

**SİLİFKE-GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU
GİRİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

136237

ÖZLEM BAHAR ÜNLÜCÖMERT

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Jeoloji Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

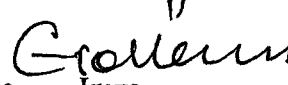
**Tez Danışmanı
Doç.Dr.Erol ÖZER**

**MERSİN
OCAK-2003**

**İC. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANLARI BİRİMİ**

136237

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse de elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy çokluğu (oy birliği) ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.


Imza

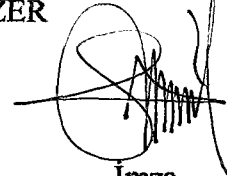
Tez Danışmanı

Doç.Dr.Erol ÖZER


Imza

Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr.Sedat TÜRKMEN


Imza

Jüri Üyesi

Doç.Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 11.11.2003./03.../2003., tarih ve 2003/05-95 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof.Dr. H. İbrahim EKİZ
Enstitü Müdürü
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İMZA VE MÜHÜR

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Bu çalışmada, Silifke-Göksu deltasında tatlı su-tuzlu su girişiminin incelenmesi amacıyla jeofizik etüt yapılmıştır. Ölçüler düşey elektrik sondaj yöntemi ile 10 profil hattı boyunca 44 noktadan Schlumberger elektrot dizilimi kullanılarak alınmıştır. Elde edilen veriler Schlumberger Inversion 6 programında değerlendirilerek her bir noktanın görünür özdirenç arazi eğrileri ve stratigrafik dikme kesitleri, Stanford Graphics programında ise görünür özdirenç kontur haritaları ve yapma kesitleri hazırlanmıştır. Çizilen yeraltı yapı kesitleri deltaın farklı bölgelerindeki yanal ve düşey litolojik değişimleri, tabaka kalınlıklarını, özdirenç değerlerini ve tuzlu su girişim bölgelerini göstermektedir.

Göksu deltası boyunca farklı kalınlıklarda bitkisel toprak, kum ve çakıllı kumdan oluşan bir alüvyon örtünün varlığı belirlenmiştir. Denize yakın olan A, 1A, B, 1B, C, D, I, K ve L profillerinde tuzlu su girişiminin varlığı saptanmıştır. Denizden uzak olan J profilinde ise tuzlu su girişimi görülmemektedir. Tuzlu su girişimi çeşitli profillerde 0-14 m. derinlikler arasında etkilidir. Göksu deltasının denize yakınlığı ve yoğun tarım yapılan bir bölge olması nedeniyle aşırı pompaj yapılması, tuzlu su girişiminin nedenleri arasında düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Tuzlu su, Girişim, Görünür özdirenç, Alüvyon, Göksu deltası.

ABSTRACT

In this study, fresh water- salty water interface in Silifke-Göksu delta was examined by using geophysical tools. Measurements were carried out along 10 profile lines at 44 points using Vertical Electrical Sounding (V.E.S) technique. The data were analyzed for apparent resistivity field curves and stratigraphic sections using Schlumberger Inversion 6 programme. The apparent resistivity contour maps and pseudo-sections for each data point were prepared using Stanford Graphics programme. The prepared underground structural sections showed horizontal and vertical lithologic changes, bed thicknesses, resistivity values and regions of salty water interface on different areas of the delta.

A presence of an alluvium layer composed of soil, sand and gravelly sand of different thickness was determined along Göksu delta. Salty water interface was determined in the A, 1A, B, 1B, C, D, I, K and L profiles located near the coast. On the other hand, such an interface was not observed on the profiles located inland. The salty water interface is observed between 0-14 m. of thickness in various profiles. The salty water interface might be caused due to the coastal location of Göksu delta and due to extensive pumping for agricultural purposes.

Key words: Salty water, Interface, Apparent resistivity, Alluvium, Göksu delta.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. ÇalıŐmanın her aşamasında olumlu destek ve katkıları nedeniyle danışmanım Doç.Dr. Erol Özer'e içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca tez konusunun belirlenmesinde ve jeofizik verilerin sağlanmasında katkı sağlayan Yrd.Doç.Dr. Sedat Türkmen'e, Silifke-Göksu deltasına ait jeofizik arazi verilerini sağlayan D.S.İ. Adana 6. Bölge Müdürlüğü elemanları Jeofizik Mühendisi Necmettin Gül ve Hasan Mülayim'e, elde edilen verilerin Schlumberger bilgisayar programında değerlendirilmesinde yardımcı olan Jeofizik Mühendisi Ali Karan ve eŐi Dilek Karan'a teşekkür ederim.

Tez alıŐmaları sırasında göstermiş olduğu sabır ve anlayıŐtan dolayı eŐim Zafer Ünlüçömert'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
2.1. SİLİFKE-GÖKSU DELTASININ JEOLJİSİ	6
2.1.1. Çambaştepe Formasyonu	8
2.1.2. Derinçay Formasyonu	8
2.1.3. Köşelerli Formasyonu	9
2.1.4. Mut Formasyonu	10
2.1.5. Alüvyonlar	11
2.2. HİDROJEOLJİ	11
3. MATERYAL ve METOD	14
3.1. DOĞRU AKIM ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ	14
3.1.1. Ölçü sistemi	14
3.1.2. Ölçülen Büyüklük ve Görüntür Özdirenc Kavramı	15
3.1.3. Elektrod Dizilimleri	16
3.2. DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJ YÖNTEMİ	17
3.3. SCHLUMBERGER BİLGİSAYAR PROGRAMI	19
3.4. ÖZDİRENÇ KONTUR HARİTASI	19
3.5. YERALTI YAPI KESİTİ	19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	20
4.1. GÖRÜNÜR ÖZDİRENÇ DEĞERLERİ	20
4.2. ÖZDİRENÇ ARAZİ EĞRİLERİ VE STRATİGRAFİK KESİTLER	26
4.3. ÖZDİRENÇ KONTUR HARİTALARI VE YAPMA KESİTLER	71
4.4. YER ALTI YAPI KESİTLERİ VE DES PROFİLLERİNİN YORUMU	86

4.4.1. Doğadaki Kayaçların Özdirenç Değerleri	86
4.4.2. A profili	86
4.4.3. 1A Profili	87
4.4.4. B Profili	88
4.4.5. 1B Profili	92
4.4.6. C Profili	93
4.4.7. D Profili	94
4.4.8. I Profili	95
4.4.9. J Profili	95
4.4.10. K Profili	98
4.4.11. L Profili	100
4.5. KIYI AKİFERLERDE TUZLUSU GİRİŞİMİNİN ÖNLENMESİ	103
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR	106

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>SAYFA</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası.	2
Şekil 2.1. Silifke-Göksu deltası ve yakın yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti	7
Şekil 2.2. Serbest bir kıyı akiferinde, tatlı su – tuzlu su ilişkisinin Ghyben – Herzberg bağıntısına göre şematik gösterilişi.	13
Şekil 3.1. Arazide ölçü sistemi. A ve B akım elektrodları, M ve N gerilim elektrodları.	15
Şekil 3.2. Schlumberger elektrod dizilimi için düşey elektrik sondaj eğrisi.	18
Şekil 4.1. Stratigrafik kesitlerde yer alan litolojik birimlerin açıklamaları.	26
Şekil 4.2. A noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	27
Şekil 4.3. A2 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	28
Şekil 4.4. A3 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	29
Şekil 4.5. A4 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	30
Şekil 4.6. A5 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	31
Şekil 4.7. A6 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	32
Şekil 4.8. A7 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	33
Şekil 4.9. A8 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	34
Şekil 4.10. A9 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	35
Şekil 4.11. 1A noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	36

Şekil 4.12. 1A2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	37
Şekil 4.13. B noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	38
Şekil 4.14. B1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	39
Şekil 4.15. B2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	40
Şekil 4.16. B3 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	41
Şekil 4.17. 1B1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	42
Şekil 4.18. 1B2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	43
Şekil 4.19. C noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	44
Şekil 4.20. C1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	45
Şekil 4.21. C2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	46
Şekil 4.22. D noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	47
Şekil 4.23. D1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	48
Şekil 4.24. I noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	49
Şekil 4.25. I1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	50
Şekil 4.26. I2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	51
Şekil 4.27. J noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	52

Şekil 4.28. J1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	53
Şekil 4.29. K noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	54
Şekil 4.30. K1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	55
Şekil 4.31. K2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	56
Şekil 4.32. K3 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	57
Şekil 4.33. K4 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	58
Şekil 4.34. K5 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	59
Şekil 4.35. K6 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	60
Şekil 4.36. K7 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	61
Şekil 4.37. K8 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	62
Şekil 4.38. K9 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	63
Şekil 4.39. K10 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	64
Şekil 4.40. K11 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	65
Şekil 4.41. K12 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	66
Şekil 4.42. K13 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	67
Şekil 4.43. L noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	68

Şekil 4.44. L1 noktasına ait görünür özdirenc DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	69
Şekil 4.45. L2 noktasına ait görünür özdirenc DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesit.	70
Şekil 4.46. A, A2, A3 ve A4 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	71
Şekil 4.47. A4, A5, A6 , A7, A8 ve A9 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	72
Şekil 4.48. 1A ve 1A2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	72
Şekil 4.49. B, B2 ve B3 DES noktalarının özdirenc kontur haritası	73
Şekil 4.50. 1B1 ve 1B2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	73
Şekil 4.51. C, C1 ve C2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	74
Şekil 4.52. D ve D1 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	74
Şekil 4.53. I, I1 ve I2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	75
Şekil 4.54. J ve J1 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	75
Şekil 4.55. L, L1 ve L2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	76
Şekil 4.56. K ve K1 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	76
Şekil 4.57. K2 ve K3 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	77
Şekil 4.58. K4 ve K5 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	77
Şekil 4.59. K6 ve K7 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.	78
Şekil 4.60. K6, K7, K8 ve K9 DES noktalarının özdirenc kontur haritası	78
Şekil 4.61. K10, K11, K12, K13 noktalarının özdirenc kontur haritası.	79
Şekil 4.62. A profiline ait A, A2 ve A3 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	79
Şekil 4.63. A profiline ait A4, A5, A6, A7, A8 ve A9 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	80
Şekil 4.64. 1A profiline ait 1A ve 1A2 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	80
Şekil 4.65. B profiline ait B, B2 ve B3 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	81
Şekil 4.66. 1B profiline ait 1B1 ve 1B2 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	81
Şekil 4.67. C profiline ait C, C1 ve C2 DES noktalarının görünür özdirenc yapma kesiti.	82

Şekil 4.68. D ve D1 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	82
Şekil 4.69. I profiline ait I, I1 ve I2 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	83
Şekil 4.70. J profiline ait J ve J1 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	83
Şekil 4.71. K profiline ait K, K1, K2, K3 ve K4 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	84
Şekil 4.72. K profiline ait K4, K5, K6, K7 ve K8 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	84
Şekil 4.73. K profiline ait K8, K9, K10, K11, K12 ve K13 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	85
Şekil 4.74. L profiline ait L, L1 ve L2 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.	85
Şekil 4.75. A profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti	89
Şekil 4.76. 1A profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yeraltı yapı kesiti	90
Şekil 4.77. B profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yeraltı yapı kesiti	91
Şekil 4.78. 1B profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yeraltı yapı kesiti.	92
Şekil 4.79. C profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	93
Şekil 4.80. D profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	94
Şekil 4.81. I profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	96
Şekil 4.82. J profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	97
Şekil 4.83. K profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	101
Şekil 4.84. L profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.	102

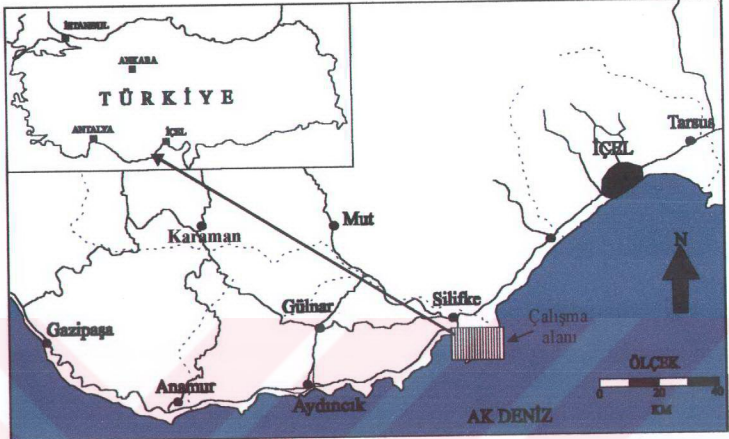
1. GİRİŞ

Günümüzde yeraltı sularından yararlanmanın çoğalmasına paralel olarak deniz kıyılarına yakın bölgelerde tuzlu suyun tatlı su akiferleri içine girmesi yaygınlaşmaktadır. Tatlı su-tuzlu su ilişkisi iyi incelenmeden kıyı bölgelerinde açılan yada fazla su çekilen kuyularda zamanla su kalitesi bozulmaktadır. Tatlı su akiferlerinin içine zarar verecek miktarlarda tuzlu suyun girmesi, içme ve kullanma suyu açısından yerleşim merkezlerinde büyük sorunlar oluşturmaktadır. Kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde bu türdeki problemlerle karşılaşmamak veya karşılaşılana çare aramak amacı ile araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada Silifke-Göksu deltasında tatlı su-tuzlu su girişiminin belirlenmesi ve deltadaki tuzlanmanın giderilebilmesi amacıyla jeofizik etüt ve jeolojik çalışmalar yapılmıştır.

Çalışma alanı Silifke P31-b3 ve P32-a4 paftaları içerisinde yer almakta olup, Mersin'e 85 km. uzaklıkta bulunmaktadır (Şekil 1.1). Göksu deltası Mersin İline bağlı Silifke ilçesinin güney kenarında, Göksu nehrinin oluşturduğu kıyı ovası üzerinde yer almaktadır. Orta Doğu'nun en önemli kuş alanlarından biri olan Göksu deltası, Göksu nehrinin Silifke ve Taşucu arasında denize açıldığı bölgeyi kapsamaktadır. Göksu nehrinin batısında iki sığ lagün gölü, Paradeniz ve Akgöl yer almaktadır. Göksu deltası toplam 22.615 ha alanı kapsamaktadır. Bu alanın 15.000 ha kısmı kara yüzeyi, 7.615 ha alanı su yüzeyi oluşturmakta ve delta yüzeyi boyunca rakım değerleri 0-5 m. arasında değişmektedir.

Akdeniz kıyılarında kıyıya paralel yükseltiler, bu yükseltilerle deniz arasındaki yer yer düzlükler ve görel olarak düz bir kıyı desenli görünümündedir. Silifke'den doğuya doğru denizle dağlar arasındaki açılım giderek genişlemekte, Mersin'e kadar da hemen hemen tümüyle eğim açısından yerleşilebilir nitelikte alanlar bütünü oluşturmaktadır. Göksu Nehri'nin taşkınları sonucu oluşmuş delta alanı genelde düz ve düze yakın topoğrafyaya sahiptir. Nehir bankları ve kıyı kumulları bu düz taşkın ovası içindeki küçük yükseltileri ve eski nehir yatakları ise yer yer dar bir şerit halinde uzanan çukur alanları oluşturmaktadır. Yükseltiler ve çukur alanların yükseklik ve derinlikleri 1-2 m'den fazla değildir. Ovada eğim genel olarak kuzeyden güneye doğrudur. Ayrıca nehir yatağının kenarında yer alan nehir

banklarından çevreye doğru özellikle Akgöl ve Paradeniz'e doğru eğim bulunmaktadır. Akgöl ve Paradeniz ovanın en çukur kesimlerinde yer alır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası

Göksu Deltası değişken gel-gitsiz bir deniz üzerinde oluşmuş, uzantı deltaların tipik bir örneğidir. Göksu Nehri'nin sürüklediği tortu miktarı oldukça fazla, dalga ve akıntılarının aşındırdığı miktar ise aşırı değildir. Deltanın doğu kısmının morfolojisi ; kopuk menderesler, terk edilmiş nehir yatakları, kıyısız sırtlar, setler ve taşkın çanaklarından oluşan bir nehir peyzajı ile sonuçlanmıştır.

Deltanın en tipik özelliklerinden biride İncekum Burnu olarak bilinen ince kumlu uzantıdır. İncekum'un tipik şekli doğrudan gelen ve nehir tortusunu sürükleyen kıyı akıntısıyla, Taşucu Körfezi'nde oluşan güney batıya doğru zayıf ikinci bir akıntının bileşkesiyle ortaya çıkmıştır.

Deltanın çeşitli bölümlerinde kumul oluşumu görülür. Kuzeyden güneye uzanan doğu sahilinde 4-5 km. uzunluğunda kesintisiz delta kıyı çizgisinin ilerleme aşamalarını gösteren simetrik paralel kumsal silsilesi bulunur.

Göksu Deltası kıyı sularının etki alanı oldukça geniştir. Şiddetli ve soğuk kış rüzgarları (poyraz) kıyı sularının kademeli olarak aniden soğumasına ve yoğunluk ile tuzluluğun artmasına neden olurlar.

Bölge yeraltı ve yerüstü kaynakları açısından olumluluk göstermektedir. Dereler, kaynaklar, yeraltı suları mevcuttur. Dereler genel olarak tarımsal kirlenmeye açıktır. Kaynakların çoğu karstik özelliktedir ve sulamada kullanılmaktadır. Yeraltı suyunu hem alüvyon zemin hem de kireçtaşları içermektedir. 5-15 metre derinliklerde yer altı suyu bulunmaktadır.

Göksu Nehri'nin yıllık ortalama debisi 130 m³/sn'dir. Yeraltı suyu potansiyeli 100 m³/sn civarındadır. Halen yerüstü su kaynakları alansal olarak 2.000 hektardan fazladır. Akgöl (1200 ha.) ve Paradeniz Gölü (390 ha.). Yörede su kullanımı artezyenlerle sağlanmaktadır. Yeraltı suyu kirliliği başlıca evsel kaynaklı kirlilik ve tarımsal amaçlı kullanılan zirai ilaçlar ve gübreler nedeniyle oluşmaktadır..

Bölge tamamıyla Akdeniz kıyısında olmasından dolayı yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklimi özelliği göstermektedir.

Çizelge 1. 1. Silifke Meteoroloji İstasyonunun yöreye ait iklim verileri

En yüksek ısı ortalaması	38.8° C
En yüksek sıcaklık	43.0° C
En düşük ısı ortalaması	4.9° C
Sıcak günler sayısı	183 gün
Bulutlu günler sayısı	41.1 gün
Açık günler sayısı	141.2 gün
Donlu günler sayısı	8.7 gün
Minimum ve Max. deniz suyu sıcaklıkları	16-26° C
En düşük nem durumu	% 12
En yüksek nem durumu	% 87
Ortalama nem durumu	% 66

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Silifke-Göksu deltası ve yakın yöresinde değişik amaçlar için yapılmış çok sayıda jeolojik çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük kısmı bölgenin jeolojisi ve tektonik evrimine yönelik araştırmalardır. Bunlar içerisinde en önemlileri Gökten [1], Özgül [2, 3, 4], Gedik ve ark. [5], Demirtaşlı [6], Uğuz [7], Öztürk ve ark. [8] ve Özalp [9]'dır.

Gökten [1], Silifke yöresinin temel kaya birimleri ve Miyosen stratigrafisi konulu çalışmasında, Devoniyen-Miyosen aralığında çökelmiş bulunan kaya birimlerini ayırtlayarak ayrıntılı Miyosen stratigrafisini vermiştir.

Özgül [2,3], Orta Toroslar'ın özellikle Üst Paleozoyik-Tersiyer aralığında stratigrafi, metamorfizma ve yapı özellikleri bakımından farklı havza koşullarını yansıtan ve birbirleriyle tektonik dokanaklı çok sayıda kaya birimleri topluluğundan oluştuğunu, Senoniyen-Lütesiyen hareketleri ile bazılarının yüzlerce kilometre yer değiştirdiğini belirterek, üst üste yerleşen bu toplulukları Gedikdağı Birliği, Aladağ Birliği, Bolkardağ Birliği, Bozkır Birliği, Antalya Birliği ve Alanya Birliği olarak adlandırmıştır.

Özgül [4], Toroslar'ın güney kesiminde, Erken ve Orta Triyas'ta gelişmiş bir riftleşmenin, belkide tam bir okyanuslaşma aşamasına ulaşmadan Geç Triyas'ta kapanmaya başladığını, Resiyen-Liyas sırasında havzada epikontinental deniz ortamı koşullarının etkin olduğunu rapor etmiştir.

Gedik ve ark. [5], Mut-Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları isimli çalışmasında, Mut-Silifke-Ermenek havzası olarak adlandırılan inceleme alanında temel olarak kabul edilen Paleozoik ve Mesozoik yaşta formasyonlar, Mesozoik yaşta ofiyolitli melanj ile bunların üzerinde Eosen ve Miyosen yaşlı tortulların yer aldığını belirtmektedir.

Demirtaşlı [6], Orta Toroslar'ın Silifke-Anamur arasında kalan bölgenin jeolojisine yönelik incelemelerinde, doğuda Ecemiş Fayı, batıda Alanya masifi, kuzeyde İç Toros kuşağı ile sınırladığı alanda, KD-GB doğrultulu birbirine paralel üç jeotektonik bölge ayırmıştır. Yazar, bu üç jeotektonik bölgeyi güney bölge, ara bölge ve kuzey bölge olarak adlandırmıştır. Araştırmacı, bu üç bölgenin stratigrafik istifleri arasında, Alt Paleozoyik- Alt Mesozoyik aralığında gelişen ve kıta kenarı

rifleşmesini izleyen Hersiniyen ve Eosen Alpin hareketlerinin ürünü olan önemli farklılaşmalar saptadığını ileri sürmüştür.

Uğuz [7], Orta Toroslar'ın güneyinde, Silifke ve Gülnar ilçeleri ile Ovacık bucağı arasında kalan alanda yürüttüğü çalışmada, bölge kayalarının, genç örtü çökelleri ile otokton ve allokton kaya birimlerinden oluştuğunu gözlemlemiştir. Otokton kaya birimlerinin Üst Permiyen ve Orta Triyas öncesinde gelişen aşınmalı yüzeyler dışında, Üst Kambriyen'den Orta Eosen'e kadar sürekliliği olan bir çökel istifinden oluştuğunu; Alt Paleosen-Orta Eosen yaş aralığında izole diyabaz dayklarının da geliştiği bu çökel istifinde dağ oluşumu ile ilgili bölgesel bir metamorfizmanın izlerini gözlemlemiştir.

Öztürk ve ark. [8], Orta Toroslar'ın Jeolojisi adlı çalışmalarında farklı yaş ve litolojilerle temsil eden, farklı ortam koşullarını yansıtan düzenli ve/veya düzensiz stratigrafi sunan çökel kaya toplulukları ile ultrabazik kayaların yer aldığını saptamışlardır. Çalışmalarında birbirleri ile ilişkileri tektonik olan bu kaya topluluklarını 6 ana grup altında toplayarak ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Bunlar; kuzeyden güneye doğru Aladağ Ünitesi, Antalya ünitesi, Pirnos-Tepedağ Ünitesi, Alanya ünitesi, Paleo-Otokton örtü kayaları ile kendilerinden evvelki kaya birimlerini uyumsuzlukla örten Neo-Otokton örtü kayalarıdır.

Özalp [9], Orta Toroslar'da; Silifke, Anamur ve Gülnar ilçeleri arasında kalan alanda yürüttüğü çalışmada; Neojen istifine temel oluşturan birimlerde, stratigrafi, kaya türü, metamorfizma, yapısal özellikler açısından birbirinden farklı havzaları temsil eden ve birbiriyle tektonik ilişkili iki tektonik birlik ayırmışlardır. Bunlar Geyikdağı Birliği ve ilk kez bu çalışmayla ortaya konan Görbiyesdağı Birliği'dir.

Bölgede yapılan Hidrojeolojik amaçlı çalışmalar; Günay [10], Yencilek [11], Karakılçık [12] ve Gül ve Mülayim [13]' dir.

Günay [10], Silifke-Ovacık ovası rezerv raporu isimli çalışmasından Ovacık ovasının yer altı suyu olanaklarını saptamak amacıyla jeolojik ve hidrojeolojik amaçlı çalışmaların yapıldığını belirterek, özellikle denizaltı kaynakları üzerinde durmuştur. Alüvyon akiferlerinden yararlanılarak yapılacak yer altı suyu sulamasıyla Ovacık ovasının tamamının sulanamıyacağı, bu durumda özgür bir

beslenme alanı denizaltı kaynaklarından yararlanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yençilek [11], Silifke-Hacıshaklı kıyısının güney kıyılarındaki kaynaklardan denize boşalan yer altı suyunun ekonomik amaçlarla kullanılmasını sağlamak amacıyla jeofizik etüt yapıldığını belirtmektedir.

Karakılçık [12], Düşey elektrik sondaj yöntemi ile Silifke-Ovacık ovası yer altı suyu araştırılması konulu yüksek lisans çalışmasında inceleme alanının denize yakın olması ve ovadaki pompaj da dikkate alınarak deniz suyunun olası girişiminden kaynaklanacak bölgeleri saptamak amacıyla görünür öz direnç kat haritalarının hazırlandığını ve inceleme alanında tuzlu su girişiminin olmadığını rapor etmiştir.

Gül ve Mülayim [13], Silifke-Göksu deltası tatlı su-tuzlu su girişimi jeofizik etüt raporu isimli çalışmalarında düşey elektrik öz direnç sondaj yöntemi uygulayarak belirli derinliklerde çok tuzlu, geçiş zonu, killi kum ve çakıllı kum seviyelerini ayırmışlar ve bölgenin jeofizik eş resistivite kesitleri ve jeofizik yer altı yapı kesitlerini vermişlerdir.

2.1. SİLİFKE-GÖKSU DELTASININ JEOLJİSİ

Silifke-Göksu Deltası ve yakın yöresinin jeolojisiyle ilgili çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların kısa özetleri önceki çalışmalar bölümünde verilmiştir. Yörenin jeolojisi ve stratigrafik özelliklerine ilişkin bilgiler Gedik ve ark. [5]'den, yeniden düzenlenen jeolojik haritası ise MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi [14]'nden alınarak verilmiştir.

İnceleme alanında Jura-Kretase, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler yüzeylenmektedir. Yüzeylenen birimler yaşlıdan gence doğru şöyle sıralanabilir:

Alüvyon (Kuvaterner)

Mut Formasyonu (Langiyen-Serravaliyen)

Köselerli Formasyonu (Langiyen-Serravaliyen)

Derinçay Formasyonu (Burdigaliyen-Langiyen)

Çambaşıtepe Formasyonu (Jura-Kretase)

2.1.1. Çambaşıtepe Formasyonu (Jura-Kretase)

İnceleme alanının batısında Taşucu yöresinde yüzeylenen birim (Ek-1) Gedik ve ark. [5] tarafından adlandırılmıştır. Formasyon tümüyle dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları krem-bej , orta-kalın tabakalı, yer yer makro fosillidir.

Formasyonun tabanı inceleme alanı içinde gözlenmemektedir. İnceleme alanı dışında birimin Deoniyen yaşlı Akdere formasyonu ve Permokarbonifer yaşlı Belpınar tepe formasyonu üzerine açısız uyumsuz olarak geldiği belirtilmektedir [5] . Formasyon üstten Langiyen-Serravaliyen yaşlı Mut formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üzerlenmektedir (şekil 2.1).

Gedik ve ark. [5], kireçtaşından alınan örneklerde aşağıdaki fosillerin bulunduğunu belirtmişlerdir. Foraminifera'lardan, *Kurnubia wellingsi* Henson, *Nautiloculina* sp., *Gavelinella* sp., *Cuneolina* sp., *Ophthalmidium* sp., *Valvulinidae*, *Miliolidae*, alglerden; *Cladocoropsis* sp., *Hensonella* sp. bulunmaktadır. Bu mikro fosillere göre birime Senomaniyen-Konyasiyen yaşı verilmiştir. Birimin üst Triyas yaşlı Boztepe formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğinin belirtilmesi [5], birimin Jura-Kretase yaşında olabileceğini gösterir.

Petrografik özellikleri ve içerdiği fosil topluluğuna göre formasyonun şelf ortamında çökeldiği belirtilmektedir [5].

2.1.2. Derinçay Formasyonu (Burdigaliyen-Langiyen)

Formasyon inceleme alanının batısında çok dar bir alanda yüzeylenmektedir (Ek-1). Formasyonun genel görünüşü kırmızı ve yer yer yeşil renkte olup esas litoloji çakıltaşı ve kumtaşı aralanmasıdır. Silttaşı, marn, şeyl ve killi kireçtaşının egemen olarak yüzeylendiği alanlarda Fakırca üyesi olarak ayrılmıştır. Ayrıca bazı alanlarda birkaç santimetre kalınlık gösteren ve yanal olarak fazla devam etmeyen linyit ve jips düzeyleri de gözlenmiştir. Çakıltaşları genellikle kırmızı ve yeşil renkli, gevşek kireç çimento lu, çakılları serpantinit, gabro, kuvars, radyolarit ve kireçtaşlarına aittir. Çakıllar yarı yuvarlak-yarı köşeli, kötü

boylanmalıdır.Tabakalanma genellikle düzgün ve birkaç santimetre ile birkaç metre arasında değişen kalınlık gösterir. Çapraz tabakalanma görülebilmektedir.

Kumtaşları genellikle yeşil, yer yer kırmızı renkte, taneler çakıltaşını oluşturan çakıllarla aynı litolojide olup, kötü boylanmalı, gevşek kireç çimentoludur. Birkaç santimetre ve birkaç metre tabaka kalınlığında ve yer yer çapraz tabakalı olup, dalga kırışıkları da bulunmaktadır. Marnlar genellikle yeşil renkte, yumuşak ve kırılğan, ince-orta tabakalıdır.

Formasyonun alt sınırı inceleme alanı içinde görülmemektedir. Fakat birimin Paleozoik ve Mesozoik yaşlı formasyonlar ve ofiyolitik melaj üzerine açılal uyumsuzlukla geldiği belirtilmektedir [5]. Formasyon üstten Mut formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür (şekil 2.1).

Gedik ve ark. [5], birimin içerisinde kesin olarak yaş vermeyen çok az *Globigerina* sp., *Orbulina* sp., ve Ostracoda fosilleri bulmuştur. Mut-Silifke arasında çalışan Gökten [1] tarafından çakıltaşı-kumtaşı ve marnlarda Üst Burdigaliyen yaşını veren *Globigerinoides bisphaericus* Todd mikrofosili saptanmıştır.

Formasyonun litolojik ve kalınlık değişimleri çökeltme sırasında alttaki topoğrafyanın düzensiz olduğunu göstermektedir. Çakıltaşları ve kumtaşları nehir özelliğini gösterir. Şeyl ve killi kireçtaşları ise litolojik özellikleri ve içindeki fosillerle gölsel çökellerdir. Buna göre Miyosen denizinin bölgeye ilerlemesi başlangıcında bölgede var olan göller ve bu göllere birleşen akarsuların formasyonu oluşturduğu düşünülmektedir.

2.1.3. Köseleli Formasyonu (Langiyen-Serravaliyen)

Formasyon inceleme alanının kuzey batısında, Silifke civarında geniş bir yayılım gösterir (Ek-1). Litolojisi marn olup yer yer killi kireçtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltaşları içerir (şekil 2.1).

Marnlar gri ve gri-yeşil renkte olup yumuşak, kırılğandır. Killi kireçtaşı bantları kapsadığı yerlerde tabakalanma iyi görülür. Kuzeydeki Dağpazarı ve güneydeki Konur köyü dolaylarında marnlar, kumtaşı ve çakıltaşı bantları kapsamaktadır.Ayrıca yer yer ince kömür bantları da görülmüştür. Havza ortasındaki marnların makro fosil içermemesine karşılık bu yörelerde formasyon içinde Gastropoda ve Lamellibranchiata fosilleri görülmüştür.

Formasyon Mut formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Doğrudan doğruya temel üzerine geldiği yerlerde alt sınırında açılal uyumsuzdur. Derinçay formasyonu üzerinde ise uyumludur. Üst sınırında Göksu nehrinin oluşturduğu eski ve yeni alüvyon örtüleri görülür.

Marnlardan alınan örneklerde aşağıdaki fosiller saptanmıştır. Planktonik foraminiferlerden; *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *Orbulina universa* d'Orbigny, *Orbulina glomerata* Blow, *Orbulina bilobata* d'Orbigny, *Globorotalia obesa* Bolli, bentik foraminiferlerden; *Amphistegina* sp., *Cibicides floridanus* Cushman, *Robulus rotulatus* Lamarck, *Robulus cultratus* Montf, *Neoeponides brthelotianus* d'Orbigny, *Siphonina tubulosa* Cushman saptanmıştır. Bu fosillere göre birimin yaşı Langiyen-Serravaliyen'dir.

