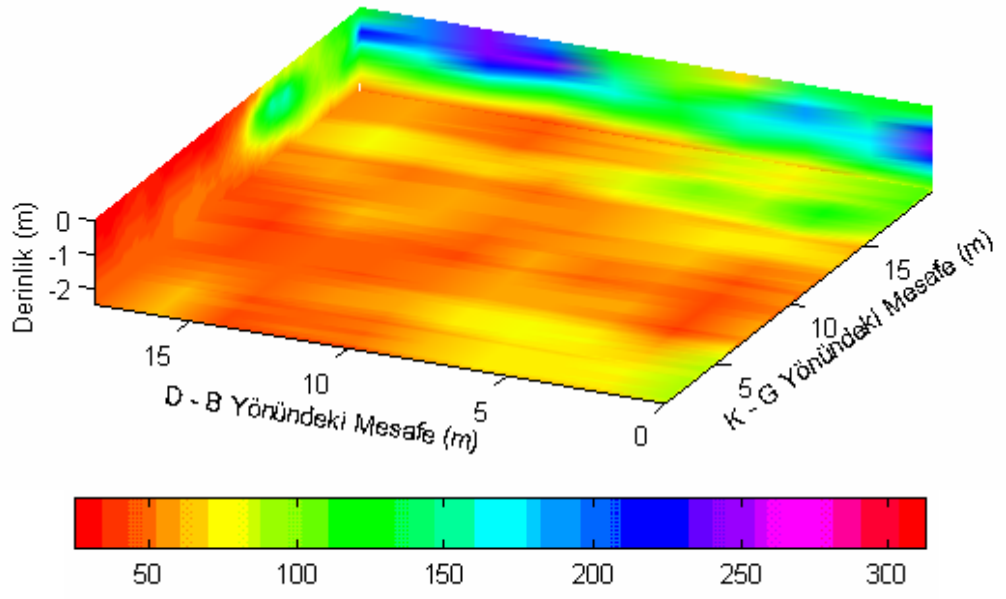
(e)



(f)

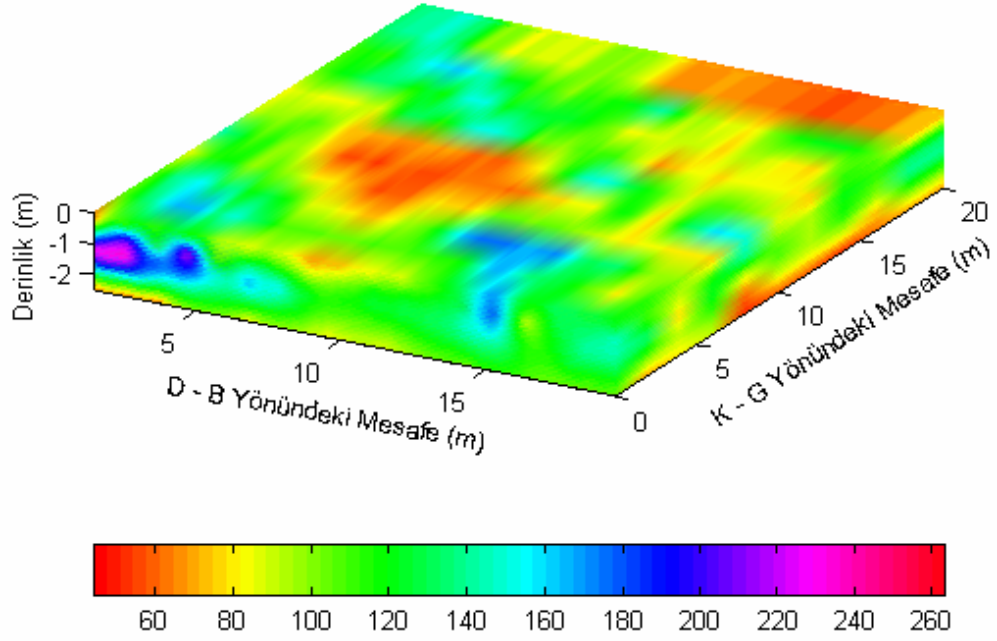


(g)

