



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ARKEOLOJİK KELENDERİS BÖLGESİNİN ÖZDİRENÇ
YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

Nesibe BAŞOL

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

Prof.Dr. Niyazi BAYDEMİR

TEMMUZ, 2005

İSTANBUL

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım süresince titiz eleştiri ve değerli katkılarından dolayı hocam Prof.Dr. Niyazi BEYDEMİR'e teşekkürlerim sonsuzdur.

Arkeojefizik konusunda bilgi ve desteğini benden esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali KAYA'a sonsuz teşekkürler.

Saha çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Çağlayan Balkaya'a, Araş.Gör. Cemile Öztürk'e ve arkadaşım Nadiye'ye sonsuz teşekkürler.

Kelenderis antik kenti arkeolojik kazı çalışmalarının başkanı Prof. Dr. Levent Zoroğlu'na ve tüm kazı ekibine göstermiş oldukları ilgi, malzeme desteği ve yardımlarından dolayı sonsuz teşekkürler.

Çalışmam süresince destek ve dayanışmalarıyla bana yardımcı olan arkadaşlarıma ve emeği geçen herkese çok teşekkürler.

ve

Yaşamımda olmazsa olmaz aileme bugüne kadar ki destekleri, emekleri ve sabırları için sonsuz teşekkürler...

TEMMUZ, 2005

Nesibe BAŞOL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
İÇİNDEKİLER	3
ŞEKİL LİSTESİ	5
FOTOĞRAF LİSTESİ	8
TABLO LİSTESİ	9
ÖZET	10
SUMMARY	11
1. GİRİŞ	12
2. GENEL KISIMLAR	16
2.1. BÖLGEDE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	16
2.1.1. Jeofizik Çalışmalar.....	16
2.1.2. Arkeolojik Çalışmalar	17
2.2. KELENDERİS ANTİK ŞEHİRİ.....	18
2.2.1. Konum.....	18
2.2.2. Bölgenin Genel Jeolojisi.....	18
2.2.3. Tarihçe.....	19
3. MALZEME VE YÖNTEM	22
3.1. MALZEME	22
3.2. ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ	22
3.2.1. Özdirenç Yöntemine Genel Bir Bakış.....	22
3.2.2. Özdirenç Yöntemleri ile arazide yapılan ölçümlerde elektrotların dizimi.....	29
4. SAHA ÇALIŞMALARI	35
4.1. ÖZDİRENÇ YÖNTEMİNİN ARAZİYE UYGULANMASI.....	35

4.2. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	44
4.2.1. Derinlik Haritaları	45
4.2.2. Seviye Haritaları	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Jeofizik Çalışmaların Yürütüldüğü alanlar, A alanı 2002, B alanı 2003 yılında gerçekleştirilmiştir (M. A. Kaya vd, 2004).	16
Şekil 2.2. Kelenderis Bulduru Haritası.	18
Şekil 2.3. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi (MTA Türkiye Jeoloji Haritası 1:500.000)	19
Şekil 3.1. Özdirenç Yönteminde Geleneksel Bir Dört Elektrot Dizilimi.....	23
Şekil 3.2. Arazide Elektrik Yöntem Uygulamaları.	24
Şekil 3.3. Dayk Modeli Elektrik Anomalisi.	24
Şekil 3.4. Süreksizlik Sınırlarında Elektrik Anomalisinin Değişimi	25
Şekil 3.5. Gömülü Duvar Elektrik Anomalisi.	25
Şekil 3.6. Özdirenç Ölçümlerinin Yorumunda Kullanılan Üç Farklı Model.....	27
Şekil 3.7. Wenner Dizilimi İçin Özdirenç Sondaj Datalarının Yorumunda Kullanılan 1-Boyutlu Tipik Bir Model.....	27
Şekil 3.8. Schlumberger Elektrot Dizilimi	30
Şekil 3.9. Wenner Elektrot Dizilimi	30
Şekil 3.10. Derinliği arttırmak için yapılan araştırmalarda a) Wenner ve b) Wenner-Schlumberger dizilimlerinin kullanım adımları.....	31
Şekil 3.11. Homojen bir ortam için a) Wenner ve b) Wenner-Schlumberger dizilimlerinin data noktalarının düzeni	31
Şekil 3.12. Wenner Beta Elektrot Dizilimi	32
Şekil 3.13. Wenner Gamma Elektrot Dizilimi	32
Şekil 3.14. Dipol-Dipol Elektrot Dizilimi.....	33
Şekil 3.15. İki Nokta Elektrot Dizilimi	33
Şekil 3.16. Pol-Dipol Elektrot Dizilimi	33
Şekil 3.17. Kare Sisteminde Elektrot Dizilimi	34
Şekil 4.1. Jeofizik Çalışmaların Yürütüldüğü Alanın Görünümü.	36
Şekil 4.2. Jeofizik Çalışma Alanı Palestra'da ki Profillerin Plan Görünümü.	37

Şekil 4.3. 1. Ölçü Doğrultusunun derinlik kesiti (ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü).....	45
Şekil 4.4. 2. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	46
Şekil 4.5. 3. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	47
Şekil 4.6. 4. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	47
Şekil 4.7. 5. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	48
Şekil 4.8. 6. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	49
Şekil 4.9. 7. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	49
Şekil 4.10. 8. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	50
Şekil 4.11. 9. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	51
Şekil 4.12. 10. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	51
Şekil 4.13. 11. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	52
Şekil 4.14. 12. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	52
Şekil 4.15. 13. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	53
Şekil 4.16. 14. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.....	53
Şekil 4.17. Palestra Alanında $Z = 0$ metresine ait seviye haritası	54
Şekil 4.18. Palestra Alanında $Z = -0.177$ metresine ait seviye haritası	55
Şekil 4.19. Palestra Alanında $Z = -0.35$ metresine ait seviye haritası	56
Şekil 4.20. Palestra Alanında $Z = -0.53$ metresine ait seviye haritası	56
Şekil 4.21. Palestra Alanında $Z = -0.7$ metresine ait seviye haritası	57

Şekil 4.22. Palestra Alanında $Z = -0.88$ metresine ait seviye haritası	57
Şekil 4.23. Palestra Alanında $Z = -1.05$ metresine ait seviye haritası	58
Şekil 4.24. Palestra Alanında $Z = -1.23$ metresine ait seviye haritası	58
Şekil 4.25. Palestra Alanında $Z = -1.41$ metresine ait seviye haritası	59
Şekil 4.26. Palestra Alanında $Z = -1.58$ metresine ait seviye haritası	60
Şekil 4.27. Palestra Alanında $Z = -1.76$ metresine ait seviye haritası	60
Şekil 4.28. Palestra Alanında $Z = -1.94$ metresine ait seviye haritası	61
Şekil 4.29. Palestra Alanında $Z = -2.12$ metresine ait seviye haritası	62
Şekil 4.30. Palestra Alanında $Z = -2,30$ metresine ait seviye haritası	63
Şekil 4.31. Palestra Alanında $Z = -2.50$ metresine ait seviye haritası	64

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 2.1. Kelenderis Antik Alanından Bir Kesit.....	19
Fotoğraf 2.2. Kilikya Limanı, W.H.Barlett.....	21
Fotoğraf 4.1. Kelenderis Antik Şehrinin Genel Görünüşü.....	38
Fotoğraf 4.2. Jeofizik Araştırma Alanı Palaestranın Genel Görünüşü.....	39
Fotoğraf 4.3. Jeofizik Araştırma Ekibi ve Ölçü Alanının Görünüşü.....	40
Fotoğraf 4.4. Jeofizik Araştırma Ekibi ve Ölçü Alanının Görüntüsü.....	41
Fotoğraf 4.5. Palaestra alanında yapılan Jeofizik Özdirenç Ölçülerindeki Elektrot Düzeni.....	42
Fotoğraf 4.6. Palaestra alanında yapılan Jeofizik Özdirenç Ölçülerindeki Elektrot Düzeni.....	43

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Bazı Genel Kaya, Mineral ve Kimyasalların Özdirençleri.....	29
--	----

ÖZET

ARKEOLOJİK KELENDERİS BÖLGESİNİN ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Özdirenç araştırması, Kelenderis Antik Şehrinde Hamam ile Havuz arasında, Limanın Güney-Batısında bulunan Palaestra'da yapılmıştır. Çalışma, 20m.x 26m.lik bir alanda Wenner-Schlumberger elektrot dizilimi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler; profil aralıkları 2m. elektrot aralıkları 1m. olacak şekilde Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusunda alınmıştır. Yapılan ölçüler 14 profilde gerçekleştirilmiş olup son profil 13m. diğer 13 profil ise 20m. olarak alınmıştır. Yapılan saha çalışması sonunda elde edilen veriler ters çözüm tekniği ile değerlendirilmiş ve derinlik kesitleri Rez2Divn programı ile, seviye haritaları ise Stanford Graphics programı ile görüntülenmiştir. Elde edilen derinlik kesiti ve seviye haritaları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Palestra alanında alınan tüm profillerde belli noktalarda yüksek özdirenç değerleri bulunmaktadır. Ancak bunlardan en belirgin olanı seviye haritalarında da çok net olarak görünen ve 0m ile -2,5m arasındaki tüm seviyelerde gözlenen 3. ölçü doğrultusu üzerinde 8m ile 9m arasında ki belirtidir. Bu belirti -2,12 metresine ait seviye haritasında da görüldüğü gibi 3. ölçü doğrultusu üzerinde 15m de görülen belirti ile birleşerek bir yay şeklini almıştır. 9. ölçü doğrultusundan başlayarak bundan sonraki tüm ölçü doğrultularında ve -2,12 metresine ait seviye haritasında da net olarak görülen, yaklaşık olarak 14m de başlayan yüksek özdirenç değerine sahip belirti bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar ve değerlendirmeler sonucunda alanın 3 farklı noktasında deneme açması yapılması önerilmiştir.

SUMMARY

**RESISTIVITY SURVEYS OF THE KELENDERIS ARCHAEOLOGICAL
REGION**

1. GİRİŞ

“Bilim, insanoğlunun soru sormasıyla başlamıştır, denilebilir. Üzerinde yaşadığımız dünya ve evren üzerine sorulan geçerli sorulara verilen güvenilir cevaplardan doğa bilimleri; insanoğlunun kendisiyle ilgili geçerli sorulara verdiği güvenilir cevaplardan ise; sosyal- beşeri bilimler doğmuştur. Bilimlerin gelişmesinde, geçerli (yani cevaplandırılması mümkün) olan sorular az değiştiği halde, güvenilir (daha doğru olduğu sanılan) cevaplar sürekli olarak değişmektedir (Güvenç,1991)”. Sürekli arayış- merak içinde olan insanoğluna bitmek tükenmek bilmeyen bir kaynak olan yerküre ve henüz boyutlarını kesin olarak saptayamadığımız evren, bilim adamına ne kadar büyük ve bilinmeyenlerle dolu olduğunu gösterir.

Arkeoloji; kelime anlamı olarak, eskinin bilimi demektir. Eski Yunan dilindeki arkhaios-eski, logos-bilim kelimelerinden türetilmiştir. Arkeoloji; eski medeniyetleri, bıraktıkları maddi kalıntılar yoluyla inceleyen bilim dalıdır. Eski çağlardan günümüze kalmış her çeşit kalıntının incelenmesi bu bilim dalının kapsamı içine girer.

Arkeoloji bilimi, sosyal bilimler ailesinin bir üyesidir. Sosyal bilimlerin ana dallarından birini oluşturan Arkeolojiye, insanın atalarına dair bilgi elde etmesinde, çok iş düştüğünü görmekteyiz.

Arkeolog, kazı öncesi yaptığı yüzey araştırması ve elinde bulunan az sayıdaki bilgi yardımıyla arkeolojik sahayı tanımlamaya çalışır. Bu bilgiler doğrultusunda arkeolojik yapıyı ve objeleri ortaya çıkarmak amacıyla kazıyı yönlendirir. Bu yönlendirmeye havadan çekilen fotoğraflar uzun yıllar katkı sağlamıştır; bir arkeologun kazıyı daha verimli-etkili biçimde sürdürebilmesi, arkeolojik sahada bulunan tarihsel dokunun dağılımı, uzanımı, derinliği vb. gibi veriler hakkında bilgi sahibi olması, bu bilgilere kazı öncesinde ulaşması oldukça önemlidir. Arkeolog, bu gereksinimini günümüzde jeofizik bilimi yoluyla karşılamaktadır.

Jeofizik bilimi, doğa bilimleri ailesinin bir üyesidir. Jeofizik, fiziğin ilkelerinin yerkürenin incelenmesine uygulanması demektir (Ergin, 1981). Kayaçların oluşumunu ve yapısını konu alan Jeolojiyle, temel bilimleri oluşturan Fizik, Matematik ve Kimya ile çok sıkı ilişkisi vardır. Yerkürenin uzaydaki konumu, merkezinden yüzeye kadar yerkürenin katmanları (atmosfer, iyonosfer, manyetosfer), yerkürenin şekli ve yerçekim, depremler, yermanyetizması, yeriçi ısı v.b. konular jeofiziğin ilgi alanını oluşturur. Yerkabuğundaki ekonomik zenginliklerin saptanması da jeofiziğin konuları içine girer. Jeofizik, yerin yüzeye yakın doğal zenginliklerini ve belki de hiçbir zaman ulaşılamayacak derinliklerini çeşitli yöntemlerle araştırır.

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, pek çok bilim dalında diğer bilim dallarından faydalanma olanağını ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede son altmış yıldan beri gömülü arkeolojik yapı ve malzemelerin konumlarının saptanmasında jeofizik yöntemler kullanılmaktadır. Toprak altında gömülü olan arkeolojik yapı ve malzemelerin konumlarının jeofizik yöntemlerle saptanmasına “arkeojeofizik” adı verilir. Sur, duvar, mezar, çanak-çömlek, seramik ocağı, metal malzeme v.b. arkeolojik yapı ve malzemeler bir arkeolojik sahada toprak altında gömülü olarak bulunabilir. Arkeologlar bu yapı ve malzemelerin yerlerini saptamak için, arkeolojik saha ile ilgili bilgilerden ve eğer varsa yeryüzündeki belirtilerden faydalanmaktadırlar veya arama kazıları yapmaktadırlar. Bu işlemler uzun zaman ve maliyet gerektirmektedir. Jeofizik, bu tür arkeolojik yapı ve malzemelerin yoğunluk, elektriksel iletkenlik, mıknatıslanma, elektromanyetik dalga geçirimi, sismik hız gibi fiziksel özelliklerinden faydalanarak konumlarını saptar. Arkeolojik yapı ve malzemeler araştırılırken hangi jeofizik yöntemin kullanılacağına, arkeologlardan alınan ön bilgiler ve saha durumu doğrultusunda karar verilir.

Jeofizik arama yöntemlerinin arkeolojik çalışmalarda kullanılması, 1940’lı yılların ortasındadır. Bilinen ilk çalışma, 1946 yılında Atkinson tarafından İngiltere’de yapılmıştır. Atkinson, bu çalışmasını özdirenç ölçüleri olarak yapmıştır. Atkinson ile başlayan özdirenç çalışmaları Pattantys (1986), Young ve Droege (1986), Bernabini (1987), Drahor (1991), Brizzoları (1992), Başokur (1992), Tsakos vd (1994) ve Kaya vd (1996) şeklinde devam etmektedir (Kaya vd, 2000). Manyetik yöntem ise 1957 yılında Belshe tarafından İngiltere’de Proton Manyetometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Diğer yöntemlerin arkeolojik alanlarda uygulanması 1960'lı yılları bulur. Günümüzde özdirenç ve manyetik yöntemden sonra en çok kullanılan Radar yöntemi ise 1970'li yılların başında uygulanmaya başlanmıştır.

Bu konudaki ilk akademik eğitim, Bradford Üniversitesi bünyesinde Archaeological Prospecting adı altında başlatılmış ve 1989 yılından beride Y. Lisans-Doktora düzeyinde eğitim verilmektedir. Ayrıca buradaki akademik gelişim, Archaeological Prospecting adlı sürekli bir derginin çıkmasını da sağlamıştır (Drahor,1998).

Türkiye'de jeofizik yöntemlerin arkeolojik sahalarda kullanılması ise, oldukça yenidir. İlk uygulama örnekleri 1960'lı yılların başında görülür. Bu çalışmalar, genellikle yabancı bilim adamları tarafından yapılmıştır. Bu konuda çalışma yürüten ilk Türk bilim adamı İstanbul Üniversitesi'nden Dr. Ali Yaramancı'dır. Yaramancı (1970), ODTÜ'nün başlattığı Keban kurtarma kazılarında Tepecik ve Norşun Höyüğü ile Ağın kalesinde jeofizik özdirenç çalışmaları yapmıştır. Ancak bu konuda yazılı döküman bulunmamaktadır.

Jeofizik aletlerde, mikroişlemci teknolojisinin kullanılmaya başlanması ile aletlerin ölçü duyarlılığı artmıştır. Geliştirilen veri-işlem tekniklerinin bilgisayarlarda uygulanması ile jeofizik araştırmaların çözüm gücü yükselmiştir. Bu çözüm gücü de arkeolojik araştırmalarda jeofizik uygulamaların doksanlı yıllardan itibaren yaygınlaşmasına neden olmuştur (Başokur, 1992).

Arkeolojik kazı çalışmalarında jeofiziğin önemi pek çok ülkede gün geçtikçe artmaktadır. Ancak; ne yazık ki Türkiye'de, bu tür çalışmalara gereken önem verilmemektedir. Ülkemizde Arkeojeofizik'in gelişimi jeofizik mühendisliği disiplinin yeterli derecede kullanımıyla ilişkilidir.

Bu çalışma, Mersin ili, Aydıncık ilçesinde bulunan *Kelenderis'te (Antik Şehir)* Prof. Dr. Levent ZOROĞLU başkanlığında yürütülmekte olan arkeolojik kazı alanında gerçekleştirilmiştir.

Kelenderis arkeolojik kazı alanında 2002 yılı yaz döneminde Yrd. Doç. Dr. M. Ali KAYA başkanlığında başlatılan arkeojeofizik çalışmalar, jeofizik öz direnç yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmektedir.

Araştırmacı 2003 dönemi çalışmalarına katılarak Kelenderis Antik Şehrinin bir parçası olan Palaestra (Antik Roma hamamlarında bedensel eğitim etkinliklerine ayrılmış açık alan) alanında çalışmalarına başlamıştır. Palaestra alanında yapılan çalışmalar beş kişilik bir ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada; 20x26m. lik bir alanda profil aralıkları 2 m ve elektrot aralıkları 1 m alınarak , Wenner- Schlumberger elektrot dizilimi uygulanmıştır. Bu dizilimin uygulanarak yeraltının hem yanal hem de düşey yöndeki değişimleri aynı anda görülmekte ve arkeolojik çalışmalarda arkeolojik yapı kalıntılarının yeri ve derinliği gibi bilinmeyenlerine açıklık getirmektedir.

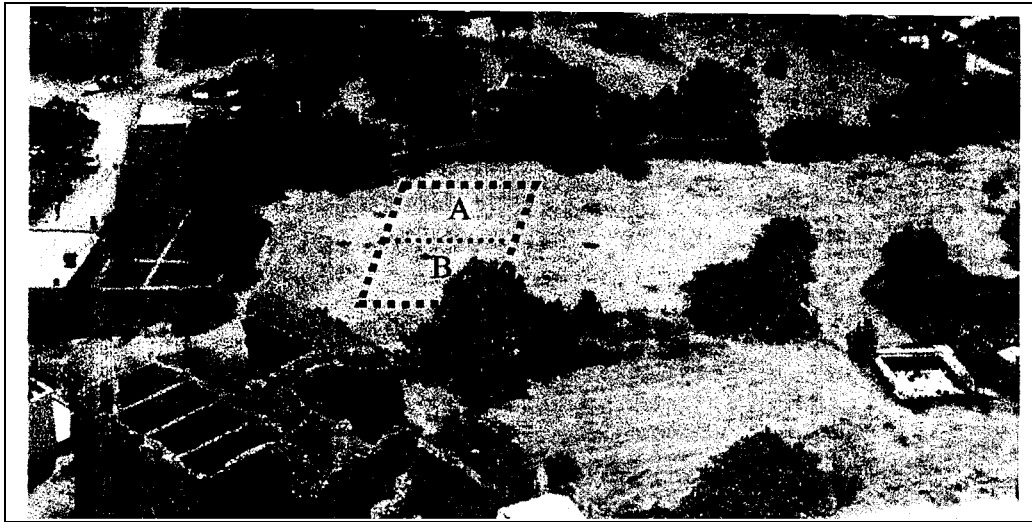
2. GENEL KISIMLAR

2.1. BÖLGEDE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

2.1.1. Jeofizik Çalışmalar

Araştırmacının çalışma alanı olan Kelenderis antik kenti palestrasının yanında bulunan kentin agorasında 2002-2003 yıllarında iki aşamalı olarak yapılan bir öz direnç çalışması mevcuttur.

Bu çalışma, 20x20 m² boyutlarında birbirine bitişik iki alanda gerçekleştirilmiştir. Wenner-Schlumberger dizilimi kullanılan çalışmada $a=1m$, $n=1,2,3,4,5$ seviyeleri alınmış ve ölçü doğrultuları arasındaki uzaklık 2m olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonunda B alanı olarak tanımlanan araştırma alanında 5x5 m² boyutlarında ve 2m derinliğinde deneme açması önerilmiştir (Şekil 2.1) (M. A. Kaya vd, 2004).



Şekil 2.1. Jeofizik Çalışmaların Yürütüldüğü alanlar, A alanı 2002, B alanı 2003 yılında gerçekleştirilmiştir (M. A. Kaya vd, 2004).