Formasyonun litoloji özelliği ve fosil kapsamına göre çökelim ortamı, derin deniz ortamından resif gerisi ve sığ deniz ortamına bir gelişim gösterir.

2.1.4. Mut Formasyonu (Langiyen-Serravaliyen)

Formasyon inceleme alanının batı kesiminde Buruncu ve Bulacalı koyuncu köyleri civarında yüzeylenir (Ek-1). Resifal özellikte kireçtaşlarından oluşan birim killi kireçtaşı, marn ve yer yer kurntaşı bantları içerir (şekil 2.1). Mut formasyonunu oluşturan kireçtaşları ile Köselerli formasyonunu oluşturan marnlar yanal ve düşey geçişlidirler. Bu bakımdan iki formasyonun sınırını çizmek çoğu yerde güçtür. Kireçtaşları beyaz, krem renkte bol miktarda alg, foraminifer, ekinit, lamellibrans, gastropot, mercan gibi mikro ve makro fosiller içermektedir. Formasyon için resif karmaşığı terimini kullanmak doğru olur. Resifal tümseklerin orta kısımlarında tabakalanma kalınlığı fazla, yanlara doğru incelmektedir. Kireçtaşları yanal yönde orta kalınlıkta tabakalı marnlara geçiş göstermektedir.

Formasyon alt sınırında Paleozoik ve Mezozoik yaşlı formasyonlar ve ofiyolitli melanj üzerine açılal uyumsuz olarak gelmektedir. Derinçay formasyonu üzerinde ise uyumlu olarak yer alır. Yanal olarak Köselerli formasyonuna geçişlidir. Üst sınırında ise alüvyon örtüsü yer alır. Kireçtaşı ve killi kireçtaşlarında aşağıdaki fosiller saptanmıştır: Planktonik foraminiferlerden; *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), *Globigerina praebulloides* Blow, *Orbulina universa* d'Orbigny, *Globorotalia* sp., bentik foraminiferlerden; *Borelis melo curdica* (Reichel), *Borelis melo* Fichtel-moll, *Amphistegina lessonii* d'Orbigny,

Heterostegina sp., *Uvigerina* sp., *Ammonia beccarif* (Linne) , *Sphaerogypsina globulus* (Reuss), *Robulus* sp. , *Cibicides* sp., *Elphidium* sp., *Nonion boueanum* d'Orbigny, *Gyroidina* sp., *Miliolidae*, *Triloculina* sp., *Spiroplectamina* sp., *Textularia* sp., *Asterigerina* sp., *Rotalia beccarli* (Linne), alglerden; *Lithothamnium* sp., *Lithophyllum* sp., *Archeolithothamnium* sp., mercanlardan; *Porites* sp., *Favites* sp., *Hydnophora* sp., ekinilerden; *Clypeaster altus* Klein, *Clypeaster latirostris* Agas, *Clypeaster scillae* Desmoulis, lamellibranslardan; *Flabellipecten solarium* Lamarck, *Panopea faujasi* Menard, *Pycnodonta squarrosa* M.de Serres bulunmaktadır. Bu fosillere göre birimin yaşı Langiyen- Serravaliyen'dir.

Resifal kireçtaşları sıcak, berrak ve çalkantılı sığ deniz ortamında, organizmalar tarafından meydana getirilmiştir. Denizin sınırı boyunca oluşan kenar resifleri , denizin devamlı ilerlemesi sonucu birbiri üzerine aşmalı olarak gelişmiştir. Havza ortasında ise derin deniz şartlarında marnlar çökelmiştir.

2.1.5. Alüvyonlar (Kuvaterner)

Göksu nehrinin denize ulaştığı bölgede oluşan delta ve yakın çevresinde çok geniş yayılım gösterirler (Ek-1). Alüvyonlar yüzeyde çoğunlukla bitkisel toprak tarafından örtülmüş bulunmaktadır. Bitkisel toprakla örtülü bulunmadığı bazı alanlarda ise yüzeyde kum ve çok az çakıllı kum şeklindedir. Deltada yer alan alüvyonlar jeofizik ölçümlerine göre alınan öz direnç değerlerine ve daha önce D.S.İ. tarafından açtırılmış bulunan yeraltı su sondajlarından elde edilen verilere göre incelenmişlerdir. Alüvyonları başlıca yer yer bitkisel toprakla örtülü kum, çakıllı kum, daha az kil ve çakıllı seviyeler oluşturmaktadır. Su sondajları ve jeofizik ölçüm sonuçlarına göre alüvyonların kalınlığı 80 m.yi aşmaktadır.

2.2. HİDROJEOLOJİ

Silifke-Göksu deltası genelde geçirimli birimlerden oluşmaktadır. Bölgenin hidrojeolojik özellikleri D.S.İ. Adana 6. Bölge Müdürlüğü tarafından açılan temel sondaj kuyularında yapılan incelemelere göre belirlenmiştir. Jeofizik inceleme yapılan alan içerisinde açılmış bulunan kuyular Ek-2' de gösterilmektedir. Bu kuyulardan SK-1'de (Abidinpaşa su kuyusunda) maksimum yer altı su seviyesi 0.25 m., minimum 2.05 m., SK-2'de (Hurmali su kuyusunda) maksimum 0.25 m.,

minimum 0.83 m., SK-3'de (Bozlağan su kuyusunda) maksimum 0.50 m., minimum 0.57 m'dir [15].

Abidinpaşa su kuyusu (SK-1)

Su kuyusu olarak seçilen yerin kotu 2 m'dir ve denize oldukça yakındır. Yeraltı su seviyesi yüzeyden 1 m. aşağıdadır. Kuyu yerinde yüzeyden itibaren 0.50 m'de bitkisel toprak , 2.50-14.50 m'de kum bulunmaktadır. Zemin genelde gevşek, siltli killi kum karakterindedir.

Hurma su kuyusu (SK-2)

Su kuyusu olarak seçilen yerin kotu 2.50 m'dir ve Paradeniz gölüne oldukça yakındır. Yer altı su seviyesi kurak mevsimlerde yüzeyden 0.50 m. aşağıda, yağışlı mevsimlerde ise yüzeyden 0.30 m. yukarıdadır. Kuyu yerinde yüzeyden itibaren 1 m'de siltli kum, 1- 16.50 m'de kum birimleri belirlenmiştir. Zemin, sıkı – az sıkı özellikte siltli kum karakterindedir.

Bozlağan su kuyusu (SK-3)

Su kuyusu olarak seçilen yerin kotu 2 m'dir. Yeraltı su seviyesi yüksek olup, kuyudan artezyen yapılmaktadır. Kuyu yerinde yüzeyden itibaren 1.50 m'de kil , 15 –16 m'de kum, 16-20 m'de çakıllı kum birimleri belirlenmiştir. Zemin, yumuşak kil karakterindedir.

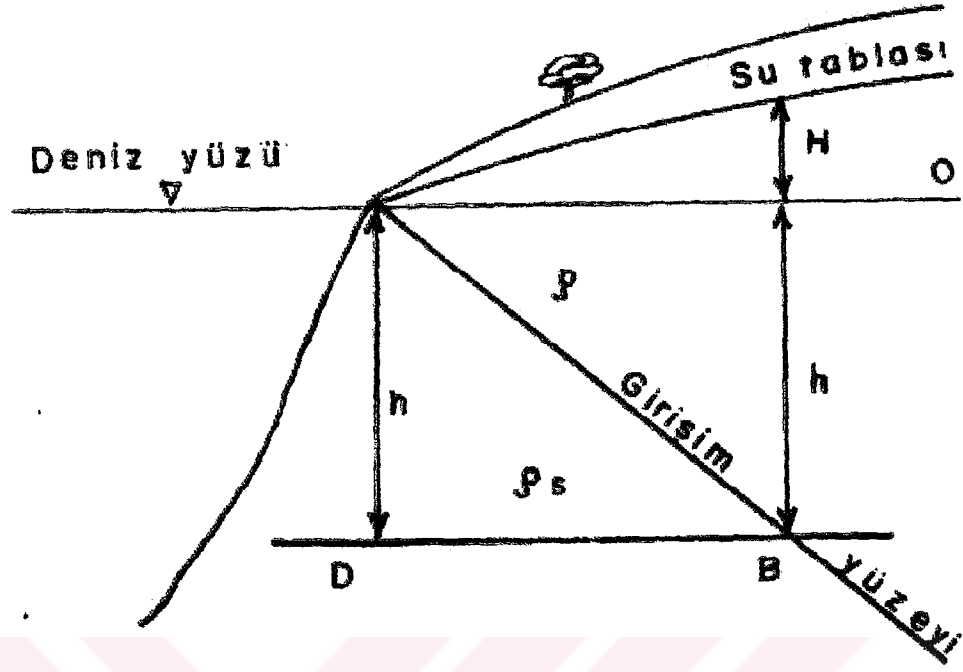
Ghyben-herzberg bağıntısı

Bu bağıntı, tatlı yer altı suyu ile tuzlu su arasında bir yüzey boyunca (girişim yüzeyi) yoğunluk farkından ileri gelen statik bir dengenin varlığı esasına dayanır. Burada DB yeraltındaki herhangi bir referans düzlemi ile düşey düzlemin arakesitidir. Tatlı ve tuzlusuda hiçbir akım olmadığı varsayımına göre AB düzlemi üzerinde, her noktadaki hidrostatik basınç aynı olacaktır.

Deniz seviyesinden referans düzlemine olan uzaklık h, tatlı suyun deniz seviyesinden itibaren yüksekliğine H olarak alırsak “Ghyben – Herzberg” bağıntısı formül (2.1) elde edilir.

$$h = 40 \cdot H \quad (2.1)$$

Buna göre, bir kıyı akiferinde herhangi bir noktada su tablasının deniz seviyesine kadar olan H derinliği bilinirse, o noktada deniz seviyesinden girişim yüzeyine olan yaklaşık h derinliği hesaplanabilir. Deniz kıyılarına yakın akiferlerde yapılan ölçümler



Şekil 2.2. Serbest bir kıyı akiferinde, tatlı su – tuzlu su ilişkisinin Ghyben – Herzberg bağıntısına göre şematik gösterilişi.

bağıntının doğruluğunu göstermiştir. Ancak diğer bazı gözlemlerin farklı sonuçlar vermesi üzerine yapılan ayrıntılı araştırmalar ve model deney çalışmaları Ghyben – Herzberg bağıntısının her zaman uygulanamayacağını ortaya koymuştur [16]. Ghyben – Herzberg'ten sonra K. Hubbert ve H. Cooper gibi araştırmacılar bu bağıntının uygulanabilmesi için su tablası veya basınç yüzeyinin deniz seviyesinin üzerinde bulunması ve denize doğru eğimli olması koşullarını ileri sürmüşlerdir. Bu koşulların bulunmadığı hallerde deniz suyunun bu bağıntıya bağlı olmaksızın kıyı akiferlerinin içine doğru ilerleyeceğini belirtmişlerdir. Arazi ve laboratuvarlarda yapılan araştırmalar tatlı su – tuzlu su arasında kesin bir sınırın bulunmadığını, bu sınırın kalınlığı birkaç on metreye varabilen bir geçiş zonu şeklinde oluştuğunu göstermiştir. Geçiş zonu, pompaj, yer altı suyunun beslenmesi, ortamın geçirirliliği, gel – git olayı vb. gibi etkenlere bağlı olarak daralıp genişleyebilir.

3. MATERYAL ve METOT

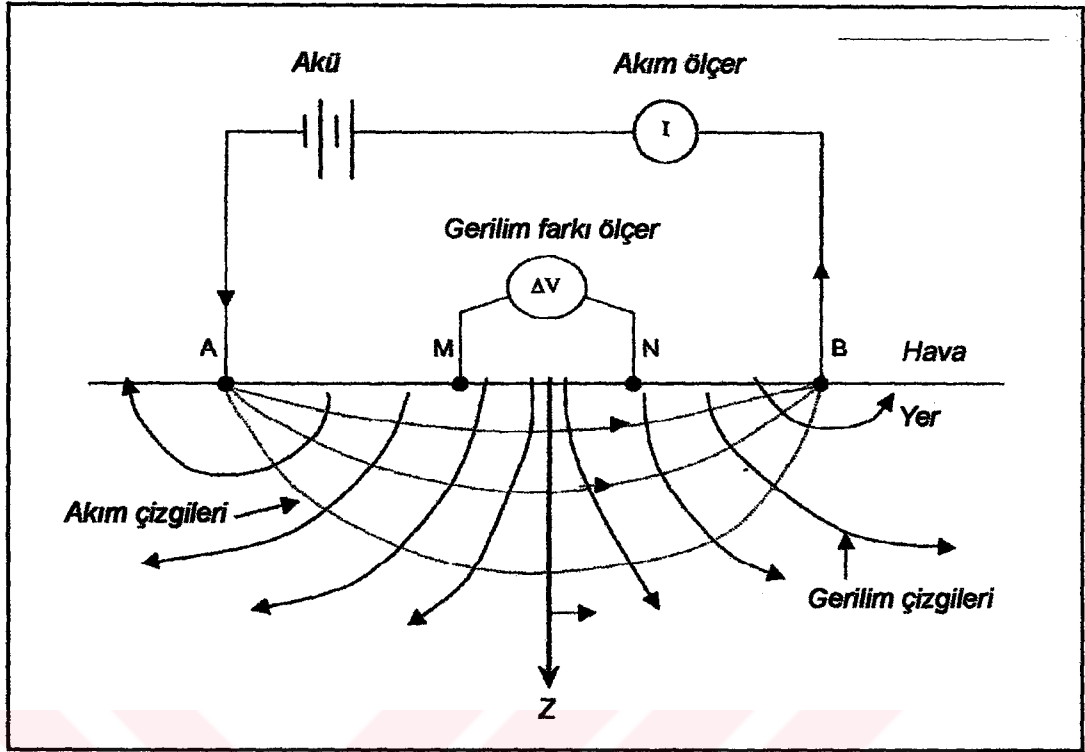
Silifke-Göksu deltası tatlı su-tuzlu su girişiminin incelenmesi amacıyla, D.S.İ. Adana 6. Bölge Müdürlüğü tarafından Göksu deltasında yapılan jeofizik arazi çalışmalarında, düşey elektrik sondaj yöntemi ile görünür özdirenç değerleri ölçülmüştür. Ölçümlerde D.S.İ. Etlik tesisleri Jeofizik laboratuvarında yapılan rezistivite aygıtı kullanılmıştır. Çalışma alanını oluşturan Göksu deltası boyunca çeşitli alanlardan doğru akım jeofizik rezistivite cihazı kullanılarak doğru akım özdirenç yöntemi ile elde edilen değerler, düşey elektrik sondaj yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.1. DOĞRU AKIM ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ

Özdirenç (rezistivite) yöntemi olarak da bilinen doğru akım özdirenç yöntemi, arama jeofiziğinde kullanılan başlıca jeofizik yöntemlerdendir. Bu yöntemde amaç, yapay bir enerji kaynağı kullanarak doğal alanı meydana getiren cisimlerin derinliğini bulmak ve yer içinin jeolojik yapısını, elektrik özelliğine (özdirenç) göre haritalamaktır. Yöntem, maden, mineral, jeotermal enerji kaynağı ve petrol aramaları ile hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi problemlerinin çözümünde kullanılır. Özellikle 1980 yılından sonra, arkeolojik yapıların aranmasında da kullanılan en etkili jeofizik yöntemlerdendir. Çevre ile ilgili uygulamalarda, özdirenç yöntemiyle, örtü tabakasının derinliği, stratigrafi, faylar, kayaç birimleri, tuzlu su girişimleri, kirlenme bölgeleri, atıkların atılacağı yerler ve boşluklar belirlenir. Doğru akım özdirenç yöntemi; kuramı ve uygulamasının kolay olması, ölçü aletinin basit olması ve yöntemin etkili sonuçlar vermesinden dolayı günümüze kadar kullanılan en yaygın jeofizik yöntemi olmuştur [17].

3.1.1. Ölçü Sistemi

Doğru akım özdirenç ölçü düzeneği şekil 3.1'deki gibi gösterilebilir. Bu düzenede, bir güç kaynağı (akü), bir akım ölçer ve bir gerilim farkı ölçer gereklidir. Burada, iki noktada yere çakılmış elektrotlar yardımı ile akım uygulanır (A ve B akım elektrotları) ve diğer iki noktada çakılmış elektrotlar arasında oluşan gerilim farkı ölçülür (M ve N gerilim elektrotları). Kullanılan elektrotlar genelde paslanmaz çelikten yapılmıştır.



Şekil 3.1. Arazide ölçü sistemi. A ve B akım elektrodları, M ve N gerilim elektrodları [18].

Burada A elektrodundan yere verilen akım, yer içinden geçer ve B elektroduna ulaşır. Bu akımdan dolayı, M ve N elektrotlarının arasında oluşan gerilim farkı ölçülür. Ölçülen bu gerilim farkı, tüm elektrotlar arasındaki uzaklığa ve ortamın jeolojik yapısına bağlıdır. Elektrotlar arasındaki uzaklığı değiştirmekle ölçülecek görünür özdirenç değerlerinden yatay yeraltı tabakalarının kalınlıklarını bulabiliriz. Ayrıca elektrotların çakıldığı yer ölçülen gerilim farkını etkiler. Örneğin, akım elektrotları, iki taş arasına sıkıştırılırsa, akım geçmez ve M ve N arasında gerilim farkı oluşmaz.

3.1.2. Ölçülen Büyüklük ve Görünür Özdirenç Kavramı

Doğru akım özdirenç yönteminde, ölçülen büyüklük gerilim farkıdır. Fakat veri yorumunda fiziksel bir büyüklüğe ihtiyaç vardır. Bu fiziksel büyüklük özdirençtir. Ölçülen gerilim farkından, özdirenç aşağıda verilen formül (3.1) kullanılarak bulunur.

$$\rho = k \Delta v / I \quad (3.1)$$

Burada I (amper) yere uygulanan akım ve k geometrik katsayı (geometrik faktör) olarak bilinir ve formül (3.2.)'deki gibi hesaplanır.

$$k = 2\pi / (1/AM - 1/BM - 1/AN + 1/BN) \quad (3.2.)$$

Geometrik faktör, elektrotlar arasındaki uzaklığa bağlıdır. Burada özdirenç bağıntısı yeraltının tümüyle homojen (tek düze) ve izotrop (yarı sonsuz) olması şartı ile ortamın gerçek rezistivitesini hesaplamada kullanılabilir. Fakat gerçekte yer homojen değildir ve arazide ölçülen gerilim farkı kullanılarak formül (3.1)'den hesaplanan özdirenç, görünür özdirenç olarak adlandırılır. Görünür özdirenç, yer içindeki jeolojik yapıya, bu yapının özdirençine ve kullanılan elektrot dizilimine bağlıdır. Görünür özdirenç tanımlamasına göre; ortam homojen ve izotrop ise ölçülen görünür özdirenç ortamın özdirençine eşit olmalıdır. Tabakalı bir ortamda görünür özdirenç eğrisi akım elektrotları arasındaki uzaklığın yarısı olan AB/2'nin küçük değerleri için birinci tabakanın özdirençine, büyük değerleri için son tabakanın özdirençine yakınsamalıdır. Ayrıca görünür özdirenç, AB/2'nin ara değerlerinde de ara tabakaların özdirençine yakın olmalıdır [19]. Arazide ölçülen gerilim farkları, homojen ve izotrop ortama ait olmadığından, bundan sonraki bölümlerde formül (3.1) ile hesaplanan özdirenç, görünür özdirenç olarak adlandırılacaktır.

3.1.3. Elektrod Dizilimleri

A, B akım ve M, N gerilim elektrotlarının farklı konumlarına göre farklı elektrod dizilimleri önerilmiştir. Pratikte yer içine A ve B gibi iki noktadan I elektrod akımı gönderilir ve yine M ve N gibi ayrı iki nokta arasında potansiyel farkı ölçülür. Aynı yer için farklı elektrod dizilimi ile ölçülen gerilim farkları ve dolayısı ile görünür özdirenç değerleride farklı olmaktadır. Geleneksel elektrod dizilimleri, elektrotların bir bakışım (simetri) merkezine göre, çizgi boyunca dizilmesinden elde edilen; Schlumberger, Wenner, Dipol-Dipol ve Pole-Dipol dizilimleridir. Bu dizilimler amaca yönelik seçilmektedir. Schlumberger ve Wenner dizilimi derin amaçlı araştırmalarda kullanılmaktadır. Yanal süreksizliklerin belirlenmesinde ise Pole-Dipol dizilimi iyi sonuç vermektedir. Maden aramacılığında ise daha çok Dipol-Dipol dizilimi kullanılmaktadır.

Schlumberger elektrod dizilimi, düşey yönde yerçinin özdirenç yapısını araştırma amaçlı uygulanan doğru akım özdirenç yönteminde daha çok düşey elektrik sondaj yöntemi kullanılır [20]. Bu yöntemin uygulanmasında ise yaygın olarak Schlumberger elektrod dizilimi kullanılır. Bu dizilim için görünür özdirenç ve geometrik faktör, formül (3.3) kullanılarak bulunur [21].

$$k = \frac{\pi}{4} \overline{MN} \left[\frac{\overline{AB}^2}{\overline{MN}^2} - 1 \right] \quad \rho = k \frac{\Delta V}{I} \quad (3.3)$$

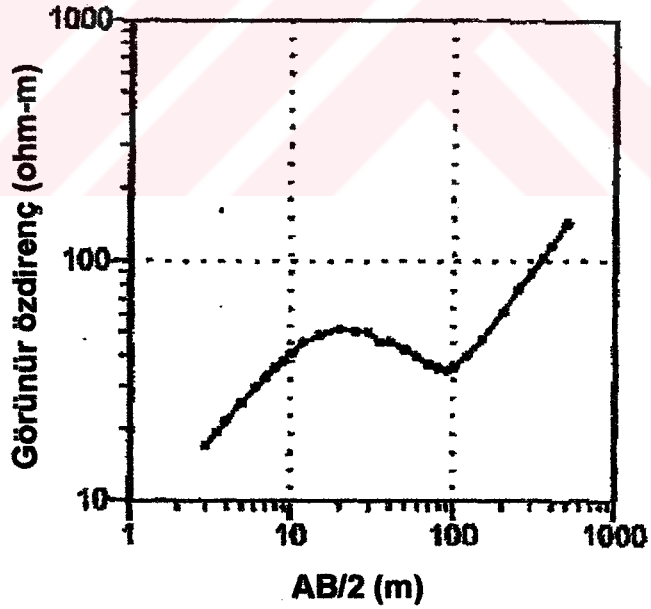
Burada ΔV ölçülen gerilim farkı (milivolt) ve I ise yere uygulanan akımdır (miliamper). Görünür özdirenç birimi ise ohm-m. dir. Hesaplanan görünür özdirenç değeri logaritmik kağıtta yerine konur ve yeni $AB/2$ değeri için ölçüye geçilir. Arazide, işçilik hataları, elektrodlar arası uzaklığın yanlış belirlenmesi ve benzeri yanlışlıkları kontrol etmek için, görünür özdirenç değeri logaritmik kağıda işaretlenmeden bir sonraki $AB/2$ konumuna geçilmemelidir. Arazide yapılan yanlışlık, arazide düzeltilmelidir. Schlumberger diziliminde dikkat edilmesi gereken en önemli konu, akım elektrodları arasındaki mesafenin, gerilim elektrodları arasındaki mesafenin en az 5 katı olmasıdır ($AB > 5 MN$) [22]. Kuramsal olarak elektrik alan ölçülmek istendiğinden MN mesafesinin çok küçük olması gerekir. Fakat uygulamada, $AB/2$ mesafesi artırıldıkça, artık gerilim farkı aletin ölçemeyeceği kadar küçülür, bu durumda MN mesafesi artırılır. Arazide bunu artırırken; örneğin MN 'nin ilk değerinde ardarda iki $AB/2$ mesafesi için ölçüler alınır. Daha sonra MN mesafesi artırılır ve bir önceki $AB/2$ mesafeleri için tekrar ölçü alınır. Bunun sebebi ise, ölçü alımı tamamlandıktan sonra veri işlem aşamasında sabit MN değerleri için çizilmiş görünür özdirenç eğrilerini birleştirmektir.

3.2. DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJ YÖNTEMİ

Düşey elektrik sondaj yöntemi, elektrik sondajında sabit bir nokta simetri merkezi olacak şekilde, her ölçüm sonucunda bu noktanın iki tarafında elektrodların bir çizgi boyunca açılmasıyla uygulanır. Böylece yer içinde düşey yöndeki özdirenç değişimi incelenmeye çalışılır. Bu nedenle yöntem, Düşey elektrik sondajı (DES) olarak isimlendirilmektedir. DES yer altı durumunun derinlere doğru değişimini incelemek için kullanılır. İncelenecek alanda seçilecek bir noktada, önce elektrodlar

arasındaki aralıklar küçük alınır. Yavaş yavaş bu aralıklar artırılarak her kez görünür özdirenç hesaplanır [20].

Elektrodlar arasındaki aralık arttıkça akımın nüfuz edeceği derinlik artacağından, bu uygulama ile sıg derinliklerden başlayarak belirli bir derinliğe kadar olan tabakaların özdirençlerinin etkileri ölçülmüş olur. Bu şekilde ölçülen veri, x-ekseni $AB/2$ ve y-ekseni ölçülen görünür özdirenç değerleri olacak şekilde çizilir (şekil 3.2). Elde edilen eğri, DES eğrisi olarak adlandırılır. $AB/2$ ve ölçülen görünür özdirenç değerlerinin çok geniş aralıkta değişmesinden dolayı, genel olarak DES eğrisinde her iki eksen de logaritmiktir. Görünür özdirençin değişiminden birinci tabakanın kalınlığı, özdirenci ve alt tabakanın özdirenci hesaplanabilir. DES yöntemi, yatay yada az çok yatay olan tabakaların etüdünde kullanılır. DES yöntemiyle yer altı tabakalarının kalınlıklarını ve gerçek özdirençlerini bulduktan sonra yeraltındaki tabakaların arasındaki sınırları yeraltı yapı kesitleriyle belirleyebiliriz. DES yöntemi, yeraltı suyu içeren tabakaların aranmasında, ana kaya üstündeki örtü kalınlığının bulunmasında kullanılır.



Şekil 3.2. Schlumberger elektrod dizilimi için düşey elektrik sondaj eğrisi [18].

3.3. SCHLUMBERGER BİLGİSAYAR PROGRAMI

Araziden elde edilen özdirenç değerleri Schlumberger İnversion 6 bilgisayar programında değerlendirilmiştir. Program, Schlumberger arazi verilerini kolay ulaşılabilir bir veri kütüğünde saklamak ve hızlı bir biçimde özdirenç eğrilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Program, Schlumberger elektrot açılımına göre elde edilen görünür özdirenç değerleri ve elektrot açılım uzaklığına ($AB/2$) karşılık gelen değerler girilerek DES eğrisini oluşturmaktadır. Schlumberger bilgisayar programı, tabakaların sayısını, kalınlıklarını, özdirenç değerlerini ve yeraltı yapısının litolojisini belirler.

3.4. ÖZDİRENÇ KONTUR HARİTASI

Araziden elde edilen özdirenç değerleri Stanford Graphics bilgisayar programında değerlendirilmiştir. Ölçü noktalarının x-y düzlemi üzerinde işaretlenmesi ve her noktada ölçülmüş tüm görünür özdirenç verileri ile çizilen kontur haritalarına, görünür özdirenç seviye haritası da denilmektedir. Programda x düzlemine ölçüm noktaları arası uzaklık değerleri, y düzlemine elektrot açılım uzaklık değerlerine karşılık gelen özdirenç değerleri girilmiştir. Kontur haritası, belirli bir seviyede, x ve y yönündeki yerin özdirenç yapısı hakkında bilgi verir.

3.5. YERALTI YAPI KESİTİ

Araziden elde edilen özdirenç değerleri Stanford Graphics bilgisayar programında değerlendirilmiştir. Programda x düzlemine ölçüm noktaları arası uzaklık değerleri, y düzlemine elektrot açılım uzaklık değerlerine karşılık gelen özdirenç değerleri girilmiştir. Tüm veriler kullanılarak yeraltı yapı kesiti elde edilmiştir. Ayrıca yeraltı yapı kesitleri, ölçüm notalarının tabaka derinliğinin fonksiyonu olarak ölçekli biçimde çizilmiştir. Yeraltı yapı kesitiyle, yeraltının litolojisi ve tuzlanmanın olduğu zonlar belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Silifke-Göksu deltasında tathisu-tuzlusu girişiminin incelenmesi amacıyla, D.S.İ. Adana 6. Bölge Müdürlüğü tarafından düşey elektrik sondaj yöntemi ile, farklı derinliklerde ölçülen görünür özdirenç değerleri kullanılmıştır. Ek-2'de verilen jeofizik ölçüm noktaları haritasında gösterildiği gibi, ölçüler 10 farklı profil hattı boyunca, 44 noktadan alınmıştır. Elde edilen veriler Schlumberger Inversion bilgisayar programında değerlendirilerek her bir noktanın görünür özdirenç arazi eğrileri ve stratigrafik kesitleri, Stanford Graphics bilgisayar programı kullanılarak her bir profil hattının görünür özdirenç kontur haritaları ve yapma kesitleri hazırlanmıştır. Ayrıca aynı profiller boyunca ölçülen görünür özdirenç değerlerinin derinliğe bağlı değişimleri yorumlanarak yanal ve düşey litolojik değişimleri ve tuzlanma alanlarını gösteren yeraltı yapı kesitleri hazırlanmıştır.

4.1. GÖRÜNÜR ÖZDİRENÇ DEĞERLERİ

İnceleme alanında aşağıda verilen profiller ve noktalarda düşey elektrik sondaj yöntemi ile görünür özdirenç değerleri ölçülmüştür.

A Profili : A, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 ölçüm noktaları

1A Profili : 1A, 1A2 ölçüm noktaları

B Profili : B, B1, B2, B3 ölçüm noktaları

1B Profili : 1B1, 1B2 ölçüm noktaları

C Profili : C, C1, C2 ölçüm noktaları

D Profili : D, D1 ölçüm noktaları

I Profili : I, I1, I2 ölçüm noktaları

J Profili : J, J1 ölçüm noktaları

K Profili : K, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13
ölçüm noktaları

L Profili : L, L1, L2 ölçüm noktaları

44 DES noktası için düzeltilmiş özdirenç değerleri ve açılım uzaklıkları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 44 DES noktasının düzeltilmiş özdirenç değerleri ve açılım uzaklıkları.