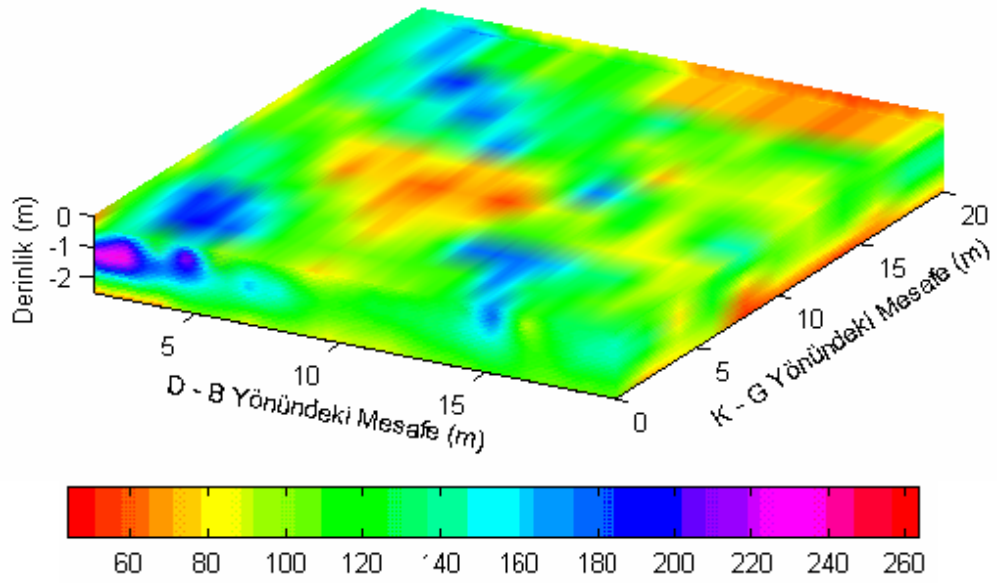


EK-II. A(2003) alanı 3 boyutlu seviye haritaları, (a)  $z = 0\text{m}$ , (b)  $z = 0.35\text{ m}$ , (c)  $z = 0.7$  (d)  $z = 1.25\text{ m}$  (e)  $z = 1.75\text{ m}$ , (f)  $z = 2.50\text{ m}$ ,

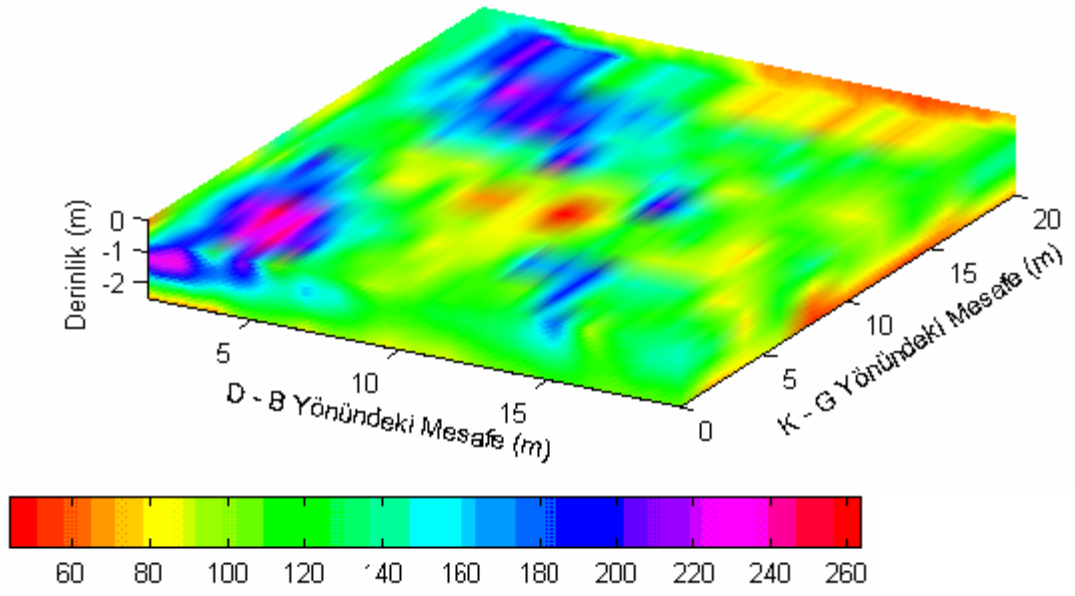
(a)