2.1.2. Arkeolojik alışmalar

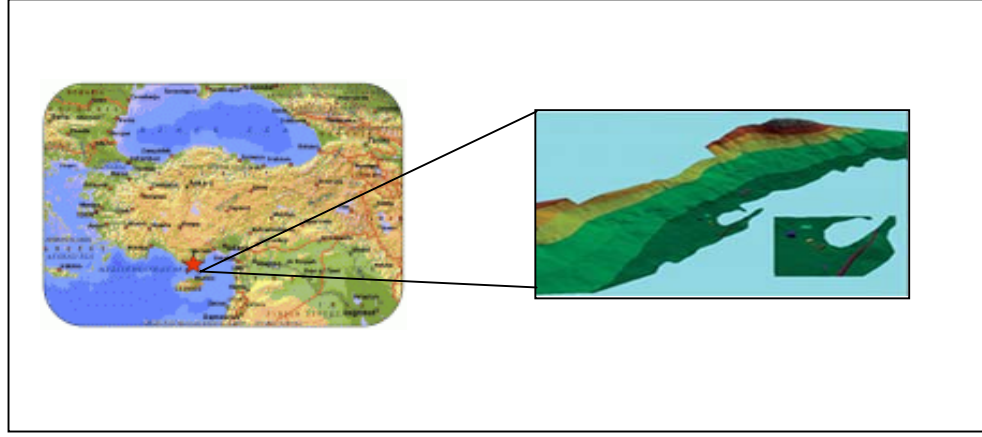
Kelenderis'te 1987 yılına kadar birkaç kurtarma kazısı dışında herhangi bir bilimsel arkeolojik kazı yapılmamıştır. 1987 yılından beri T.C. Kültür Bakanlığı ve Selçuk niversitesi'nin ortaklaşa yürüttüğü arkeolojik kazılarda, M.. 10. yüzyıla kadar giden buluntular elde edilmiştir.

alışmalara öncelikle kentin soyulmuş mezarlarından başlanmıştır, birkaç tane el değmemiş mezar bulunmuş ve bunlara ne kadar zengin l armağanları konulduğu 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 alışmalarda Yalınlı Ada bölgesinde çeşitli tür ve malzemededen çapalar, ipolar, amforalar ve Geç Antik ağa ait bir batık alanı keşfedilmiştir (Zoroğlu, 2003).

2.2. KELENDERİS ANTİK ŞEHİRİ

2.2.1. Konum

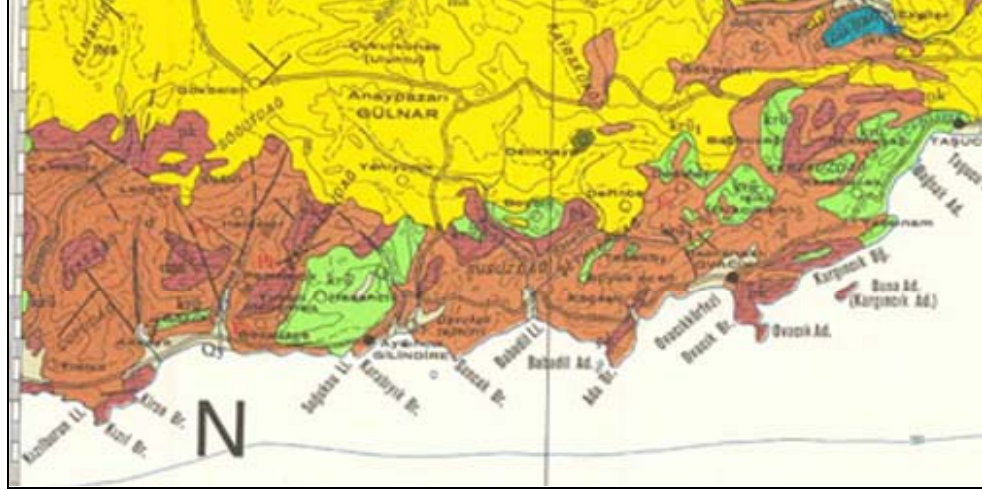
İlkçağda Güney Anadolu kıyılarının en iyi limanlarından birine sahip olan Kelenderis'in kalıntıları, Mersin iline bağlı Aydıncık İlçesi sınırları içindedir. Aydıncık; Mersin-Antalya D-400 karayolu üzerinde Mersin'e 175 km. Antalya'ya ise 325 km. uzaklıkta, deniz kenarında bir yerleşim yeridir. Silifke'nin 85 km batısında, Anamur'un 52 km doğusunda, Gülnar'ın ise 32 km güneyinde yer alır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Kelenderis Bulduru Haritası.

2.2.2. Bölgenin Genel Jeolojisi

Şekil 2.3'te yeşil olarak görünen (J_2k) birim orta jura-kretase yaşta neritik kireçtaşı, mavi olarak görünen (jk) kısımlarda ise jura-kretase yaşta neritik kireçtaşları vardır. Bordo olarak (t_1)görünen alanda; triyas dönemine ait karbonatlar ve kırıntılar, kahverengi olarak (d_{1-2}) görünen kısımda ise alt-orta devoniyen yaşta karbonatlar ve kırıntılar bulunmaktadır (MTA Türkiye Jeoloji Haritası).



Şekil 2.3. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi (MTA Türkiye Jeoloji Haritası 1:500.000)

2.2.3. Tarihçe

Aydıncık'ın eski adı, Dağlık Kilikya'nın bir liman kenti olan Kelenderis'ten gelen Gilindire'dir. Kelenderis kentinin kim tarafından ve ne zaman kurulduğu hakkında kesin bilgilere henüz ulaşılamamıştır. Ancak, antik kaynaklar, Kelenderis'in Kilikya'nın en eski Hitit Tanrılarında biri olan Sandon (Hititçe Şanta) tarafından M.Ö. 2 bin yılında kurulduğunu yazar. Kilikya'nın önemli bir liman kenti olan Kelenderis, İonyalılar, Hititler, Asurlular, Fenikeliler, Romalılar, Bizanslılar, Araplar (Emeviler), Ermeniler, Selçuklular ve Osmanlılar dönemini yaşamıştır. 1960'lı yıllarda kentin mezarlıkları soyulmuş, bulunan bazı eserler yurt içinde ve dışındaki çeşitli müzelere ve özel koleksiyonlara dağılmıştır (Fotoğraf 2.1).



Fotoğraf 2.1. Kelenderis Antik Alanından Bir Kesit.

Akdeniz'in doğusu ile batısı ve Kıbrıs adasındaki deniz yolu üzerinde önemli bir konumda bulunması ve bölgenin en elverişli limanına sahip olması, Kelenderis'in önemini artırmıştır. Kentin ilk halkı, Orta Anadolu'da yerleşen Hititlerin akrabası sayılan Luvilerdir. M.Ö. 10. yüzyıldan itibaren önce, Doğu'dan gelen Fenikeliler, M.Ö.

8. yüzyılın sonlarında, Batı Anadolu ve yakın adalardan gelen İonyalılar Nagidos ile birlikte Kelenderis'e yerleşerek burada, ticarete yönelik ilişkileri yönlendirecek üsler (koloni) kurmuşlardır. Yine antik kaynaklar kentin, Samoslular tarafından kolonileştirildiğini belirtmektedir. M.Ö. 6. yüzyılda Dağlık Kilikya'da kurulan Pirindu krallığının eski başkenti Kirşu'nun (bugün Meydancikkale) limanı olan Kelenderis, yüzyılın ortalarında, önce Babilliler, daha sonra da Persler tarafından işgal edilmiştir. Kelenderis ilk parlak dönemini M.Ö. 5. ve 4. yüzyıllarda yaşamıştır. Bu sırada Atinalıların öncülüğünde Perslere karşı kurulan Attik-Delos Deniz Birliği'nin en doğudaki üyesi Kelenderis 'ti. Kazılar sırasında çıkarılan mezar buluntuları kentin batı dünyası ile ilişkilerini belgelemektedir. M.Ö. 401 yılından 330 yılına kadar süren Pers işgaline rağmen, kent ticari bağımsızlığını korumuştur. Hellenistik Çağda Mısır'da kurulan Ptolemaios Krallığı ile siyasi ittifak içinde olan Kelenderis M.Ö. 1. yüzyıldaki korsan baskınları yüzünden çok zor duruma düşmüştür. Romalıların korsanlara karşı hazırladıkları askeri harekate da katılan Kelenderisliler, M.S. 1.yüzyılda kısa bir süre Kommagene krallığına bağlanan Kelenderis, Roma İmparatoru Vespasyan zamanında Kilikya eyaletinin Anemuryum'dan Selevkeya'ya (Silifke) kadar uzanan Kelenderitis bölgesinin başkenti olmuş ve ikinci parlak dönemlerini yaşamışlardır. M .S. 275'te kısa bir süre Partların eline geçen kent, 4. yüzyıldan itibaren yeniden gelişmeye başlar. 6. ve 7. yüzyıllardaki Arap saldırılarından sonra, kentin surlarının daraltıldığı ve şehrin surlar içinde küçültüldüğü anlaşılmaktadır. 11. yüzyılın sonlarına doğru, yöre Bizans egemenliğinden çıkıp Küçük Ermenistan Krallığının yönetimine girmiştir. 13. yüzyıl ortalarından 15. yüzyıl ortalarına kadar Selçukluların ve Karamanoğullarının egemenliğine giren kent, 15. yüzyıl sonlarına doğru Osmanlı sınırları içine katılır. Osmanlılar Döneminden 20. yüzyıl başlarına kadar Anadolu ve Kıbrıs arasındaki deniz ulaşımında önemli bir liman işlevi görmüştür. 19. yüzyıl ortalarından itibaren, Mersin limanının ön plana çıkması, gemi bordolarının büyümesi ve su kesimlerinin derinleşmesi nedeniyle, liman, işlevini yitirmeye başlamıştır. 19. yüzyıl tarihi kaynakları, limanın girişinde "Üç kaya" olarak tanımlanan adacıkların, özellikle rüzgarlı havalarda gemilerin limana girişi için tehlike oluşturduğunu yazarlar. Denizaşırı güzergâhlar için önemli bir noktada bulunan bu liman bugün daraltılmış ve küçültülmüş, sadece bir balıkçı barınağı haline gelmiştir.

Antik Kelenderis ‘ten günümüze ulaşan kalıntıların sayısı çok azdır. Surlar Ortaçağdandır. Liman hamamı M.S. 4. veya 5. yüzyılda yapılmıştır. Tiyatronun da Roma Çağına ait olduğu anlaşılmaktadır. Kentin mezarlıklarında M.Ö. 6. ve M.S. 4. yüzyıl arasındaki döneme ait kente özgü kaya mezarları, tonozlu mezarlar ve piramit çatılı anıt mezarlar görülebilir. Ancak bu mezarlar fazlasıyla tahrip olmuşlar ve birçoğu definciler tarafından soyulmuşlardır. Müzede sergilenen eserlerin çoğu kentin bu mezarlarından gelmektedir. Ayrıca 1992 yılında bulunan ve M.S. 5.yy. sonlarına tarihlenebilecek olan yer mozaiği bu limanı betimlemektedir.

Piri Reis (1521) haritasında Kelenderis koyundaki burnun üzerinde bir kale göstermektedir. Kaptan Beaufort’un (1818) çizdiği Kelenderis limanı haritasında yarımada üzerinde sekizgen planlı bir kule ile yıkık bir şato işaretlenmiştir. Limanın kuzey batısında bir hamam, kuzeyinde ise mezarlar gösterilmiştir. Ayrıca harita üzerinde önemli bir kişi anısına yaptırılan ve boş olduğu iddia edilen mezar vardır.

Kilikya limanı ile ilgili ilk resim, J.Carne’nin 1838 yılında yayımlanan bir kitabındaki W.H.Barlett’e ait bir gravürdür (Fotoğraf 2.2).



Fotoğraf 2.2. Kilikya Limanı, W.H.Barlett

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Araştırmada jeofizik yöntemlerden Doğru Akım Özdirenç (DAÖ) yöntemi uygulanmıştır. Araştırma yerli yapım RVA-1 özdirenç ölçüm seti ile yürütülmüştür. Özdirenç ölçüm seti alıcı ve verici olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Akım kaynağı olarak 12 voltluk akü kullanılmıştır. Çalışmada paslanmaz çelik alışımli kutuplanmayan elektrotlar kullanılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde; en küçük kareler yöntemi kullanılarak geliştirilen hızlı bir algoritma üzerine kurulmuş olan ve 2 boyutlu ters çözümde son zamanlarda oldukça yaygın olarak kullanılan Res2dinv programı kullanılmıştır. Derinlik haritalarının gösteriminde ise Stanford Graphics ve Surfer programları kullanılmıştır.

Bunların dışında tez yazım aşamasında kullanılan resimlerin düzenlenmesinde Photoshop ve CorelDraw Graphics programlarından yararlanılmıştır.

3.2. ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ

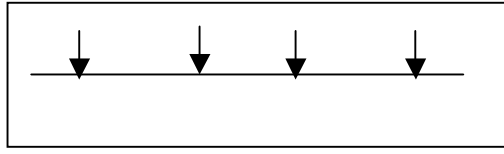
3.2.1. Özdirenç Yöntemine Genel Bir Bakış

Özdirenç yönteminin amacı, yeryüzünde ölçümler yaparak yeraltındaki özdirenç dağılımını saptamaktır. Bu ölçümlerden yeraltının gerçek özdirenci tahmin edilebilir. Yerin özdirenci; kaya içindeki mineral ve sıvı içeriği, gözeneklilik ve suya doygunluk derecesi gibi farklı jeolojik parametreler ile ilgilidir. Özdirenç yöntemi hidrojeoloji, madencilik ve jeoteknik araştırmalarda onlarca yıldır kullanılmaktadır. Son zamanlarda daha çok arkeoloji ve çevre amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Özdirenç ölçümleri genelde, iki akım elektrodu (Şekil 3.1’de C1 ve C2) ile yeriçine doğru akım göndererek ve iki potansiyel elektrodu (Şekil 3.1’de P1 ve P2) ile son gerilim farkını ölçerek yapılır (Şekil 3.2). Akım (I) ve gerilim (V) değerlerinden bir görünür özdirenç değeri hesaplanır.

$$\rho_a = k V / I \quad (3.1)$$

burada; k dört elektrodun dizilimine bağlı geometrik faktördür.



Şekil 3.1. Özdirenç Yönteminde Geleneksel Bir Dört Elektrot Dizilimi.

Özdirenç ölçü aletleri genelde, bir direnç değeri verir,

$$R = V / I, \quad (3.2)$$

bu yüzden uygulamada görünür özdirenç değeri

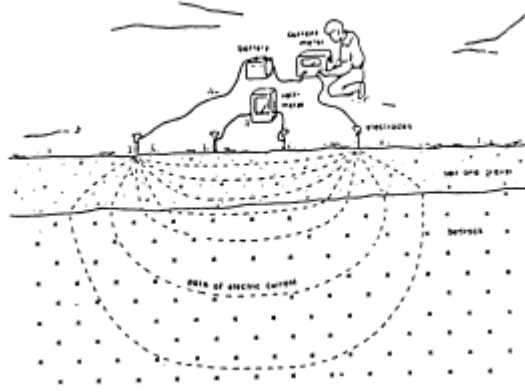
$$\rho_a = k \cdot R \quad (3.3)$$

ile hesaplanır. Ortamın homojen olması durumunda görünür değil gerçek özdirenç değeri elde edilir. Görünür özdirenç değeri benzer elektrot dizilimleri için aynı direnç değerini verir. “Görünür” özdirenç ve “gerçek” özdirenç arasındaki ilişki karmaşık bir ilişkidir. Yeraltının gerçek özdirenç değerini saptamak için, bir bilgisayar programı kullanılarak görünür özdirenç ölçü değerlerinin ters dönüşümünü yapmak gerekmektedir.

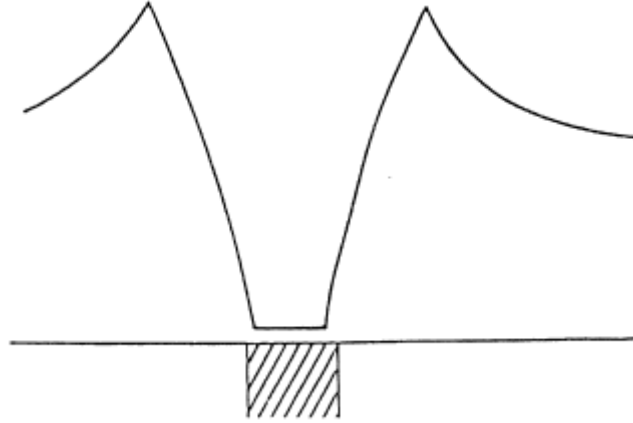
Özdirenç yöntemlerinde akımın nüfuz edebileceği derinlik, elektrotlar arası uzaklığa yer altındaki tabakaların bağlı kalınlığına ya da yer altı cisimlerinin şekillerine, büyüklüklerine ve özdirençlerine bağlıdır (Gürer, 2001).

Şekil 3.3-3.4'de Değişik yer altı modellerinin oluşturacağı öz direnç anomalileri verilmektedir. Öz direnç anomalileri incelendiğinde özellikle süreksizlik sınırlarında yöntemin ne kadar başarılı olduğu belirgin bir şekilde gözlenmektedir.

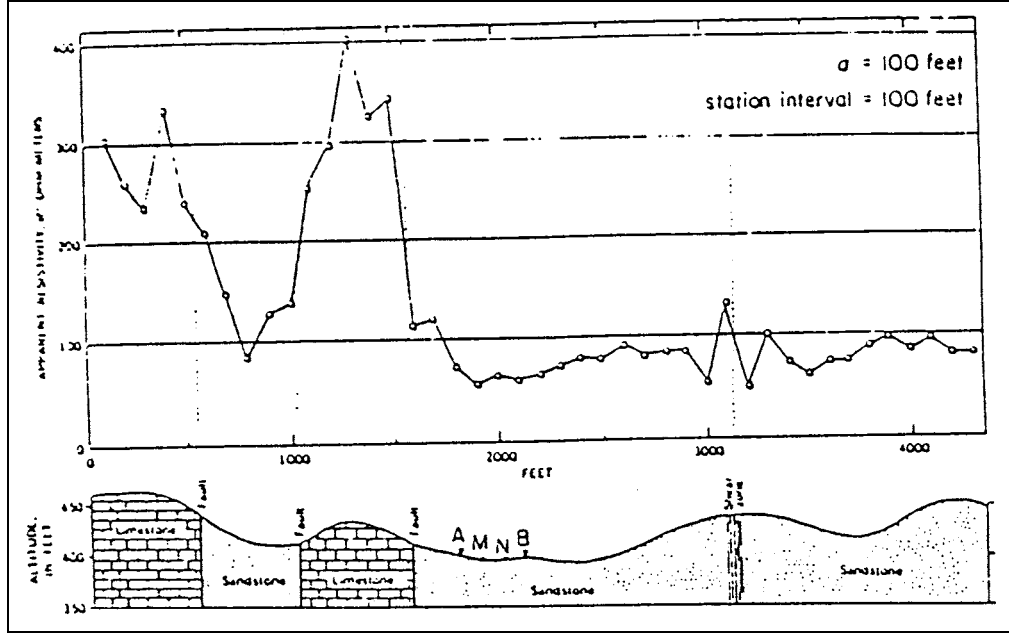
Şekil 3.5 incelendiğinde duvar yapılarının ne kadar belirgin simgelandiği görülmektedir.



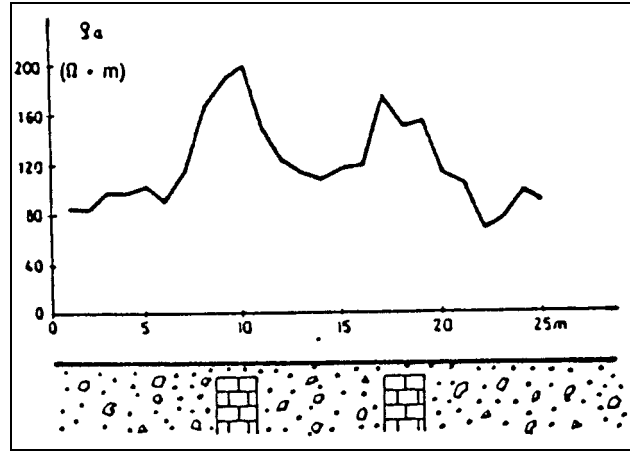
Şekil 3.2. Arazide Elektrik Yöntem Uygulamaları.



Şekil 3.3. Dayk Modeli Elektrik Anomalisi.



Şekil 3.4. Süreksizlik Sınırlarında Elektrik Anomalisinin Değişimi



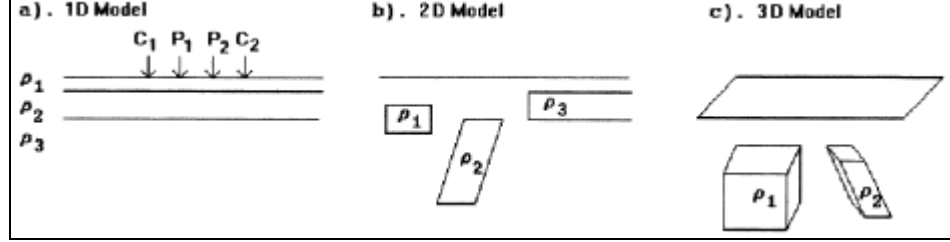
Şekil 3.5. Gömülü Duvar Elektrik Anomalisi.