Nokta No	A9	1A	1A2	B	B1	B2	B3	1B1	
Pafta No	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	
Sıra No	AB/2 (m.)	ÖZDİRENÇ (rezistivite) DEĞERLERİ (ohm-m.)							
1	3	5.9	12.93	9.42	8.79	4.27	1.18	11.55	5.71
2	4	5.88	11.53	9.42	8.59	4.08	1.2	10.59	6.12
3	6	5.71	10.25	9.34	7.69	4.3	1.43	9.34	7.00
4	8	6.23	10.3	9.7	7.29	4.95	1.68	8.9	8.24
5	10	6.91	10.7	9.9	7.69	5.91	1.93	8.23	9.32
6	12	7.4	11	10.5	7.86	6.84	2.44	7.96	10.77
7	15	8.67	11.9	11.4	8.91	8.44	3.03	7.96	12.65
8	20	10.02	13.78	12.73	10.34	10.33	4.13	8.51	15.45
9	25	11.55	15.67	14.2	12.14	11.95	5.09	9.3	17.95
10	30	12.5	18.75	14.8	13.2	12.2	4.88	10.9	20.25
11	40	14.7	21.5	17.5	15.7	13.4	7.19	11.8	22.25
12	50	16.5	23.5	20	18.2	13.85	8.2	12.3	24.25
13	60	18	24.6	21.25	18		9.1	12.5	25.25
14	70	18.3	23.7	22.25	18.35		10.02	12.8	26
15	80	19.25	25.5	22.5	18.6		10.01	12.9	27.75
16	90		25.5	24.7	21.8		9.7	12.95	29.5
17	100		25.65	25	20.3		9.8	12.9	30
18	120		27.5	29.8	21.5		11.1		
19	140		29.75	33	21.8		12.2		
20	160		32.75	36.25	23.3		13.8		
21	180		28.3	36.5	21.5				
22	200		27		20				
23	225				17				

Çizelge 4.1. (devam)

Nokta No	1B2	C	C1	C2	D	D1	I	I1	
Pafta No	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	P31-b3	
Sıra No	AB/2 (m.)	ÖZDİRENÇ (rezistivite) DEĞERLERİ (ohm-m.)							
1	3	3.26	1.38	1.86	2.38	1.79	1.36	3.51	2.88
2	4	3.17	1.53	2.00	2.77	2.12	1.55	4.23	3.12
3	6	3.5	1.87	2.53	3.5	2.86	2.08	5.93	4.21
4	8	4.00	2.31	2.12	4.25	3.56	2.67	7.34	4.94
5	10	4.81	2.8	3.68	4.89	4.27	3.36	8.7	5.74
6	12	5.46	3.37	4.27	5.38	5.01	3.81	10.43	6.28
7	15	6.68	4.08	5.1	6.41	5.98	4.64	12.83	7.03
8	20	7.76	5.19	6.26	7.89	7.3	5.81	15.66	7.83
9	25	9.3	6.24	7.56	9.37	8.15	6.85	17.87	9.14
10	30	12.4	7.2	8.85	10.02	8.6	7.9	18.7	10
11	40	14.7	8.7	9.85	12	10.03	10.25	21.8	11.5
12	50	17.7	10	11.1	13.5	11.6	12.1	25.5	12.4
13	60	20.7	10.85	12	15	12.7	13.1	27.5	13.8
14	70	21.8	11.7	12.25	15.4	13.6	13.2	28.5	15.4
15	80	23.3	12.2	13	15.5	14.2	13.3	30.6	16.4
16	90	24.1	12.35	13.35		15	13.65		17.55
17	100	24.3	12.75	13.6		14.8	14.2		19
18	120	27	14.65	15		16.4	17.4		
19	140	29.7	15.65	17		17.7	18.6		
20	160	32.7	16.95	17.8		19	19.7		
21	180		13.8	17		17.9	18		
22	200		12.65	14.9		17.2	17.9		
23	225		12.3	13.9			16.8		

Çizelge 4.1. (devam)

Nokta No	I2	J	J1	K	K1	K2	K3	K4	
Pafta No	P31-b3	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	
Sıra No	AB/2 (m.)	ÖZDİRENÇ (rezistivite) DEĞERLERİ (ohm-m.)							
1	3	2.04	14.56	12.81	5.65	7.85	0.66	4.39	3.7
2	4	2.11	13.65	122.95	5.65	4.47	0.65	3.65	1.88
3	6	2.8	15.38	13.46	6.26	2.03	0.65	2.03	0.82
4	8	3.6	18.29	15.32	7.2	1.58	0.69	1.3	0.63
5	10	4.35	20.59	17.61	7.61	1.32	0.74	1.01	0.63
6	12	4.93	22.07	19.88	8.19	1.34	0.83	0.89	0.65
7	15	5.8	23.73	23.04	8.43	1.4	0.94	0.91	0.72
8	20	6.13	25.05	26.93	9.08	1.69	1.19	1.08	0.9
9	25	6.85	27.42	28.89	9.63	2.15	1.4	1.33	1.07
10	30	7.8	27.3	30.12	10	2.45	1.54	1.54	1.25
11	40	9.00	29.5	36.3	11.2	3.15	2.05	1.87	1.36
12	50	8.95	28.4	38	12.75	3.5	2.55	2.32	1.96
13	60	8.35	28.3	38.3	13.7	4.2	3.04	2.75	2.27
14	70	8.55	27.4	40.4	15.5	4.9	3.3	3.17	2.77
15	80	8.15	26.7	40.27	16.55	5.9	3.96	3.54	3.17
16	90	8.2	24.7	40.55	16.5	6.4	4.36	4.02	3.38
17	100	8.8		40.72	16.8	6.9	4.7	4.3	3.87
18	120	10.2			19.7	7.45	4.8	5.25	4.35
19	140	12.1			21.65	8.75	6.7	6.1	5.4
20	160	14			23.65	9.5	7.8	7.1	6.00
21	180	14.9			23	10	8.00	7.4	6.25
22	200	14.9				9.9	8.8	7.6	6.8
23	225	12.9					9.2	8.25	7.1

Çizelge 4.1. (devam)

Nokta No		K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Pafta No		P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4
Sıra No	AB/2 (m.)	ÖZDİRENÇ (rezistivite) DEĞERLERİ (ohm-m.)							
1	3	15.07	0.61	0.89	10.67	0.37	0.55	0.39	0.3
2	4	9.89	0.51	0.57	2.19	0.32	0.51	0.38	0.28
3	6	4.85	0.41	0.43	0.42	0.31	0.57	0.32	0.27
4	8	1.08	0.37	0.38	0.34	0.31	0.59	0.33	0.29
5	10	1.06	0.38	0.39	0.35	0.35	0.53	0.34	0.31
6	12	0.78	0.41	0.42	0.39	0.38	0.65	0.37	0.34
7	15	0.73	0.49	0.48	0.47	0.45	0.76	0.42	0.37
8	20	0.95	0.62	0.62	0.55	0.56	0.93	0.55	0.51
9	25	1.12	0.81	0.83	0.67	0.69	1.11	0.69	0.59
10	30	1.33	0.95	0.95	0.85	0.78	1.32	0.82	0.74
11	40	1.67	1.27	1.24	0.98	1.05	1.75	1.05	0.99
12	50	2.2	1.44	1.58	1.24	1.3	2.07	1.35	1.22
13	60	2.53	1.87	1.86	1.52	1.58	2.33	1.65	1.5
14	70	2.7	2.03	2.24	1.8	1.79	2.6	2.15	1.75
15	80	3.38	2.33	2.56	1.95	2.04	2.85	2.25	2.05
16	90	3.6	2.58	2.92	2.18	2.22	3.1	2.55	2.2
17	100	4.15	2.83	2.97	2.38	2.54	3.3	2.65	2.5
18	120	5.1	3.42	3.83	3.00	3.04	3.67	3.4	3.05
19	140	6.2	3.9	4.55	3.5	3.36	4.35	4.15	3.5
20	160	7.25	4.53	5.2	4.00	4.05	4.9	4.9	4.15
21	180	7.8	4.85	5.7	4.5	4.27	5.3	4.95	4.45
22	200	8.2	5.3	6.00	4.7	4.5	5.00		
23	225	8.65	5.5	6.65	4.6				

Çizelge 4.1. (devam)

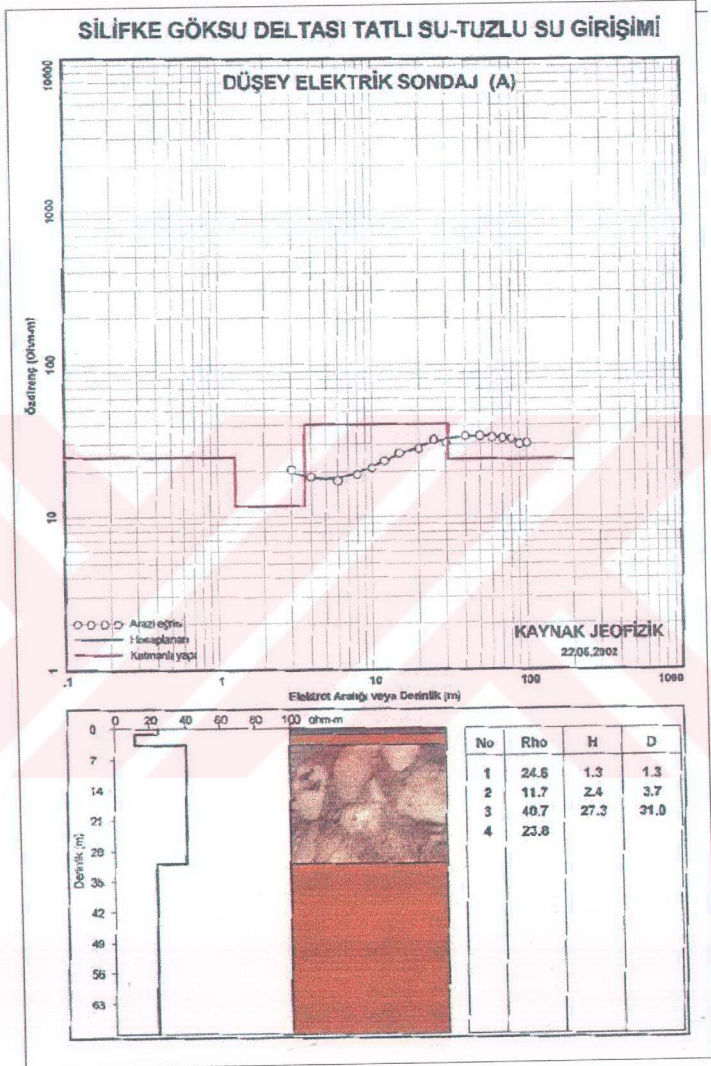
Nokta No		K13	L	L1	L2
Pafta No		P32-a4	P32-a4	P32-a4	P32-a4
Sıra No	AB/2 (m.)	ÖZDİRENÇ (rezistivite) DEĞERLERİ (ohm-m.)			
1	3	0.72	13.6	17.27	20.93
2	4	0.57	14.36	19.51	22.76
3	6	0.34	14.28	20.88	21.98
4	8	0.34	13.59	20.43	20.07
5	10	0.38	11.91	18.64	18.64
6	12	0.39	10.55	16.55	15.71
7	15	0.49	8.96	12.65	12.65
8	20	0.63	6.51	7.51	8.14
9	25	0.82	5.19	4.89	5.63
10	30	0.92	4.25	3.1	3.85
11	40	1.14	4.2	2.75	2.65
12	50	1.42	4.6	2.55	2.3
13	60	1.75	4.6	2.9	2.67
14	70	1.96	5.00	3.15	2.97
15	80	2.33	5.2	3.45	3.27
16	90	2.55	5.55	3.8	3.35
17	100	2.85	5.6	4.00	3.5
18	120		6.55	4.8	4.05
19	140		6.7	5.15	4.37
20	160		7.2		4.8
21	180		7.1		4.85
22	200		7.15		
23	225		7.25		

4.2. ÖZDİRENÇ ARAZİ EĞRİLERİ VE STRATİGRAFİK KESİTLER

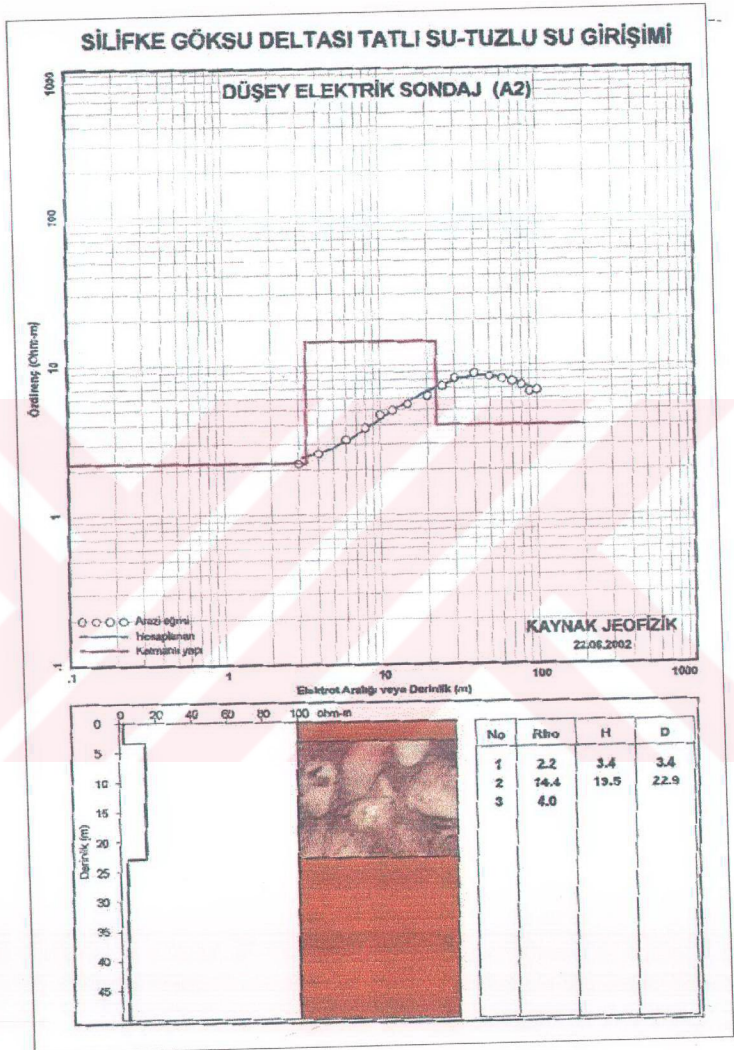
Çizelge 4.1’ de verilen düzeltilmiş özdirenç değerleri ve bunlara karşılık gelen yarı açılım uzaklıkları (AB/2) Schlumberger Inversion 6 programında veri olarak girilerek özdirenç arazi eğrileri ve stratigrafik kesitleri çizilmiştir. Her bir stratigrafik istifi oluşturan tabakaların kalınlıkları ve özdirenç değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçları gösteren özdirenç arazi eğrileri ve stratigrafik kesitleri şekil 4.2-4.45 arasında gösterilmektedir. Stratigrafik kesitlerde yeralan litolojik birimlerin açıklamaları Şekil 4.1’de verilmektedir.



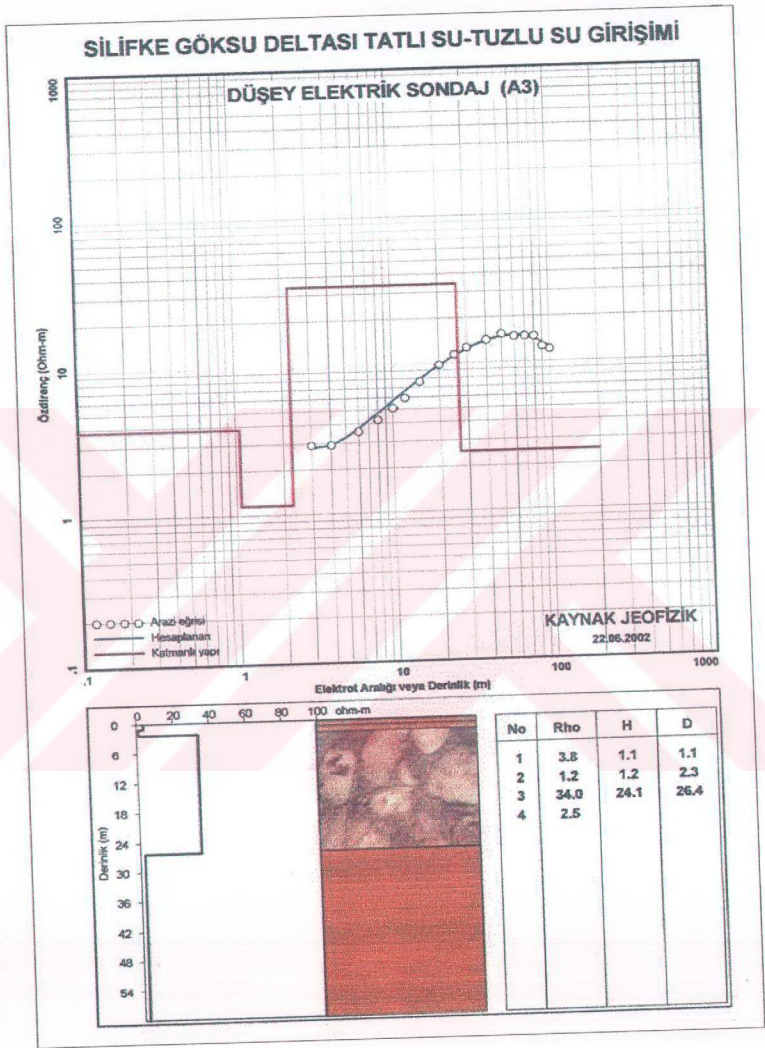
Şekil 4.1. Stratigrafik kesitlerde yeralan litolojik birimlerin açıklamaları.



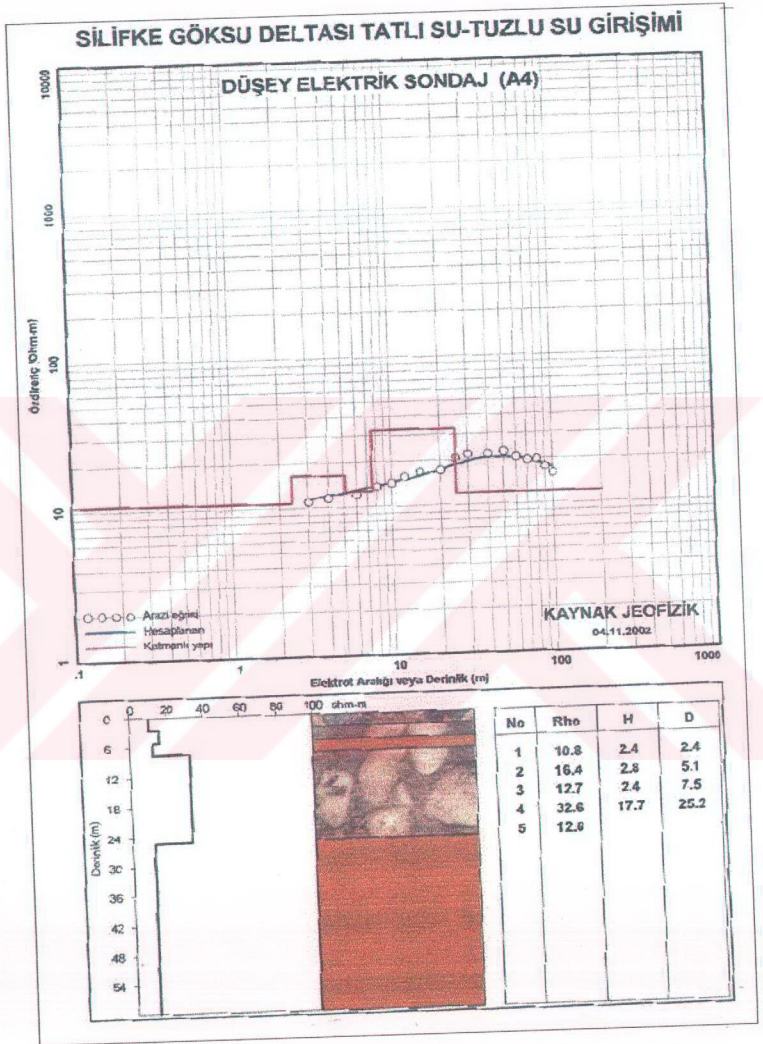
Şekil 4.2. A noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



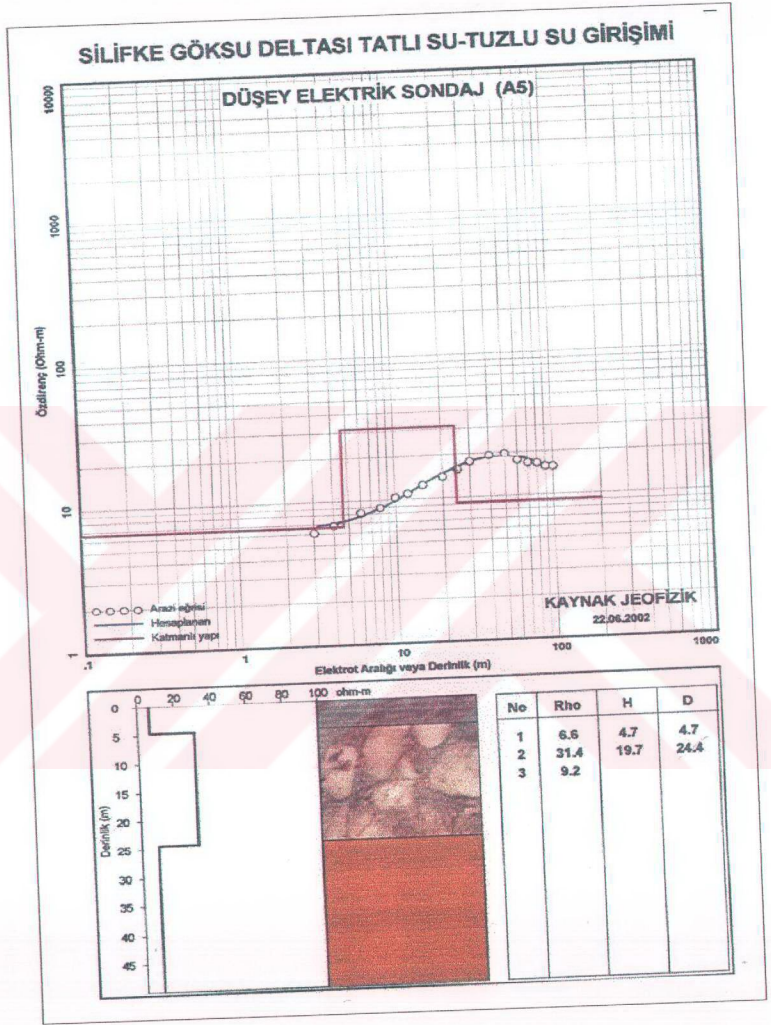
Şekil 4.3. A2 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 4.4. A3 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

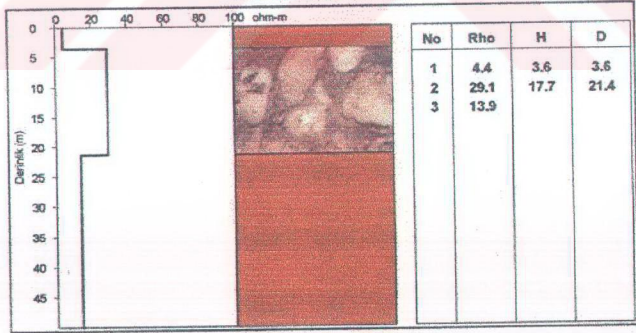
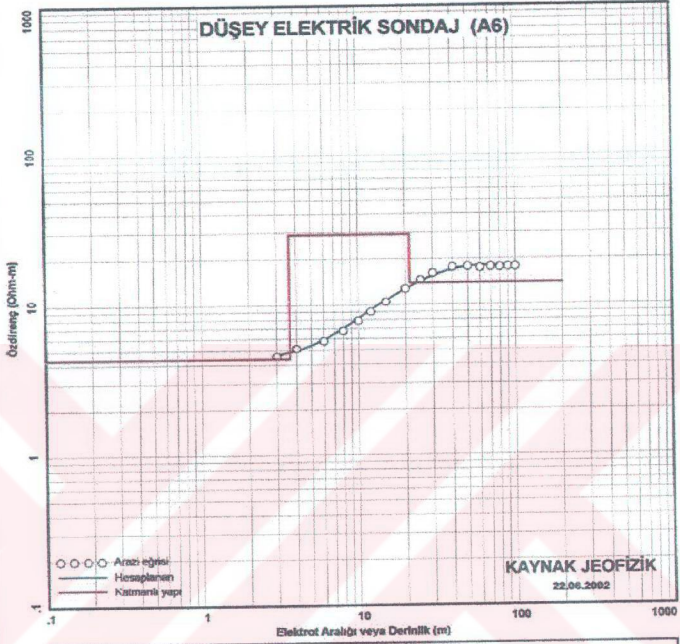


Şekil 4.5. A4 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

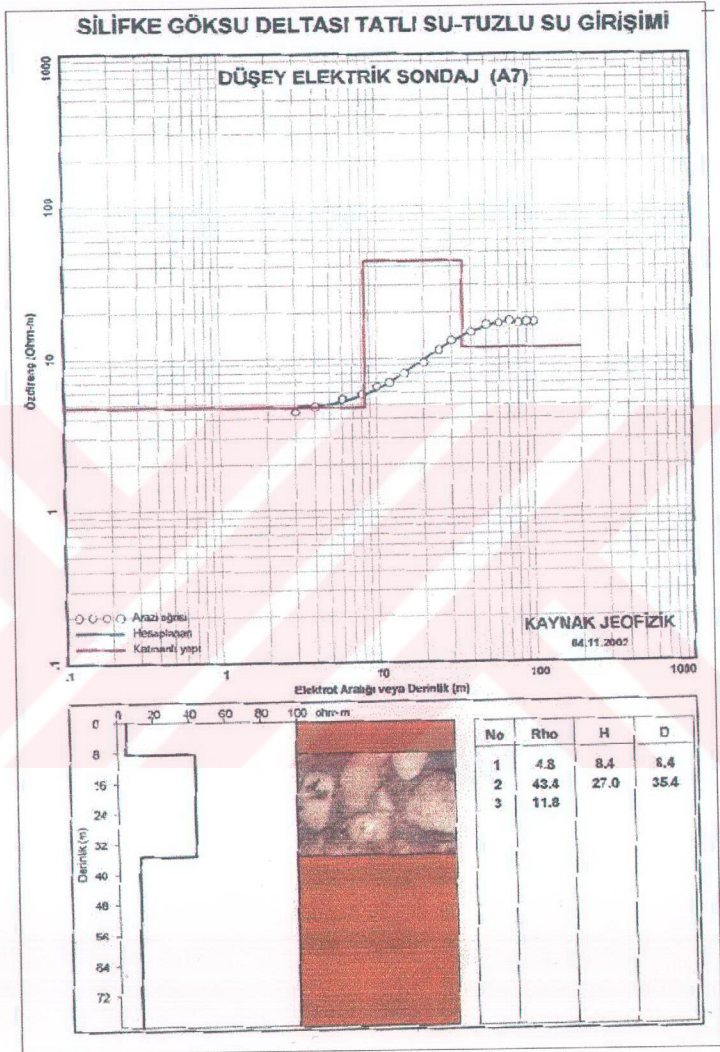


Şekil 4.6. A5 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarının gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

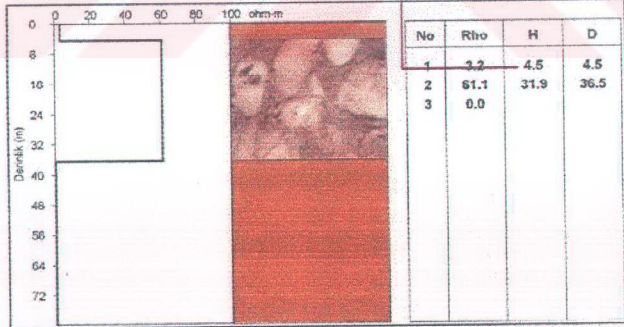
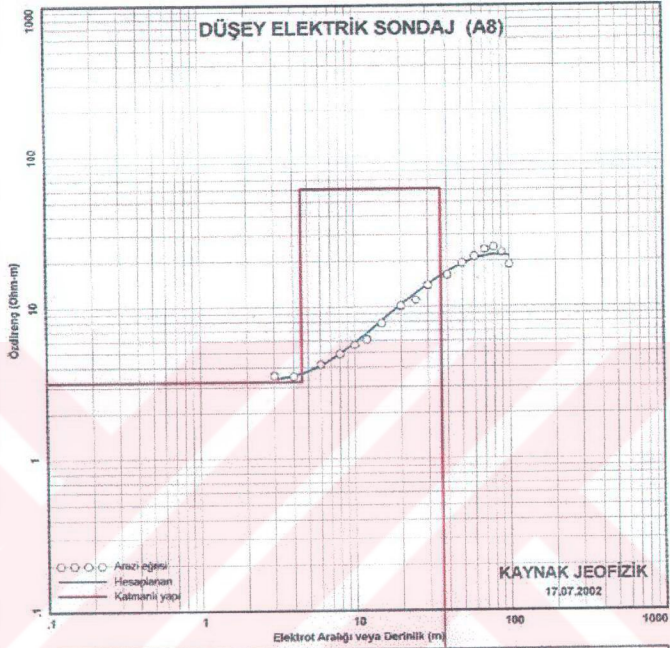


Şekil 4.7. A6 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

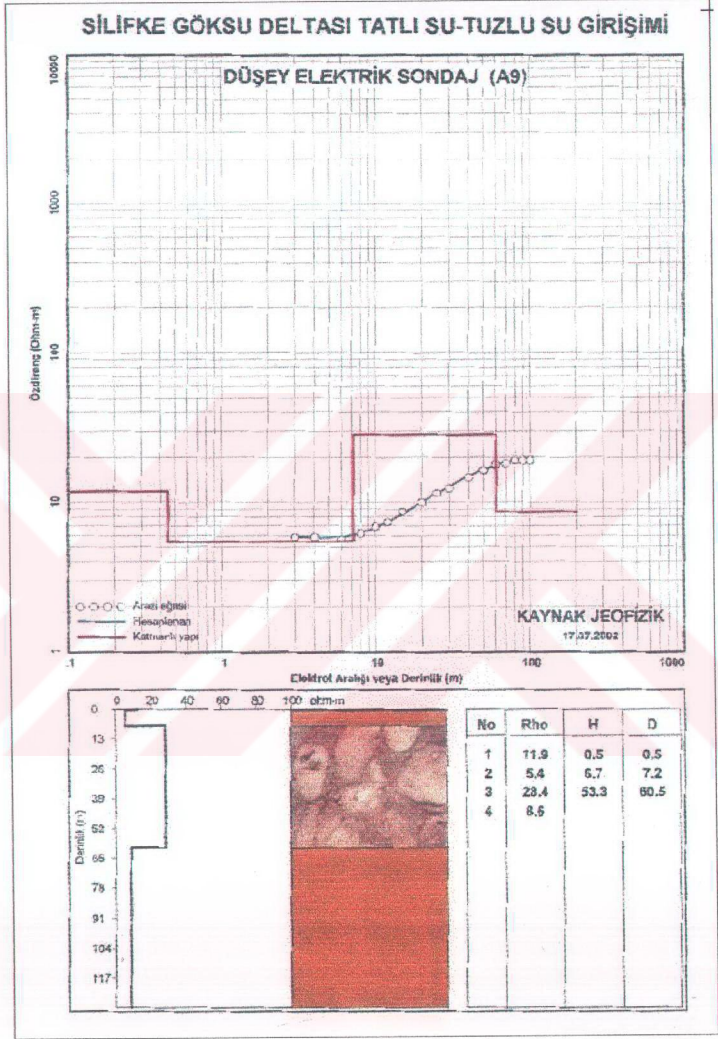


Şekil 4.8. A7 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

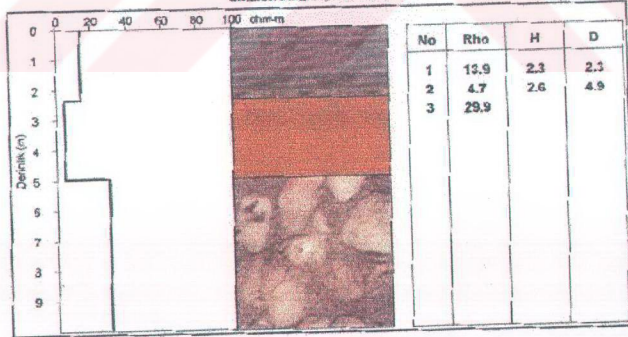
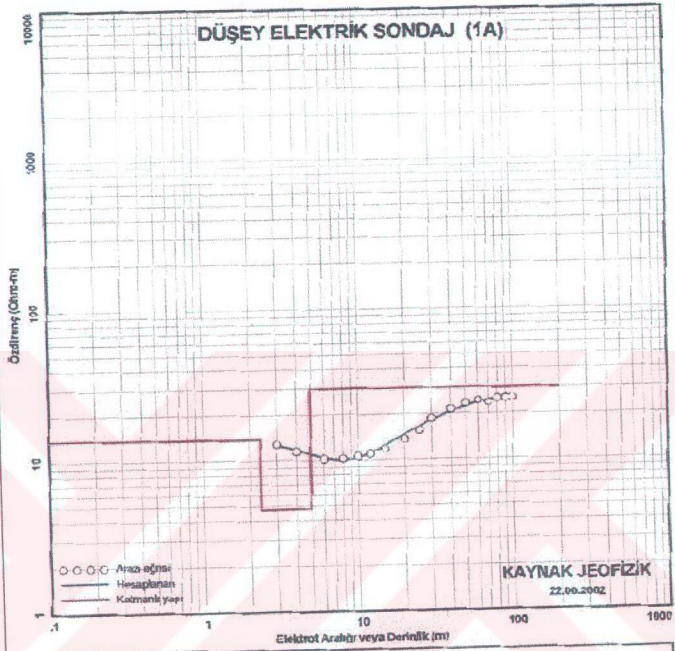