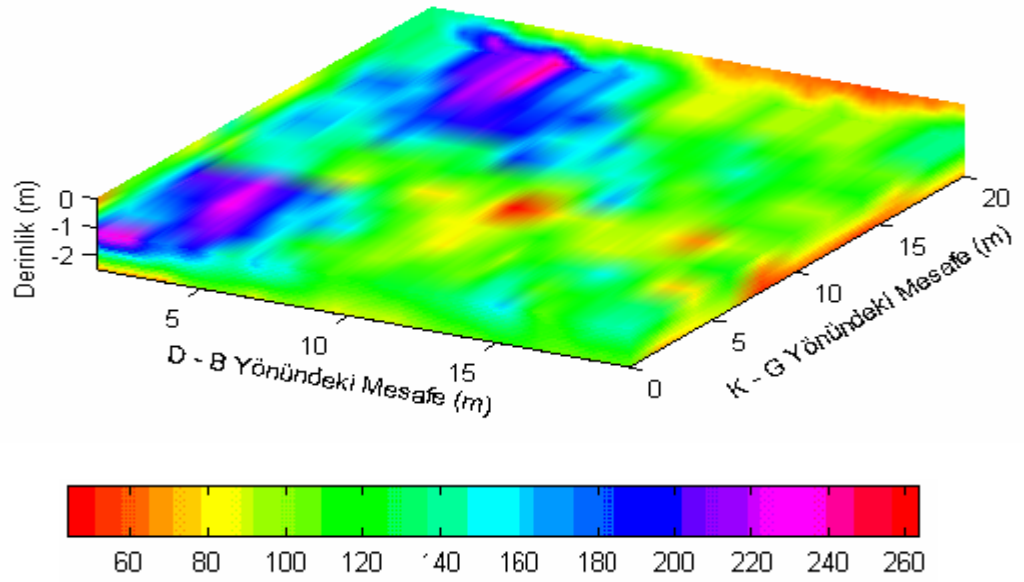
(b)



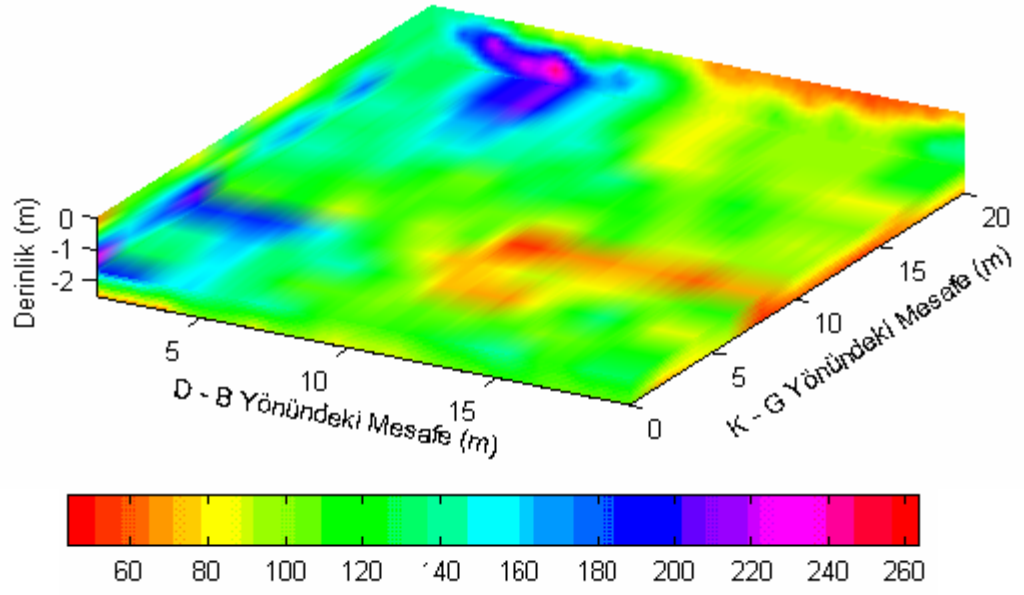
(c)



(d)



(e)



(f)