Özdirenç metodu ilk olarak 1920'lerde Schlumberger kardeşlerin yaptıkları çalışma ile başlamıştır. Bu tarihten sonra yaklaşık olarak 60 yıl, niceliksel yorumlamada yaygın olarak Düşey Elektrik Sondaj (DES) aramaları (Koefoed 1979) kullanılmıştır. Bu metotta elektrot diziliminin merkez noktası sabit kalmakta ancak; elektrotlar arasındaki aralıklar yeraltının daha derin bölgeleri hakkında daha fazla bilgi alabilmek için artırılmaktadır.

Çift logaritmik (log-log) kağıt üzerine ölçülen görünür özdirenç değerleri haritalanır. Bu ölçümlerden elde edilen verileri yorumlamak için genelde yeraltının yatay tabakalardan oluştuğu varsayılır. Bu durumda yeraltının özdirenç değeri sadece derinlik ile değişir, yatay yönde herhangi bir değişim olmaz. Şekil 3.6a'daki ölçümlerin yorumlanmasında yeraltının bir boyutlu modellemesi kullanılır. Şekil 3.7'te DES'ten elde edilen verilere bir örnek ve olası yorumlama modeli gösterilmiştir. Bu kısıtlamalara rağmen bir boyutlu modelle (su tablası gibi) yaklaşık doğruluğu verebilen bir jeolojik durum için bu metot oldukça kullanışlı sonuçlara sahiptir. Diğer bir klasik yer ölçüm tekniği ise kaydırma metodudur. Bu metotta elektrotlar arasındaki aralıklar sabit kalmakta fakat bütün dizilim bir doğru hat boyunca hareket ettirilmektedir. Bu bize yeraltının özdirençinin yanal değişiklikleri hakkında bazı bilgiler vermektedir ancak; düşey değişiklikler hakkında bilgi elde edemeyiz. Kaydırma ölçümlerinden elde edilen verilerin yorumlanması çoğunlukla niteldir.

Yeraltının özdirençindeki yatay (veya yanal) değişimleri bulmada DES metodu genellikle birçok ciddi sınırlamalara sahiptir. Şekil 3.6a'da uygulamalarda nadir olarak bulunan ideal durum gösterilmiştir. Yeraltının özdirençindeki yanal değişiklikler görünür özdirenç değerlerinin değişmesine neden olabilir ve buda yeraltının özdirençinin derinlikle değişimi olarak bizi yanlış yorumlamaya götürebilir. Birçok mühendislik ve çevre çalışmalarında yeraltı jeolojisi çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karışıklık çok kısa mesafelerde bile özdirenç değerinin çok hızlı bir şekilde değişmesine neden olabilir. Bu tür durumlarda DES metodu yeterli doğrulukta sonuç veremez.

Bir boyutlu (1-D) DES yer ölçmelerinin sahip olduğu sınırlamalara rağmen yaygın olarak kullanılmasının iki ana sebebi vardır. Birinci sebep; daha güvenilir verilerin elde edilebileceği iki boyutlu (2-D) ve üç boyutlu (3-D) modellemeler için gerekli olan uygun saha ekipmanları eksiktir. İkinci sebep ise; 2-D ve 3-D modellemelerin daha karmaşık bir yapıya sahip olmalarından dolayı bilgisayar yorumlama programlarının kullanılmasında uygulamalardaki eksiklikler gösterilebilir. Ancak, 2-D ve hatta 3-D elektrik yer ölçmeleri çok elektrotlu özdirenç ölçüm aletlerinin (Griffiths et al.1990) ve hızlı bilgisayar ters çözüm yazılımlarının (Loke 1994) gelişmesi ile ticari teknikler olarak günümüzde yerini almışlardır.



Şekil 3.6. Özdirenç Ölçümlerinin Yorumunda Kullanılan Üç Farklı Model



Şekil 3.7. Wenner Dizilimi İçin Özdirenç Sondaj Datalarının Yorumunda Kullanılan 1-Boyutlu Tipik Bir Model

Özdirenç ölçmeleri sonucu yeraltının özdirenç dağılımının bir resmi ortaya konur. Elde edilen yeraltının özdirenç haritalarından jeolojik yapıya geçebilmek için yapılan dönüşümü doğru olarak gerçekleştirebilmek için alanın jeolojisi ve yeraltındaki malzemenin farklı tipteki belli başlı özdirenç değerlerinin birkaçının bilinmesi önemlidir.

Tablo 3.1’de birkaç yaygın kaya, zemin malzemesi ve kimyasalların özdirenç değerleri verilmiştir (Keller and Frischknecht 1966, Daniels and Alberty 1966). Volkanik ve metamorfik kayalar tipik olarak yüksek özdirenç değerlerine sahiptir. Bu kayaların

özdirenç değerleri çatlak-kırık derecelerine ve çatlakları dolduran yeraltı suyu seviyesinin yüzdesine bağlıdır. Sedimanter kayalar genellikle çok gözenekli ve daha yüksek su içeriğine sahip olmalarından dolayı normal olarak daha düşük özdirenç değerine sahiptirler. Islak zeminler ve taze yeraltı suları bile daha düşük özdirenç değerlerine sahiptirler. Killi zeminler kumlu zeminlerden daha düşük özdirenç değerine sahiptirler. Ancak, farklı sınıftaki kaya ve zeminlerin toplam özdirenç değerlerinin elde edildiğine dikkat edilmelidir. Çünkü bu çözülmemiş tuzların konsantrasyonlarının suya doygunluk derecesine ve gözeneklilik gibi faktörlere bağlı zemin örnekleri veya kaya parçalarının özdirencidir.

Yeraltı su seviyesinin özdirenci çözülmemiş tuzun konsantrasyonuna bağlı olarak 10 ohm-m'den 110 ohm-m'ye kadar değişir. Deniz suyu, oldukça yüksek tuz içeriğinden dolayı yaklaşık 0,2 ohm-m gibi düşük özdirenç değerine sahiptir. Tüm bu bilgiler kıyı şeritlerindeki taze su ara yüzeylerinin ve tuzluluğu haritalamada özdirenç metodunu ideal bir teknik yapar.

Tablo 3.1'de birkaç endüstriyel kirleticinin özdirenç değerleri verilmiştir. Demir gibi metaller oldukça düşük özdirenç değerlerine sahiptirler. Potasyum klorit (CaCl_2) ve sodyum klorit (NaCl) gibi güçlü elektrolitler özdirenç değeri 1ohm-m'den daha düşük olan oldukça düşük konsantrasyonlarda yeraltı suyu ile tepkimeye girdiğinde özdirenç değeri oldukça azalır. Asitik asit gibi zayıf elektrolit gibi etkileriyle karşılaştırıldığında daha düşüktür. Ksilen gibi hidrokarbonlar çok yüksek özdirenç değerlerine sahiptirler.

Özdirenç değerleri diğer jeofizik metotlardan elde edilen fiziksel parametrelerle karşılaştırıldığında daha büyük bir değişim değerine sahip olduğu görülmektedir. Çalışma alanındaki kayaların ve zeminlerin özdirençlerinin büyüklüğünün değişim aralığı birkaç tanedir. Karşılaştırıldığında Gravite ölçümlerinde kullanılan yoğunluk değeri genellikle 2'nin katlarından daha az değişime uğrarken sismik hız değerleri genellikle 10'un katlarından daha çok değişime uğramaz. Bu da özdirenç ve diğer elektrik ve elektromanyetik yöntemleri çok yönlü kullanıma sahip jeofizik teknikler arasına koyar.

Tablo 3.1. Bazı Genel Kaya, Mineral ve Kimyasalların Özdirençleri.

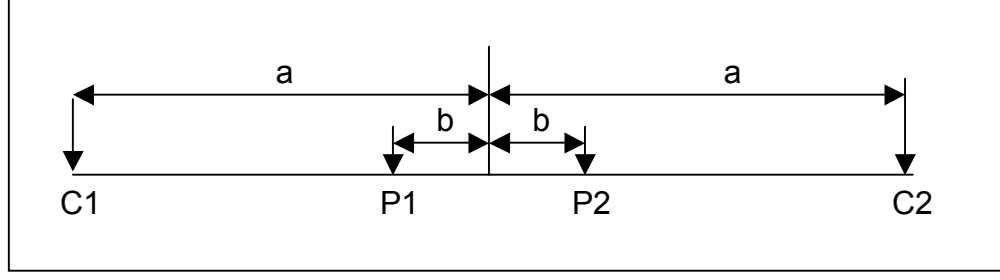
Material	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Conductivity (Siemen/m)
Igneous and Metamorphic Rocks		
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-3} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Sedimentary Rocks		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2.5 \times 10^{-3} - 0.02$
Soils and waters		
Clay	1 - 100	0.01 - 1
Alluvium	10 - 800	$1.25 \times 10^{-3} - 0.1$
Groundwater (fresh)	10 - 100	0.01 - 0.1
Sea water	0.2	5
Chemicals		
Iron	9.074×10^{-8}	1.102×10^7
0.01 M Potassium chloride	0.708	1.413
0.01 M Sodium chloride	0.843	1.185
0.01 M acetic acid	6.13	0.163
Xylene	6.998×10^{16}	1.429×10^{-17}

3.2.2. Özdirenç Yöntemleri ile arazide yapılan ölçümlerde elektrotların dizimi

Elektrotların birbirine göre yeri ve aralarındaki uzaklık değişik şekillerde alınabilir (Şekil 3.8-3.16). Genellikle akım ve potansiyel elektrotlarının bir noktaya göre simetrik olması hesapları kolaylaştırmak bakımından yararlıdır. Akım elektrotlarının birbirine yakın olması, akımın fazla derinlere inmesini önler. Potansiyel elektrotu akım elektrotuna yakın olunca da yeryüzüne yakın cisimlerin etkileri fazla olur. Hiçbir zaman bunlardan birine bağlı kalmak zorunluluğumuz yoktur. Elimizdeki probleme göre en uygun şekli seçmek en doğrusu olur.

3.2.2.1. Schlumberger Elektrot Dizilimi

Daima $P1P2 < P2C2$ şartı sağlanır. Akım elektrotları potansiyel elektrotlarına nazaran birbirinden çok daha uzakta yer alırlar.



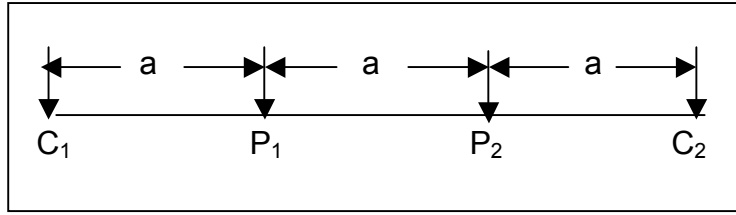
Şekil 3.8. Schlumberger Elektrot Dizilimi

K_s (Geometrik Faktör): $\pi (a^2 / b - b / 4)$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $(\pi a^2 / b) [1 - b^2 / 4 a^2] (\Delta V / I)$, $a \geq 5b$

3.2.2.2. Wenner Elektrot Dizilimi

$C_1P_1 = P_1P_2 = P_2C_2 = a$ şartı sağlanır.



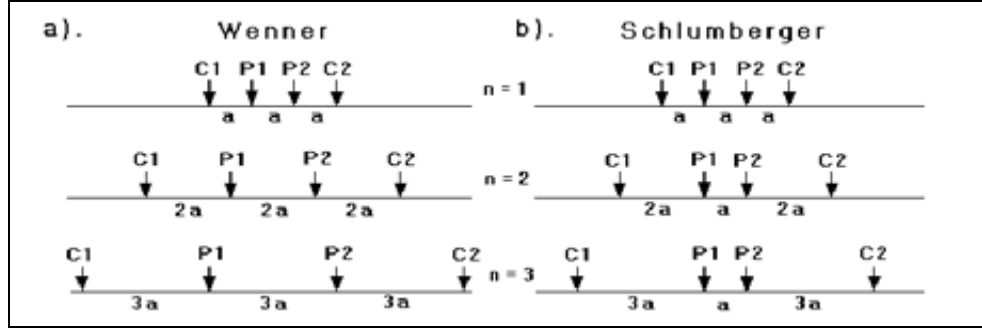
Şekil 3.9. Wenner Elektrot Dizilimi

K_{wA} (Geometrik Faktör): $2\pi a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $2\pi a (\Delta V / I)$

3.2.2.9. Wenner – Schlumberger Dizilimi

Geleneksel wenner diziliminin bir dezavantajı; elektrot aralıkları, araştırma derinliğinden daha derine inebilmek için dizilim içinde arttırıldığı zaman takip eden yatay tabakada büyük bir azalma oluşur. Örnek olarak, araştırma derinliğini iki kat arttırmak için, elektrot aralığı a , $2a$ 'ya çıkarılmalıdır (Şekil 3.10). Bu durumda, dizilimin toplam uzunluğu $3a$ 'dan $6a$ 'ya çıkarılmış olur. Aynı anda görünür kesit genişliği ölçümün her seviyesi ile $3a$ kadar azalır (Şekil 3.11). Karşılaştırıldığında görünür kesit wenner – schlumberger dizilimi için $2a$ azalır.



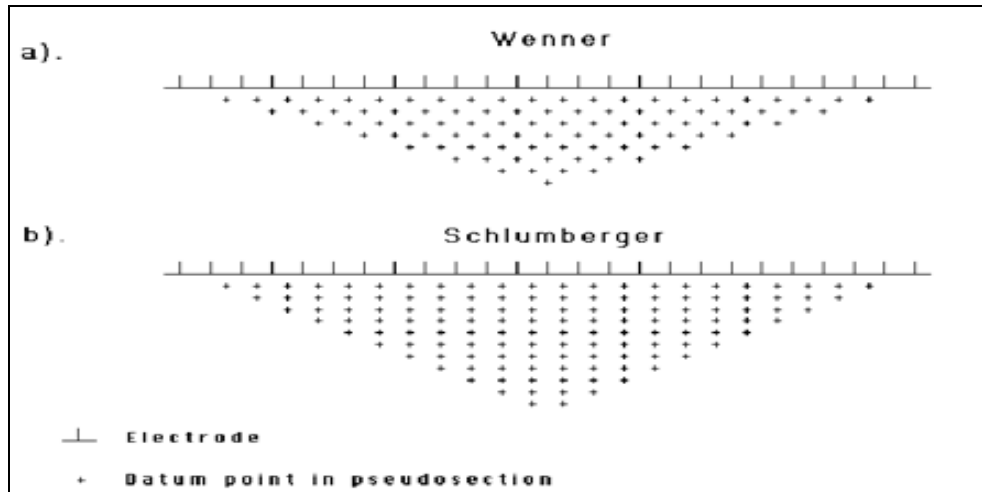
Şekil 3.10. Derinliği arttırmak için yapılan araştırmalarda a) Wenner ve b) Wenner-Schlumberger dizilimlerinin kullanım adımları.

Görünür rezistivite değeri wenner – schlumberger dizilimi için

$$\rho = \frac{mn(n+1)aR}{K_{ws}} \quad (3.4)$$

$$K_{ws} = mn(n+1)a \quad (3.5)$$

olarak verilmiştir. R ölçülen direnç, a; P1 ve P2 elektrotları arasındaki aralık ve n; C1-P1 ve C2-P2 elektrotları arasındaki uzaklıklarının oranıdır. Bu dizilim etkin olan n faktörü 2’den büyükken, Schlumberger dizilimi haline gelir. Bu nedenle, aslında bu durum, sabit aralıklı hat elektrotlarla ayarlamayı kullanmak için uyarlanan Schlumberger ve Wenner dizilimlerinin kombinasyonudur. Daha iyi yatay incelemelerin yanı sıra, bu dizilimin en yüksek Penetrasyon derinliği Wenner diziliminden %15 civarında daha büyüktür. n faktörü 1’e eşitken Wenner dizilimi Wenner – Schlumberger diziliminin özel bir durumudur.



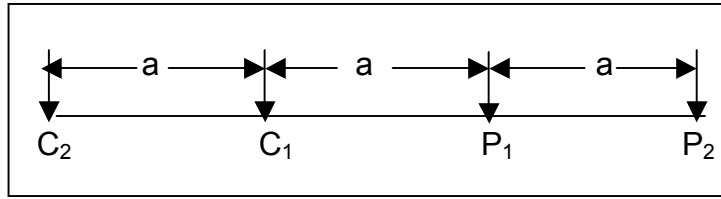
Şekil 3.11. Homojen bir ortam için a) Wenner ve b) Wenner-Schlumberger dizilimlerinin data noktalarının düzeni

Pratikte elektrot aralığı faktörü n , artarken P_1 ve P_2 elektrotları arasındaki potansiyel azaldığı için n 'in en yüksek değeri gerçek saha araştırmalarında 8 civarındadır. Araştırma derinliğini arttırmak için P_1 - P_2 elektrotları arasındaki aralık $2a$ kadar arttırılmıştır ve ölçümler n 1, 2, 3, 4, 5, ve 6 için tekrarlanmıştır. Sonra P_1 - P_2 aralığı $3a$ 'ya yükseltilmif ve aynı ölçüm tekrar yapılmıştır.

Normal Wenner diziliminin bir avantajı da, geleneksel dizilimler arasında en yüksek gürültü sinyal oranına sahip olmasıdır. Güvenli tarafta olma adına, Wenner – Schlumberger açılımıyla araştırma yaparken normal Wenner diziliminin ölçümlerini kullanmalıyız.

3.2.2.4. Wenner Beta Elektrot Dizilimi

$C_2C_1 = C_1P_1 = P_1P_2 = a$ şartı sağlanır.



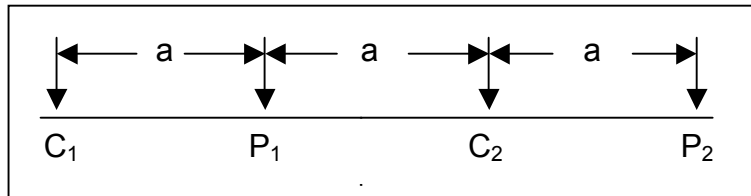
şekil 3.12. Wenner Beta Elektrot Dizilimi

K_{wB} (Geometrik Faktör): $6\pi a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $6\pi a (\Delta V / I)$

3.2.2.5. Wenner Gamma Elektrot Dizilimi

$C_1P_1 = P_1C_2 = C_2P_2 = a$ şartı sağlanır.

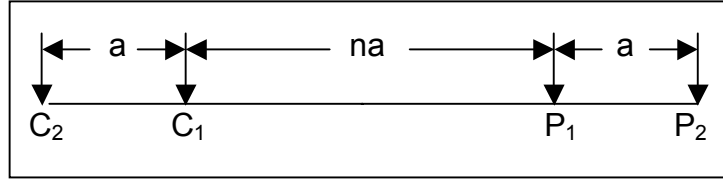


şekil 3.13. Wenner Gamma Elektrot Dizilimi

K_{wG} (Geometrik Faktör): $3\pi a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $3\pi a (\Delta V / I)$

3.2.2.6. Dipol-Dipol Elektrot Dizilimi

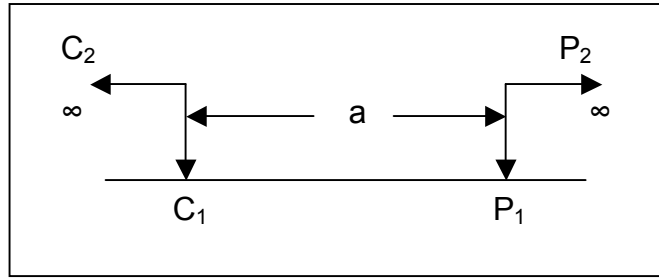


Şekil 3.14. Dipol-Dipol Elektrot Dizilimi

K_d (Geometrik Faktör): $\pi n (n+1) (n+2) a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $\pi n (n+1) (n+2) a (\Delta V / I)$

3.2.2.7. Pole-Pole Dizilimi

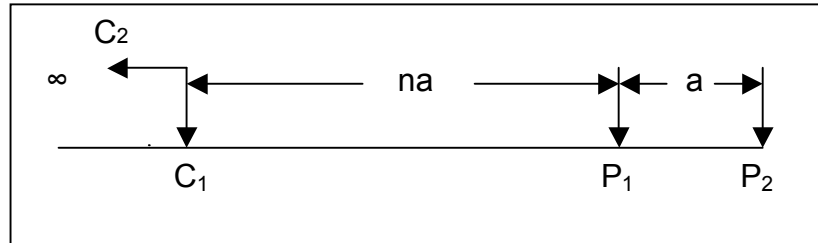


Şekil 3.15. İki Nokta Elektrot Dizilimi

K_i (Geometrik Faktör): $2\pi a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $2\pi a (\Delta V / I)$