Şekil 4.9. A8 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

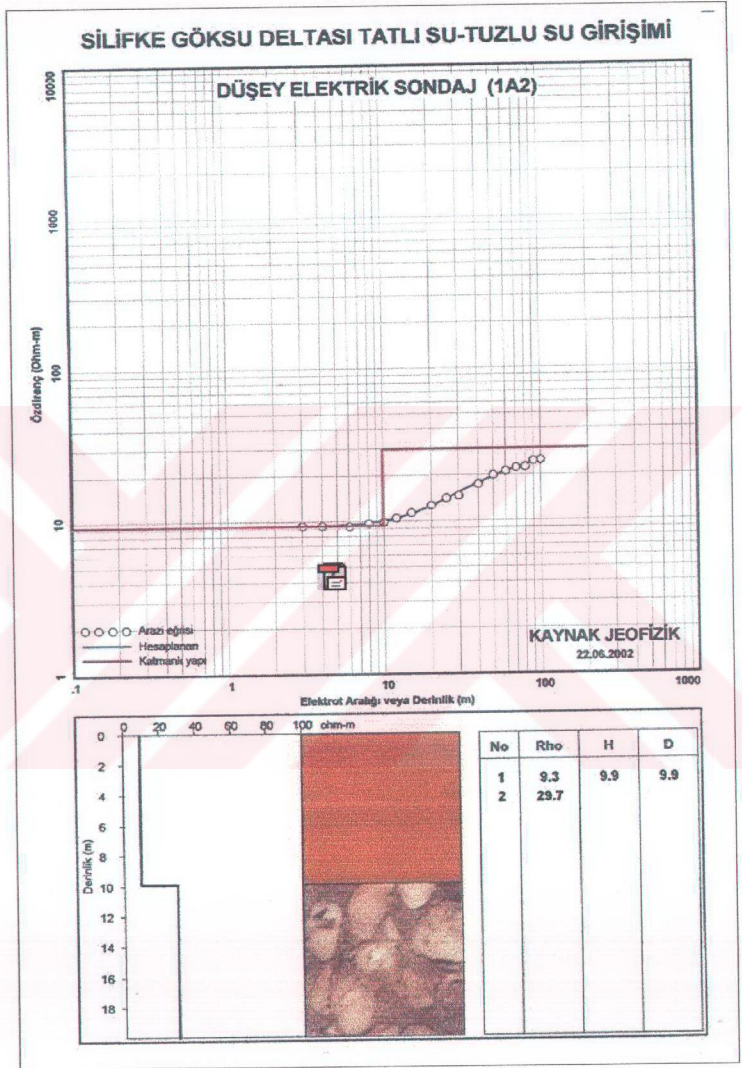


Şekil 4.10. A9 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

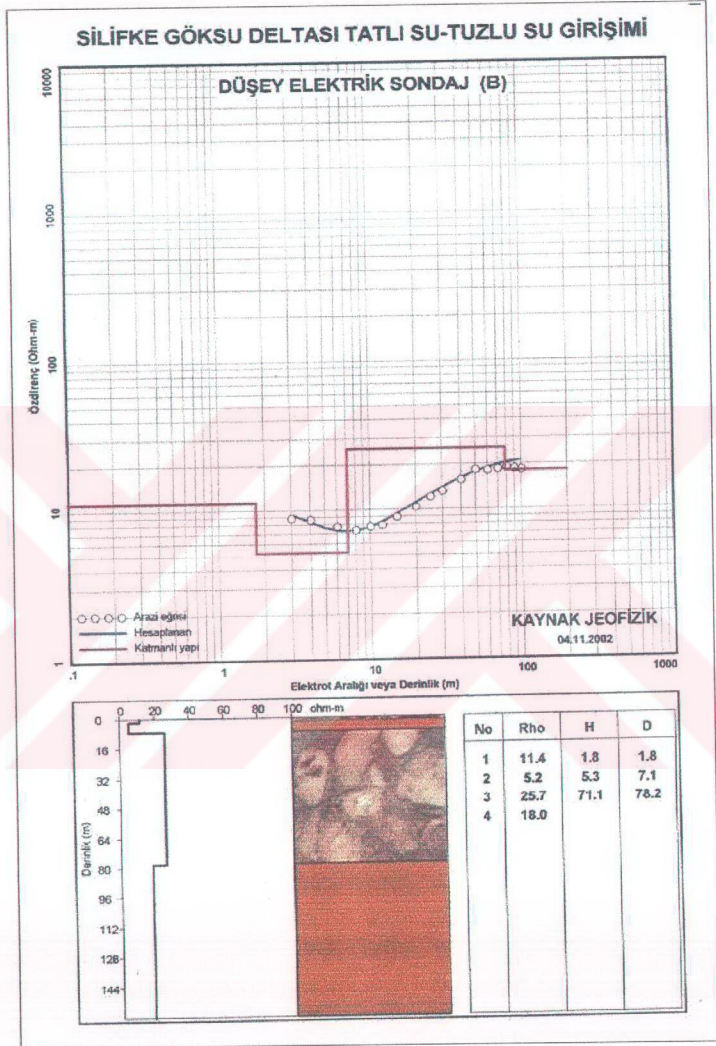
SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



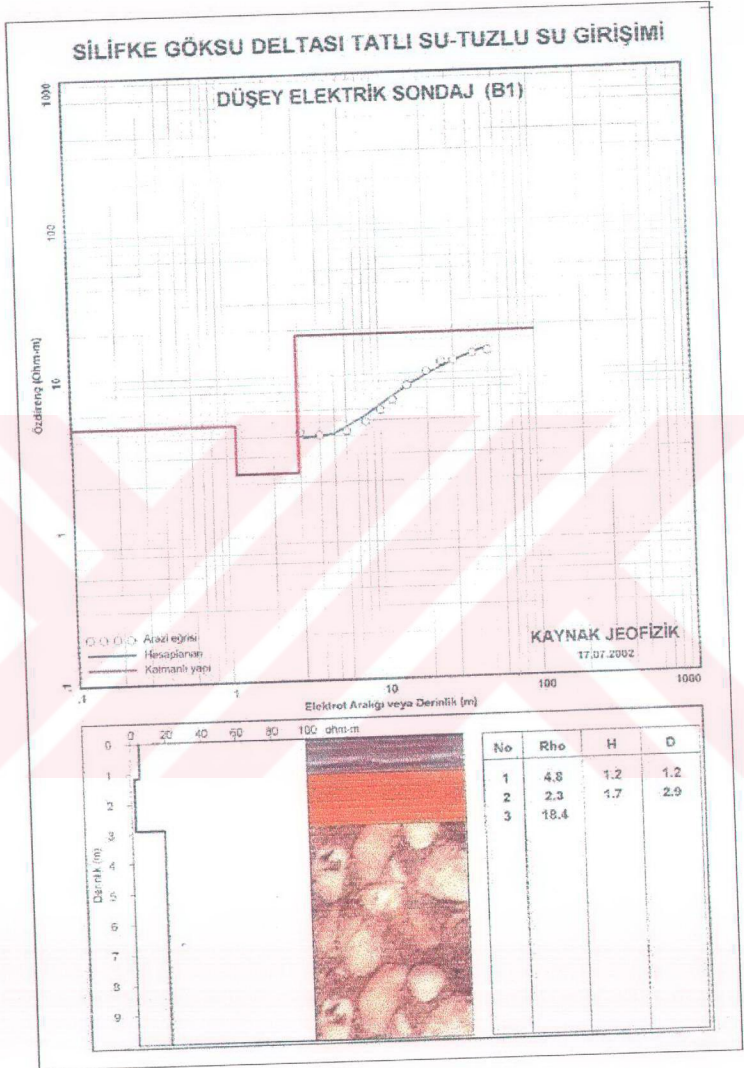
Şekil 4.11. 1A noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



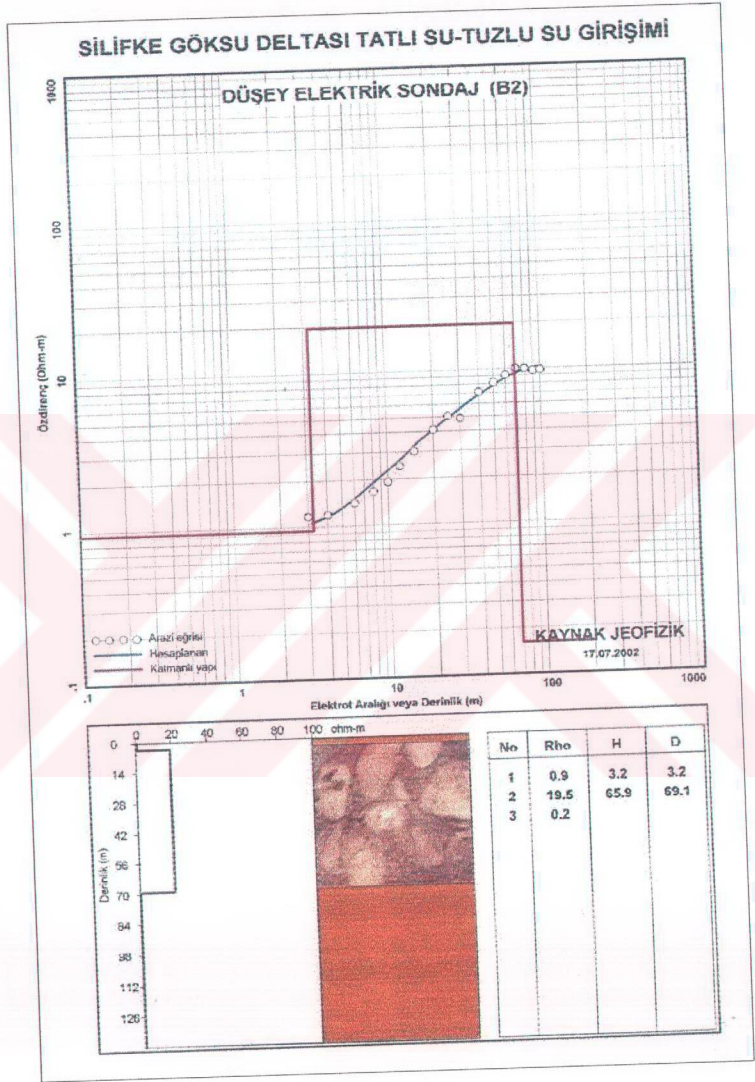
Şekil 4.12. 1A2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



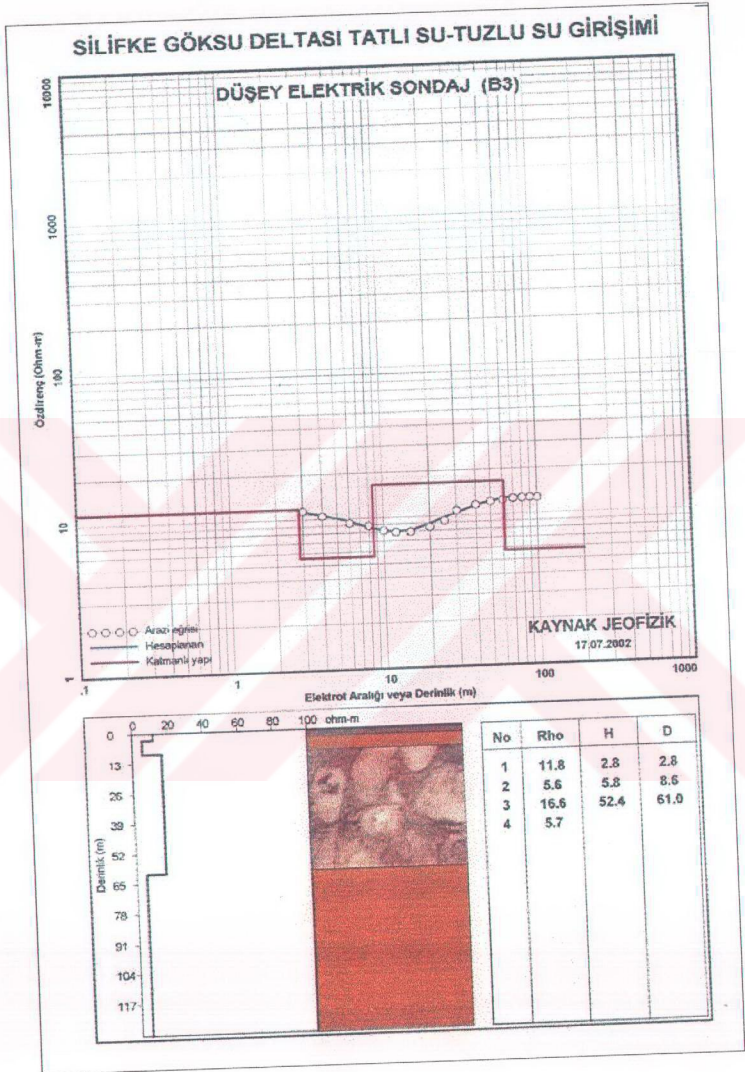
Şekil 4.13. B noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



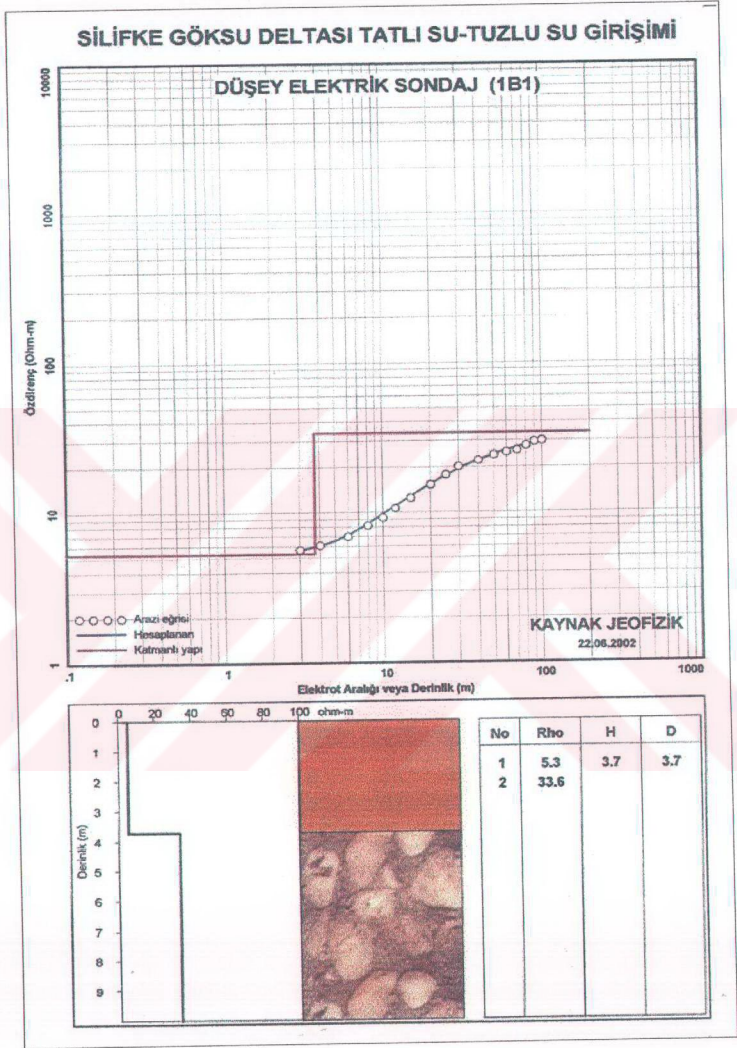
Şekil 4.14. B1 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



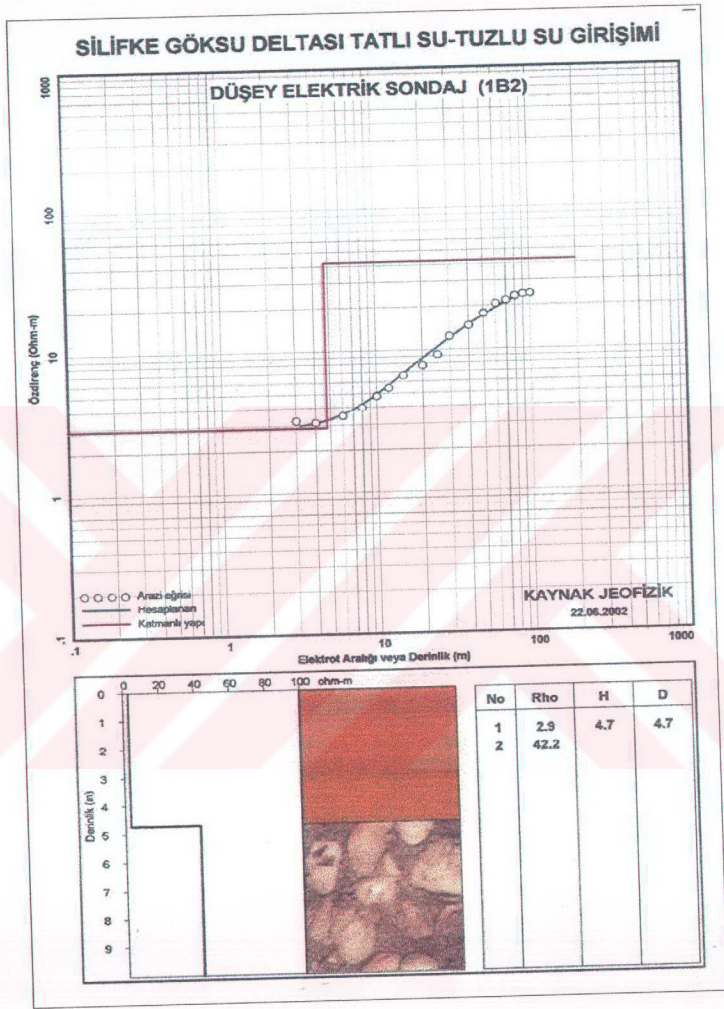
Şekil 4.15. B2 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 4.16. B3 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

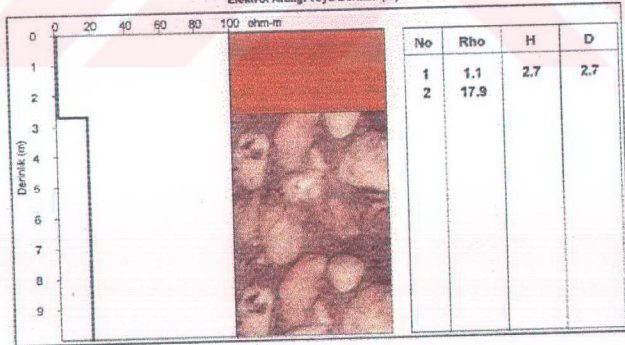
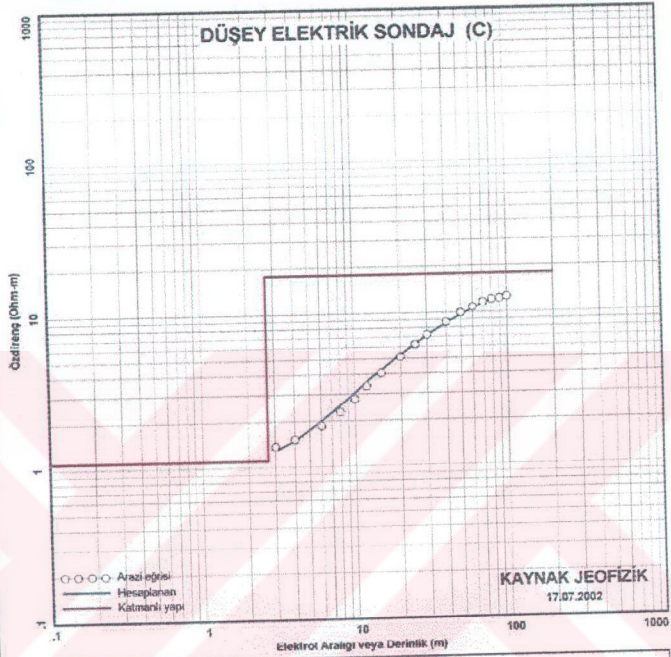


Şekil 4.17. 1B1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

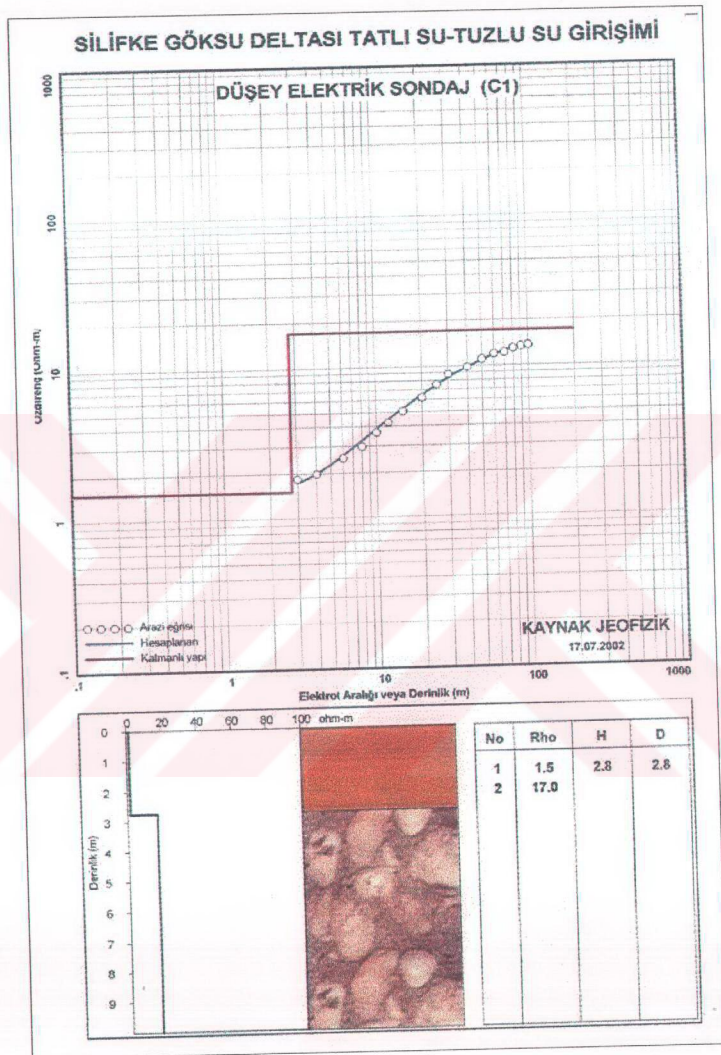


Şekil 4.18. 1B2 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

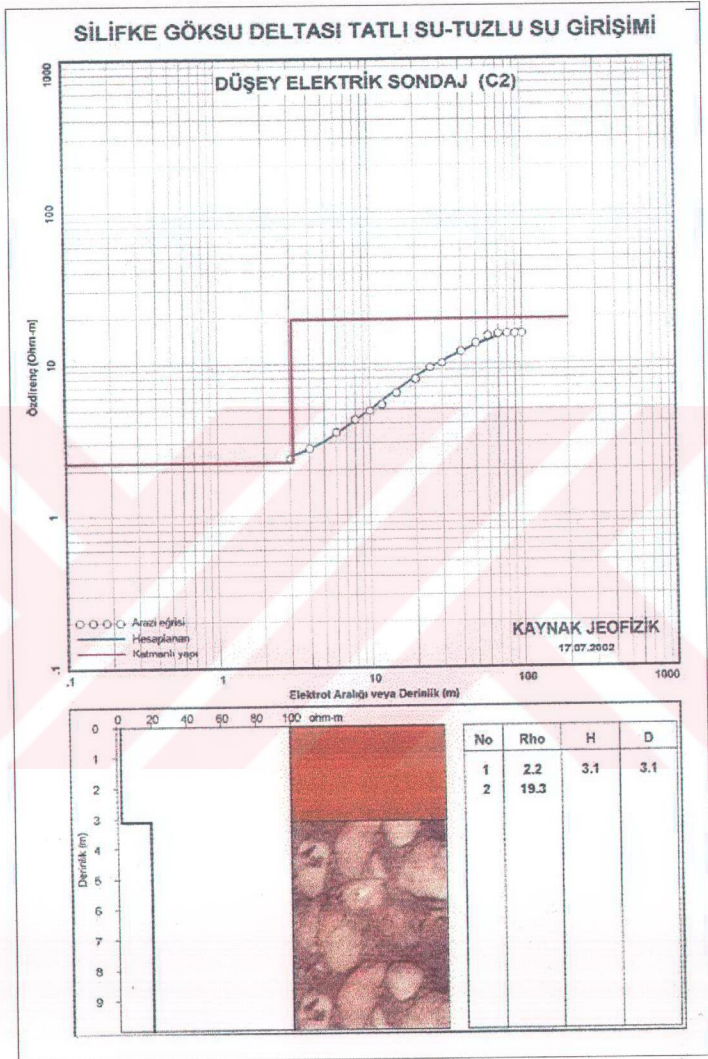
SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



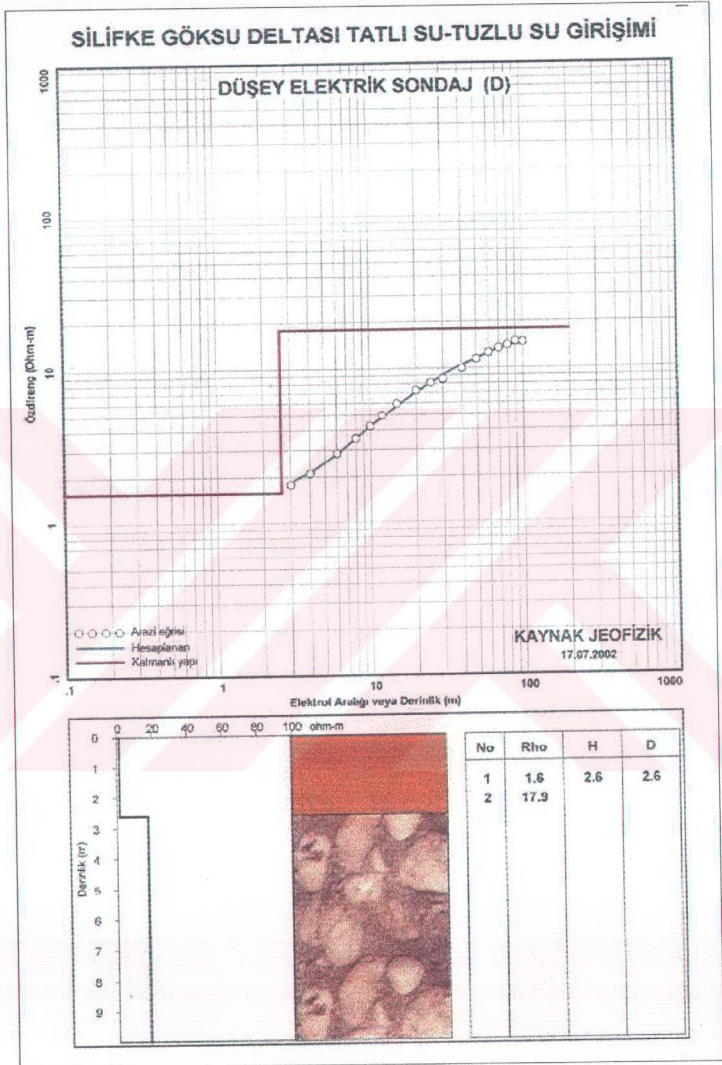
Şekil 4.19. C noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



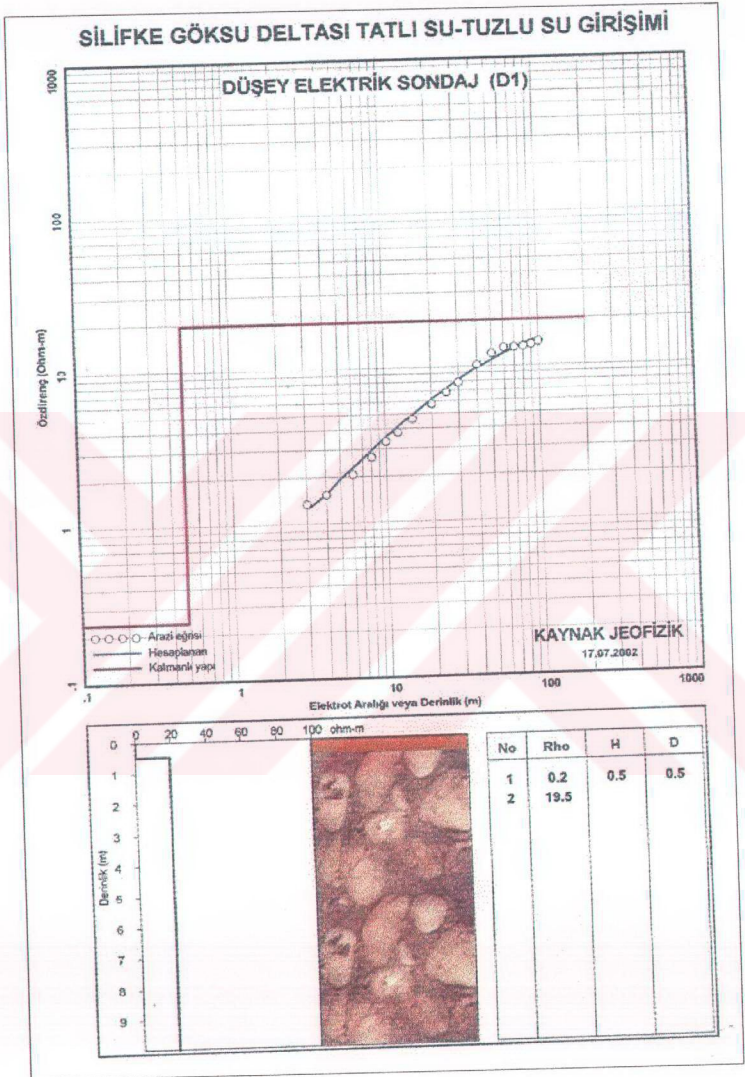
Şekil 4.20. C1 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



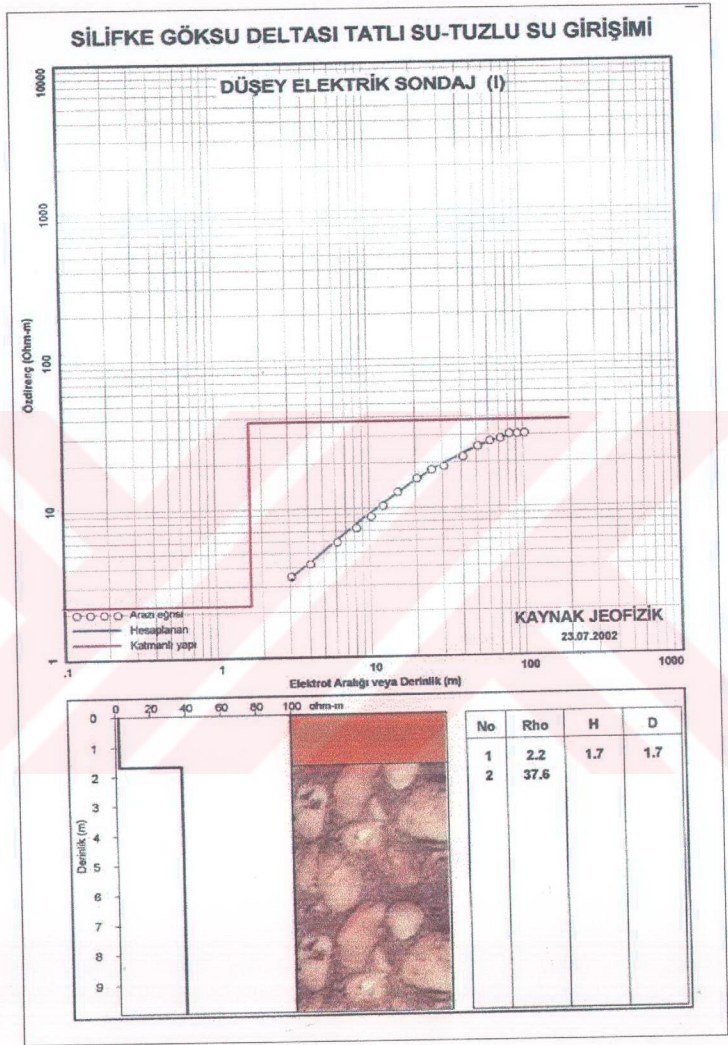
Şekil 4.21. C2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