3.2.2.8. Pol-Dipol Elektrot Dizilimi

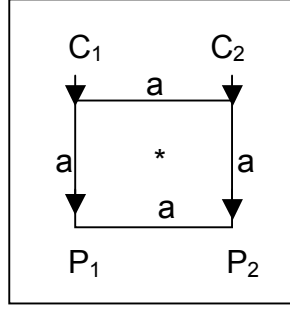


Şekil 3.16. Pol-Dipol Elektrot Dizilimi

K_p (Geometrik Faktör): $2\pi n (n+1) a$

ρ_a (Görünür Özdirenç) = $2\pi n (n+1) a (\Delta V / I)$

3.2.2.9. Kare Sisteminde Elektrot Dizilim



Şekil 3.17. Kare Sisteminde Elektrot Dizilimi

K_k (Geometrik Faktör): $\pi a (2 + \sqrt{2})$

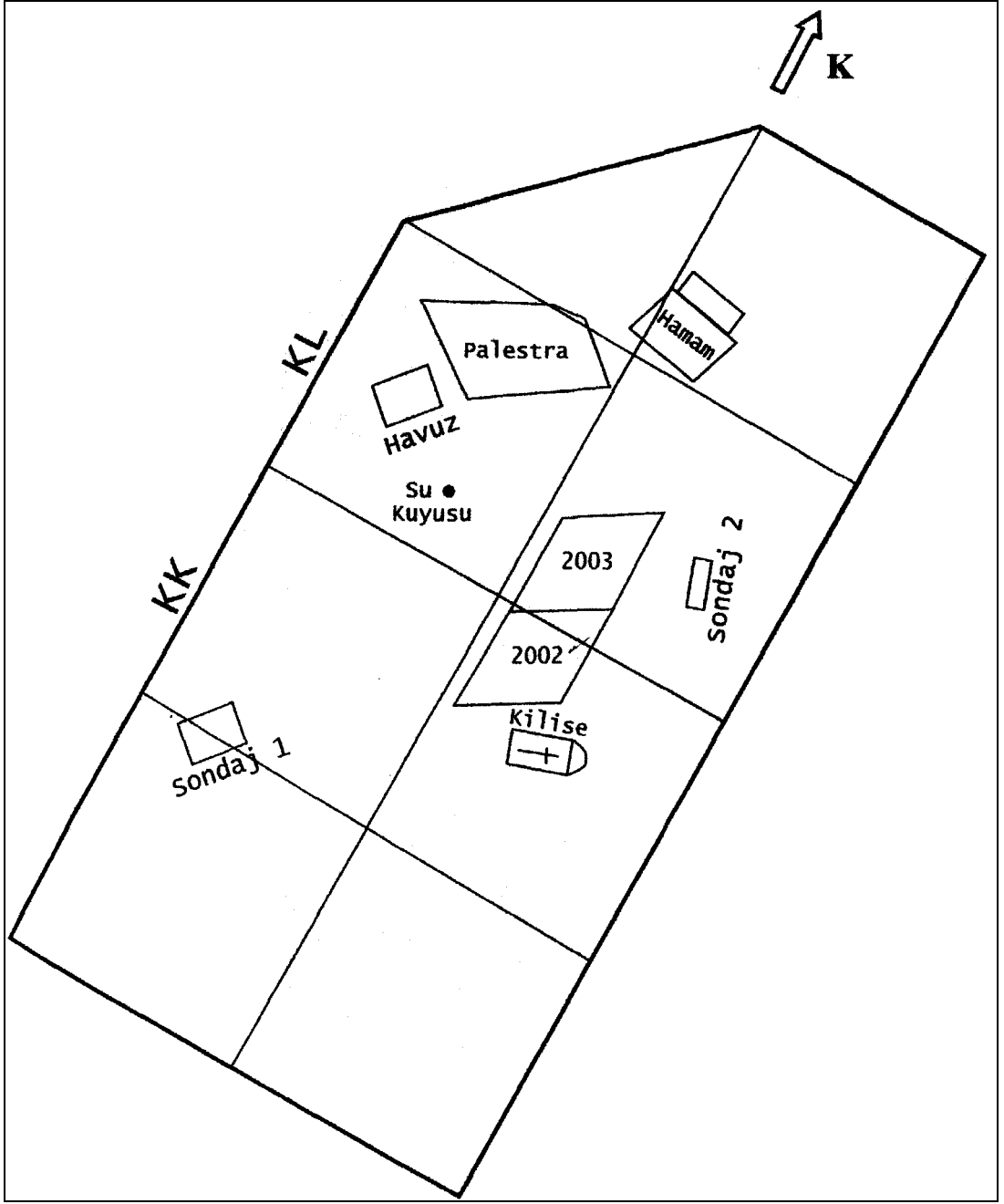
ρ_a (Görünür Özdirenç) = $\pi a (2 + \sqrt{2}) (\Delta V / I)$

4. SAHA ÇALIŞMALARI

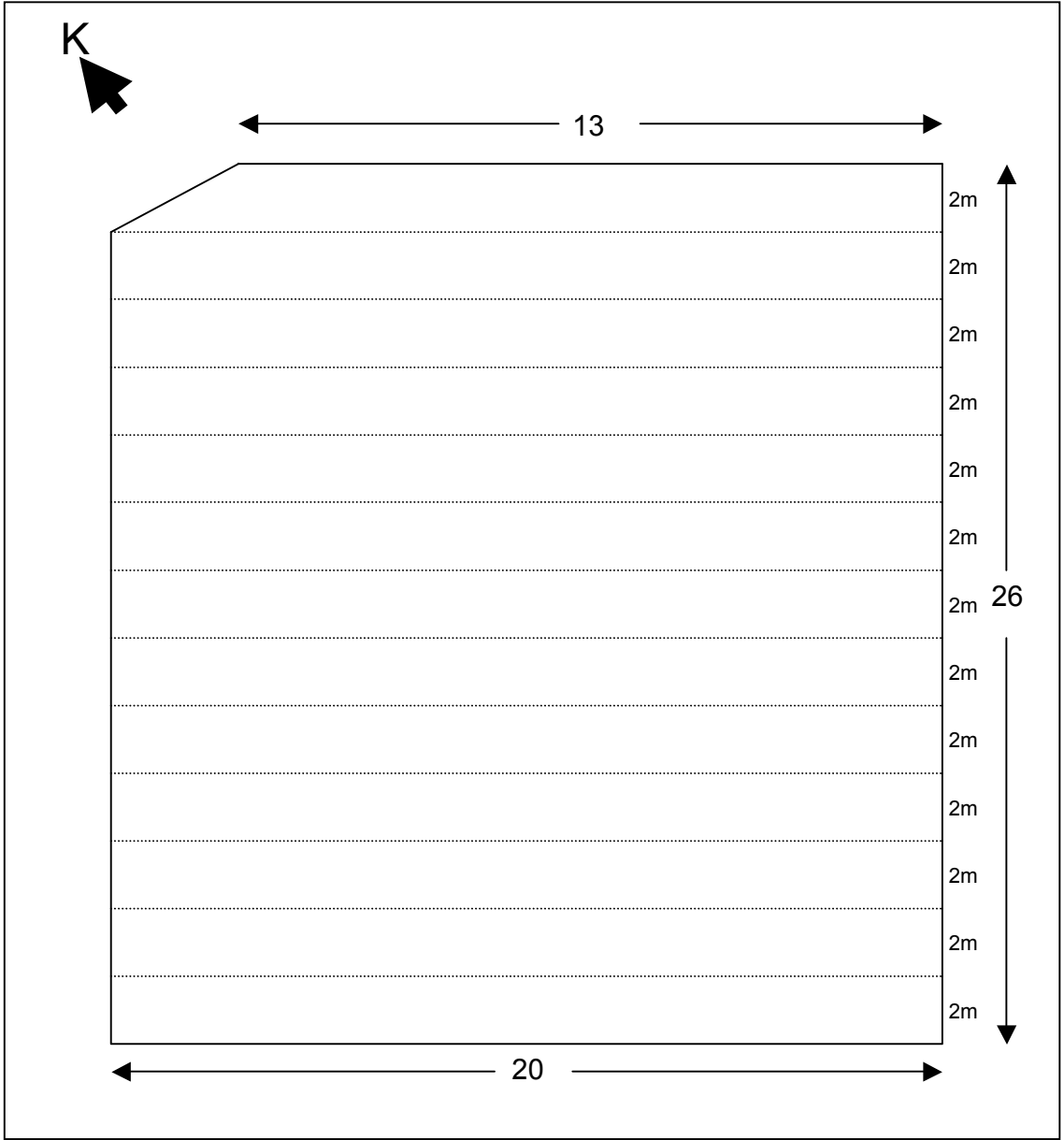
4.1. ÖZDİRENÇ YÖNTEMİNİN ARAZİYE UYGULANMASI

Özdirenç araştırması, Kelenderis Antik Şehrinde (Fotoğraf 4.1) Hamam ile Havuz arasında, Limanın Güney-Batısında bulunan Palaestra'da yapılmıştır (Fotoğraf 4.2). Çalışma, 20m.x 26m.lik bir alanda (Şekil 4.1.) Wenner-Schlumberger elektrot dizilimi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüler; profil aralıkları 2m. elektrot aralıkları 1m. olacak şekilde Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusunda alınmıştır. Yapılan ölçüler 14 profilde gerçekleştirilmiş olup son profil 13m. diğer 13 profil ise 20m. olarak alınmıştır. Araştırma yerli yapım RVA1 özdirenç alet seti ile yürütülmüştür.

Yüzeğe yakın derinliklerdeki antik yapıların belirlenmesi amaçlanarak, elektrot aralığı $a = 1m.$ ve kaydırma miktarı $x = 1m.$ seçilmiştir. Elektrot aralığı ve kaydırma miktarı daha küçük bir değer seçilerek ölçü alınması, yüzeğe daha yakın bir derinliği daha duyarlı belirleme olanağı sağlamaktadır. Ancak araştırma alanında bulunan ve yüzeğden de görülebilen rasgele dağılmış taş ya da kalıntı parçalarının ölçülere gürültü ekleyerek araştırılan yapı kalıntılarının belirtilerini (anomali) gizleyeceği düşünülerek tercih edilmemiştir. Alanın çevresinde pek çok ağaç bulunmaktadır. Bizim ölçülerimizin ağaçlara en yakın geçtiği bölüm 7. Profilden sonra, profillerin son noktalarıdır. Aynı zamanda çalışma alanının daha önce tarım amaçlı kullanılmış olmasından dolayı alan üzerinde bitki kökleri bulunmaktadır. Özdirenç ölçüleri alınırken bitki köklerinin bulunmasından dolayı meydana gelebilecek olan direnç farklılıklarını engellemek için elektrotların çevresi sulanmıştır.



Şekil 4.1. Jeofizik Çalışmaların Yürütüldüğü Alanın Görünümü.



Şekil 4.2. Jeofizik Çalışma Alanı Palestra'da ki Profillerin Plan Görünümü.



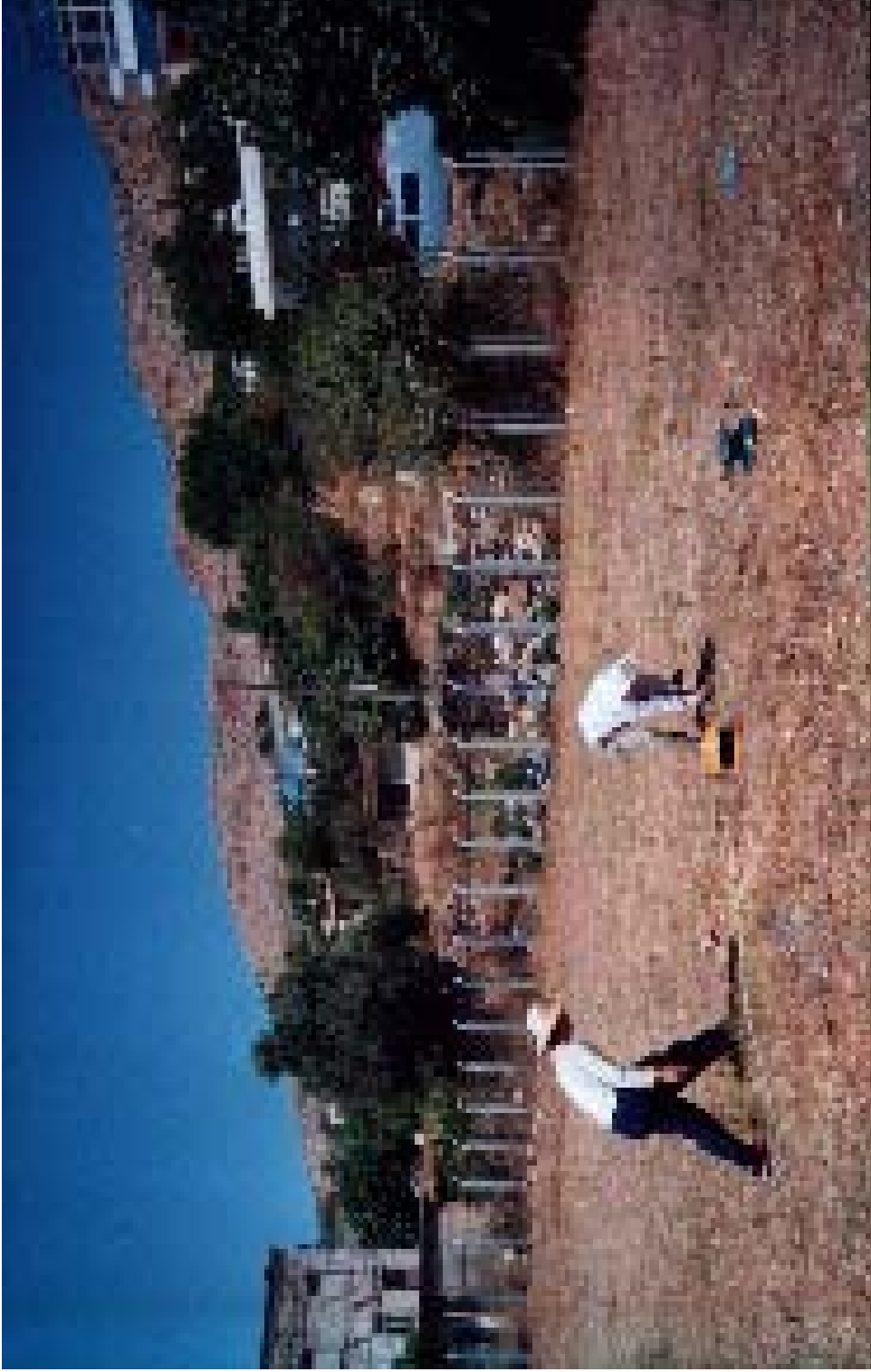
Fotoğraf 4.1. Kelenderis Antik Ŗehrinin Genel GörünüŖü.



Fotoğraf 4.2. Jeofizik Araştırma Alanı Palaestranın Genel Görünüşü.



Fotoğraf 4.3. Jeofizik Araştırma Ekibi ve Ölçü Alanının Görünüşü.



Fotoğraf 4.4. Jeofizik Araştırma Ekibi ve Ölçü Alanının Görüntüsü



Fotoğraf 4.5. Palaestra alanında yapılan Jeofizik Özdirenç Ölçülerindeki Elektrot Düzeni.



Fotoğraf 4.6. Palaestra alanında yapılan Jeofizik Ölçümlerindeki Elektrot Düzeni.

4.2. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sahada verilen akım (I) ve ölçülen potansiyel (V) değerlerinden;

$$\rho_a = k V / I$$

bağıntısından görünür özdirenç değerleri hesaplanmıştır. Burada; k dört elektrodun dizilimine bağlı geometrik faktördür.

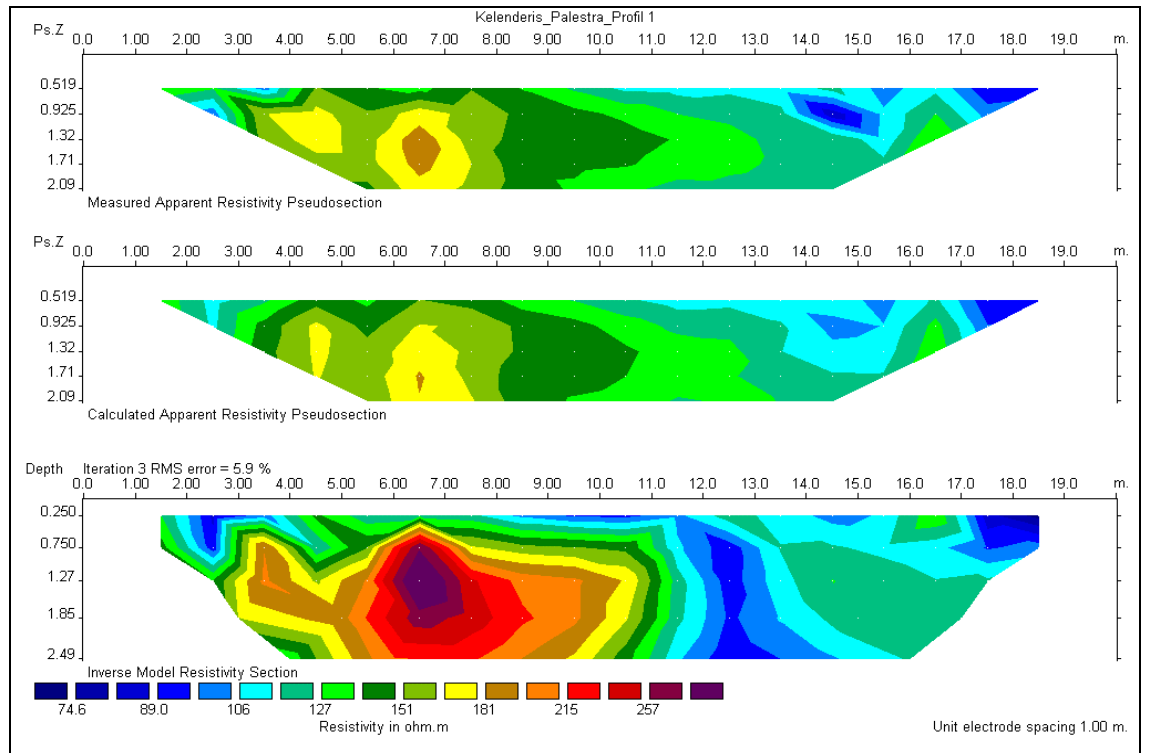
Bütün çalışma alanında en yüksek görünür özdirenç değerleri 325.83 ohm.m ve en düşük görünür özdirenç değeri 82.46 ohm.m olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin derinlik kesiti haritaları sönümlü en küçük kareler yöntemini temel alan Res2dinv programı ile görüntülenmiştir. Her bir profil için ölçülen veriler ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış şekliyle sunulmuştur (Şekil 4.3.-Şekil 4.16). Araştırma alanındaki profillerin hepsi için bu işlemler yapılmış ve %2.7-%22.5 yanılığ payı ile ters çözüm işlemleri sonucu belirti yerleri işaretlenmiştir.

Stanford Graphics programı ile alanın tamamının belirti görüntüsü için farklı derinlikleri temsil eden farklı n değerleri için görünür özdirenç seviye haritaları çizilmiştir (Şekil 4.17 - Şekil 4.32). Seviye haritaları -0.177m aralıklarla -2.5m derinliğe kadar görüntülenmiştir. Profillerde gözlenen belirti yerlerini burada alanın tamamı için bütün olarak görmekteyiz.

Bu doğrultular boyunca yüksek görünür özdirenç değerlerinin (ohm m) palaestrada bulunması gereken duvarlar ya da yapı kalıntılarını temsil ettiği, sayın Zoroğlu ile yapılan görüşmeler sonucu, kabul edilmiştir.

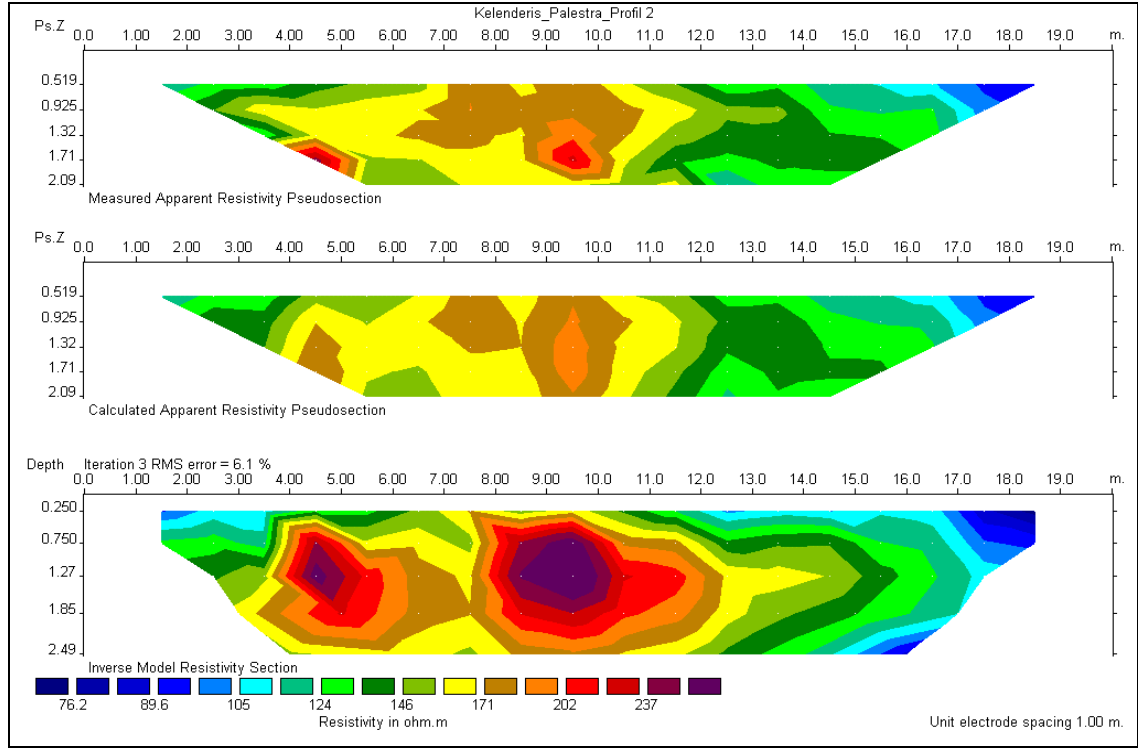
4.2.1. Derinlik Haritaları

Görüldüğü gibi, ölçü doğrultuları boyunca belirti yerleri işaretlendiği zaman, araştırma alanının başından sonuna kadar bir yay şeklinde yüksek görünür öz direnç değerleri egemendir. Diğer taraftan 7. profil ile 11. profil arasında yaklaşık olarak ölçü doğrultularının ortasında bulunan düz bir hatta gene yüksek görünür öz direnç değerleri egemendir.



Şekil 4.3. 1. Ölçü Doğrultusunun derinlik kesiti (ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü).

Şekil 4.3'te 1. profile ait derinlik kesitinde yüksek öz direnç değeri K-B yönünde 5.5m ve 9m arasında, yaklaşık olarak -0.75m ile -2.45m derinlikleri arasında gözlenmektedir. Aynı zamanda; bu belirtinin hemen yanında K-B yönünde 3m ile 4m arasında ve -0.75m ile -1.50m derinliğinde daha düşük öz direnç değerine sahip bir belirti daha bulunmaktadır.

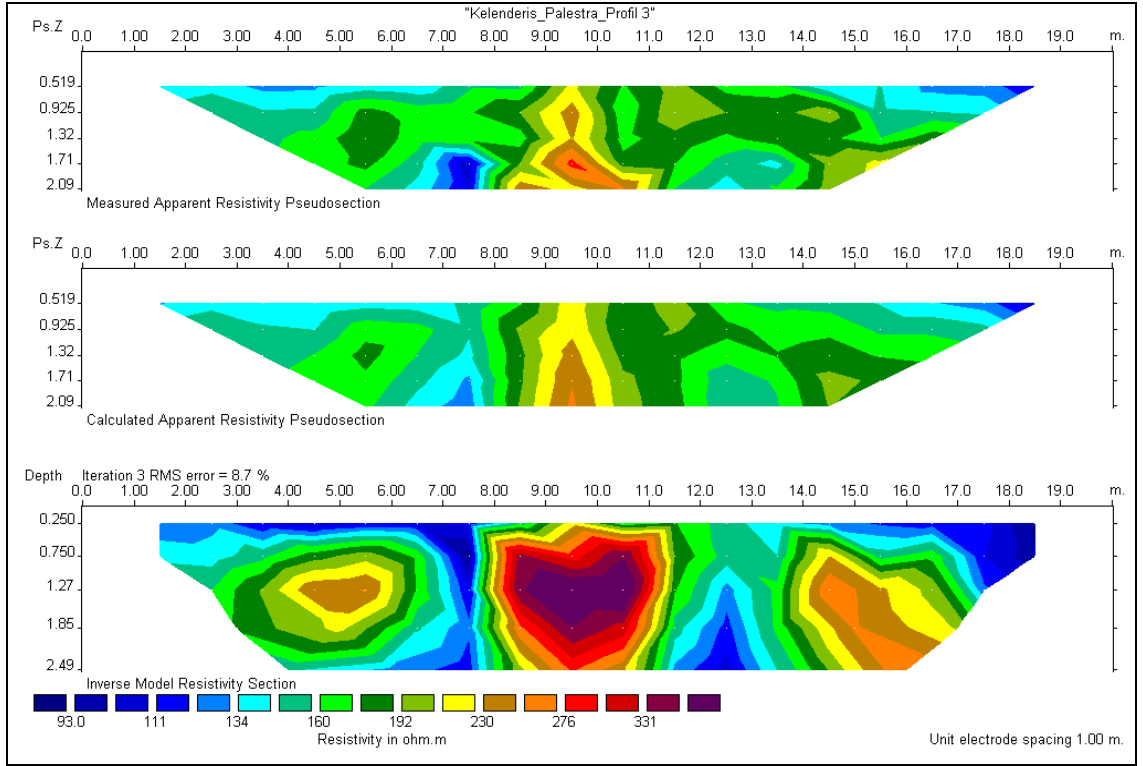


Şekil 4.4. 2. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

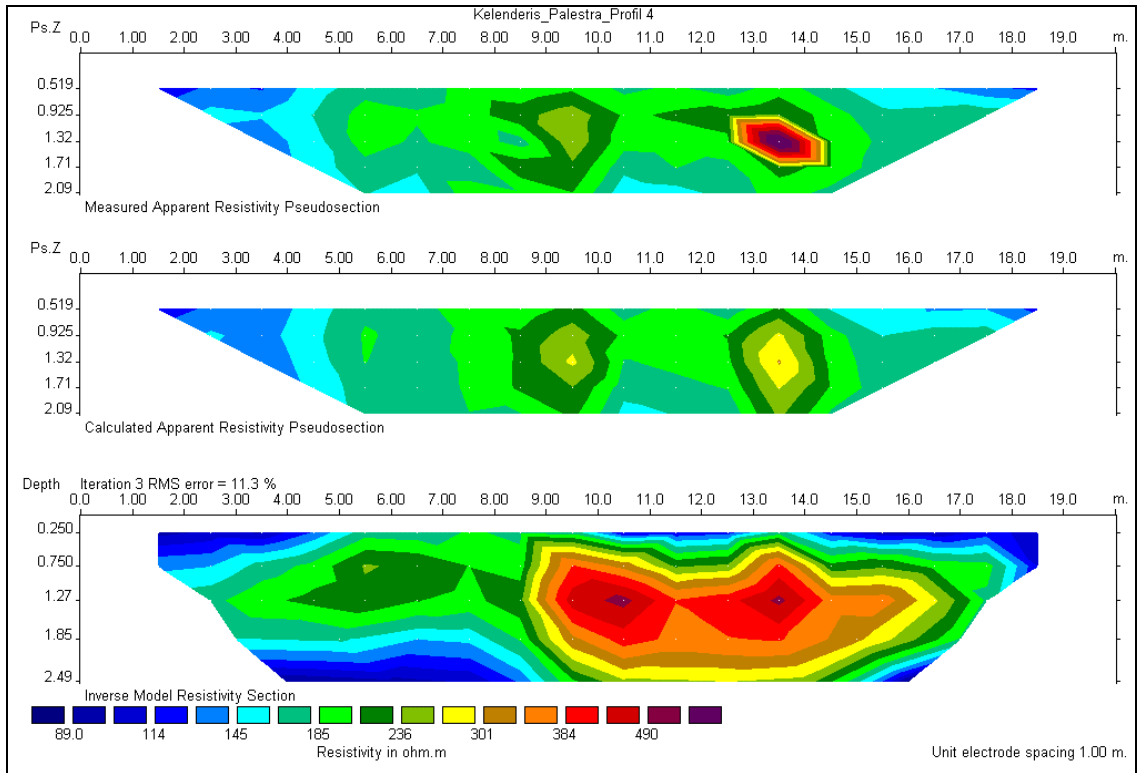
Şekil 4.4'te, bir önceki profilde görülen belirtiler devam etmektedir. Şekil 4.3'de görülen K-B yönünde 3m ile 4m arasındaki belirti 4m ile 5.75m arasında, yaklaşık olarak -0.75m ile -1.85m derinlikleri arasında görülmektedir. Ancak buradaki öz direnç değeri daha yüksektir. K-B yönünde 5.5m ve 9m arasında görünen belirti, 7.5m ile 11.5m arasında, -0.50m ile -2.45m derinlikleri arasında görülmektedir.

Şekil 4.5. incelendiğinde daha önceki profillerde görülen yüksek öz direnç değerleri burada da devam etmektedir. Ancak burada bir belirti daha ortaya çıkmıştır. Üç ayrı belirti bulunan profilde en yüksek öz direnç değerini, K-B yönünde 8m ile 11m arasında ve -0.50 ile -2.45m derinlikleri arasında bulunan yapı vermiştir.

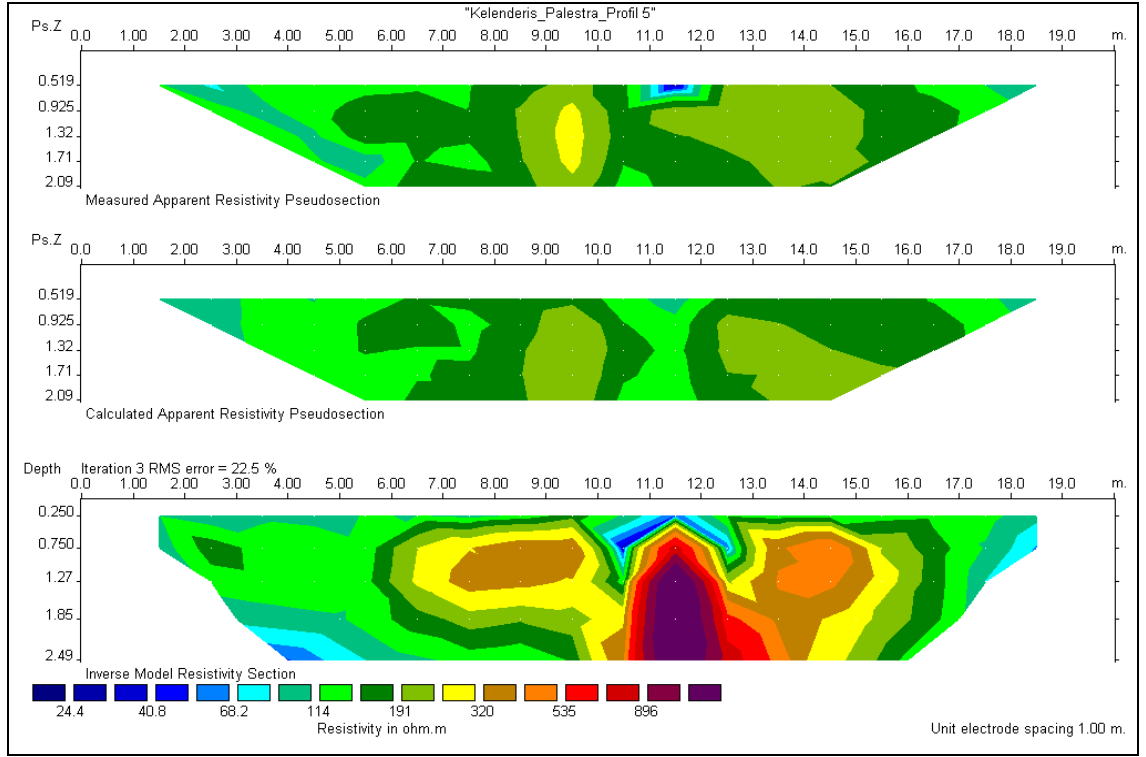
Şekil 4.6.'te 4. profile ait derinlik kesiti incelendiğinde daha önceki profillerde ortaya çıkan belirtilerden profillerin başlangıcına yakın olan yapının belirtisi kaybolmuştur. Bu profilde yüksek öz direnç değerini gösteren yapı belirtisi, K-B yönünde 9m ile 16m arasında ve -0.65m ile -2.0m derinlikleri arasındaki iki parçadan oluşan belirtidir.



Şekil 4.5. 3. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



Şekil 4.6. 4. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

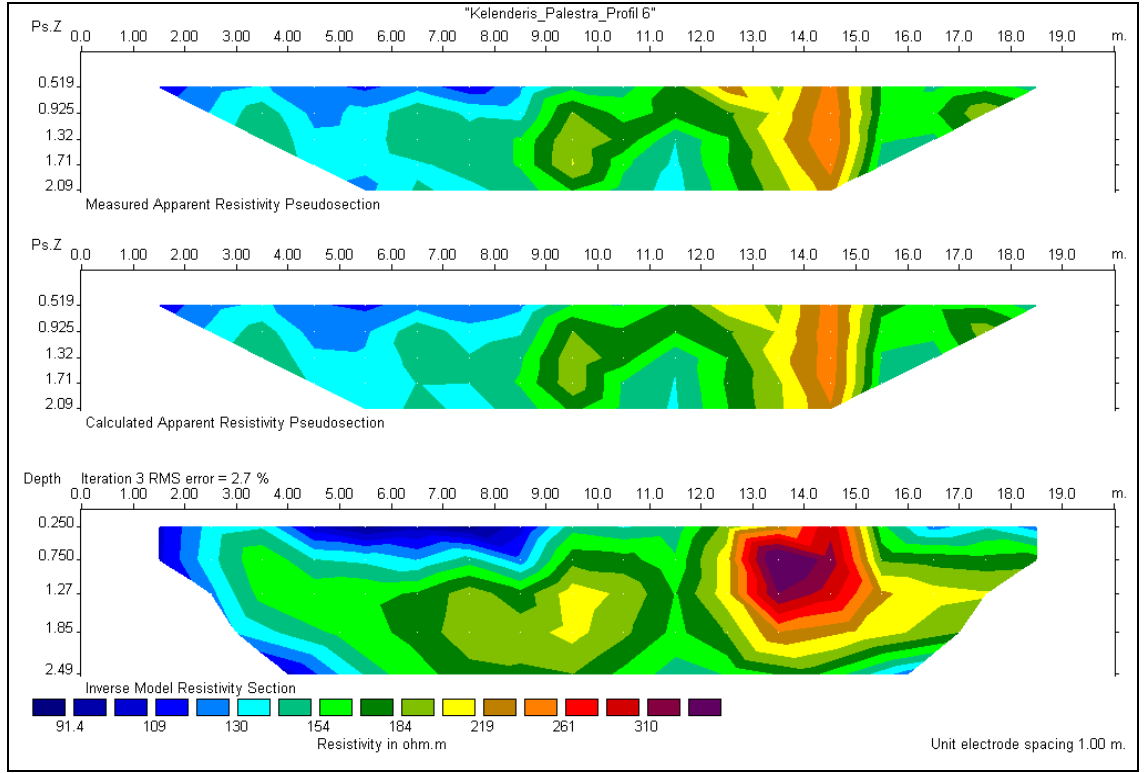


Şekil 4.7. 5. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

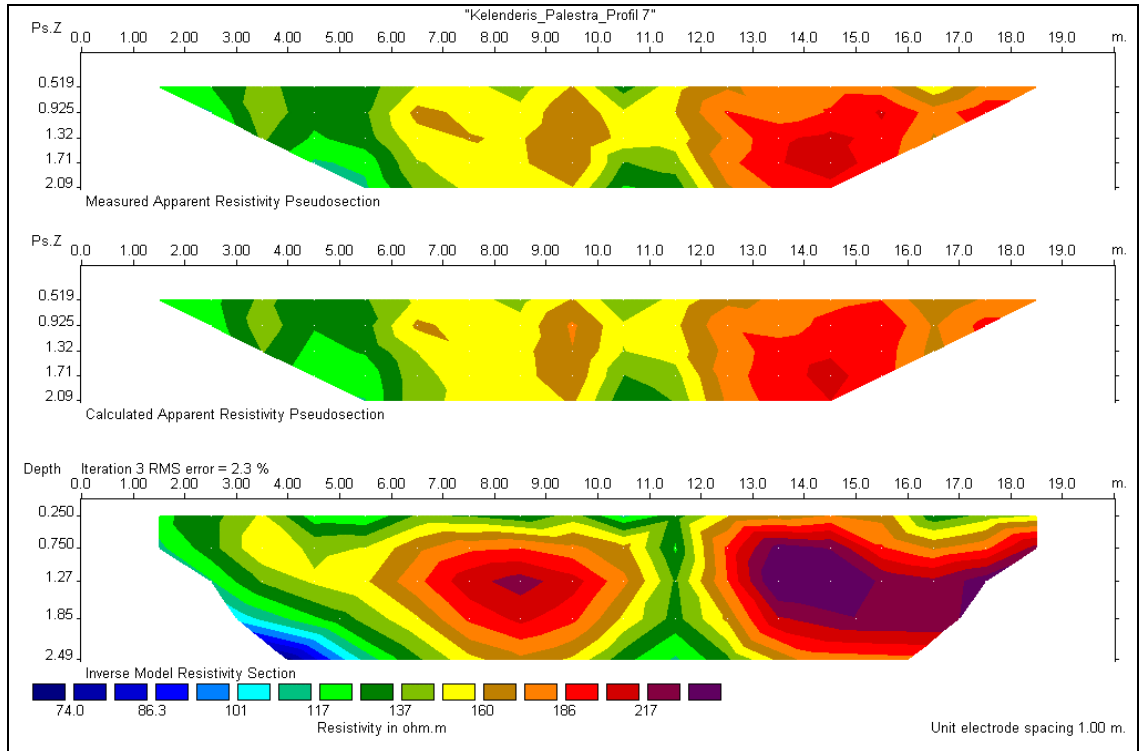
Şekil 4.7.'de 5. profile ait derinlik kesitinde yüksek öz direnç değeri veren yapı belirtisi, K-B yönünde 10.5m ile 13m arasında ve -0.65m derinlikte başlayarak daha derine doğru uzanmaktadır. Burada görülen yüksek öz direnç değerleri daha önceki profillerde görülen yapı belirtilerinin devamı olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 4.8.'de iki tane yapı belirtisi görülmektedir. İlk profilden başlayarak arkeolojik yapı veya yapıların belirti verdiği yerlere dikkat edilirse profillerin başlangıç noktalarından, sonlarına doğru bir kayma görülmektedir.

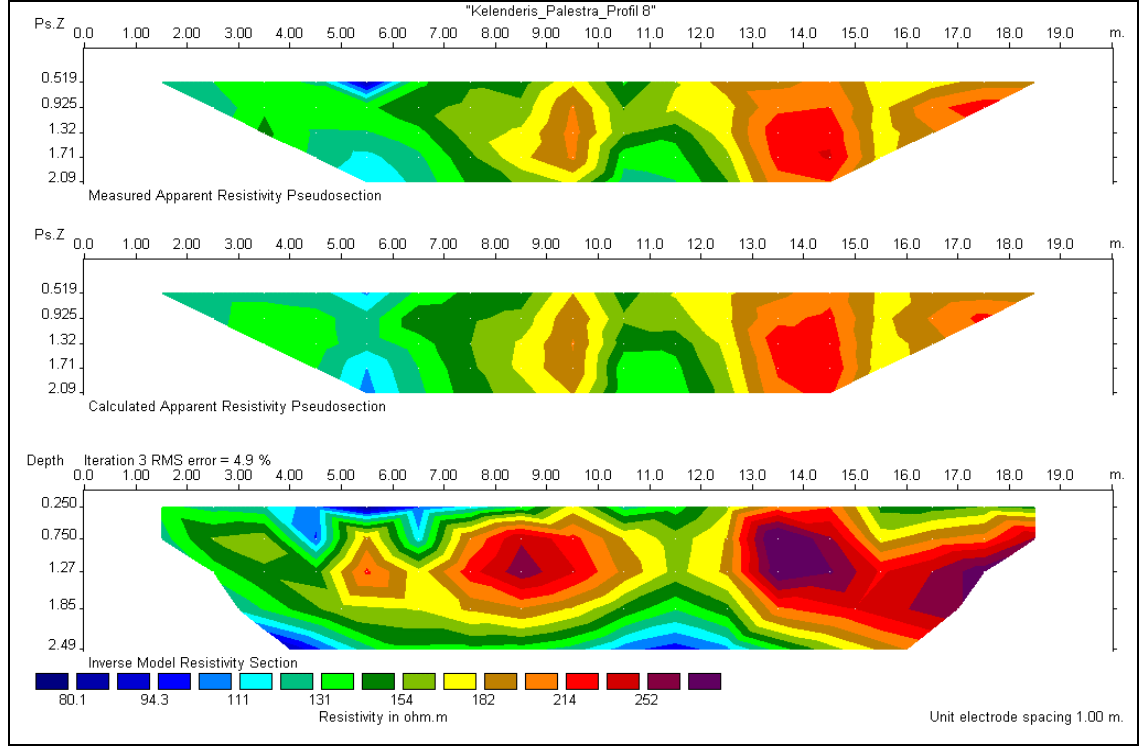
Şekil 4.9'de öz direnç değeri diğer profillerde ki belirtilere göre daha yüksek iki belirti görülmektedir. K-B yönünde 6.50m ile 10.50m arasında, -0.70m ile -2.0m derinlikleri arasındaki yapı belirtisi bir önceki profilede görülen öz direnç değeri düşük olan belirtinin devamı niteliğindedir. K-B yönünde 12. metrede başlayan ve batıya doğru uzanan yapı belirtisi çok yüksek öz direnç değerine sahiptir. Bu belirtiyüze çok yakın bir derinlikten başlayarak aşağıya doğru uzanmaktadır.