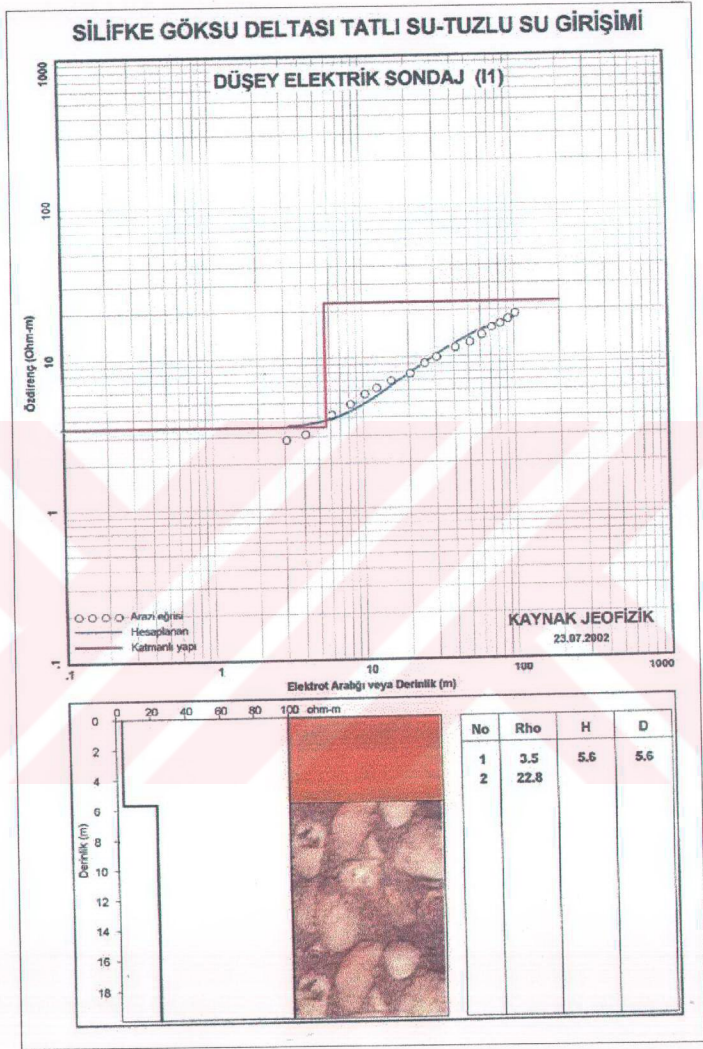
Şekil 4.22. D noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



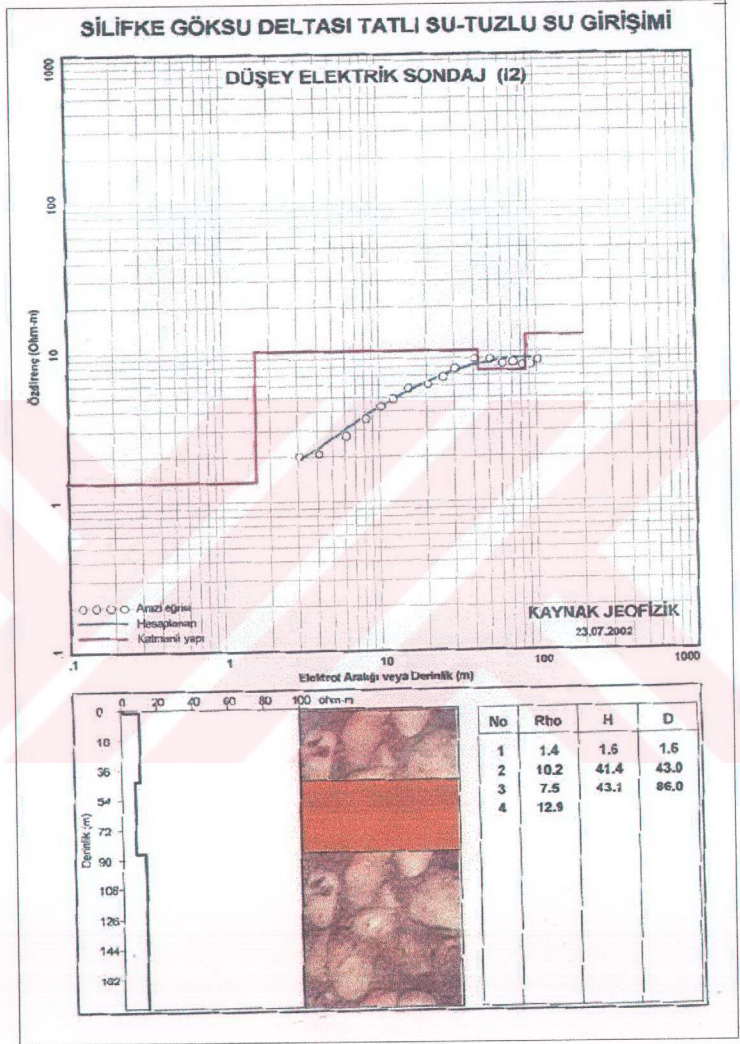
Şekil 4.23. D1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



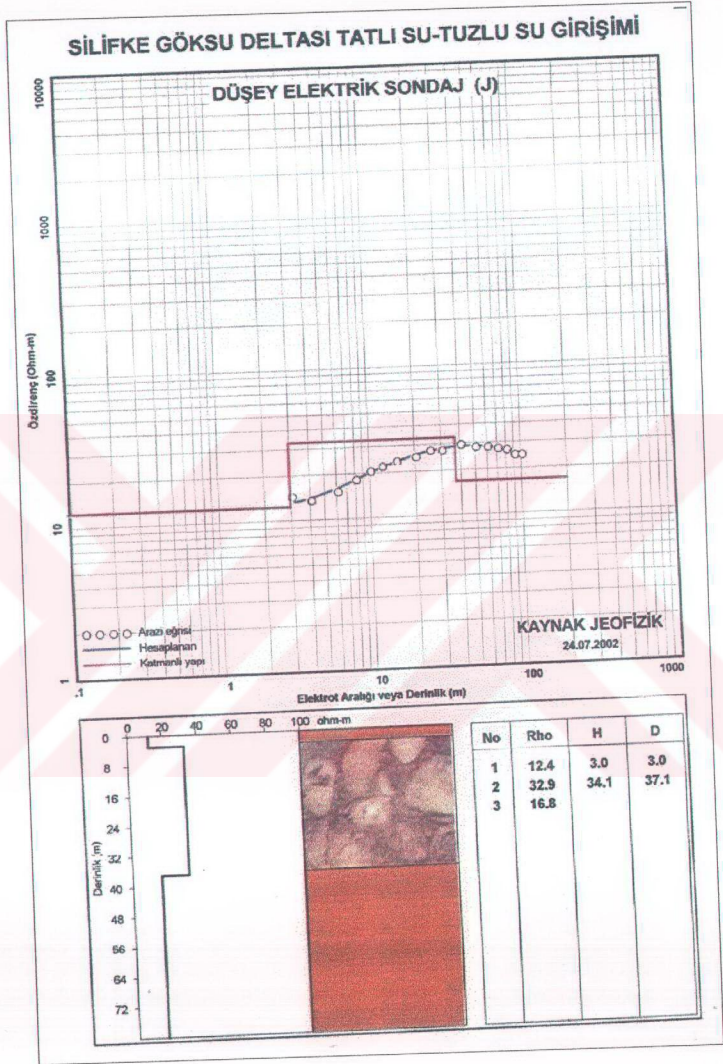
Şekil 4.24. I noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



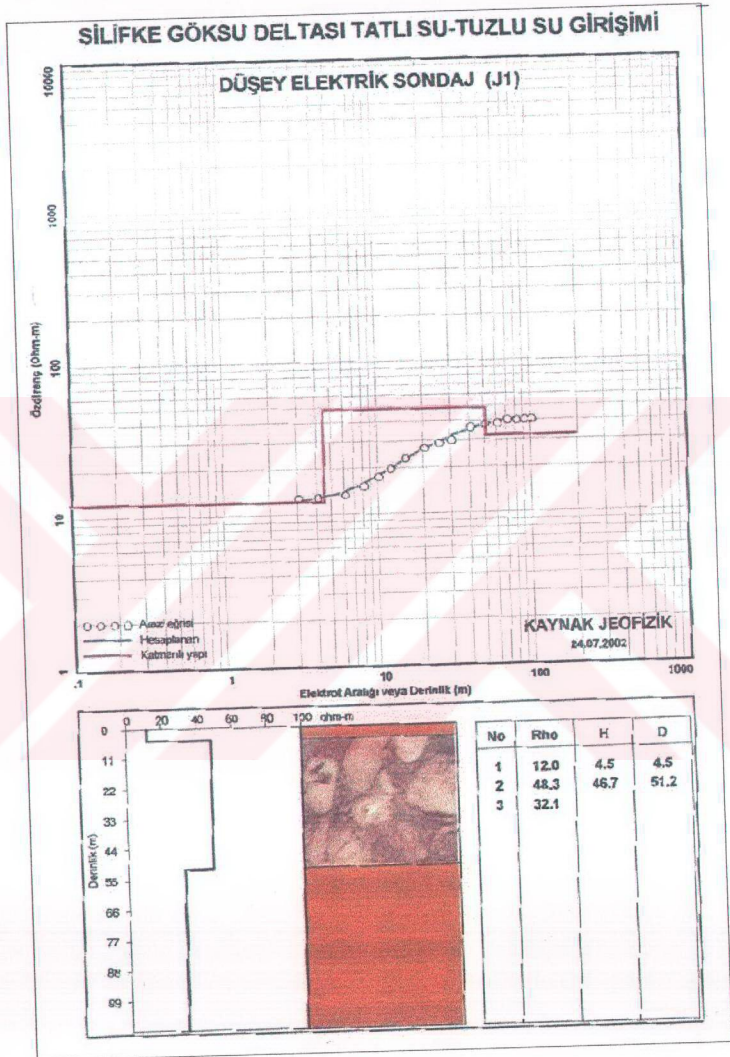
Şekil 4.245 I1 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 4.26. I2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

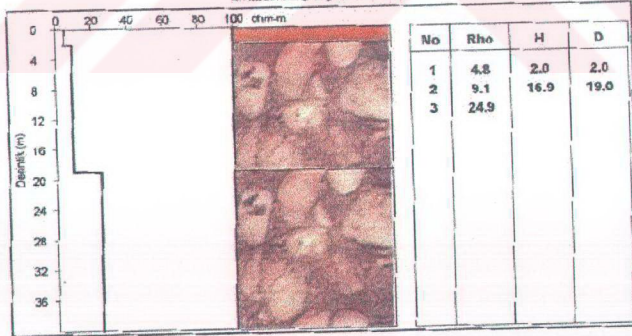
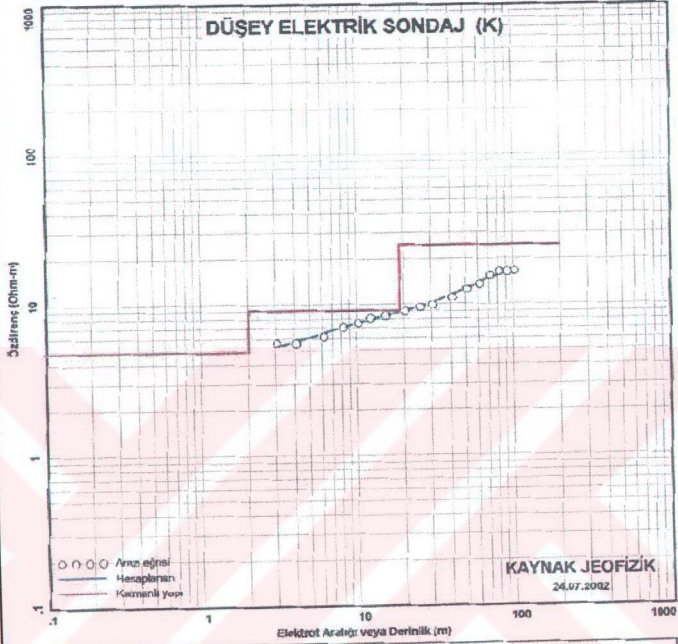


Şekil 4.27. J noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



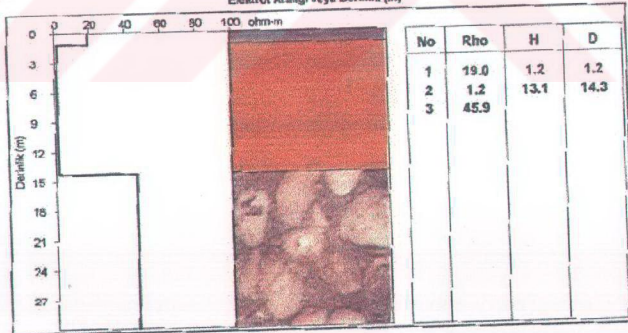
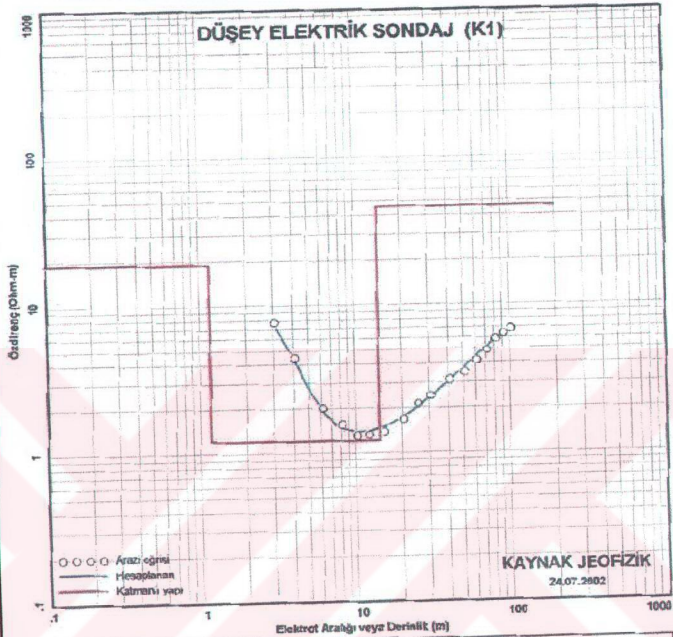
Şekil 4.28. J1 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



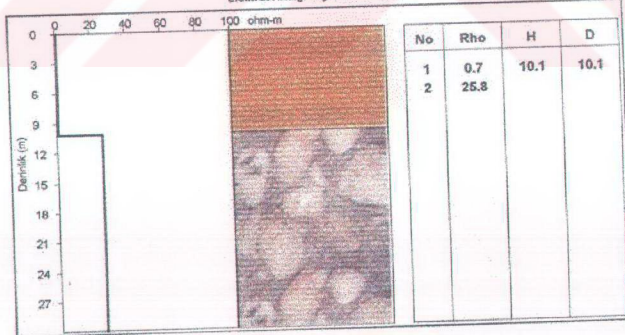
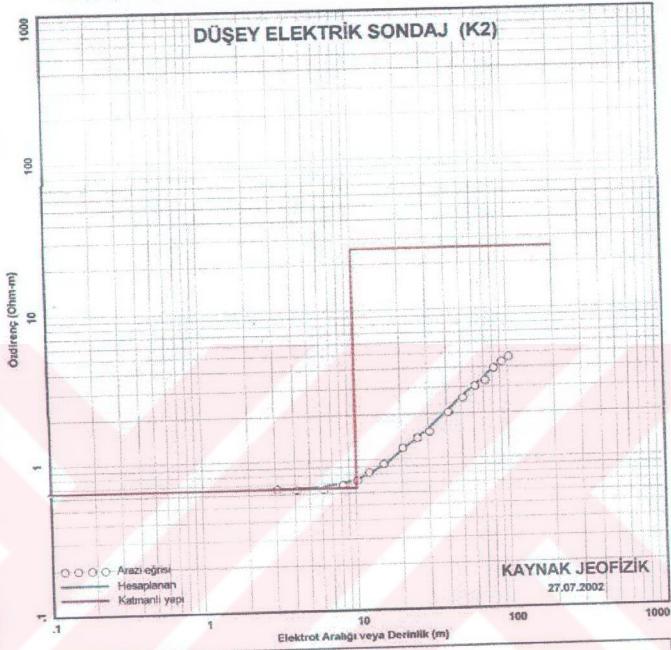
Şekil 4.29. K noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

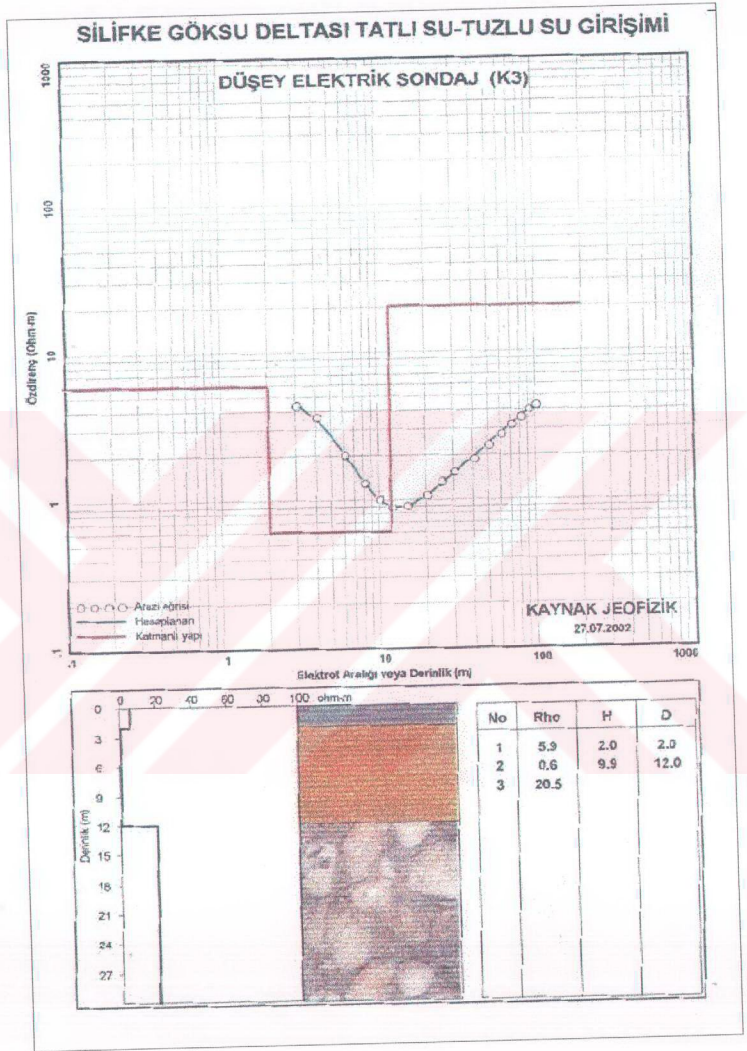


Şekil 4.30. K1 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

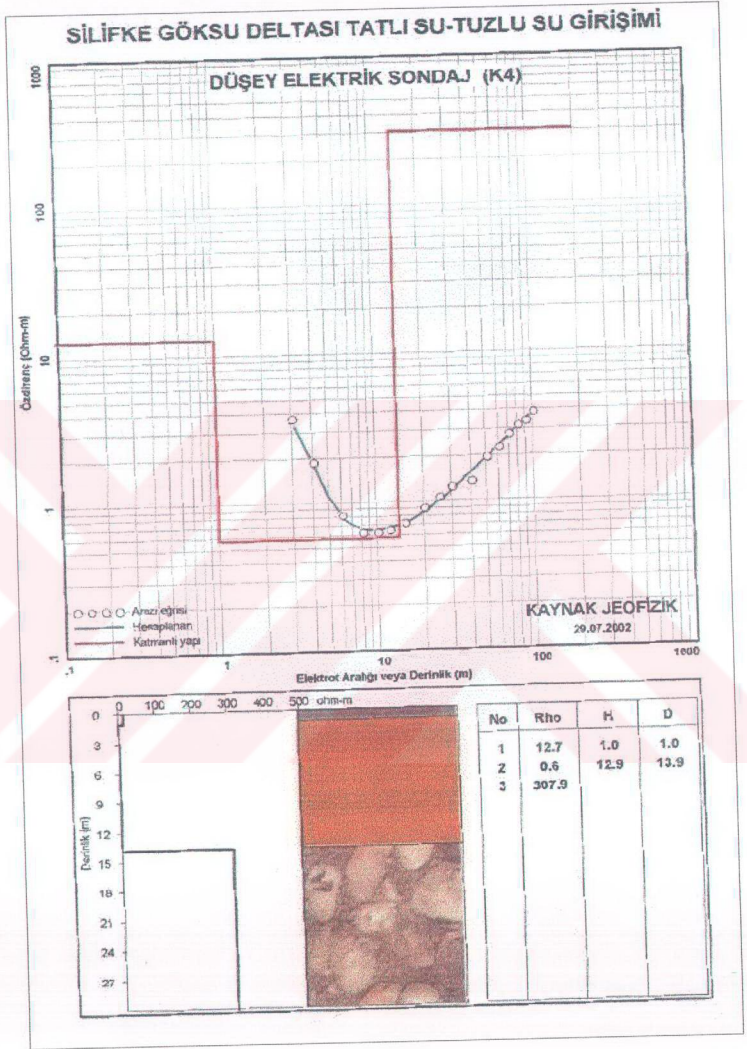
SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



Şekil 4.31. K2 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



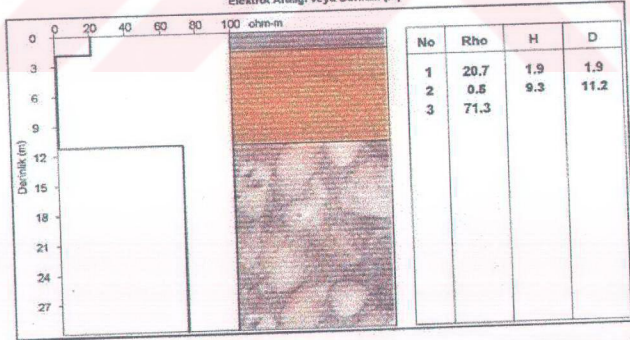
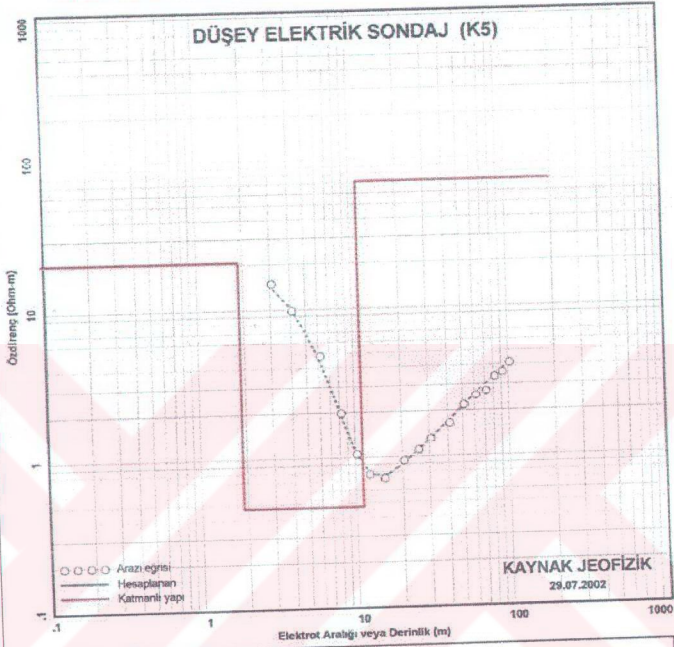
Şekil 4.32. K3 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 4.33. K4 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

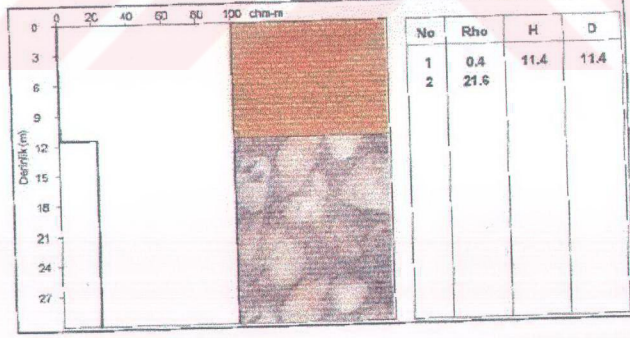
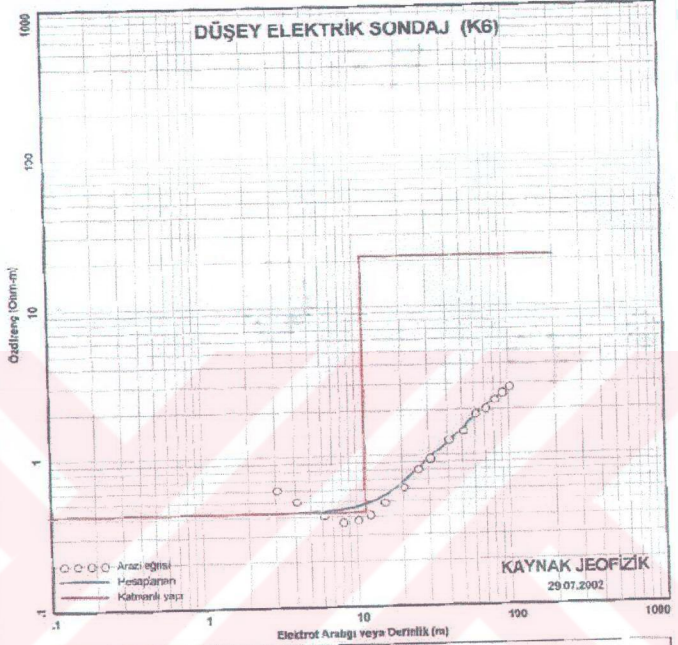
SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJ (K5)



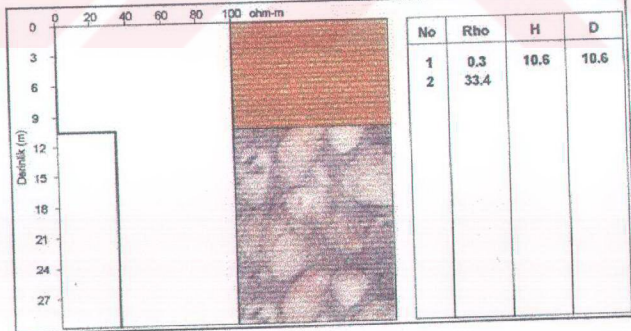
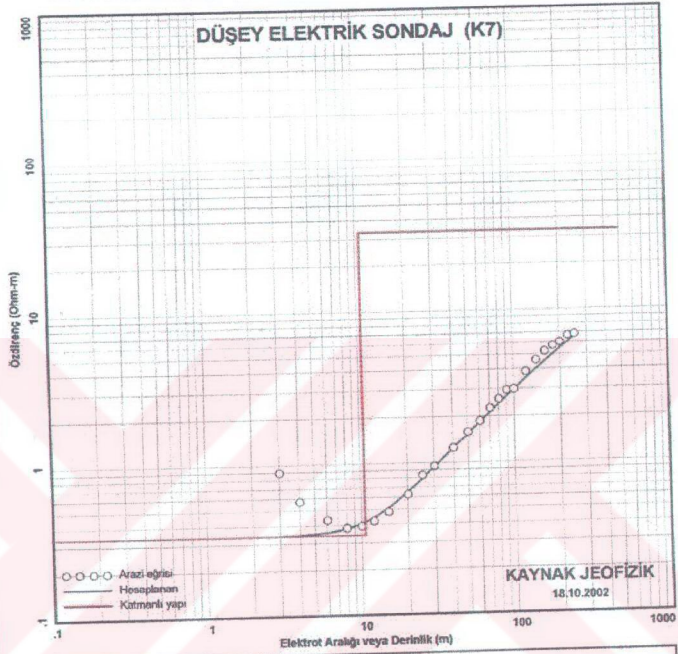
Şekil 4.34. K5 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



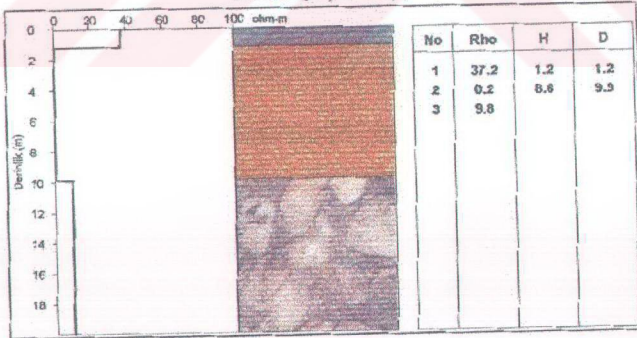
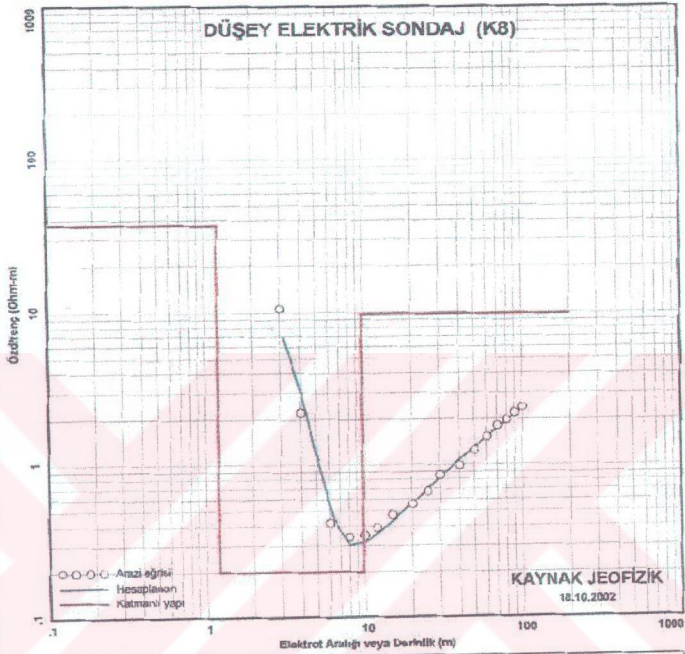
Şekil 4.35. K6 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

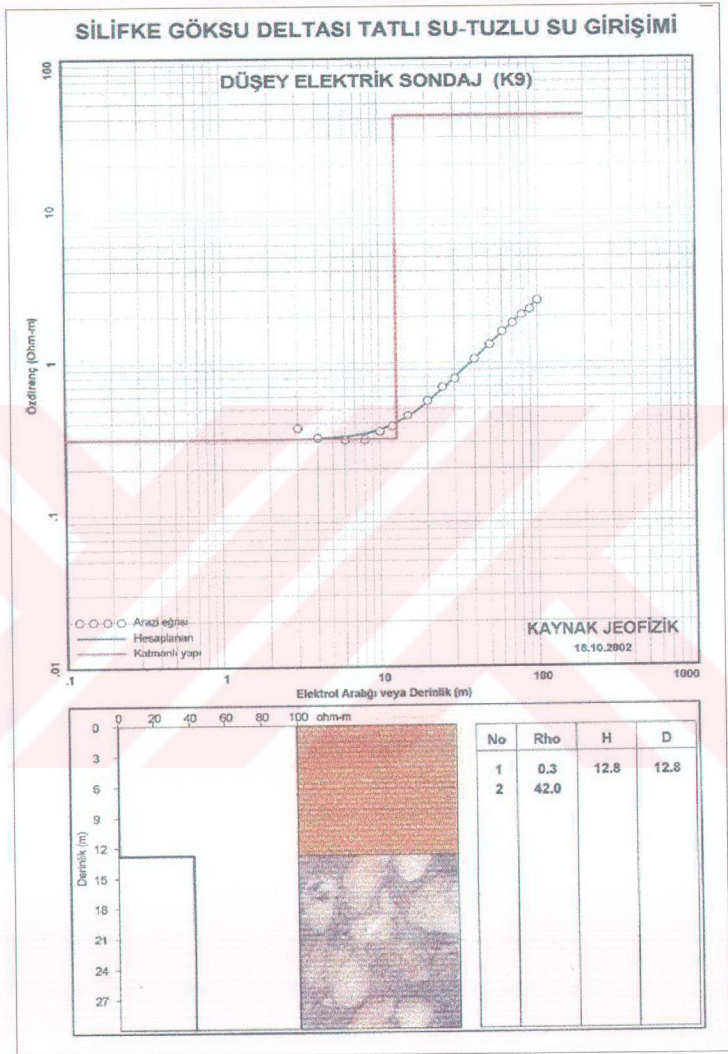


Şekil 4.36. K7 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



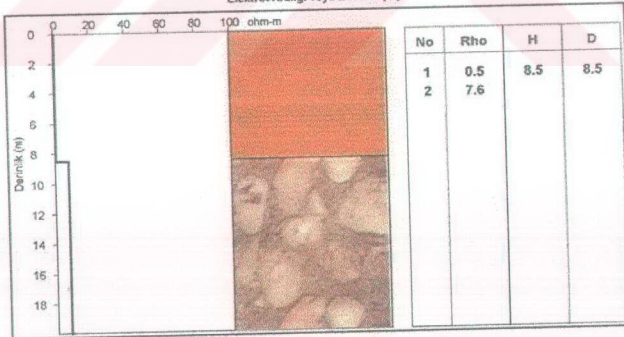
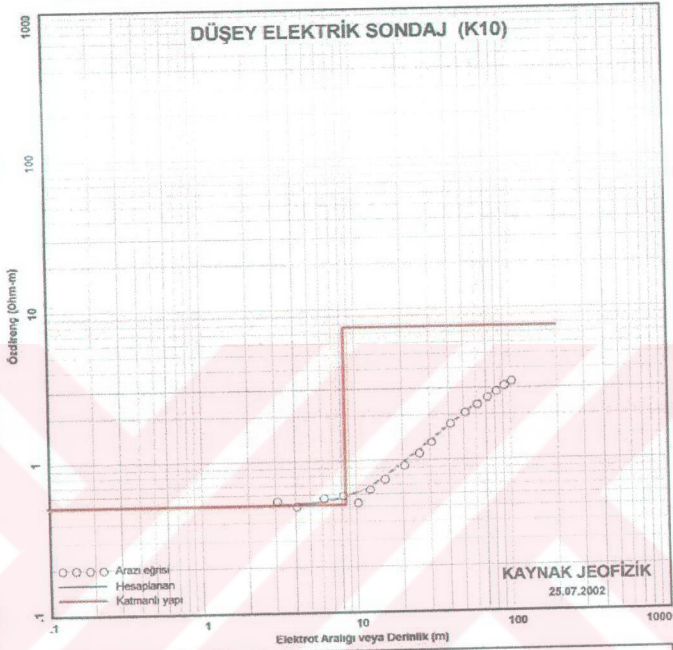
Şekil 4.37. K8 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



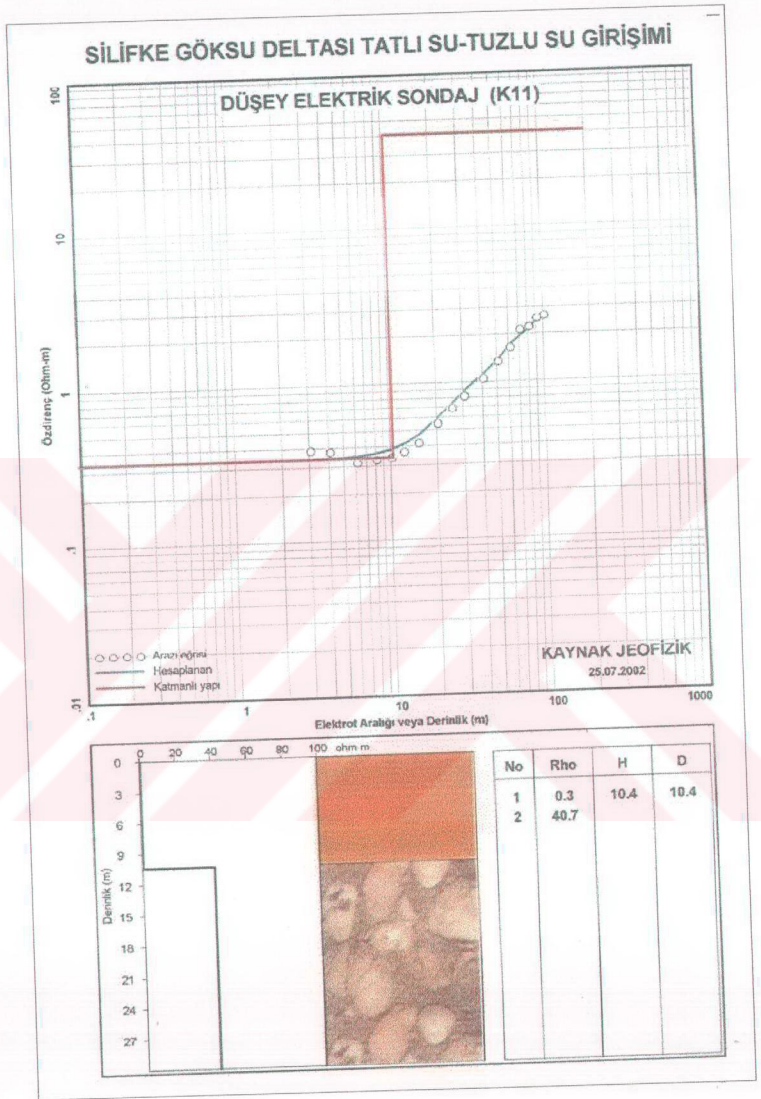
Şekil 4.38. K9 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ

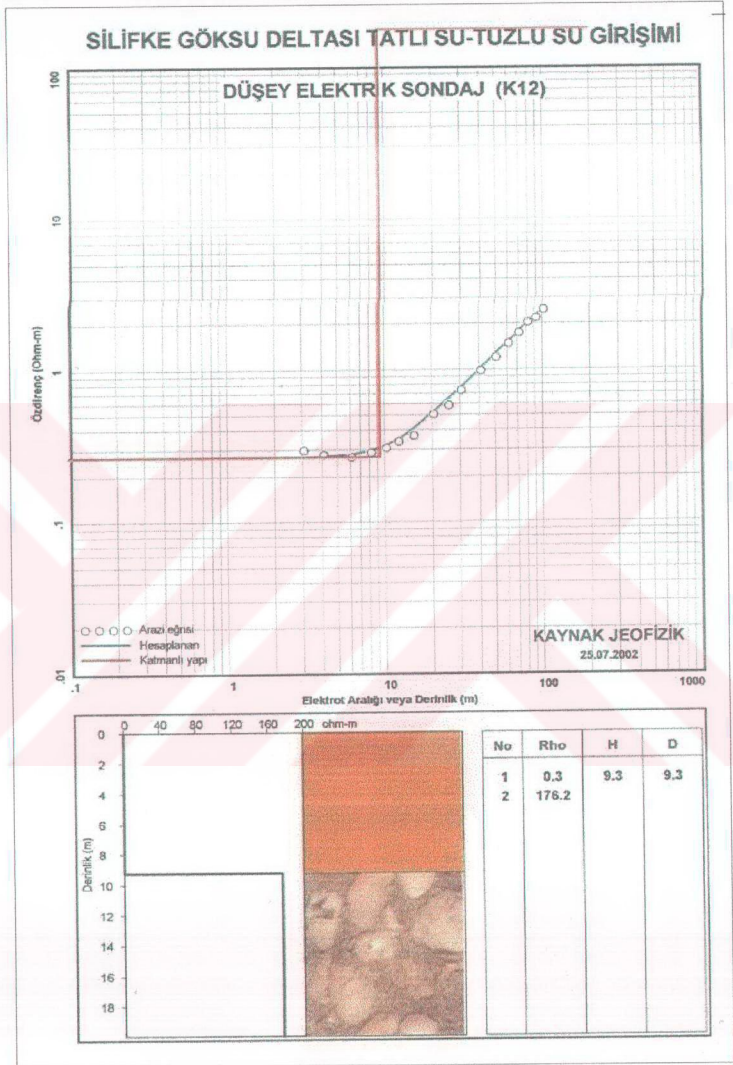
DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJ (K10)



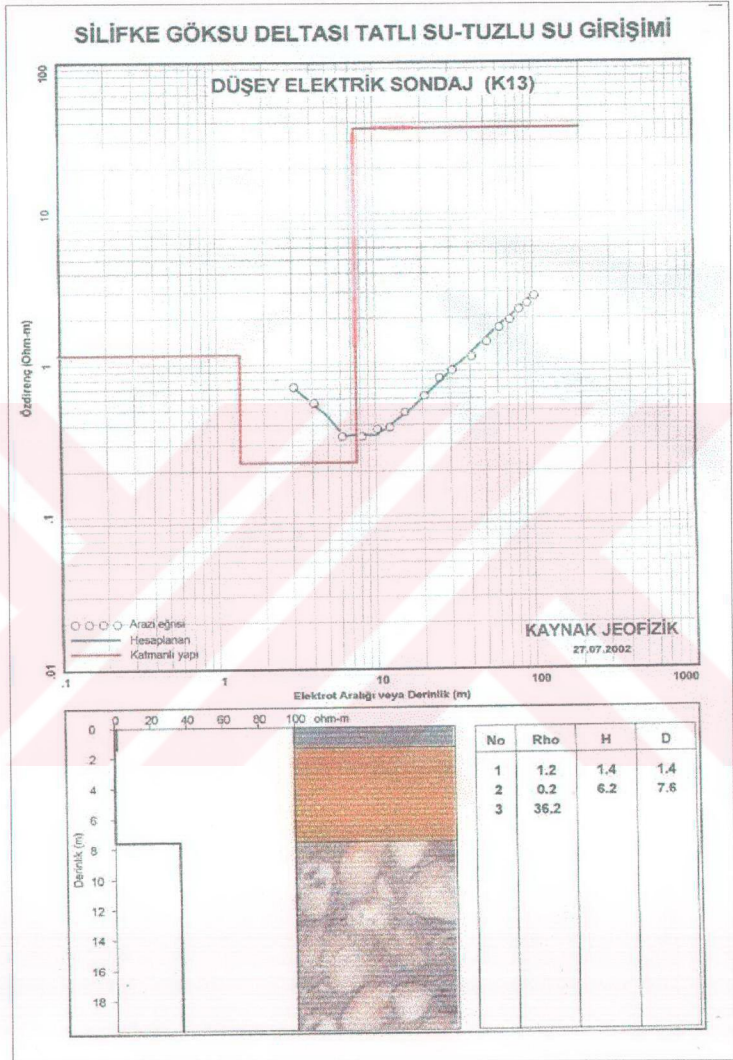
Şekil 4.39. K10 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 4.40. K11 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

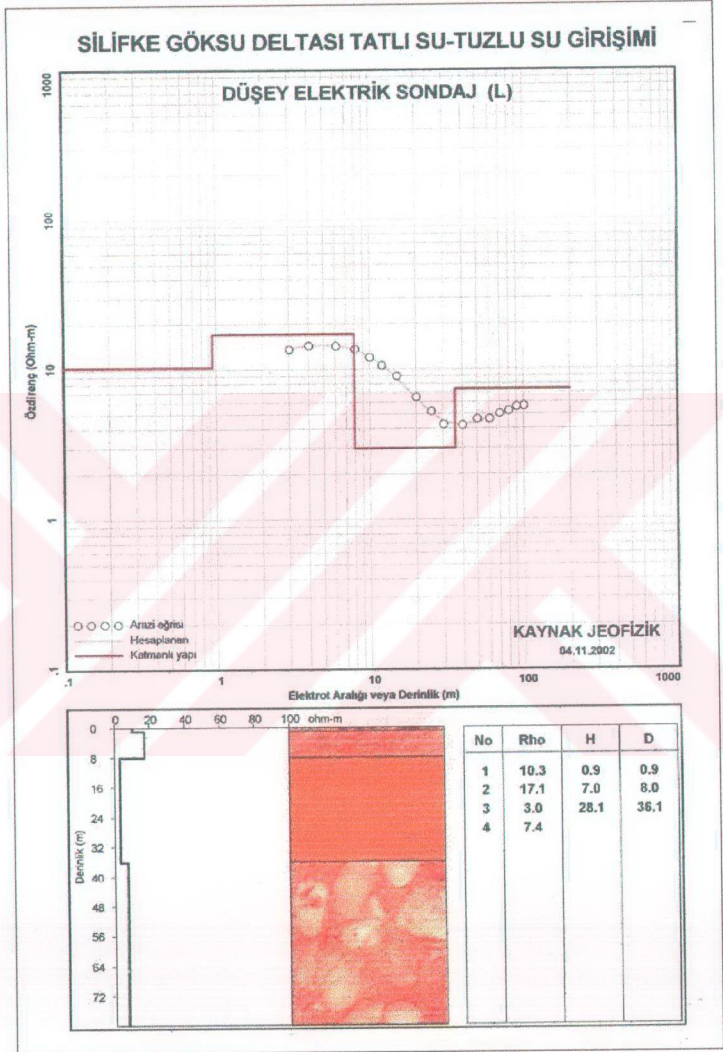


Şekil 4.41. K12 noktasına ait görünür özdirenç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

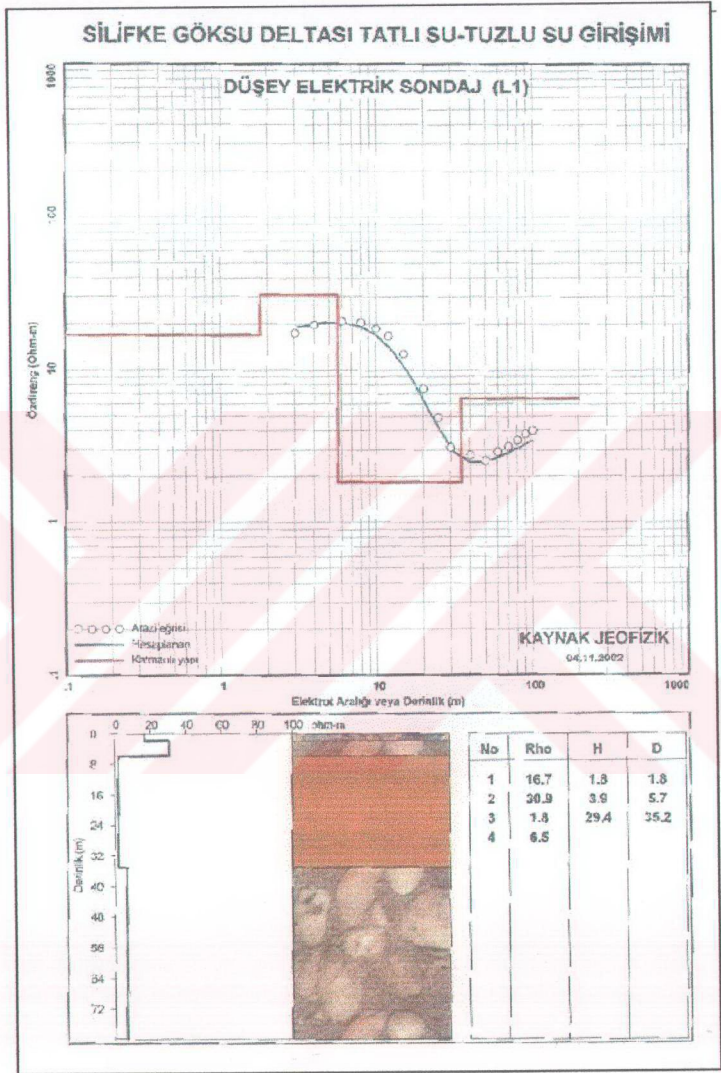


Şekil 4.42. K13 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

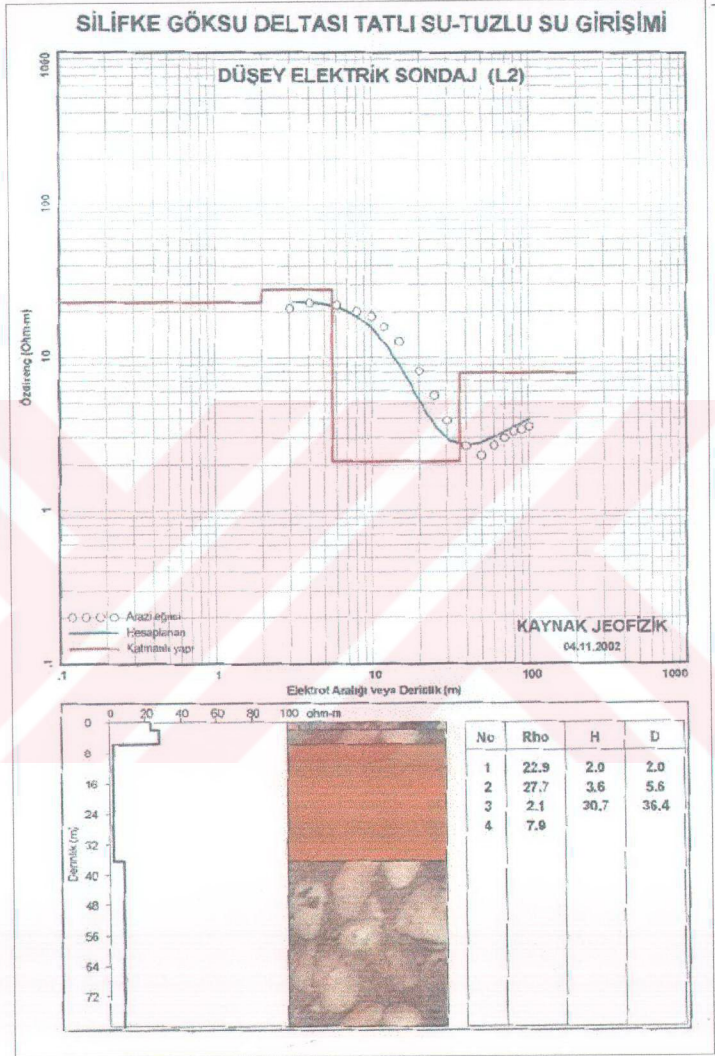
SİLİFKE GÖKSU DELTASI TATLI SU-TUZLU SU GİRİŞİMİ



Şekil 4.43. L noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



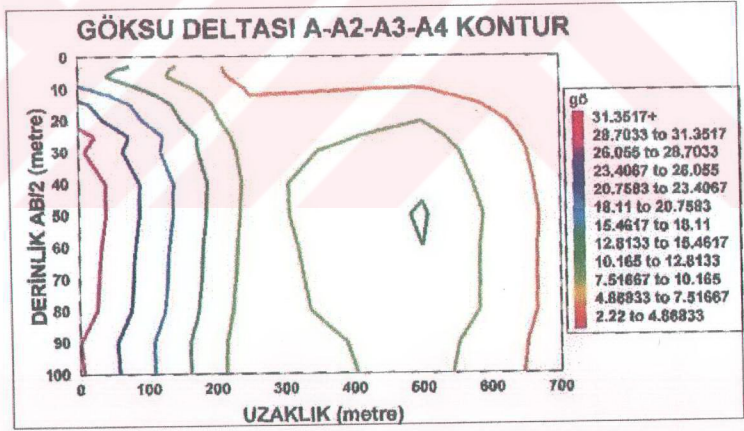
Şekil 4.44. L1 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.



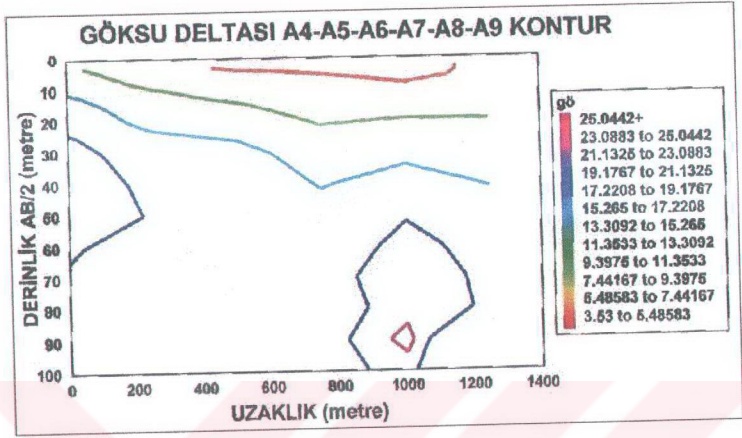
Şekil 4.45. L2 noktasına ait görünür öz direnç DES eğrisi ve tabaka kalınlıklarını gösteren stratigrafik dikme kesiti.

4.3. ÖZDİRENÇ KONTUR HARİTALARI VE YAPMA KESİTLER

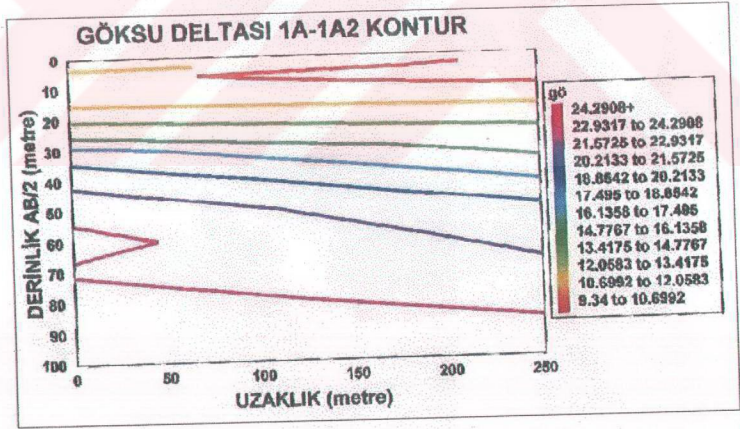
Çizelge 4.1' de verilen düzeltilmiş özdirenç değerleri ve bunlara karşılık gelen yarı açılım uzaklıkları ($AB/2$) Stanford Graphics programında değerlendirilerek özdirenç kontur haritaları ve yapma kesitler hazırlanmıştır. Çizilen özdirenç kontur haritaları şekil 4.46 ve şekil 4.61 arasında, yapma kesitler ise Şekil 4.62 ve Şekil 4.74 arasında gösterilmektedir. Profillere ait çizilen özdirenç kontur haritalarında ve yapma kesitlerde, açılım uzaklıklarına bağlı olarak farklı derinliklerdeki tabakaların görünür özdirenç değerlerindeki değişimler açıkça görülmektedir. Bu değişimleri gösteren kontur hatları ve kesitler, her bir noktanın düşey elektrik arazi eğrisi ve stratigrafik kesitleri kullanılarak çizilen profillere ait yer altı yapı kesitleriyle karşılaştırılarak, Göksu deltasında yanal ve düşey yöndeki litolojik değişimlerin ve tuzlu su girişim bölgelerinin yorumlanmasında kullanılmıştır.



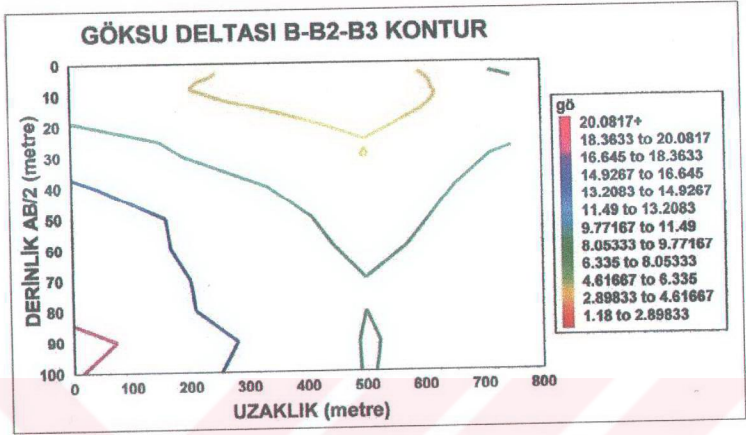
Şekil 4.46. A, A2, A3 ve A4 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



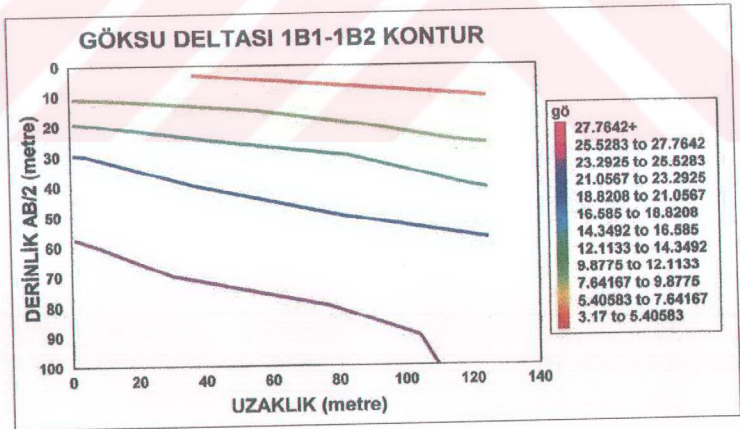
Şekil 4.47. A4, A5, A6 , A7, A8 ve A9 DES noktalarının öz direnç kontur haritası.



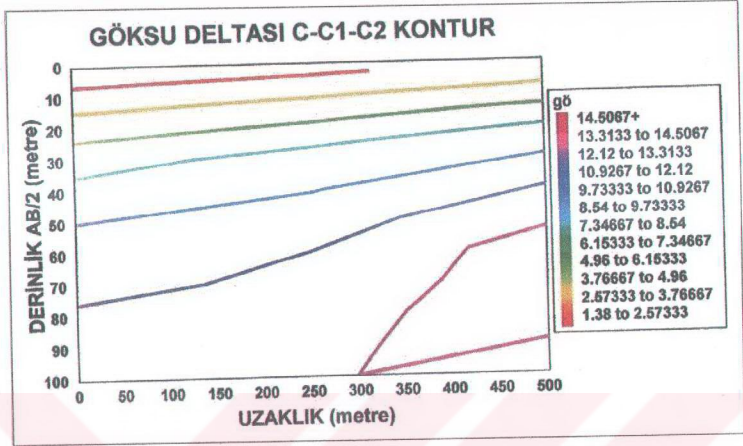
Şekil 4.48. 1A ve 1A2 DES noktalarının öz direnç kontur haritası.



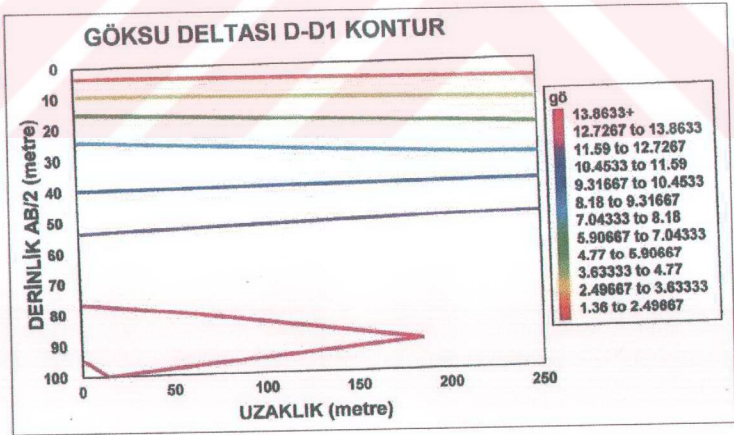
Şekil 4.49. B, B2 ve B3 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.



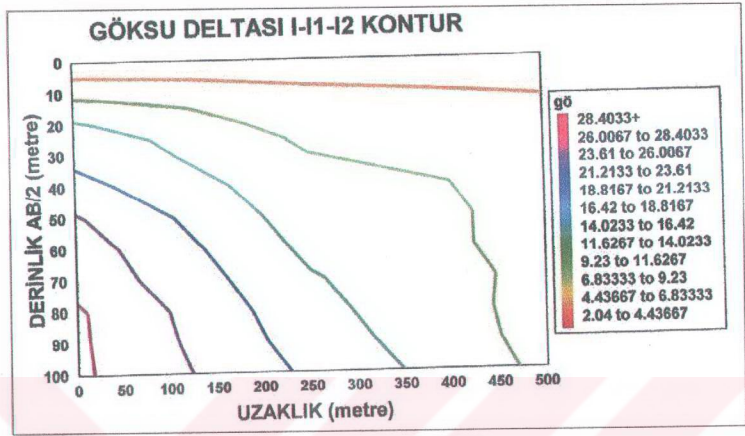
Şekil 4.50. 1B1 ve 1B2 DES noktalarının özdirenc kontur haritası.



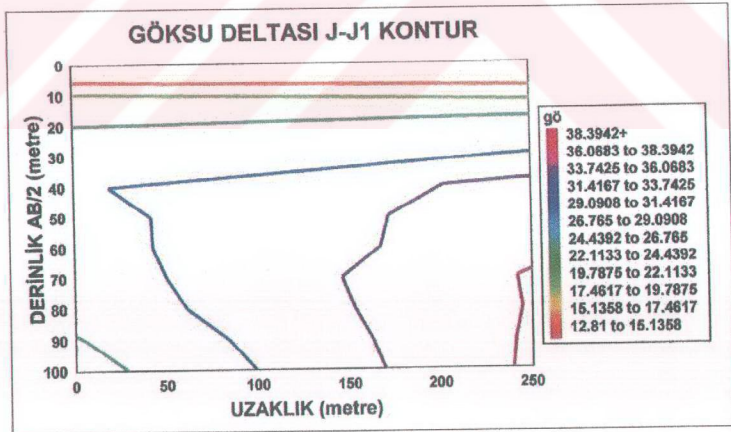
Şekil 4.51. C, C1 ve C2 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



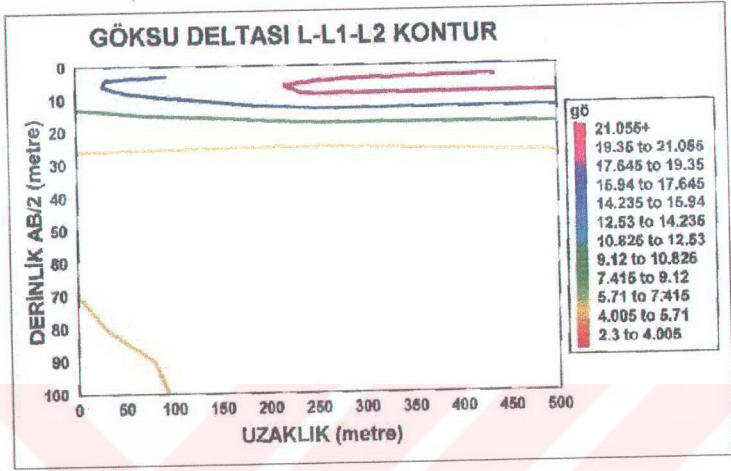
Şekil 4.52. D ve D1 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



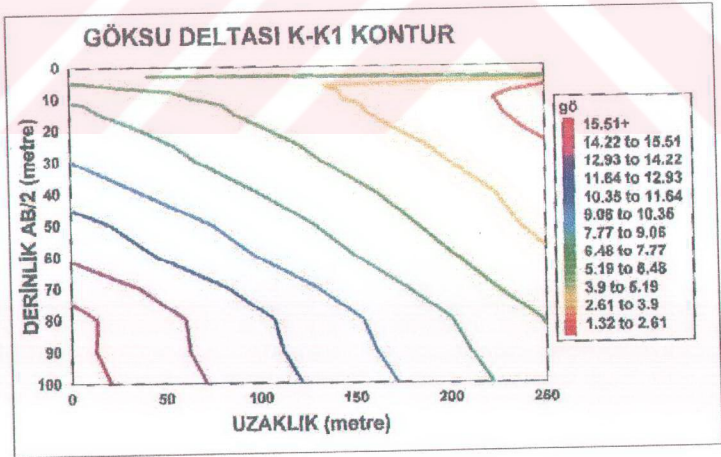
Şekil 4.53. I, I1 ve I2 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



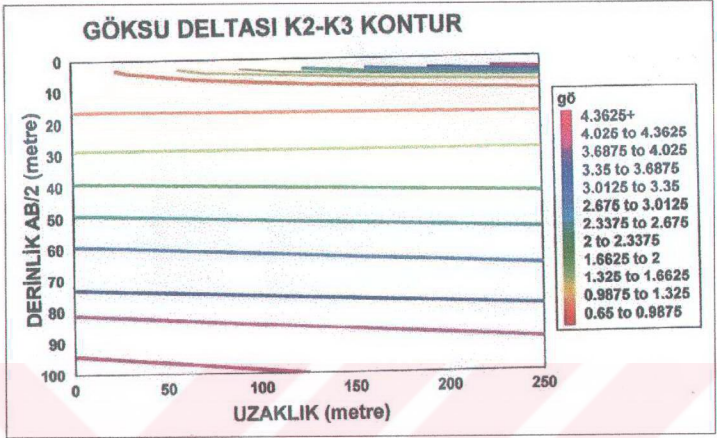
Şekil 4.54. J ve J1 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



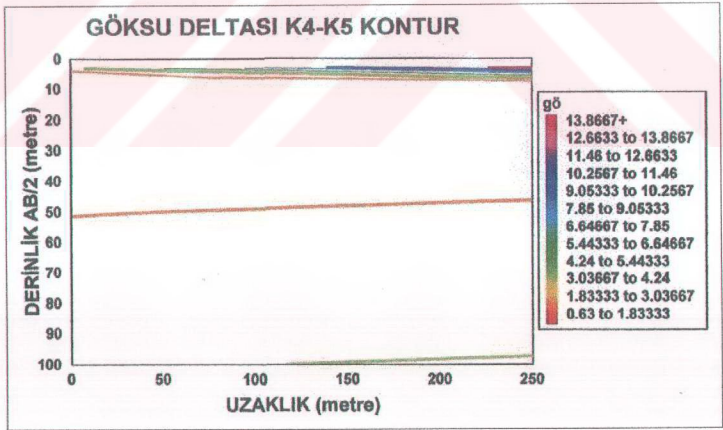
Şekil 4.55. L, L1 ve L2 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