Şekil 4.8. 6. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



Şekil 4.9. 7. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

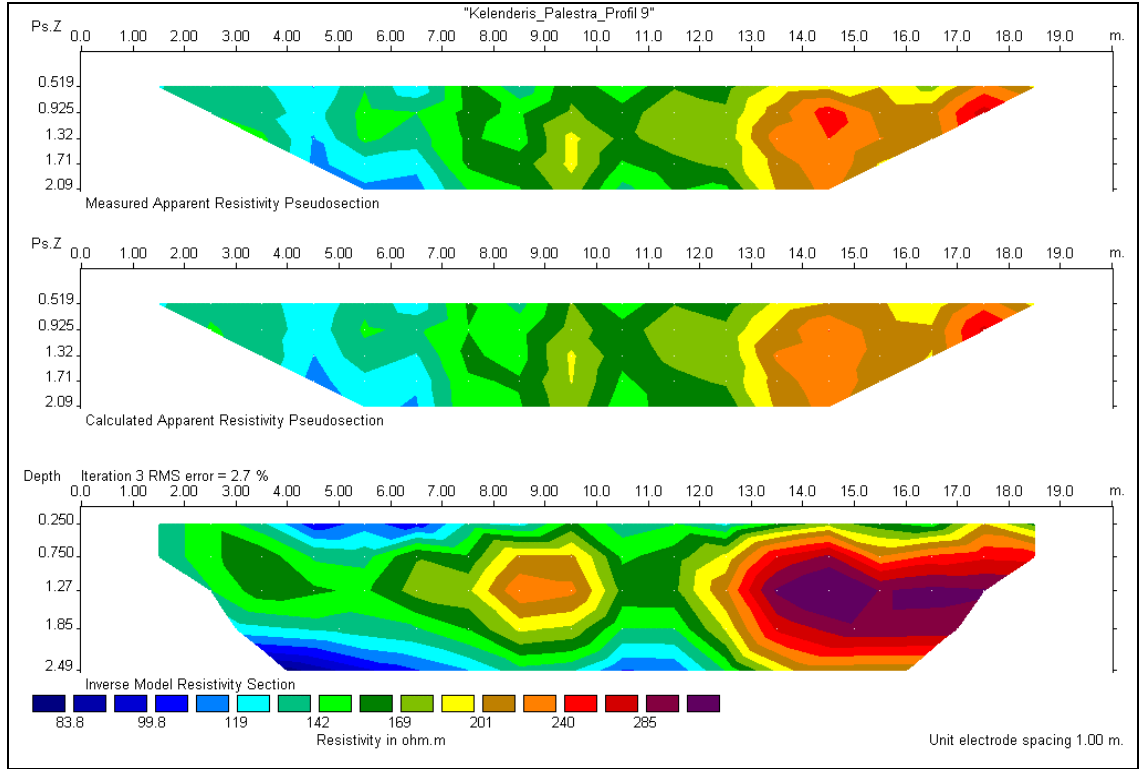


Şekil 4.10. 8. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

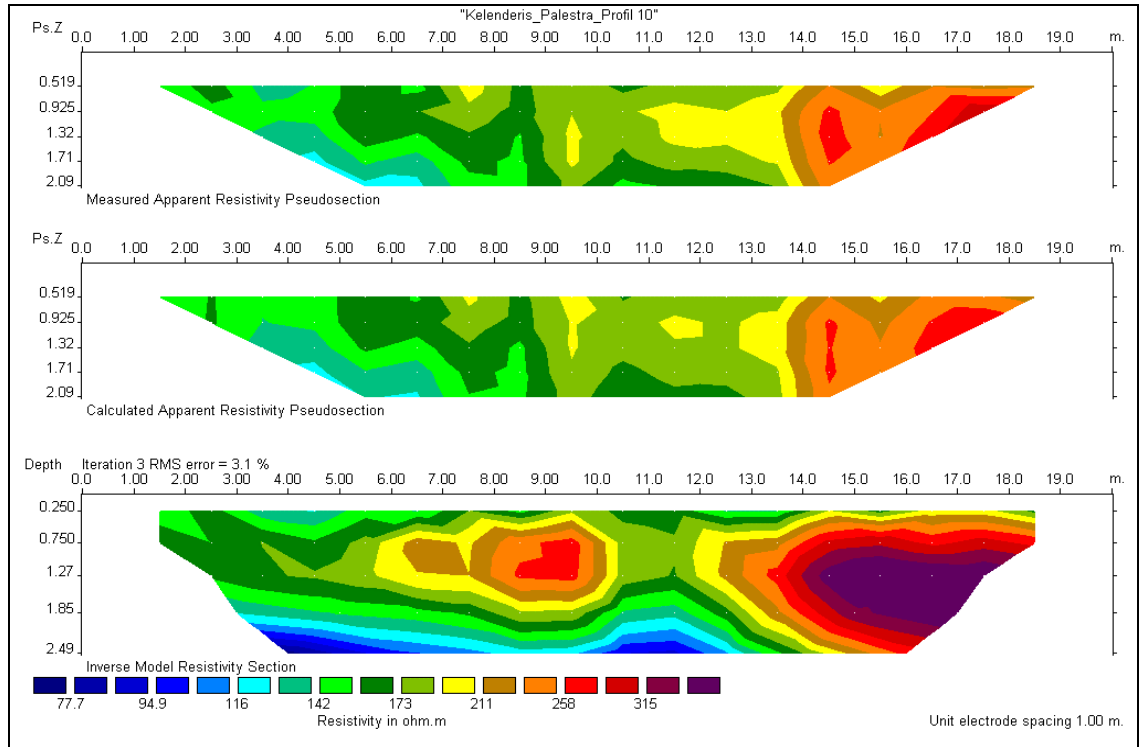
Şekil 4.10.'da 8. profile ait derinlik kesitinde görülen belirtiler bir önceki profile göre daha düşük öz direnç değerlerine sahiptirler. Profilin sol tarafında görülen öz dirençi yaklaşık olarak 214ohm.m olan belirtinin bozucu etki olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.11'da K-B yönünde 12.5m de başlayarak batıya doğru uzanan yapı belirtisinin öz direnç değeri 300 ohm.m ya kadar çıkmıştır. K-B yönünde 8m ile 10m arasında -0.75 ile -1.85m derinlikleri arasında ki yapı belirtisi ise diğer profillere göre daha az öz direnç değerine sahiptir ve gittikçe azalmaktadır.

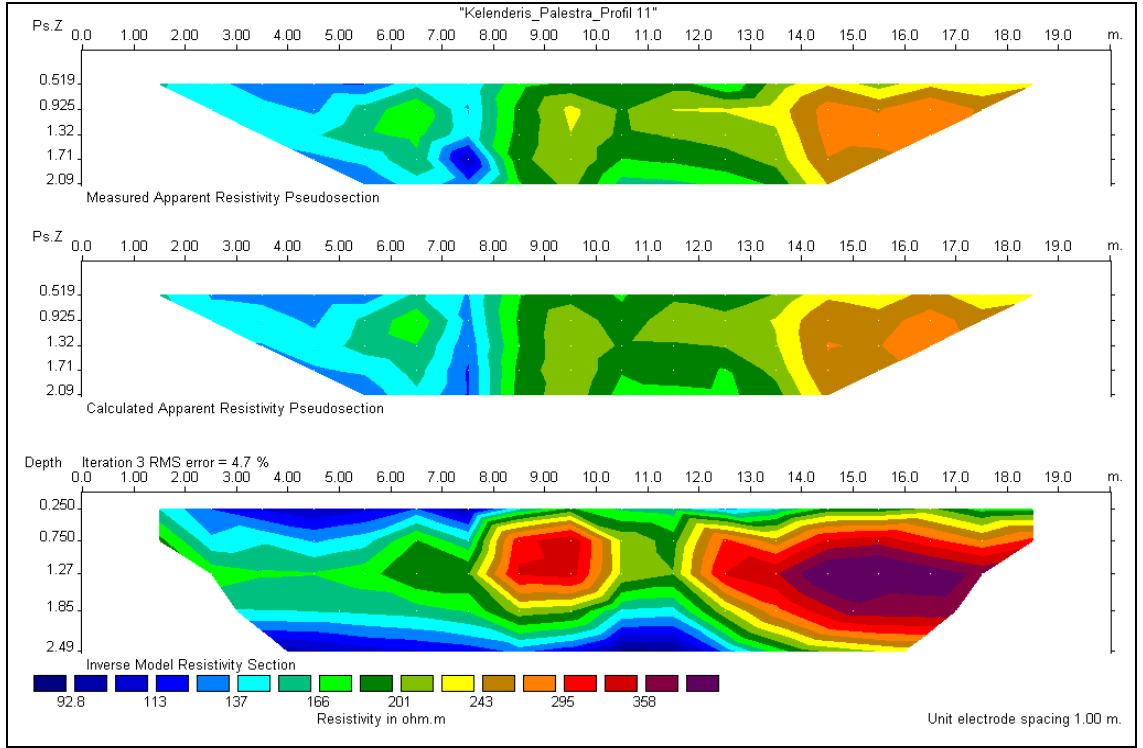
Belirgin olarak görülen, yüksek öz direnç değerine sahip profillerin sonunda bulunan yapı belirtisi 14. profile kadar devam etmektedir.



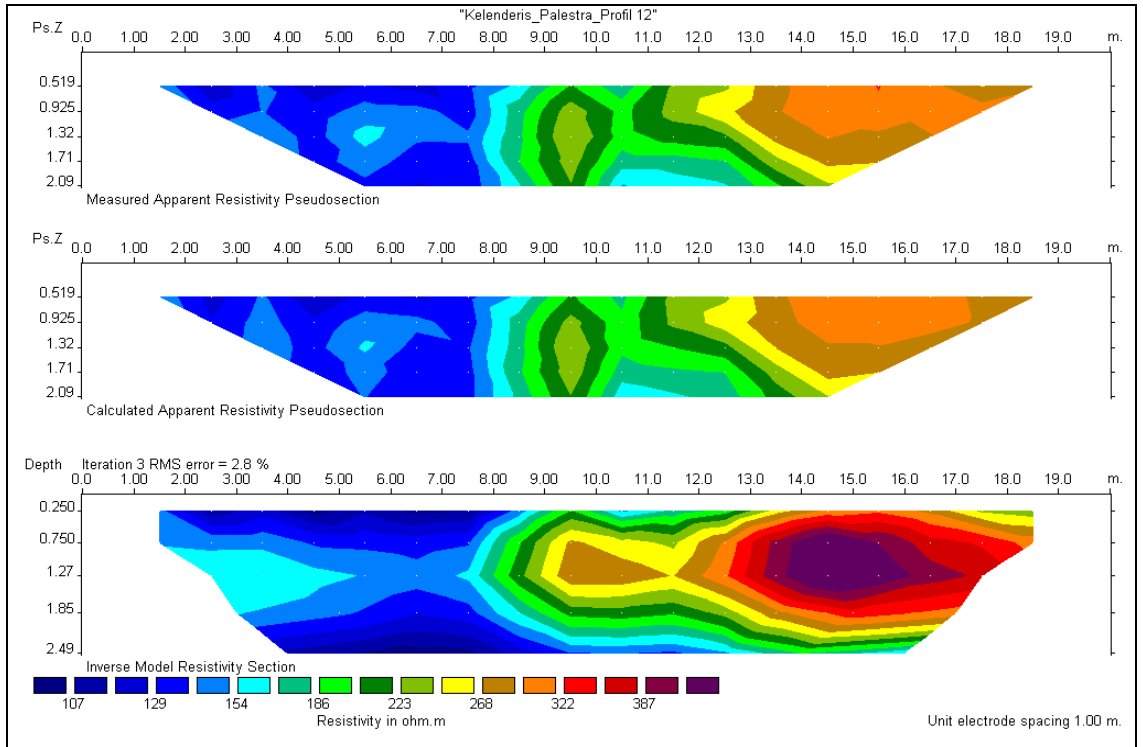
Şekil 4.11. 9. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



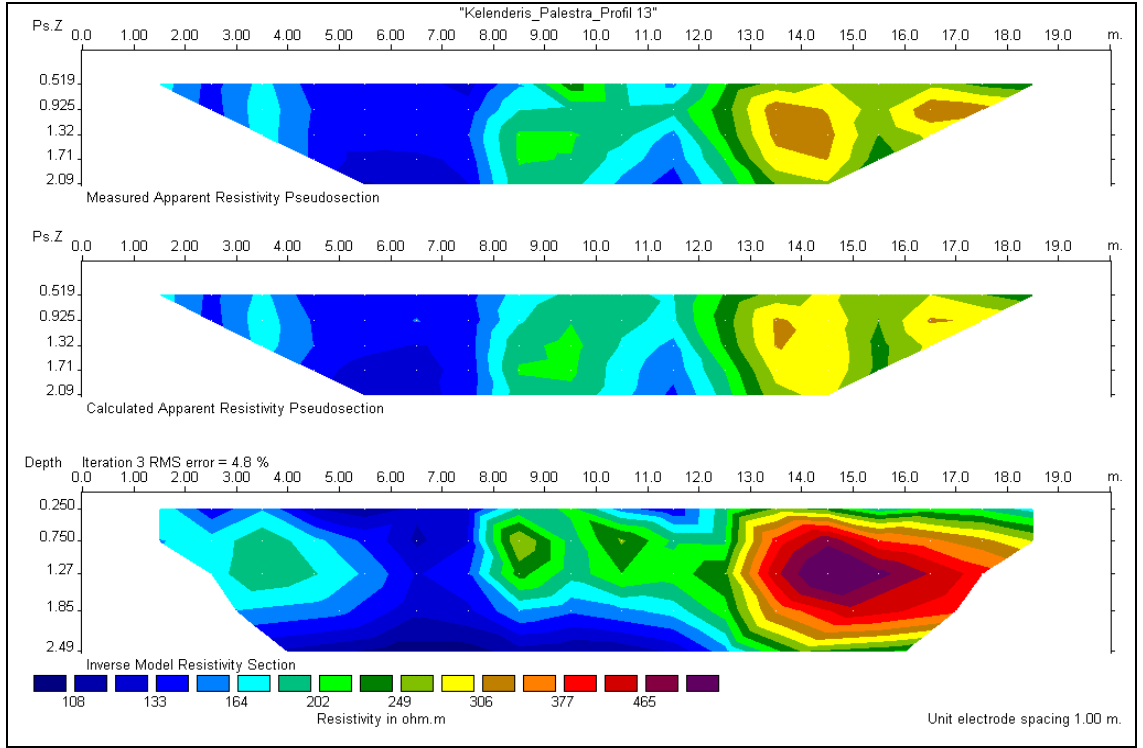
Şekil 4.12. 10. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



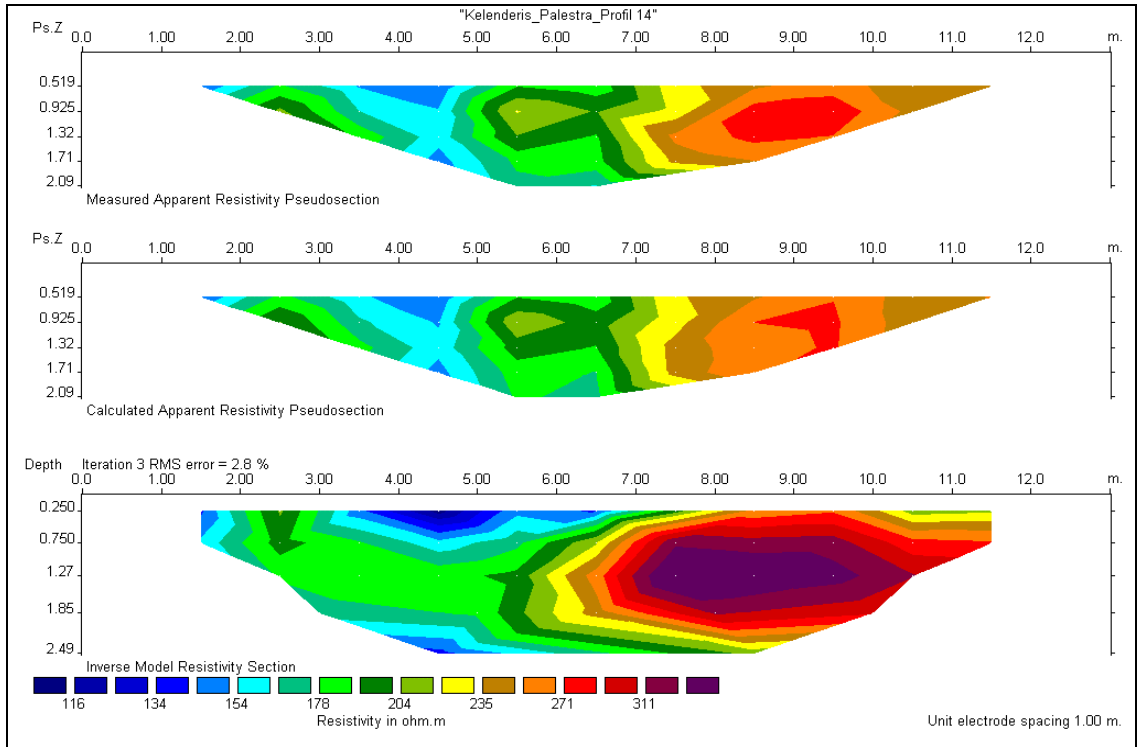
Şekil 4.13. 11. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



Şekil 4.14. 12. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



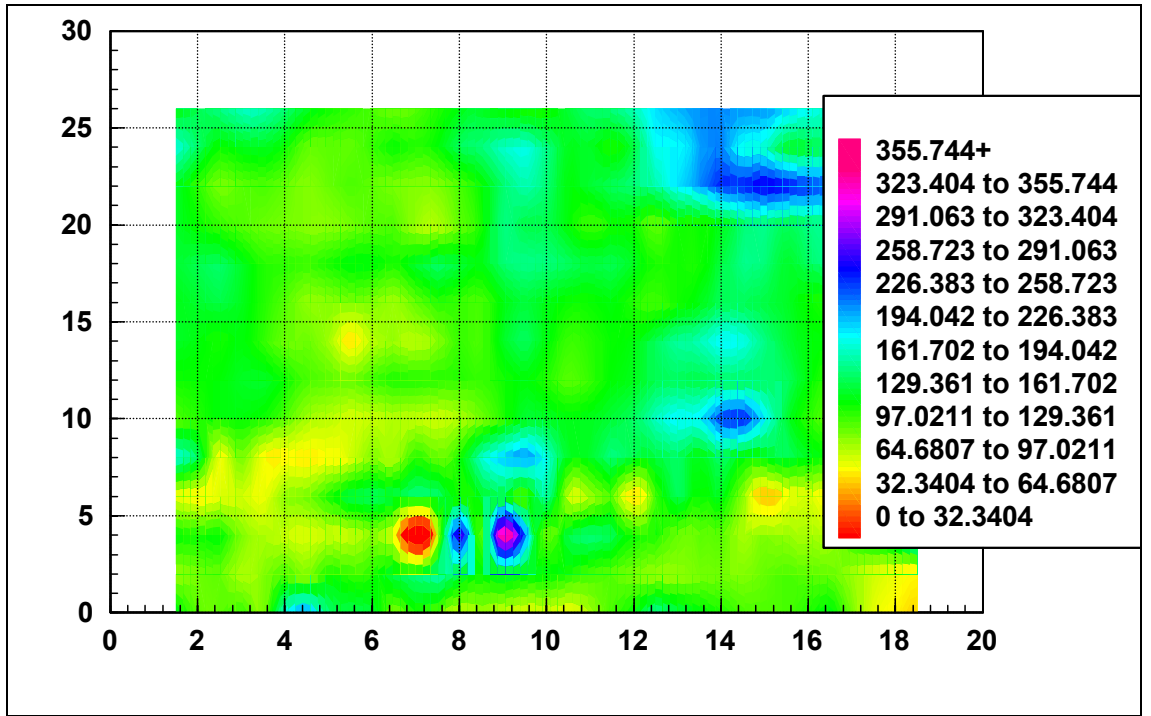
Şekil 4.15. 13. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.



Şekil 4.16. 14. Ölçü Doğrultusunun ham, hesaplanmış ve ters çözüm uygulanmış görünümü.

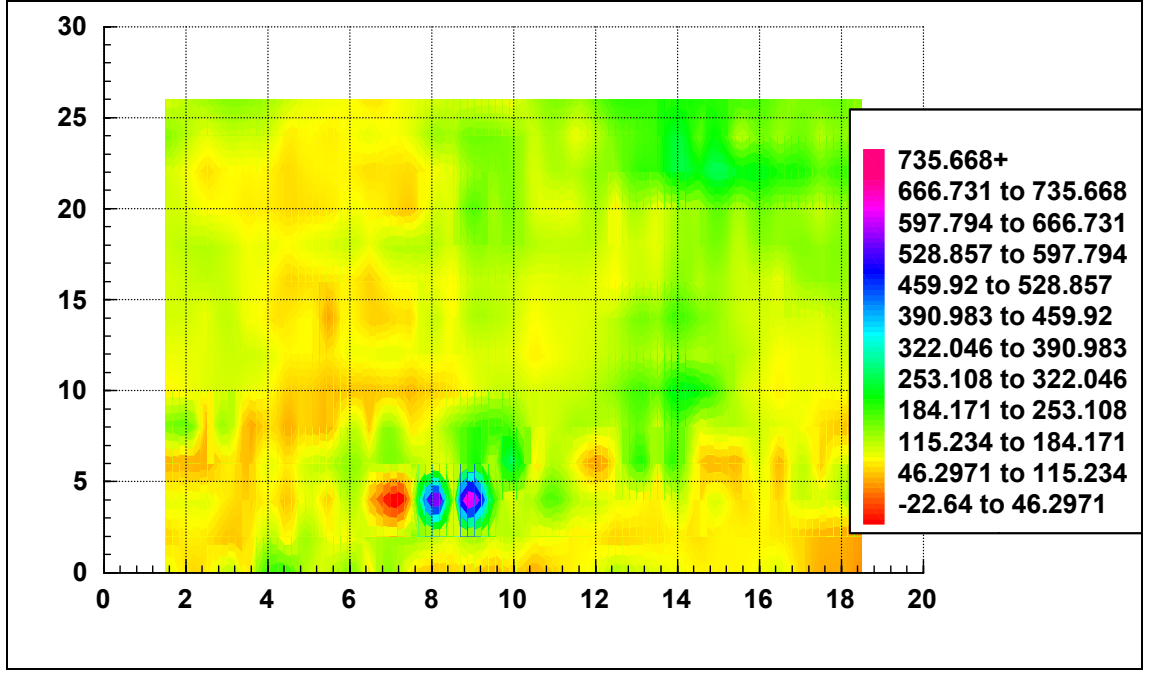
4.2.2. Seviye Haritaları

Palestra alanında ölçüsü alınan profillerin ters çözümü sonucunda, çalışma alanında bulunduğu düşünülen yapıların öz direncine ve eletrot açılımlarına bağlı olarak -2.5m derinliğe kadar bilgi edinilebilmektedir. 0 ile -2.5m arası -0.177m aralıklarla toplam 15 seviyeye ayrılarak, çalışma alanındaki öz direnç değişimi gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.17. Palestra Alanında Z = 0 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi 6-10m arasında üç farklı yerde belirti bulunmaktadır. Bu yapı belirtileri 3. ölçü doğrultusuna ait derinlik haritasında da belirgin olarak görülmektedir. Yaklaşık 9m de görülen yüksek öz dirençli yapı belirtisi tüm seviye haritalarında görülmektedir. 13m ile 17m arasında görülen 12. ölçü doğrultusuna denk gelen belirti ise bir sonraki seviye haritasında görülmediği için bozucu etki olarak değerlendirilmiştir. Gene 14m ile 15m arasında 6. ölçü doğrultusuna denk gelen belirti bir sonraki seviye haritasında görülmediği için bozucu etki olarak değerlendirilmiştir.