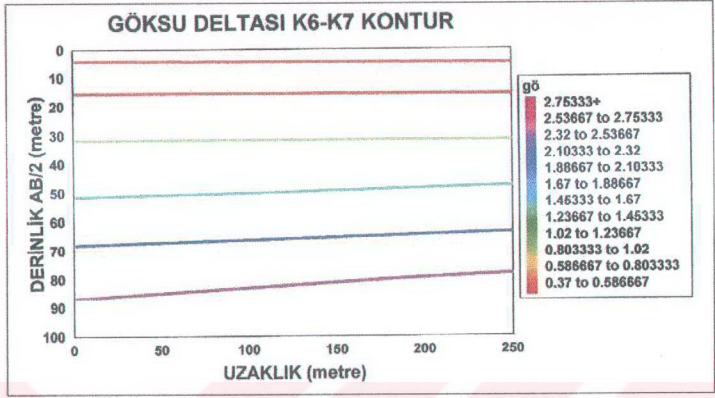
Şekil 4.56. K ve K1 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



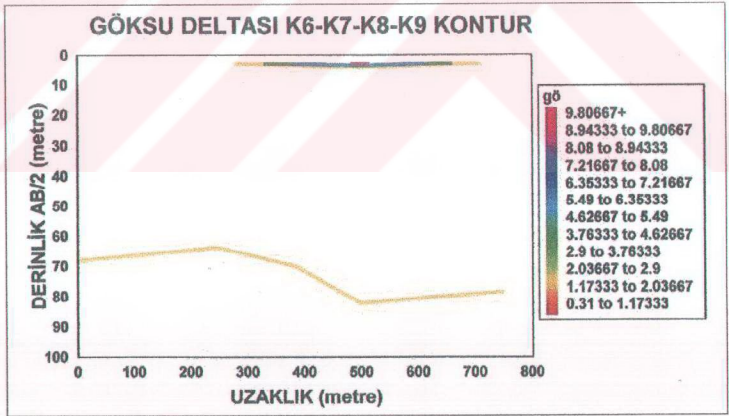
Şekil 4.57. K2 ve K3 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



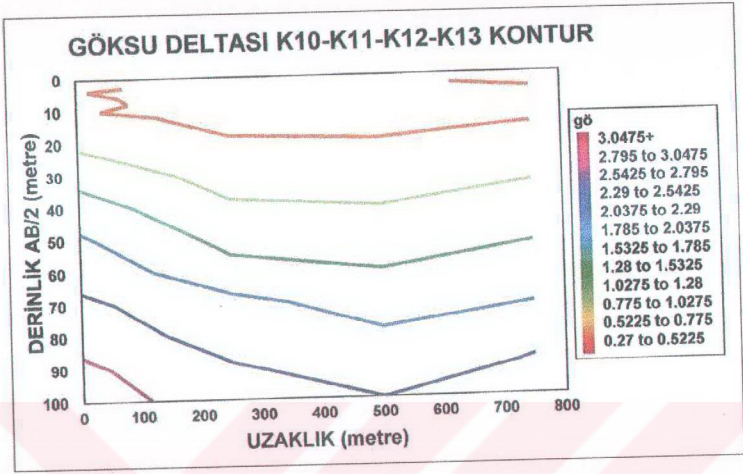
Şekil 4.58. K4 ve K5 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



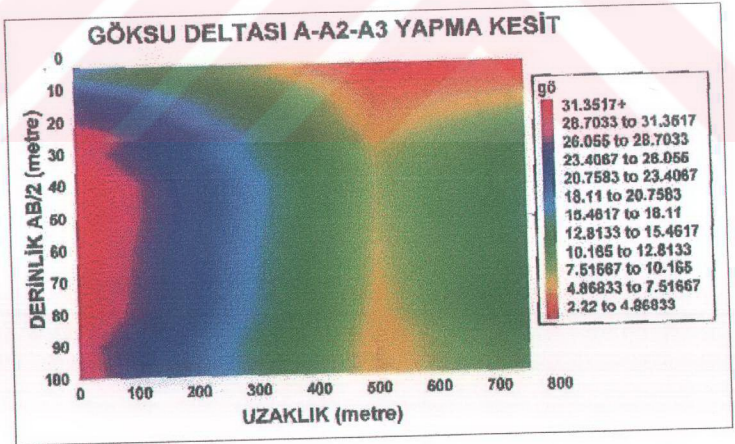
Şekil 4.59. K6 ve K7 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



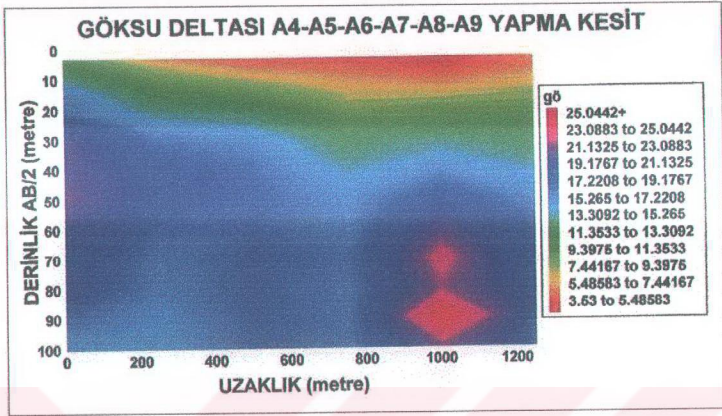
Şekil 4.60. K6, K7, K8 ve K9 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



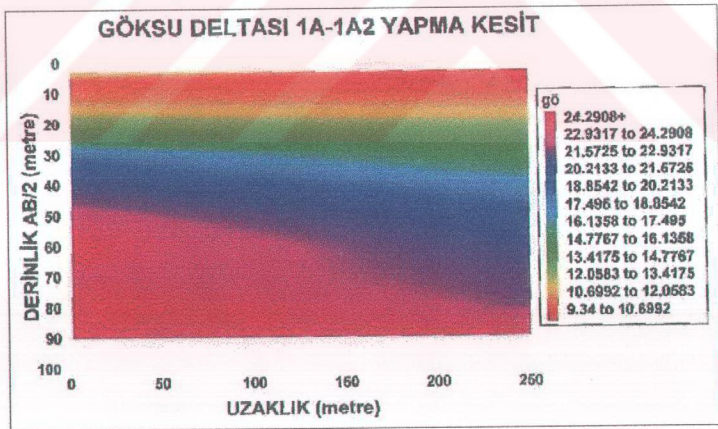
Şekil 4.61. K10, K11, K12 ve K13 DES noktalarının özdirenç kontur haritası.



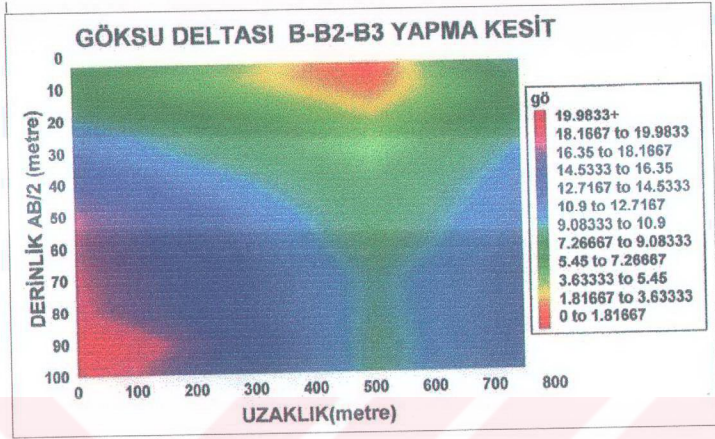
Şekil 4.62. A profiline ait A, A2 ve A3 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



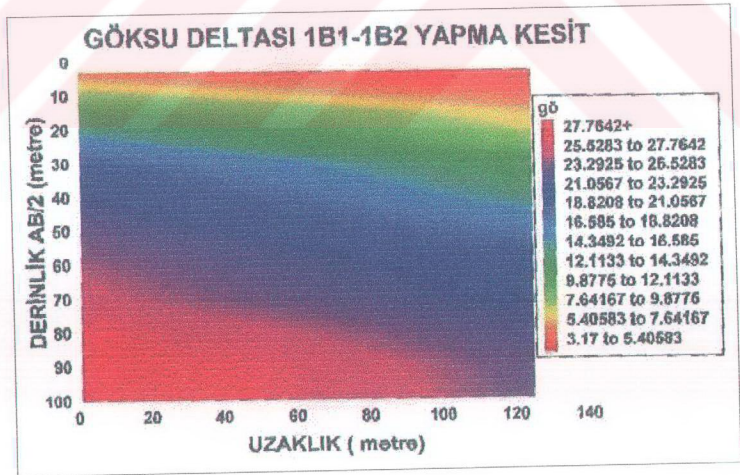
Şekil 4.63. A profiline ait A4, A5, A6, A7, A8 ve A9 DES noktalarının görünür özdiğer yapma kesiti.



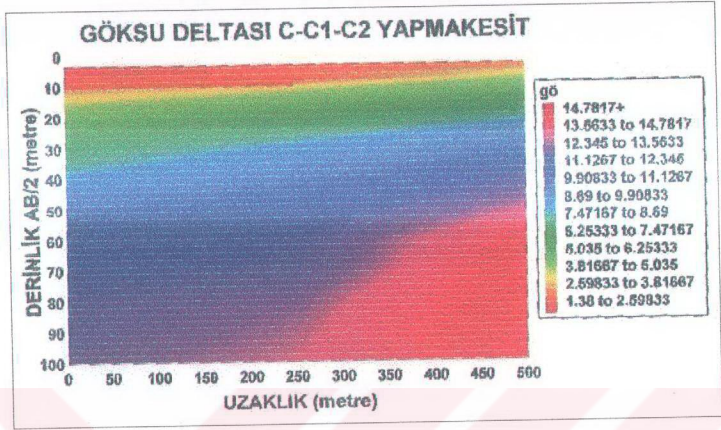
Şekil 4.64. 1A profiline ait 1A ve 1A2 DES noktalarının görünür özdiğer yapma kesiti.



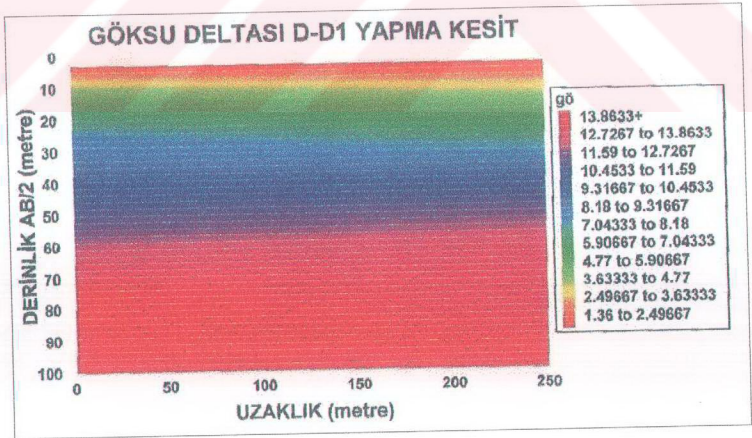
Şekil 4.65. B profiline ait B, B2 ve B3 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



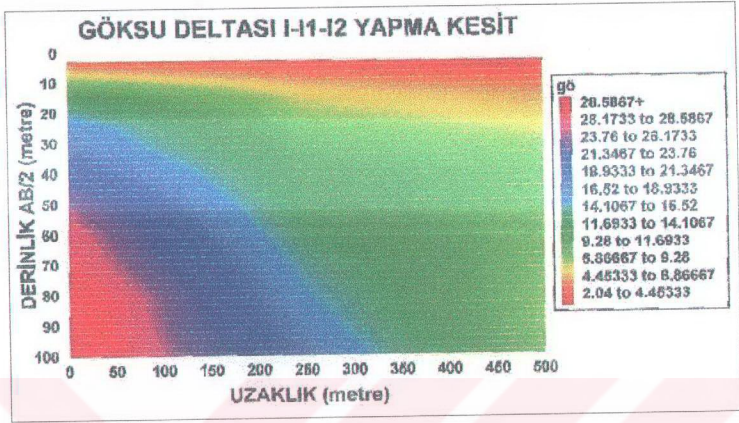
Şekil 4.66. 1B profiline ait 1B1 ve 1B2 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



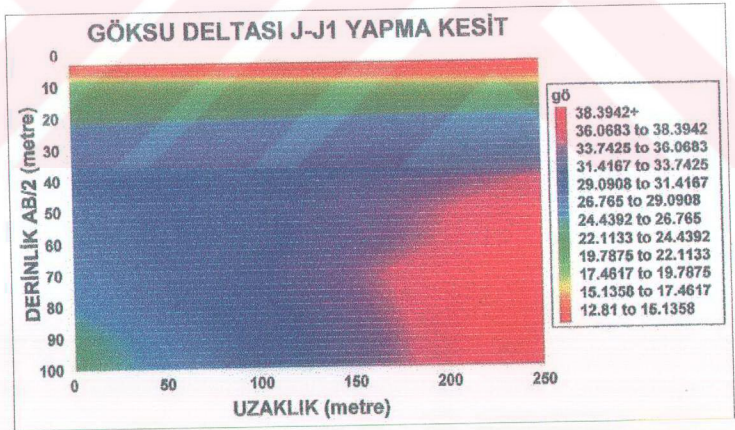
Şekil 4.67. C profiline ait C, C1 ve C2 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



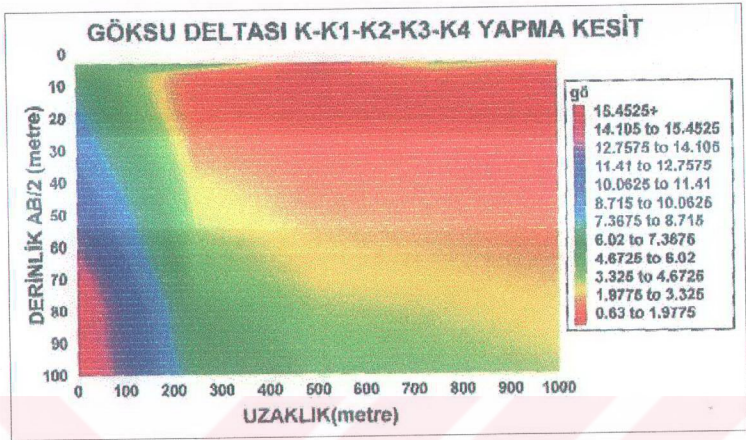
Şekil 4.68. D profiline ait D ve D1 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



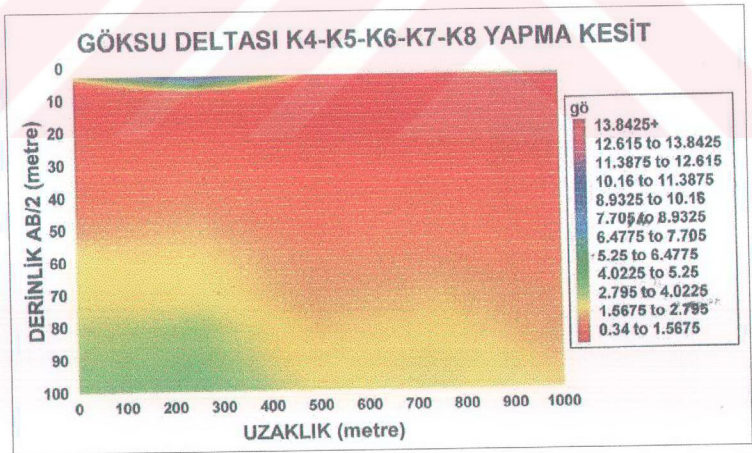
Şekil 4.69. I profiline ait I, I1 ve I2 DES noktalarının görünür öz direnç yapma kesiti.



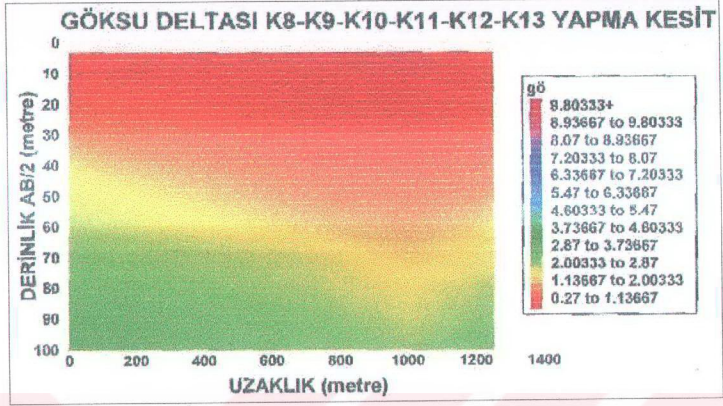
Şekil 4.70. J profiline ait J ve J1 DES noktalarının görünür öz direnç yapma kesiti.



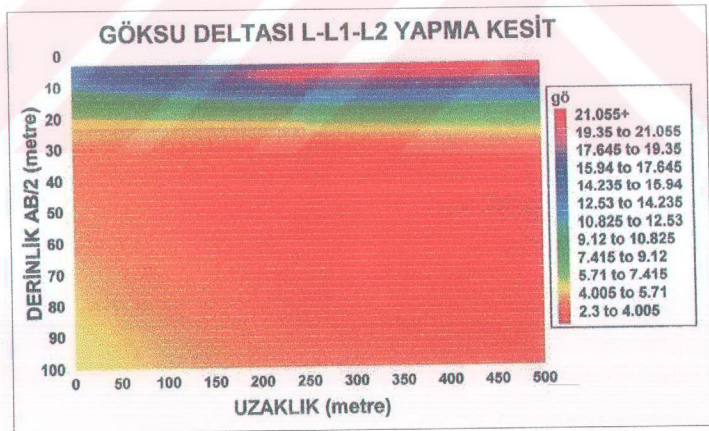
Şekil 4.71. K profiline ait K, K1, K2, K3 ve K4 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



Şekil 4.72. K profiline ait K4, K5, K6, K7 ve K8 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



Şekil 4.73. K profiline ait K8, K9, K10, K11, K12 ve K13 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.



Şekil 4.74. L profiline ait L, L1 ve L2 DES noktalarının görünür özdirenç yapma kesiti.

4.4. YER ALTI YAPI KESİTLERİ VE DES PROFİLLERİNİN YORUMU

4.4.1. Doğadaki kayaçların özdirenç değerleri

Alüvyon ve kum	: 10 – 800 ohm. m
Kil	: 1- 100 ohm. m
Tuzlu su	: 0.15 ohm. m
Kaynaklar	: 0.5 –150 ohm.m
Deniz suyu	: 0.2 ohm.m

4.4.2. A Profili

Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan bu profil üzerinde A, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 ve A9 ölçüm noktaları bulunur. A ölçüm noktasında 4 tabaka belirlenmiştir. Yüzeyde 24.6 ohm-m. özdirenç değeri veren, 1.3 m. kalınlığında bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 2.4 m. kalınlığında kum birimi olup özdirenç değeri 11.7 ohm-m. olarak ölçülmüştür. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. Üçüncü tabaka ise kalınlığı 27.3 m. ve özdirenç değeri 40.7 ohm-m. olan çakıllı kum seviyesidir. Dördüncü tabakada özdirenç değeri 23.8 ohm-m. olan kumlu birim bulunmaktadır (Şekil 4.75).

A2 ölçüm noktasında yüzeyde 2.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 3.4 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakayı kalınlığı 19.5 m. ve özdirenç değeri 14.4 ohm-m. değerinde çakıllı kum oluşturmaktadır. Üçüncü tabakada ise 4 ohm-m. özdirenç değerinde olan kumlu birim bulunmaktadır.

A3 ölçüm noktasında 3 tabaka saptanmıştır. Yüzeyde 3.8 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.3 olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakayı 34 ohm-m. özdirenç değerli, 24.1 m. kalınlığında çakıllı kum, üçüncü tabakayı özdirenç değeri 2.5 ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır.

A4 ölçüm noktasında 3 tabaka görülmektedir. Birinci tabakayı kalınlığı 5.1 m., özdirenç değeri 10.8 ohm-m. olan bitkisel toprak, ikinci tabakayı kalınlığı 17.7 m. olan çakıllı kum, üçüncü tabakayı ise özdirenç değeri 12 ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır.

A5 ölçüm noktasında 3 tabaka belirlenmiştir. Yüzeyde 6.6 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 4.7 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. Alttaki birim çakıllı kum olup kalınlığı 19.7 m., özdirenç değeri ise 31.4 ohm-m. dir. Üçüncü tabakayı özdirenç değeri 9.2 ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır.

A6 ölçüm noktasında 3 tabaka tesbit edilmiştir. Üstteki birim, özdirenç değeri 4.4ohm-m. , kalınlığı 3.6 m. olan kumlu birimdir. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 29.1 ohm-m., 17.8 m. kalınlığında çakıllı kum bulunmaktadır. Üçüncü tabaka özdirenç değeri 13.9 ohm-m. olan kumlu birimdir.

A7 ölçüm noktasında 3 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde kalınlığı 8.4 m., özdirenç değeri 4.8 ohm-m. olan kumlu birim yer alır. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 43.4 ohm-m., kalınlığı 27.0 m. olan çakıllı kum bulunmaktadır. Üçüncü tabaka, özdirenç değeri 11.8 ohm-m. olan kumlu birimdir.

A8 ölçüm noktasında yüzeyde kalınlığı 4.5 m., özdirenç değeri 3.2 ohm-m. olan kumlu birim bulunmaktadır. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 61.1 ohm-m. kalınlığı 32.0 m. olan çakıllı kum bulunmaktadır. Üçüncü tabakada özdirenç değeri 10.8 ohm-m. olan kumlu birim yer almaktadır.

A9 ölçüm noktasında 3 tabaka saptanmıştır. Üstteki birim özdirenç değeri 5.4 ohm-m. , kalınlığı 7.2 m. olan kumlu birimdir. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 28.4 ohm-m., 53.3 m. kalınlığında çakıllı kum bulunmaktadır. Üçüncü tabakayı özdirenç değeri 8.6 ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır.

Genel olarak A profilinde 0-5 m. arasında çok az miktarda tuzlu su girişi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.

4.4.3. 1A Profili

Doğu-Batı yönünde uzanan bu profil üzerinde 1A ve 1A2 ölçüm noktaları bulunur. 1A ölçüm noktasında 3 tabaka saptanmıştır. Yüzeyde 13.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.3 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka kalınlığı 2.6 m., özdirenç değeri 4.7 ohm-m. olan kumlu birimdir. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. Üçüncü tabaka ise 18.4 ohm-m. özdirenç değeri olan çakıllı kum birimidir (Şekil 4.76).

1A2 ölçüm noktasında yüzeyde 9.3 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 9.9 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabaka özdirenç değeri 29.7 ohm-m., olan çakıllı kumdur.

Genel olarak 1A profilinde 2.3-10 m. arasında çok az miktarda tuzlu su girişi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.

4.4.4. B Profili

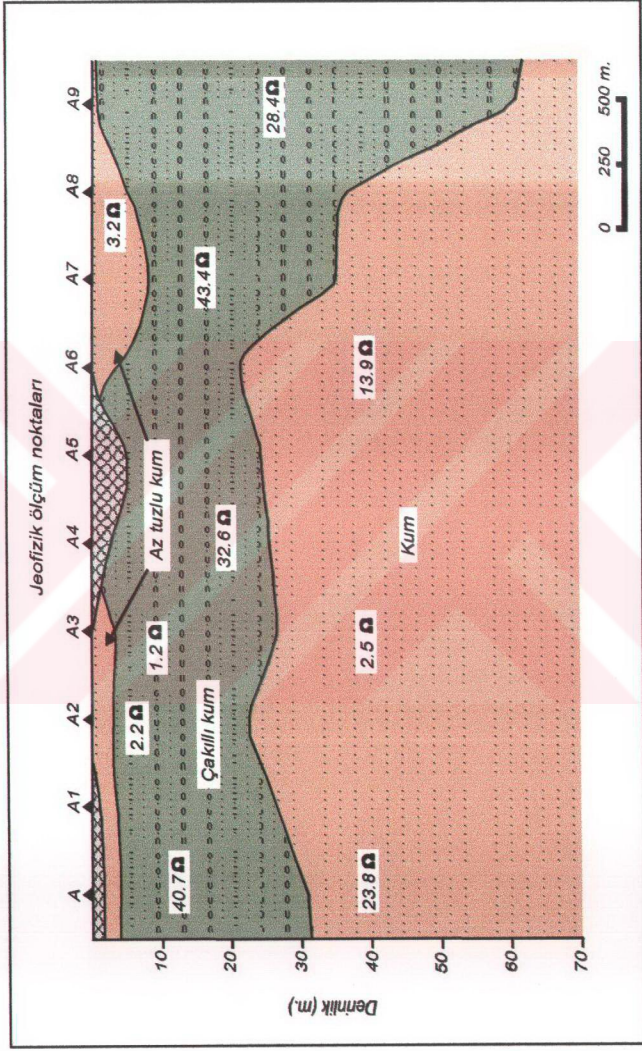
Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan bu profil üzerinde B, B1, B2 ve B3 ölçüm noktaları bulunur. B ölçüm noktasında 4 tabaka saptanmıştır. Birinci tabakayı özdirenç değeri 11.4 ohm-m., kalınlığı 1.8 m. olan bitkisel toprak, ikinci tabakayı kalınlığı 5.3 m., özdirenç değeri 5.2 ohm-m. olan, az tuzlu kumlu birim, üçüncü tabakayı derinliği 71.1 m. ve özdirenç değeri 25.7 ohm-m. olan çakıllı kum, dördüncü tabakayı ise özdirenç değeri 18 ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır.

B1 ölçüm noktasında 4 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 4.8 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.2 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise kalınlığı 2.9 m.'ye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 2.3 ohm-m. olan az tuzlu kumlu birimdir. Üçüncü tabakayı derinliği 74 m. ve özdirenç değeri 18.4 ohm-m. olan çakıllı kum, dördüncü tabakayı özdirenç değeri 5.4ohm-m. olan kumlu birim oluşturmaktadır (Şekil 4.77).

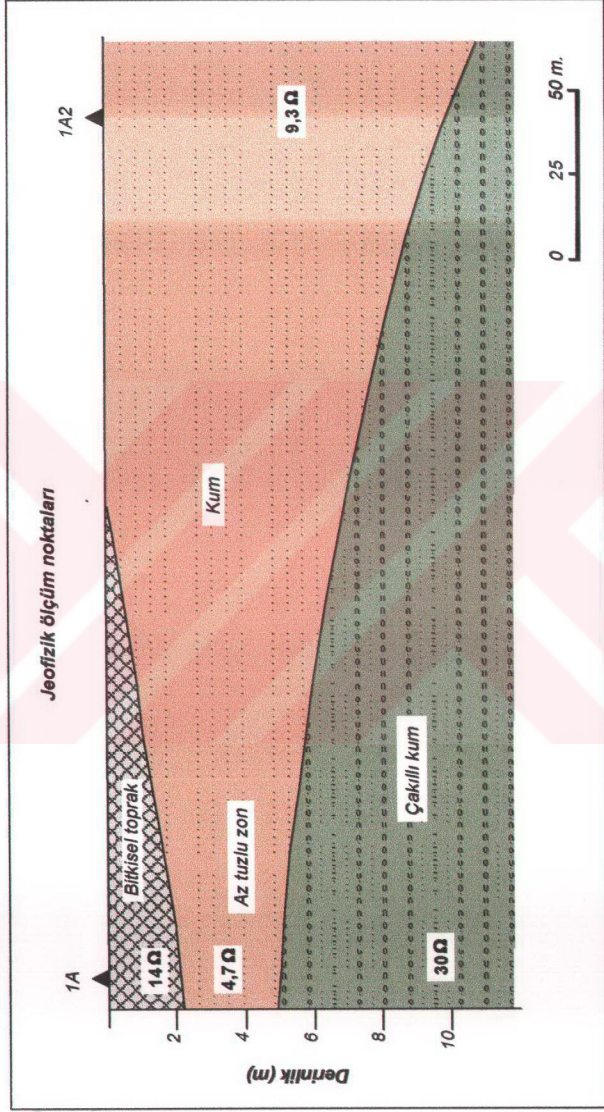
B2 ölçüm noktasında, yüzeyde yeralan 0.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 3.2 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakayı kalınlığı 65.9 m. ve özdirenç değeri 19.5 ohm-m. olan çakıllı kum, üçüncü tabakayı ise 0.2ohm-m. özdirenç değerinde olan kumlu birim oluşturmaktadır.

B3 ölçüm noktasında 4 tabaka gözlenmiştir. Yüzeyde 11.8 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.8 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise kalınlığı 5.8 m., özdirenç değeri 5.6 ohm-m. olan kumlu birimdir. Kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. Üçüncü tabaka ise derinliği 52.4 m. ve özdirenç değeri 16.6 ohm-m. olan çakıllı kum birimidir. Dördüncü tabakada özdirenç değeri 5.7ohm-m. olan kumlu birim bulunmaktadır.

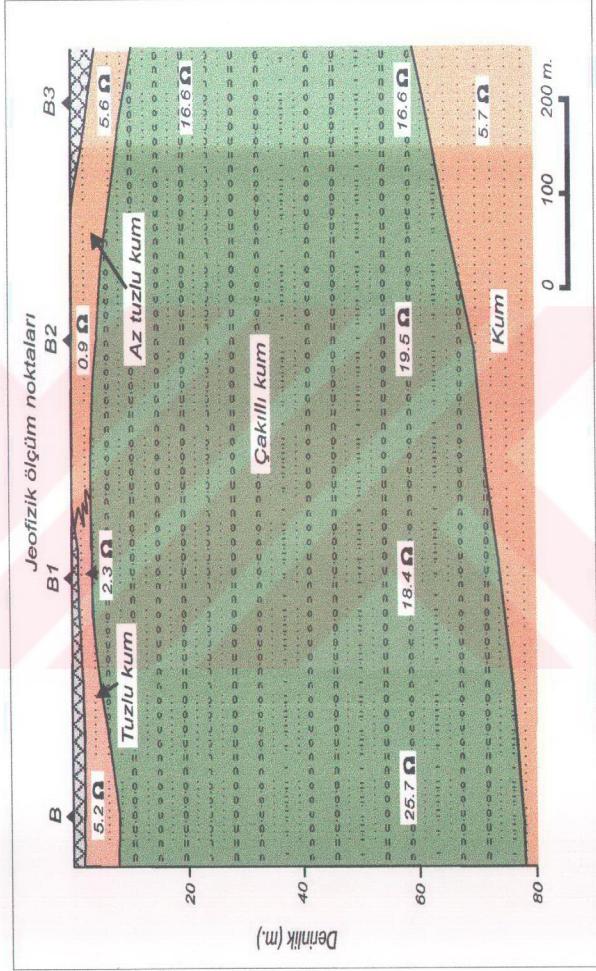
Genel olarak B profilinde 2-9 m. arasında çok az miktarda tuzlu su girişi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.



Şekil 4.75. A profiline ait öz direnç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti



Şekil 4.76. 1A profiline ait öz direnç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti



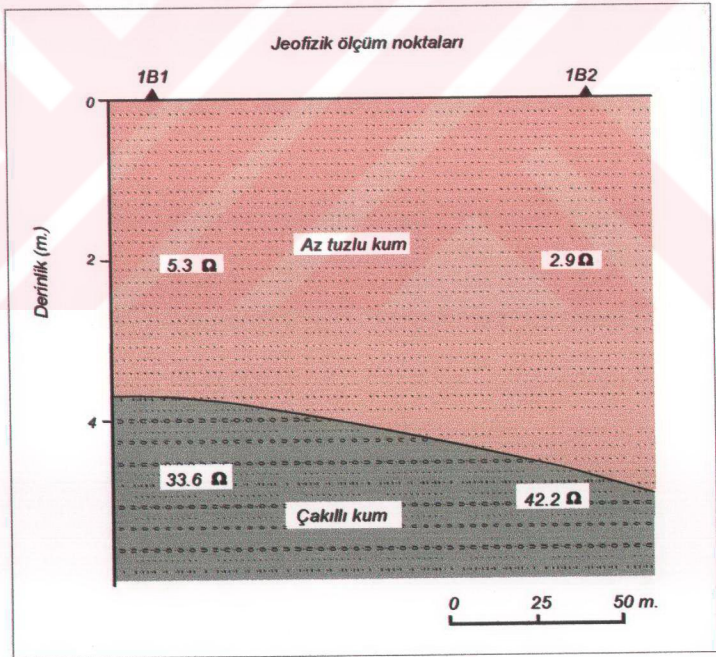
Şekil 4.77. B profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti

4.4.5. 1B1 Profili

Doğu-batı yönünde uzanan bu profil üzerinde 1B1 ve 1B2 ölçüm noktaları bulunur. 1B1 ölçüm noktasında üstte bulunan 5.3 ohm-m. özdirenç değeri veren ve kalınlığı 3.7 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 33.6 ohm-m., olan çakıllı kum bulunmaktadır.