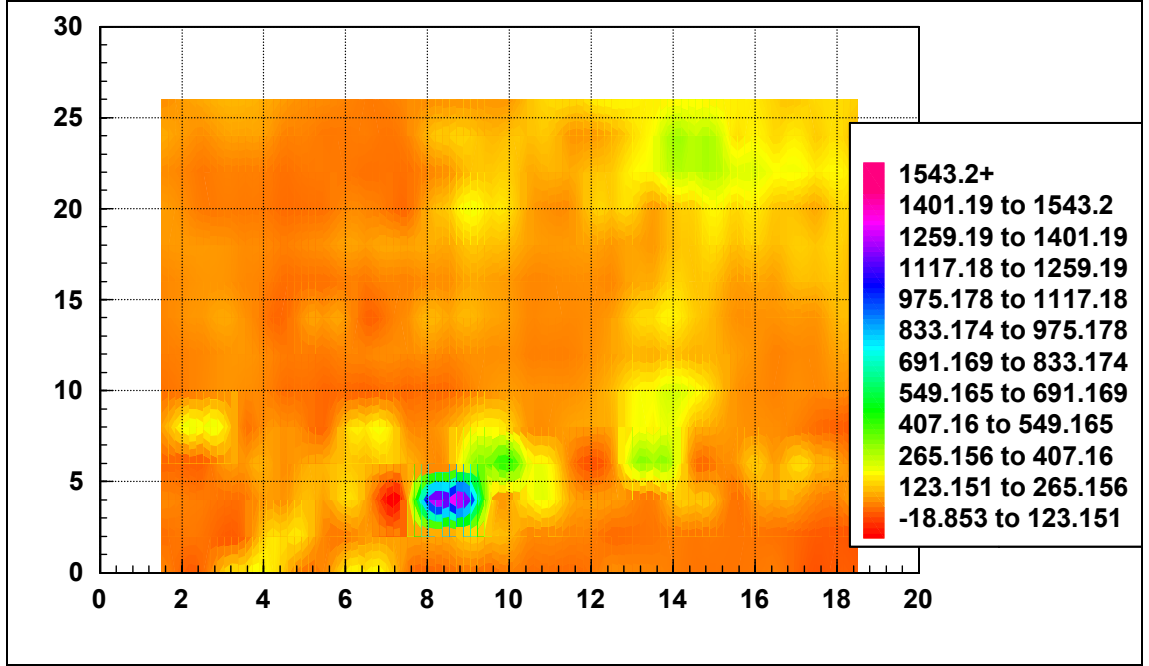
Şekil 4.18. Palestra Alanında Z = -0.177 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.18’de 6m ile 10m arasında görülen üç ayrı yapı belirtisi devamlılığını sürdürmektedir. Yaklaşık olarak 7m de görülen öz dirençli düşük yapı belirtisi bir bundan sonraki seviye haritalarında görülmemektedir. Bu yüzden 7m görülen bu belirti bozu etki olarak değerlendirilmiştir.

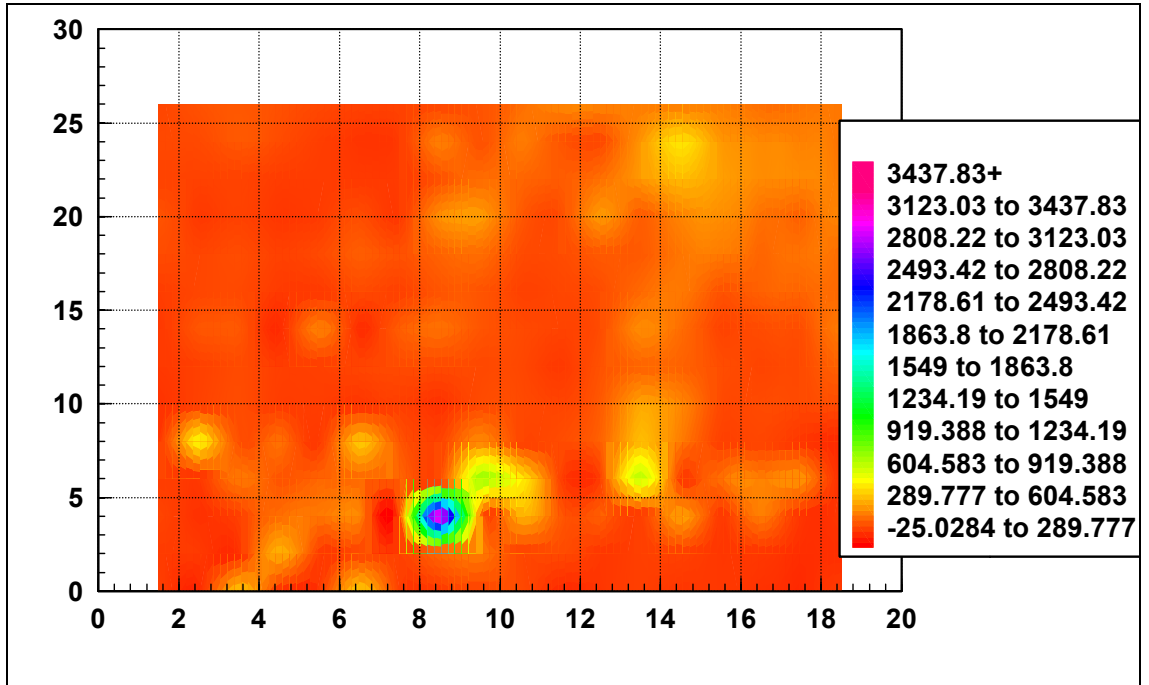
Şekil 4.19’te en belirgin yapı belirtisi 8m ile 9m arasında görülmektedir. Ancak 13m ile 14m arasında 4. ölçü doğrultusu üzerinde çok belirgin olmayan yüksek öz dirençli yapı belirtisi diğer seviye haritalarında da görülmektedir. Bu belirti -1.94 metresine ait seviye haritasında 8m ile 9m arasında görülen yapı belirtisi ile birleşmektedir.

Şekil 4.20, şekil 4.21, ve şekil 4.22’de 8m ile 9m arasında ve 13m ile 14m arasında görülen yüksek öz dirençli yapı belirtileri devamlılığını sürdürmektedir. Ancak 8m ile 9m arasında görülen belirti yukarıya doğru uzanım göstermektedir.

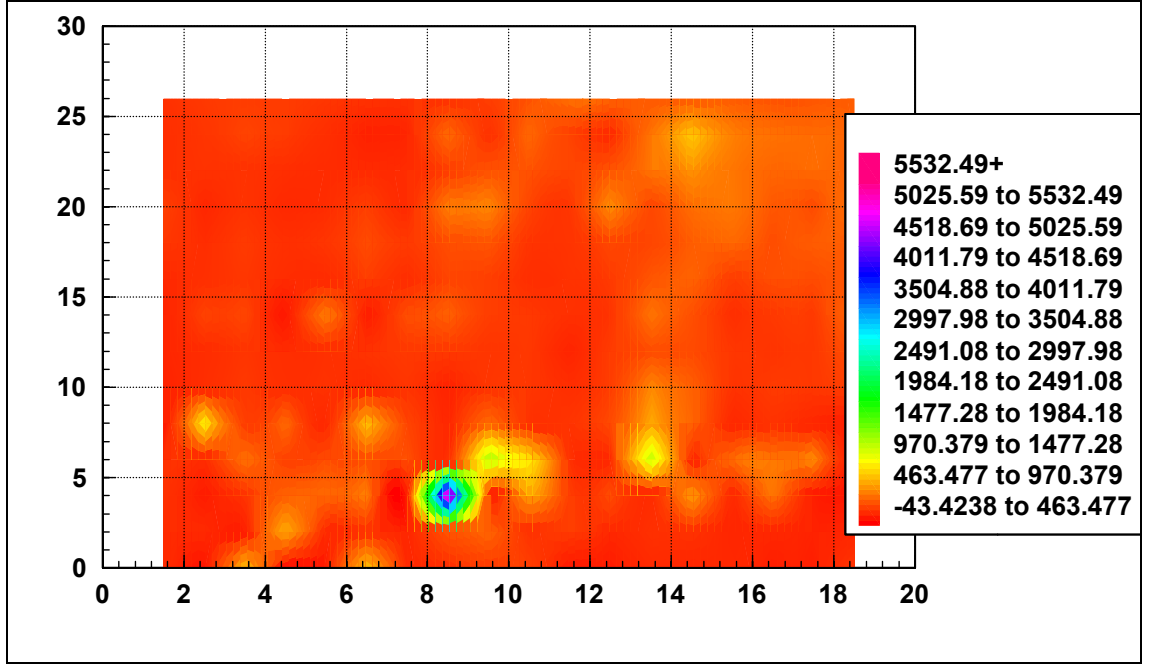
Şekil 4.23.’de daha önce gözlenen yapı belirtilerine ek olarak 16m ile 15m arasında 4. ölçü doğrultusu üzerinde ve 14m ile 15m arasında 13. ölçü doğrultusu üzerinde farklı iki yapı belirtisi daha görülmektedir.



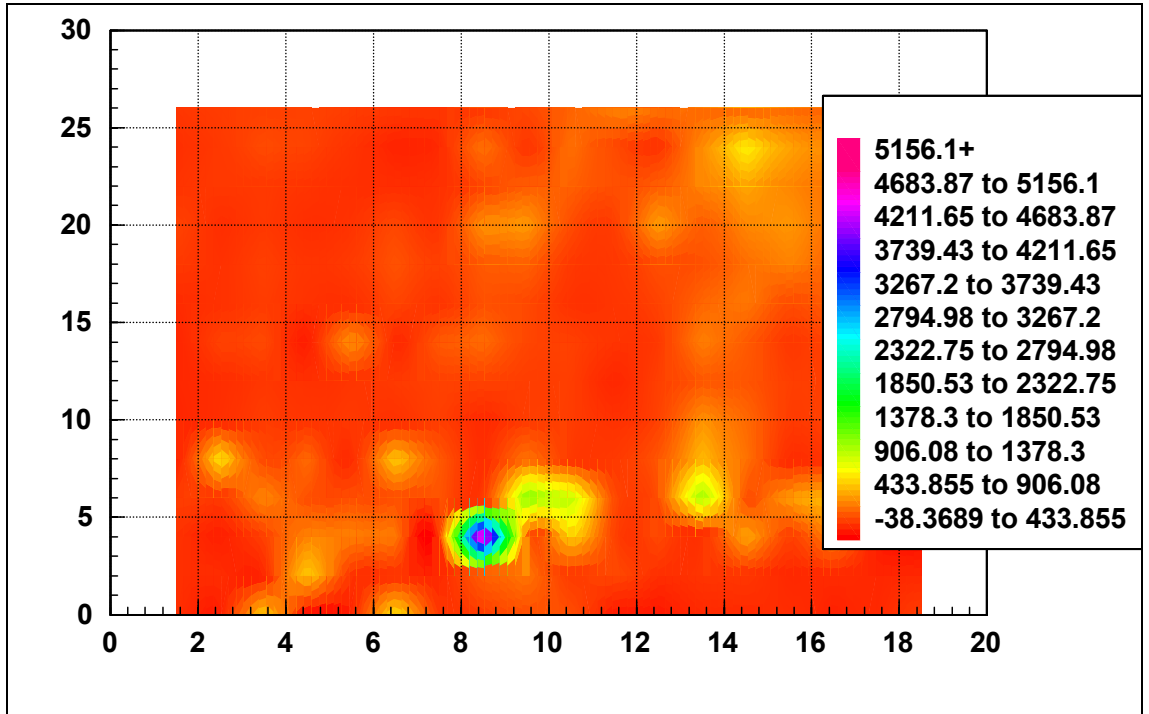
Şekil 4.19. Palestra Alanında $Z = -0.35$ metresine ait seviye haritası



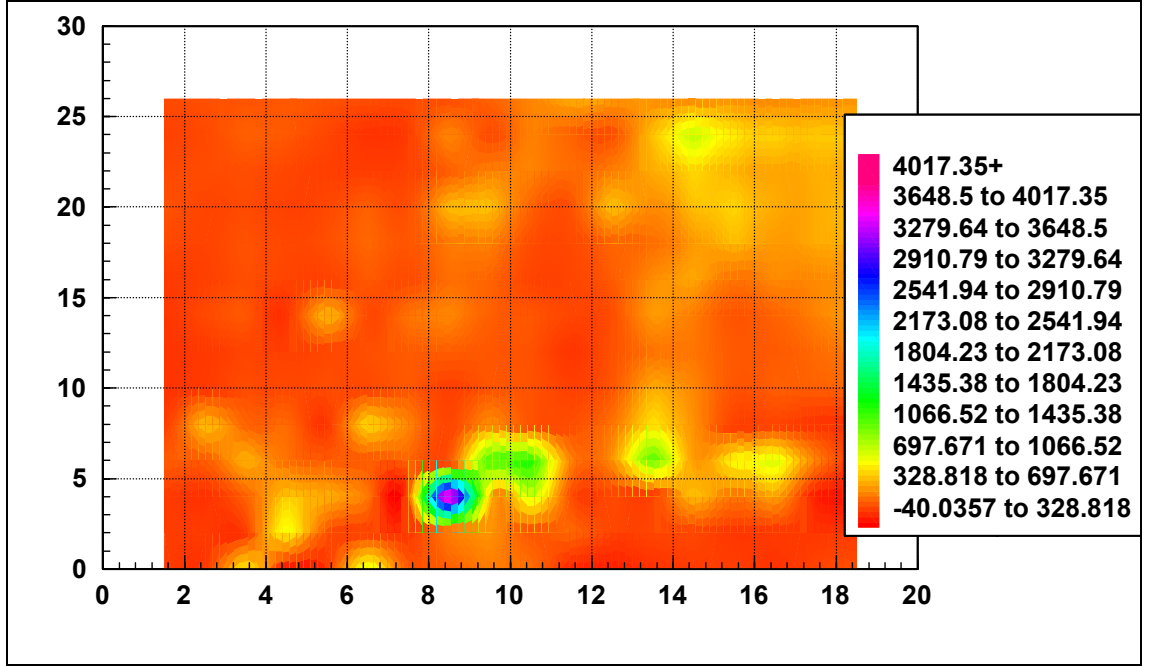
Şekil 4.20. Palestra Alanında $Z = -0.53$ metresine ait seviye haritası



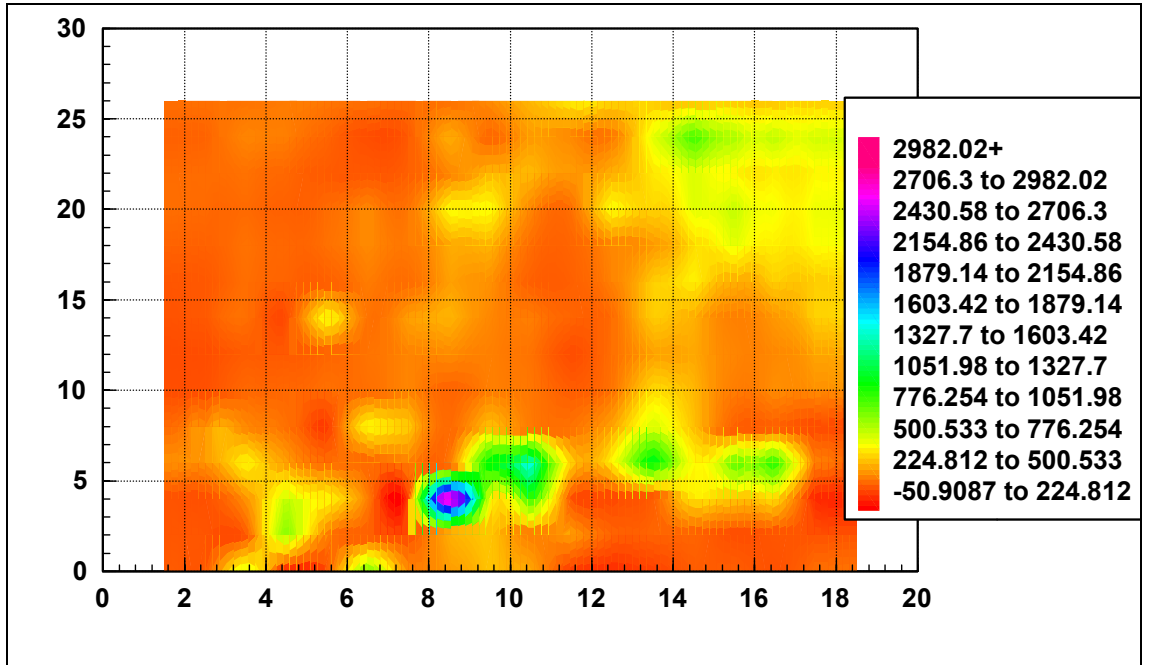
Şekil 4.21. Palestra Alanında Z = -0.7 metresine ait seviye haritası



Şekil 4.22. Palestra Alanında Z = -0.88 metresine ait seviye haritası

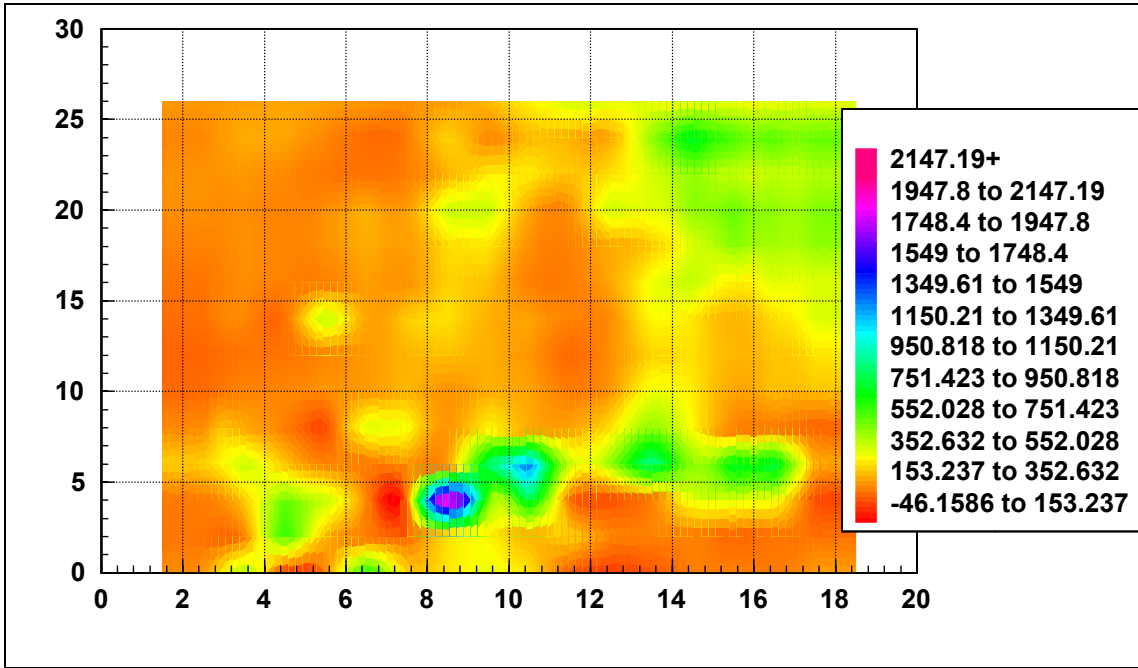


Şekil 4.23. Palestra Alanında Z = -1.05 metresine ait seviye haritası



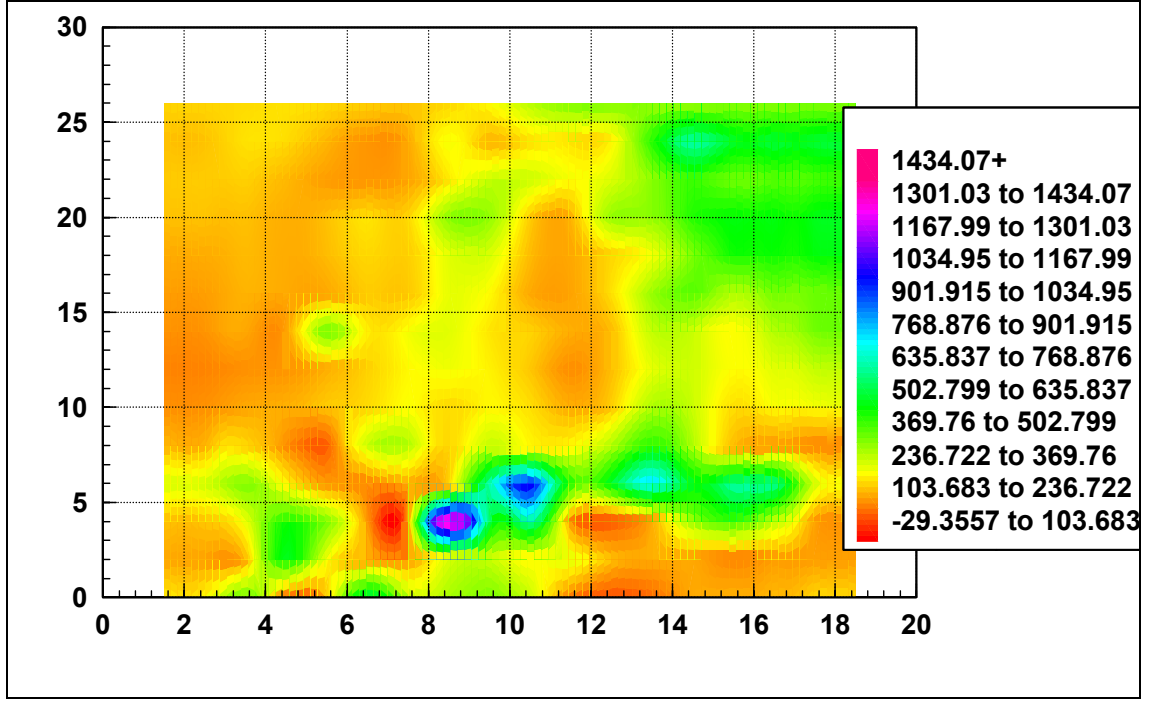
Şekil 4.24. Palestra Alanında Z = -1.23 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.24'de -1.05m seviyesine ait haritada görülen yapı belirtileri devam etmektedir. 1. ölçü doğrultusu üzerinde 6m ile 7m arasında bir yapı belirtisi ortaya çıkmıştır. 1. ölçü doğrultusuna ait derinlik haritasında da belirgin olarak görülen belirti -2.17m 'de kaybolmuştur. 4m ile 5m arasında başka bir yapı belirtisi daha görülmektedir. 3. ve 4. ölçü doğrultularına ait derinlik haritalarında da görülen yüksek öz dirençli yapı belirtisi -1.76m'de kaybolmuştur.

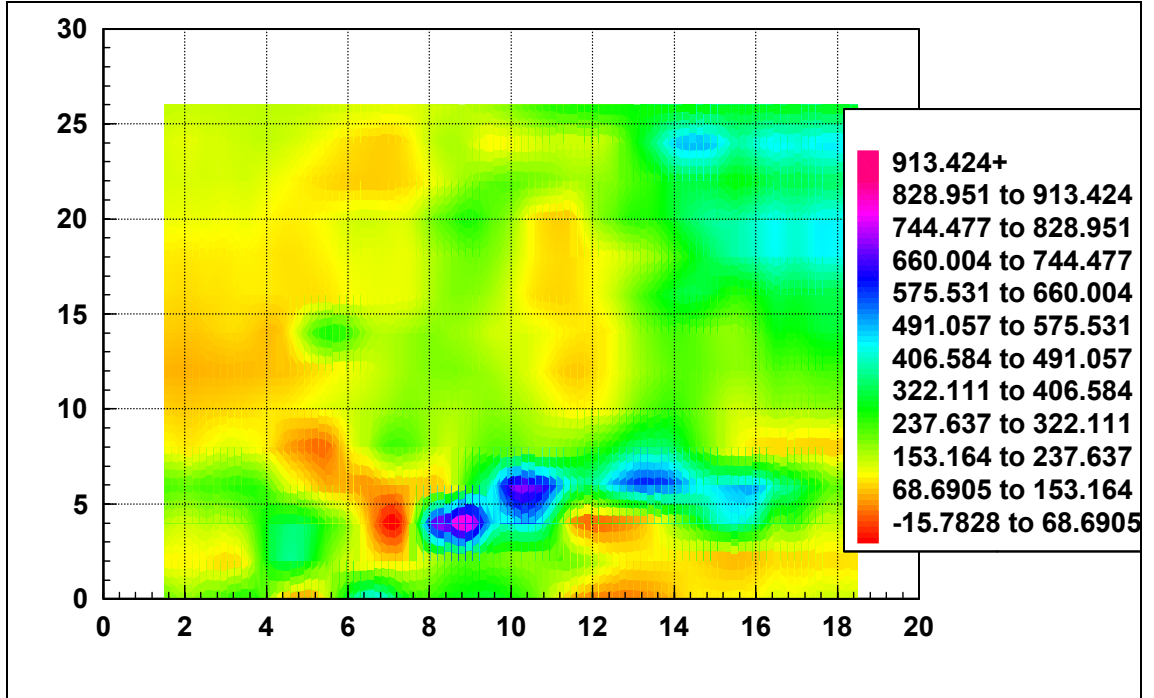


Şekil 4.25. Palestra Alanında Z = -1.41 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.25'da -0.35m'de başlayan 8m ile 9m ve 13m ile 14m arasında görülen yapı belirtileri arasındaki boşluk kapanmaya başlamıştır. Aynı zamanda 9. ölçü doğrultusu üzerinde 14m de başlayan ve profillerin sonuna kadar uzanan yüksek öz dirençli yapı belirtisi bulunmaktadır.



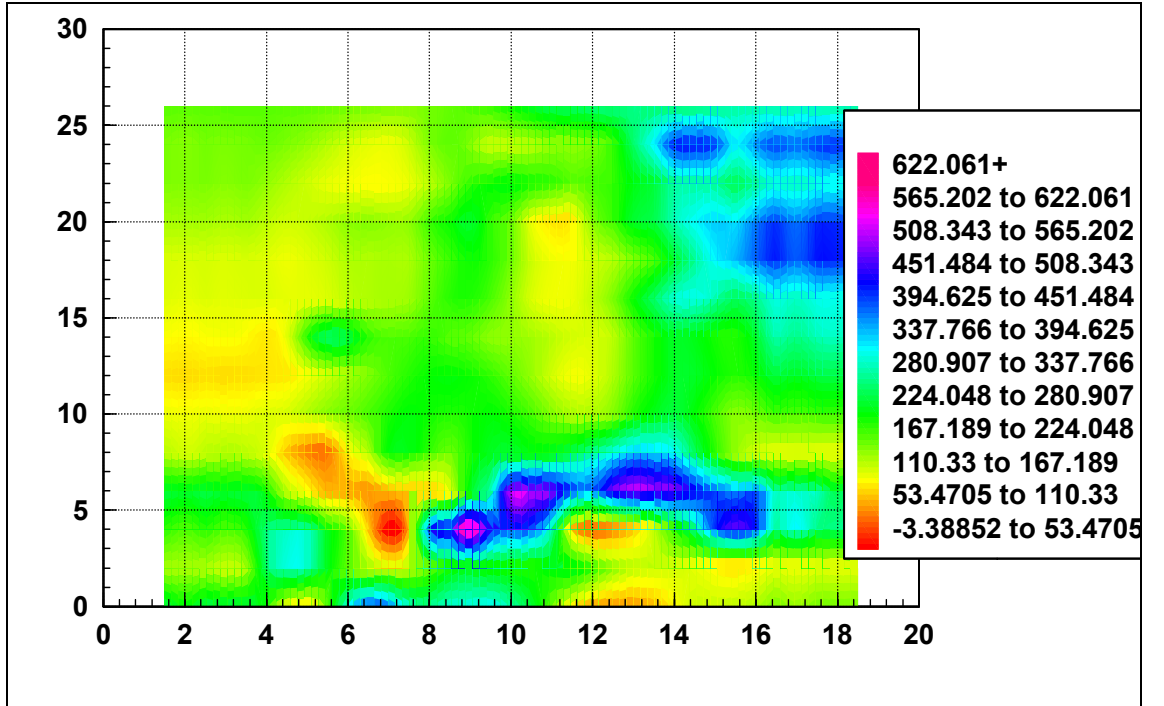
Şekil 4.26. Palestra Alanında Z = -1.58 metresine ait seviye haritası



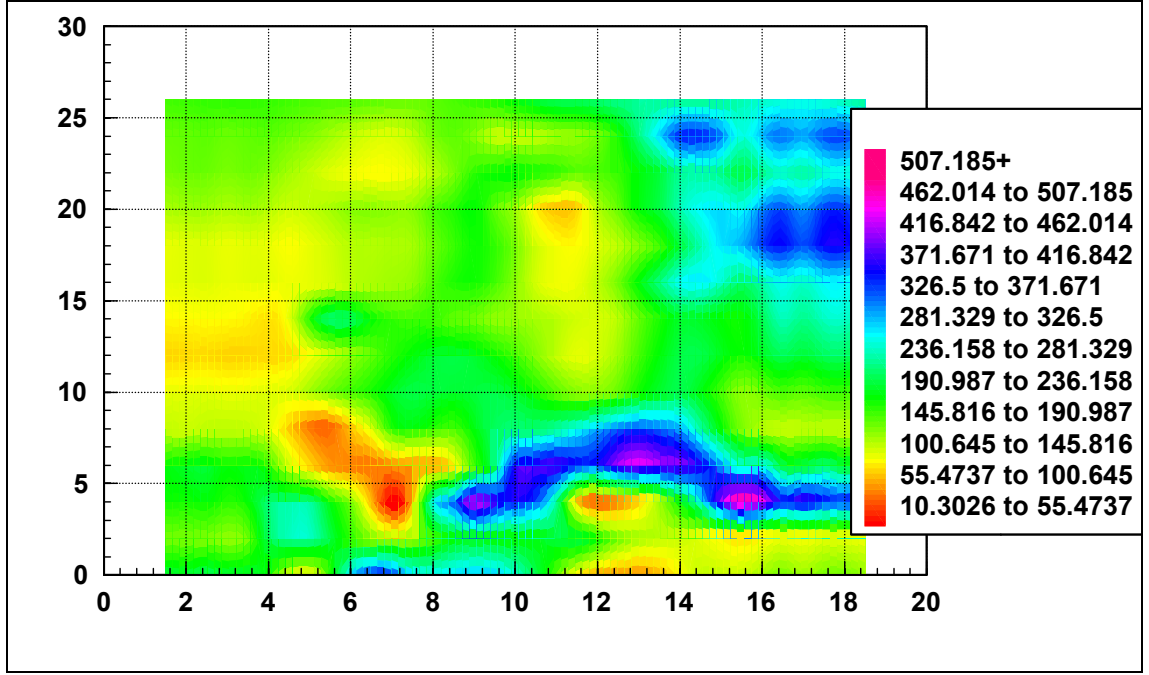
Şekil 4.27. Palestra Alanında Z = -1.76 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.26.'da seviye haritalarının üst tarafında ve alt kısmında görülen yapı belirtilerinin derinlikler inildikçe kapandığını görmekteyiz.

Şekil 4.27'de ve Şekil 4.28'de derinlere inildikçe aradaki boşluğun tamamen kapandığını ve öz direnç değerinin arttığını görmekteyiz.

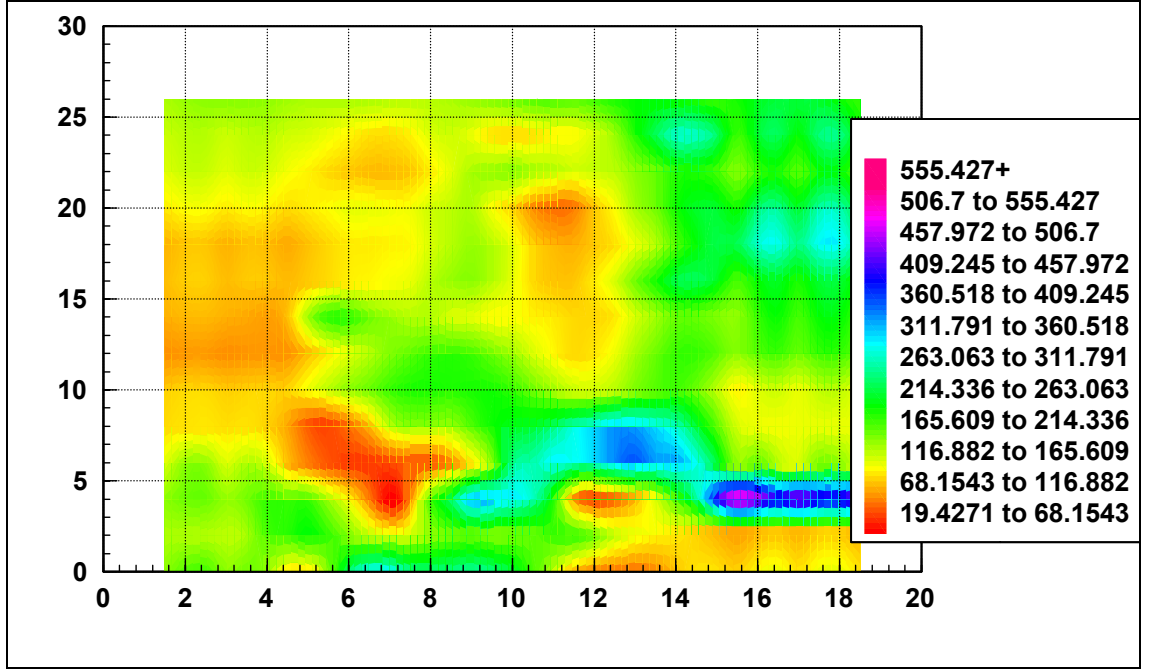


Şekil 4.28. Palestra Alanında $Z = -1.94$ metresine ait seviye haritası



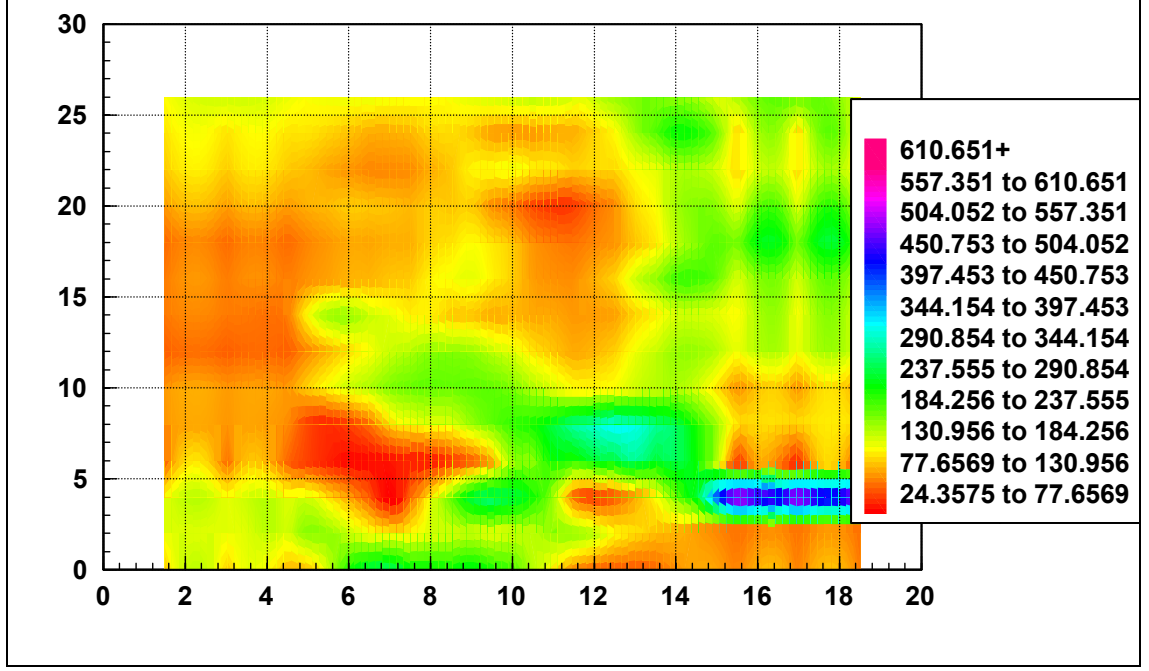
Şekil 4.29. Palestra Alanında Z = -2.12 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.29'te 8.5m de başlayarak profillerin dışına uzanan özdirenç yüksek bir yapı belirtisi bulunmaktadır. Daha önceki seviye haritalarında ayrı iki parça olarak görülen bu yapı belirtisinin özdirenç değeri, diğer seviye haritalarına göre daha yüksek bir değere sahiptir. 9. ölçü doğrultusu üzerinde 14m de başlayarak daha sonraki ölçü doğrultularının hepsinde görülen, bir diğer yapı belirtisi gene profillerin dışına doğru uzanmaktadır. Buradaki belirtilerin ölçü alanının dışında kalan bölümde devam ettiği düşünülmektedir.



Şekil 4.30. Palestra Alanında Z = -2,30 metresine ait seviye haritası

Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’te görülmektedir ki yüksek özdirenç değerine sahip yapı veya yapılar burada sonlanmaya başlamıştır. Özdirenç değeri derinlere inildikçe azalmaktadır. -2.5m’ye ait seviye haritasında 15m de başlayarak profillerin sonuna kadar uzanan bir tek yapı belirtisi kalmıştır.



Şekil 4.31. Palestra Alanında $Z = -2.50$ metresine ait seviye haritası

Derinlik haritaları ve seviye haritaları karşılaştırıldığında aralarında çok iyi bir uyum olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kelenderis antik kenti arkeolojik kazı alanında gerçekleştirilen jeofizik araştırmalarda kentin palestrası araştırılmıştır. Kelenderis Antik kenti Palestrasında jeofizik özdirenç yöntemi 20x26 m² lik bir alanda 1x2 m² lik grid aralığı ile uygulanmış ve her bir ölçü profilinin belirtileri %2.7-%22.5 yanılığı sınırı içinde ters çözüm tekniği ile değerlendirilmiştir.

Yapılan jeofizik çalışmada elde edilen veriler oldukça ayrıntılı şekilde değerlendirilmiş ve bulgular önceki bölümde verilmiştir. Alanda bulunan olası arkeolojik yapılar hem derinlik kesitlerinde hemde seviye haritalarında açıkça görölmektedir.

Elde edilen verilerin derinlik kesitleri Rez2divn programı ile değerlendirilmiş olup, seviye haritaları ise Standfort Graphics programı ile elde edilmiştir.

Seviye haritalarının tümünde 8m ile 9m arasında 3. ölçü doğrultusunda görölen yüksek özdirençli belirti bulunmaktadır. Görölen bu belirti derinlere inildikçe 3. ölçü doğrultusu üzerinde 15m de görölen belirti ile birleşerek bir yay şeklini almıştır. -2.12 metresine ait seviye haritası incelendiğinde açıkça görölen bu belirti, 3., 4. ve 5. ölçü doğrultusuna ait derinlik kesiti haritalarında da açıkça görölmektedir. -1.76m de başlayarak -2.30m de son bulan diğer bir belirti ise 9. ölçü doğrultusunda başlayarak 14. ölçü doğrultusunda son bulan yaklaşık olarak 14m de başlayan belirtidir. Ancak bu bölgede ağaç köklerinin bulunması yüksek özdirenç değerinin bu köklere ait olma olasılığını arttırmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen ve önceki bölümlerde ayrıntıları ile sunulan bilgilerin, Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü tarafından Prof. Dr. Levent ZOROğLU başkanlığında yürütölen kazı çalışmalarının önümüzdeki dönem planlarına önemli katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında

Kelenderis Antik Kenti Palestrasına ait, yapılardan kaynaklandığı düşünölen izlerin bulunduğu alanlar kazı için önerilecektir.

KAYNAKLAR

BAŞOKUR, T., A., 1992, VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür Bakanlığı.

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

DRAHOR, M., 1991, Arkeolojik Alanlarda Jeofiziksel Prospeksiyonun Önemi, T.C. Kültür Bakanlığı, IX. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Çanakkale.

DRAHOR, M., 1991, Arkeoloji Jeofiziği Arkeoloji ve Sanat Dergisi, Sayı,87-88.

ERGİN, K., 1981, Uygulamalı Jeofizik İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Teknik Üniversite Matbaası.

GÜRER, A., 2000, Prospeksiyon Jeofiziği Elektir ve Elektromanyetik Yöntemler, İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Ders Notları.

KAYA, M., A., 1995, Roma Hamamı Arkeojeofizik ve Bir Uygulama Örneği, Özel Basım.

KAYA, M. A., BALKAYA, Ç., ve ÖZTÜRK, C., 2002, Jeofizik Özdirenç Yöntemi ile Kelendiris Antik Kenti Araştırmaları Çalışma Raporu (yayımlanmamış).

LOKE, M. H., 2000, Electrical imaging survey for environmental and engineering studies.

LOKE, M. H., 2003, Geoelectrical imaging 2-D&3-D, geotomo software, RES2DINV ver.3.51.

NEZİHİ CANİTEZ SEMPOZYUMU, Jeofizik Özel Sayı, Cilt 9,Sayı 1-2, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası.

ÖZTÜRK, K., 1995, Elektrik ve Elektromanetik Prospeksiyon Yöntemleri, İ.Ü. Mühendislik Fakültesi.

PINAR, R., ve AKÇIĞ, Z., 1992, Arkeolojide Jeofizik Yöntemler, T.C. Kültür Bakanlığı VIII. Uluslararası Kazı , Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu.

SALTUK, S., 1993, Arkeoloji Sözlüğü, İnkılap Kitapevi.

SEVIN, V., 1999, Anadolu Arkeolojisi , Der Yayınları.

ZOROĞLU, L., 1994, Kelenderis 1;, Kaynaklar, Kalıntılar, Buluntular, Ankara.

ZOROĞLU, L., 2003, Kelenderis Antik Kent Tanıtım Kitapçığı.

ÖZGEÇMİŞ

25.02.1978 tarihinde, Bursa iline bağlı Karacabey ilçesinin Ortasarıbey köyünde dünyaya gelmişim.

İlk ve ortaokul öğrenimimi köyümde tamamladıktan sonra, lise öğrenimi için; Bursa Kız Lisesi yatılı bölümüne kayıt oldum. Bursa Kız Lisesi'nden, 1994 yılında mezun oldum.

1994-1995 eğitim - öğretim döneminde; Gazi Üniversitesi Çorum Meslek Yüksekokulu Harita ve Kadastro Bölümüne kayıt oldum. İki yıllık formal eğitimimi tamamladıktan sonra, tekrar üniversite sınavlarına girerek, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nü kazandım.

1997-1998 eğitim - öğretim yılında; İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümüne kayıt oldum. 2001 yılında bu bölümden mezun oldum.

2001-2002 eğitim - öğretim yılında; İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği yüksek lisans programına kayıt yaptırdım halen bu bölümün kayıtlı öğrencisiyim.