1B2 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyle 2.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 4.7 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 42.2 ohm-m., olan çakıllı kum bulunmaktadır (Şekil 4.78).

Genel olarak 1B1 profilinde 0-5 m. arasında çok az miktarda tuzlu su girişimi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.



Şekil 4.78. 1B profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.

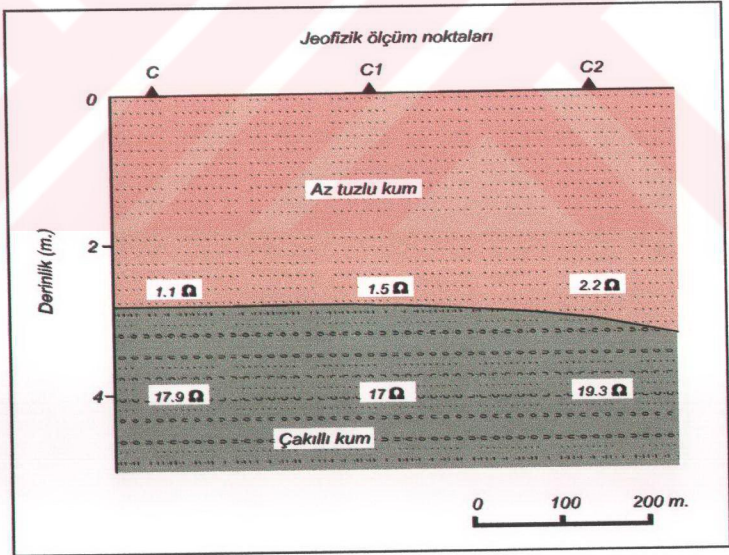
4.4.6. C profili

Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan bu profil üzerinde C, C1 ve C2 ölçüm noktaları bulunur. C ölçüm noktasında 2 tabaka saptanmıştır. Yüzeyle 1.1 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.7 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 1.1 ohm-m. olan çakıllı kum bulunmaktadır (Şekil 4.79).

C 1 ölçüm noktasında yüzeyle 1.5 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.8 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 17 ohm-m., olan çakıllı kum bulunmaktadır.

C 2 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunur. Yüzeyle 2.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 3.1 m. olan kumlu birimde bir miktar tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 19.3 ohm-m., olan çakıllı kum bulunmaktadır.

Genel olarak C profilinde 0-3.1 m. arasında çok az miktarda tuzlu su girişimi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kum'dan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.



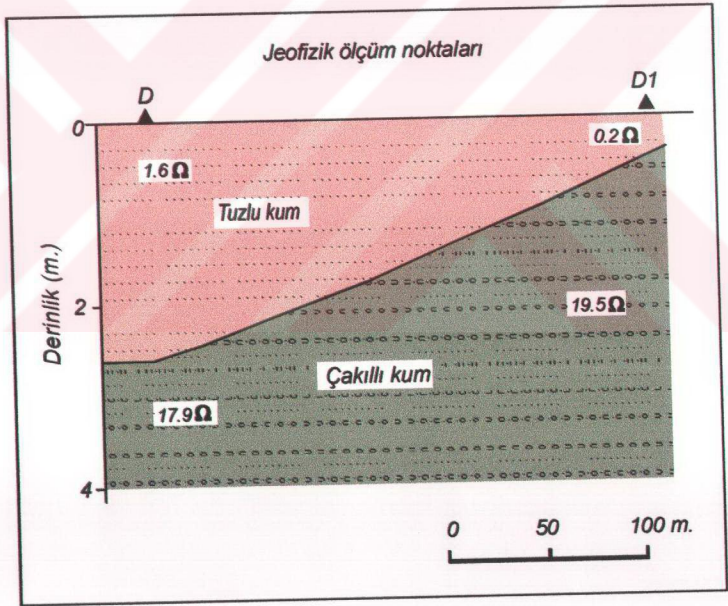
Şekil 4.79. C profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.

4.4.7. D Profili

Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan bu profil üzerinde D ve D1 ölçüm noktaları bulunur. D ölçüm noktasında 2 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyle 1.6 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2.6 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 17.9 ohm-m. olan çakıllı kum bulunmaktadır (Şekil 4.80).

D1 ölçüm noktasında yüzeyle 0.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 0.5 m. olan tuzlu kumlu birim, altta özdirenç değeri 19.5 ohm-m. olan çakıllı kum bulunmaktadır.

Genel olarak D profilinde 0-3 m. arasında tuzlu su girişimi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.



Şekil 4.80. D profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.

4.4.8. I Profili

Kuzey-güney yönünde uzanan bu profil üzerinde I, I1 ve I2 ölçüm noktaları bulunur. I ölçüm noktasında yüzeyde bulunan 2.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.7 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 37.6 ohm-m. olan çakıllı kum bulunmaktadır (Şekil 4.81).

I1 ölçüm noktasında 2 tabaka saptanmıştır. Yüzeyde 3.5 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 5.6 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 22.8 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

I2 ölçüm noktasında 4 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 1.4 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.6 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabaka kalınlığı 41.4 m., özdirenç değeri 10.2 ohm-m. olan çakıllı kum, üçüncü tabaka ise derinliği 43 m. ve özdirenç değeri 7.5 ohm-m. olan azçakıllı kumdur. Dördüncü tabakada özdirenç değeri 12.9 ohm-m. olan çakıllı kum bulunmaktadır.

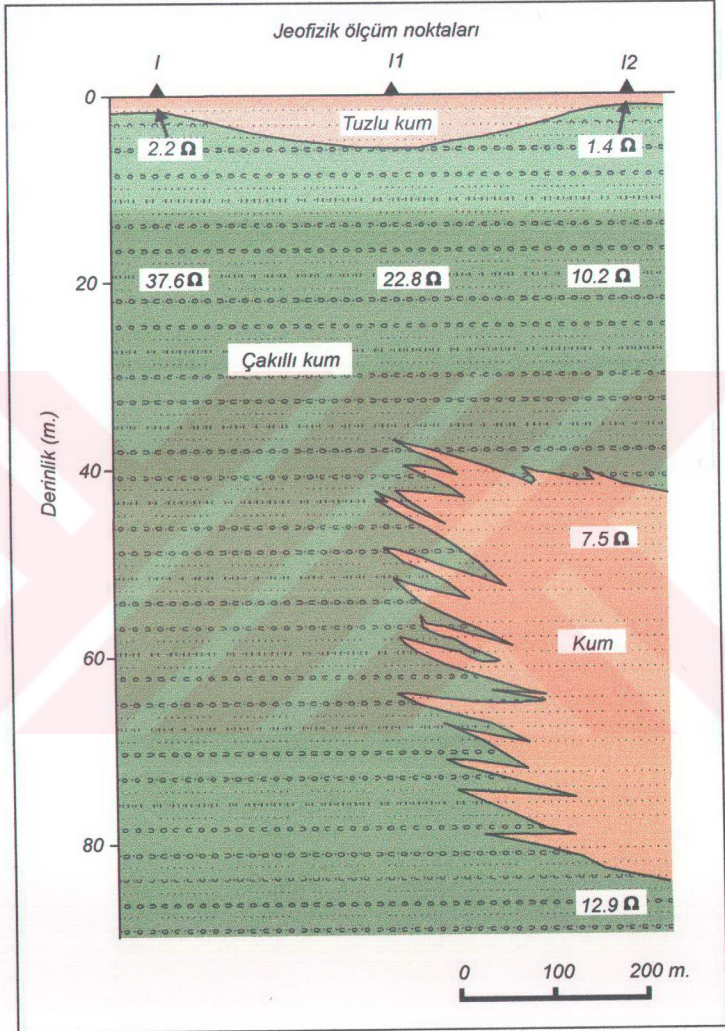
Genel olarak I profilinde 0-6 m. arasında tuzlu su girişimi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.

4.4.9. J Profili

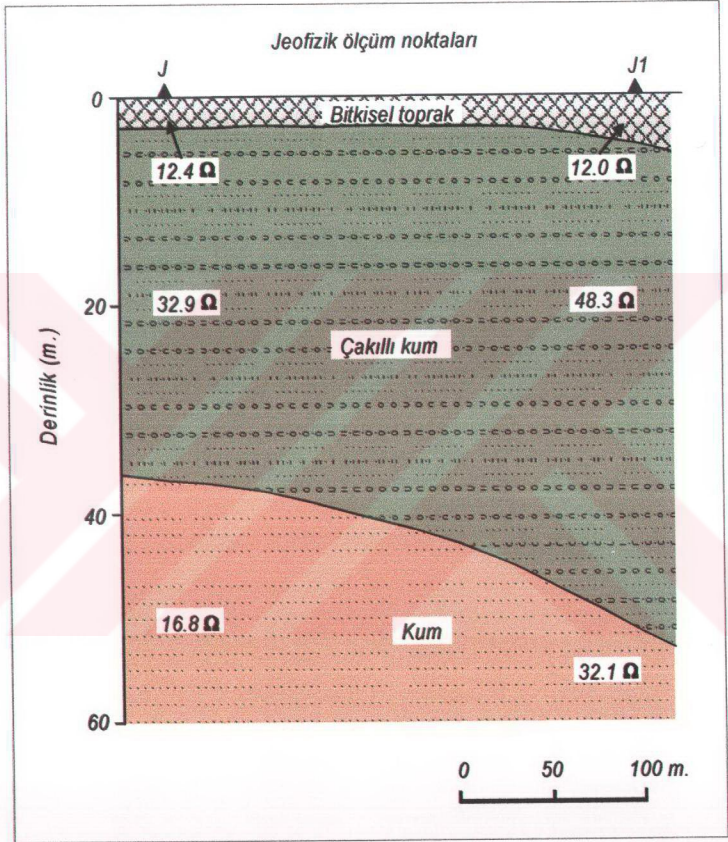
Kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan bu profil üzerinde Jve J1 ölçüm noktaları bulunur. J ölçüm noktasında 3 tabaka gözlenmiştir. Yüzeyde 12.4 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 3m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 32.9 ohm-m özdirenç değerine sahip, 34.1 tabaka kalınlığına sahip çakıllı kum, üçüncü tabaka ise özdirenç değeri 16.8 ohm-m. olan kum birimidir.

J1 ölçüm noktasında 3 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 12 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 4.5 m. olan bitkisel toprak bulunur. İkinci tabaka 48.3 ohm-m özdirenç değerine, 46.7 m. tabaka kalınlığına sahip çakıllı kum ve üçüncü tabaka ise özdirenç değeri 32.1 ohm-m. olan kum birimidir (Şekil 4.82).

Genel olarak J profili denize en uzak nokta olduğundan bu profil boyunca tuzlanma görülmemektedir. Çakıllı kumdan oluşan birimise tatlı su içermektedir.



Şekil 4.81. I profiline ait öz direnç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.



Şekil 4.82. J profiline ait özdirenç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.

4.4.10. K Profili

Kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzana bu profil üzerinde K, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12 ve K13 ölçüm noktaları bulunur.

Kölçüm noktasında 2 tabaka bulunur. Yüzeyde 4.8 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 9-24.9 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır. K noktasında tuzlanma ilk 2 metrelik kısımda bulunmaktadır (Şekil 4.83).

K1 ölçüm noktasında 3 tabaka görülür. Yüzeyde 19 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.2 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 14.3 metreye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 1.2 ohm-m. olarak tespit edilmiştir. Bu birim kum olup, tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabaka özdirenç değeri 45.9 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan tatlı su içeren birimdir.

K2 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 0.7 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 10.1 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 25.8 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K3 ölçüm noktasında 3 tabaka saptanmıştır. Yüzeyde 5.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2 m. olan bitkisel toprak, altta 10 metre kalınlığında, özdirenç değeri 0.6 ohm-m. olan kum tabakası bulunur. Bu seviyede tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabaka özdirenç değeri 20.5 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan birimdir.

K4 ölçüm noktasında 3 tabaka tespit edilmiştir. Yüzeyde 12.7 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 13.9 metreye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 0.6 ohm-m. dir. Bu birim kum olup, tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabakada özdirenç değeri 307.9 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan birimdir. Üçüncü tabakanın özdirenç değerinin yüksek oluşu çakıl miktarının birimde fazla oluşundandır.

K5 ölçüm noktasında 3 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 20.7 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.9 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 11.2 metreye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 0.5 ohm-m. olarak saptanmıştır. Bu birim kum olup, tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabaka ise özdirenç değeri 71.3 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan birimdir.

K6 ölçüm noktasında yüzeyde 0.4 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 11.4 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 21.6 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K7 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunur. Yüzeyde 0.3 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 10.6m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 33.4 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K8 ölçüm noktasında 3 tabaka tesbit edilmiştir. Yüzeyde 37.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.2 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 9.9 metreye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 0.2 ohm-m. olarak tespit edilmiştir. Bu birim kum olup, tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabakada özdirenç değeri 9.8 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan birimdir.

K9 ölçüm noktasında 2 tabaka görülmektedir. Yüzeyde 0.3 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 12.8 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 42 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K10 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunur. Yüzeyde 0.5 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 8.5 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 7.6 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K11 ölçüm noktasında 2 tabaka bulunur. Yüzeyde 0.3 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 10.4 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 40.7 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır.

K12 ölçüm noktasında 2 tabaka tespit edilmiştir. Yüzeyde 0.3 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 9.3 m. olan kumlu birimde tuzlanma görülmüştür. İkinci tabakada ise özdirenç değeri 176.2 ohm-m. olan çakıllı kum yer almaktadır. Üçüncü tabakanın özdirenç değerinin yüksek oluşu çakıl miktarının birimde fazla olduğundanır.

K13 ölçüm noktasında 3 tabaka belirlenmiştir. Yüzeyde 1.2 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.4 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise 7.6 metreye kadar devam etmekte olup özdirenç değeri 0.2 ohm-m. olarak saptanmıştır. Bu birim kum olup, tuzlanma görülmektedir. Üçüncü tabakada özdirenç değeri 36.2 ohm-m. olan çakıllı kumdan oluşan birimdir.

Genel olarak K profilinde 0-14.3 m. arasında tuzlu su girişimi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kum'dan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.

4.4.11 L Profili

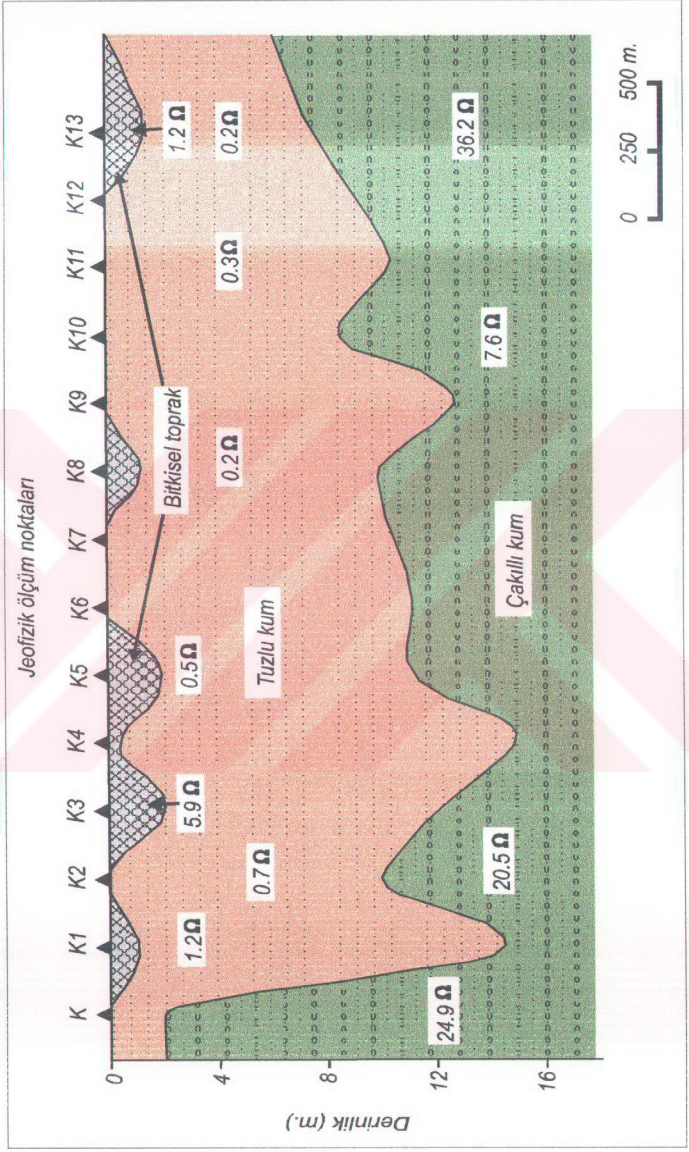
Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan bu profil üzerinde L, L1 ve L2 ölçüm noktaları bulunur.

L ölçüm noktasında 4 tabaka saptanmıştır. Üstte özdirenç değeri 10.3 ohm-m., kalınlığı 0.9 m. olan bitkisel toprak bulunmaktadır. İkinci tabaka ise kalınlığı 8 m.'ye kadar devam etmekte olup, özdirenç değeri 17.1 ohm-m. olan az çakıllı kumdur. Üçüncü tabakada 3 ohm-m. özdirenç değerine sahip ve 36.1 metreye kadar devam eden kumlu birim bulunmaktadır. Bu birimde tuzlanma görülmektedir. Alttaki birim ise az çakıllı kumdur ve özdirenç değeri 7.4 ohm-m.'dir (Şekil 4.84).

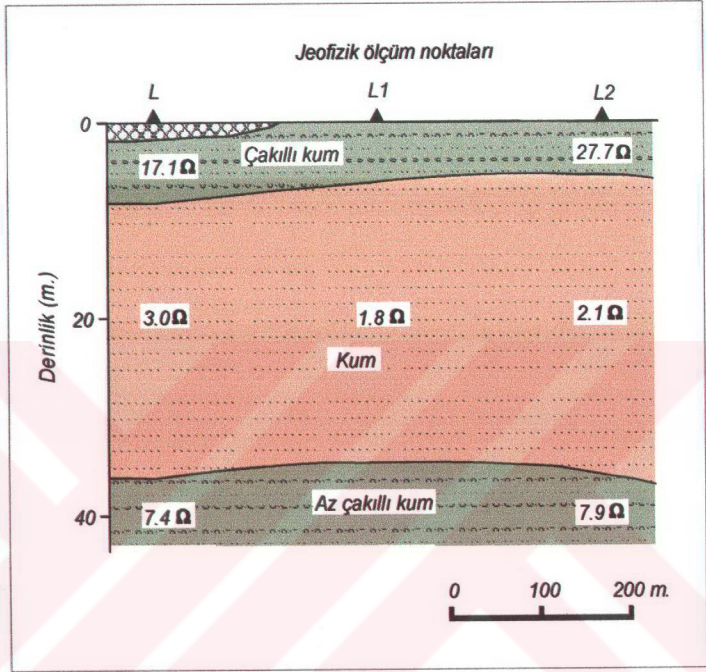
L1 ölçüm noktasında 3 tabaka bulunmaktadır. Yüzeyde 16.7-30.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 1.8 m. olan az çakıllı kum bulunmaktadır. İkinci tabaka 1.8 ohm-m. özdirenç değerindedir ve 35.2 metreye kadar devam eden kumlu birim bulunmaktadır. Bu birimde tuzlanma görülmektedir. Alttaki birim ise az çakıllı kumdur ve özdirenç değeri 6.5 ohm-m.'dir.

L2 ölçüm noktasında 3 tabaka tesbit edilmiştir. Yüzeyde 22.9 ohm-m. özdirenç değeri veren, kalınlığı 2 m. olan az çakıllı kum bulunmaktadır. İkinci tabaka 2.1 ohm-m. özdirenç değerindedir ve 36.4 metreye kadar devam eden kumlu birim bulunmaktadır. Bu birimde tuzlanma görülmektedir. Alttaki birim ise az çakıllı kumdur ve özdirenç değeri 7.9 ohm-m.'dir.

Genel olarak L profilinde 5.6-36.5 m. arasında tuzlu su girişi görülmektedir. Attaki birim çakıllı kumdan oluşan birimdir ve bu birim tatlı su içermektedir.



Şekil 4.83. K. profiline ait öz direnç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.



Şekil 4.84. L profiline ait öz direnç değerlerini ve bunlara karşılık gelen litolojik seviyeleri gösteren yer altı yapı kesiti.

4.5. KIYI AKİFERLERİNDE TUZLUSU GİRİŞİMİNİN ÖNLENMESİ

Dünyanın her yerinde, özellikle gelişmiş ülkelerde artan nüfusa ve endüstriye gerekli suyun sağlanması, gittikçe çözümünü güç bir problem haline almaktadır. Yeraltı sularından yararlanan bölgelerde bu artan istek yeraltından daha fazla su çekmekle, yani aşırı pompajla karşılaşmaya çalışılmaktadır. Bunun sonucu olarak çıkan güçlüklerin başında, kıyı akiferlerin zamanla tuzlanması ve kullanılamaz hale gelmesi yer almaktadır.

Denize yakın tatlı su akiferlerinde deniz suyunun sokulmasını önlemek için, arazide ve laboratuvarında, bugüne süre gelen çalışmalar yapılmaktadır [16]. Bu araştırmalardan, tuzlanan akiferlerin tekrar eski hallerine döndürülebilmeleri için çok uzun zamana ve büyük masraflara gereksinim olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle kıyı akiferlerinin işletilmesi, tuzlu suyun girişimini önlemeye yönelik sıkı ve devamlı bir denetimi gerektirir. Tuzlu su girişimini önlemek için uygulanan yöntemler şunlardır:

Kıyı akiferlerinde açılan kuyularda pompajın azaltılması

Bu tür kuyulardan çekilecek su miktarı akiferin kuyuyu besleyeceği kadar olmalı, kuyudan aşırı pompaj yapılmamalıdır. Elde edilen sonuçlara göre, tuzlu suyun tatlısu akiferleri içine girmesini önleyecek en kesin ve en etkili yol pompajın kontrol altına alınmasıdır. Aşırı pompajla deniz seviyesine kadar, hatta daha aşağıya düşürülmüş olan su tablasının ya da piyozometrik (basınç) seviyesinin, çekilen su miktarının azaltılması ile, yükselmesinin sağlanması, tuzlusu ile karışmış tatlısu akiferlerini eski hallerine döndürmede düşünülecek ilk yoldur.

Pompaj kuyularının kıyıda uzakta açılması

Kıyıda uzaklaştıkça tuzlu su girişi olasılığında o kadar azalacaktır. Pompaj sırasında kuyu dolayında basınç yüzeyi alçalırsa da, denize yakın yükselerek tekrar denize doğru eğim kazanacaktır. Kuyu, kıyı yakınında açılırsa basınç yüzeyinin eğimi karaya doğru olacaktır.

Yapay Beslenme

Tuzlanmış olan akiferlerin eski hallerine döndürülmelerinde uygulanan diğer bir yöntem suni beslenmedir. Böylelikle aşırı pompajla doğan zararlı etkilerin önüne geçilebilmektedir. Serbest akiferler, yayma biçiminde yüzeyden, basınçlı akiferlerde kuyulara su verilerek yeraltından beslenir. Ancak bu yöntem, civarda bol, temiz ve

iyi kalitede suya ihtiyaç göstermesi, kurulacak tesislerde sık sık bakım ve onarım gerektirmesi, dolayısı ile ekonomik olmaması yüzünden az uygulanmaktadır.

Kıyıya paralel düşüm çizgisinin oluşturulması

Kıyıya paralel açılacak kuyulardan devamlı tuzlu su çekilerek, tuzlu su kamasının akifere doğru yayılması önlenir. Bu yöntemde kuyular, pompaj sırasında birbirlerini etkileyecek mesafede açılmalıdır. Böylece sahile paralel uzanan kuyuların müşterek bir düşüm konisi oluşur.

Tuzlu su çekimi sürerken kuyu ile deniz arasında kalan akifer parçası tamamen tuzlanır. Kuyunun akifer yönünde küçük, durağan bir tuzlu su kaması kalır. Bu yöntem çoğunlukla tuzlanmış akiferlerin temizlenmesinde kısa süreler için uygulanır. Tuzlu su çekilen kuyunun kara yönünde ve kıyıdan uzakta, tatlı su almak için başka kuyular yapılır.

Yapay perdelerin yapımı

Tuzlu suyun tatlı su akiferine girişimini engellemek için akifere çimento, asfalt, kil v.b. enjekte edilerek geçirimsiz bir kuşak oluşturulur. Kimi yerlerde yassı kazık ve madeni levhalar çakılır. İlk bakışta pek kolay ve pratik gözükmeyen bu yöntem, diğerleri ile karşılaştırıldığında ön inşaat giderlerinin dışında, bakım ve işletme giderlerinin olmaması yüzünden daha üstündür. Bu yöntem özellikle denizle ilişkisi dar boğazlarla olan alüvyon akiferlerini ve kalınlığı fazla olmayan kıyı akiferlerini tuzlu sudan korumada kullanılır.

Kıyı akiferlerine tuzlu su girişiminin önlenmesinde en ekonomik yöntem, pompajın azaltılmasıdır. Bu bakımdan kıyı akiferlerinde beslenmeye göre saptanmış bir pompalama rejimi uygulayıp fazla su çekmemek ve böylelikle tuzlu su girişine baştan meydan vermemek, en kestirme ve en ekonomik yoldur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Silifke-Göksu deltasında tatlı su-tuzlu su girişiminin incelenmesi konulu bu çalışmada elde edilen sonuçları ve önerileri şöyle sıralayabiliriz.

1) İnceleme alanının denize yakın olması nedeniyle, deniz suyunun olası girişimini saptamak amacıyla 10 profil hattı boyunca 44 noktadan alınan düşey elektrik sondaj verilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

2) Göksu deltasının farklı kesimlerinde yanal ve düşey yönde litolojik değişimler içeren farklı kalınlıklara sahip, bitkisel toprak, kum ve çakıllı kum birimlerinin varlığı belirlenmiştir.

3) Yapılan çalışmalarda A, 1A, B, 1B, C, D, I, K ve L profillerinde özdirenç değerlerinin düşük olduğu, tuzlu su girişimini gösteren kumlu birimlerin varlığı saptanmıştır. Bu profil hatlarının denize yakın olması tuzlu su girişiminin başlıca nedeni olmaktadır.

4) Kıyı çizgisine uzak olan J profilinde ise tuzlu su girişimine rastlanmamıştır.

5) İnceleme alanında özdirenç değerlerinin yüksek olduğu yerler çakıllı kum birimi olup yeraltısuyu yönünden büyük bir öneme sahiptir.

6) Bölgenin yoğun tarım yapılan alanlardan biri olması ve açılan kuyulardan aşırı pompaj yapılmasının tuzlu su girişimini artırıcı bir etken olduğu düşünülmektedir.

7) Bölgede tuzlu su girişimini önlemek amacıyla açılan kuyularda pompajın azaltılması, pompaj kuyularının kıyıda uzakta açılması, yapay beslenmenin uygulanması, kıyıya paralel düşüm çizgisinin oluşturulması, tuzlu suyun tatlı su akiferine girişimini engellemek için akifere çimento, asfalt, kil v.b. enjekte edilerek geçirimsiz bir kuşak oluşturulması önerilebilir.

8) Kıyı akiferlerine tuzlu su girişiminin önlenmesinde en ekonomik yöntem, pompajın azaltılmasıdır. Bu bakımdan kıyı akiferlerinde beslenmeye göre saptanmış bir pompalama rejimi uygulayıp fazla su çekmemek ve böylelikle tuzlu su girişine baştan meydan vermemek, en kestirme ve en ekonomik yoldur.

KAYNAKLAR

- [1] Gökten, E. "Silifke Yöresinin Temel Kaya Birimleri ve Miyosen Stratigrafisi", T.J.K. Bülteni, Ankara, 19(2): 117-126, (1976).
- [2] Özgül, N. "Toroslar'ın Temel Jeolojik Özellikleri", T.J.K. Bülteni, 19(2): 65-78, (1976).
- [3] Özgül, N. "Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Central Taurides", Geology of the Taurus Belt, Ankara, 77-99 s., (1983).
- [4] Özgül, N. "Alanya Tektonik Penceresi ve Batı Kesiminin Jeolojisi", Ketin Sempozyumu, Ankara, 97-120 s., (1984).
- [5] Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, A. ve Yoldaş, R. "Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları", T.J.K. Bülteni, Ankara, 22(2): 7-26, (1979).
- [6] Demirtaşlı, E. "Stratigraphy and Tectonics of the Area Between Silifke and Anamur, Central Taurus mountains", Geology of the Taurus Belt, Ankara, 101-118 s., (1984).
- [7] Uğuz, M.F. "Silifke-Ovacık-Gülнар (Mersin) Arasının Jeolojisi", Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 278 s., (1989).
- [8] Öztürk, E.M., Öcal, H., Taşkıran, A., Bulduk, A., Çelik, B., Metin, T., Keskin, Ö., Kadir, S., Değer, Z., Çatal, E., Keskin, A., Gökten, A., Hakyemez, A. ve Girgin, İ. "Orta Toroslar'ın Jeolojisi", M.T.A. Raporu, Ankara, Rapor No:9301, (1991).
- [9] Özalp, S. "Orta Toroslar'da Büyükeceli (Gülнар)-Yeşilovacık (Silifke) Dolayının Tektono-Stratigrafi Birimleri Ve Bölgenin Yapısal Evrimi", Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 172 s., (1999).
- [10] Günay, G. "Silifke Ovacık Ovası Rezerv Raporu", D.S.İ. Jeoteknik Hizmetler Ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, Rapor No:1904/3, (1968).
- [11] Yencişek, R. "Ovacık Denizaltı Kaynakları Jeofizik İnceleme Raporu", D.S.İ. Yayını, Ankara, Arşiv No: 35, (1979).
- [12] Karakılçık, H. "Düşey Elektrik Sondaj Yöntemi İle Silifke-Ovacık Ovası Yeraltı Suyu Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 98 s., (1996).

- [13] Gül, N.ve Mülâyim, H. "Silifke-Göksu Deltası Tathsu-Tuzlusu Girişimi Jeofizik Etüt Raporu", D.S.İ. Altıncı Bölge Müdürlüğü, Adana, (1997).
- [14] M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- [15] Türkmen, S. "Aşağı Göksu 2. Merhale Projesi Silifke Ovası Sulaması Drenaj Pompa İstasyon Yerleri Ve Sulama Kanal Güzergahları Kesin Proje Aşaması Mühendislik Jeolojisi Raporu", D.S.İ. Altıncı Bölge Müdürlüğü, Adana, (1992).
- [16] Canik, B. "Hidrojeoloji, Yer altı sularının Aranması, İşletilmesi, Kimyası", Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara, 114 - 118 s., (1998).
- [17] Öztürk, K. "Elektrik ve Elektromagnetik Prospeksiyon Yöntemleri", İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul, (1986).
- [18] Van Nostrand, R. G.ve Cook, K.L. "İnterpretation of Resistivity Data", U.S.G.S. Prof., D.C., U.S. Govt. Printing Office, Washington, Paper 449, (1966).
- [19] Başokur, A.T. "Definitions of apparent resistivity for the presentation of Magnetotelluric Sounding Data", G.P., 42(2): 141-150, (1994).
- [20] Ergin, K. "Uygulamalı Jeofizik", İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul, 98 s., (1981).
- [21] Bhattacharya, P.K. and Patra, H.P. "Direct Current Geoelectric Sounding Principles and Interpretation", Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New york, (1968).
- [22] Ward, S.H. "Resistivity and induced polarization methods, in Ward, S.H., Ed., Geotecnical and environmental geophysics, 01: Society of Exploration Geophysicists, 147-189, (1990).

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Mersin’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Jeofizik Mühendisliğine girdi. 1998 yılında lisans programını tamamladı. 1998 Eylül döneminde Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Müh. Ana Bilim Dalında yüksek lisans programına girdi.

EKLER DİZİNİ

EK -1. Silifke- Göksu deltasının (Mersin) jeolojik haritası.

EK -2. Silifke- Göksu deltası (Mersin) jeofizik ölçüm noktalarını gösteren harita.

