

**MELEN PROJESİ BOĞAZ GEÇİŞİNİN  
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK  
JEOLJİK MODELLEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeo. Müh. Özgür ÖZKAN  
505031315**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2007  
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007**

**Tez Danışmanı  
Diğer Jüri Üyeleri**

**Yard. Doç.Dr. E. Vural YAVUZ  
Prof.Dr. Nuh BİLGİN  
Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL**

**Haziran 2007**

## ÖNSÖZ

İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı tarafından verilen bu yüksek lisans çalışmasında Melen Projesi boğaz geçişi Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak Jeolojik veriler ışığında 2 boyutlu ve 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Bölgede daha önceki yıllarda özellikle Devlet Su İşleri tarafından gerçekleştirilmiş çalışmaların incelenmesinden sonra, jeolojik ve mekanik veriler değerlendirilmiş ve elde edilen bilgilerden yola çıkarak ulaşılan sonuçlar belirtilmiştir.

İnsanoğlu tarih boyunca yürüttüğü tüm çalışmalarda kendi işini kolaylaştırıcı ve hızlandırıcı sistemler geliştirmiştir. Basit aletler yaparak başladığı bu süreçte, insanoğlu gitgide daha karmaşık, kullanımı eğitim ve bilgi gerektiren; yapılan işlerin süresini kısaltan ve işleri kolaylaştıran sistemler ortaya koymuştur ve koymayada devam edecektir. Tarih boyunca yerküre ile ilgili çalışmaları sürekli devam eden insanoğlu son 40-45 yıl içerisinde Coğrafi Bilgi Sistemi kavramını ortaya koymuş, askeri amaçla üretilen ilk örnekleri bilgisayar ve yazılım teknolojilerinin gelişimi ile beraber günlük hayatta kullanılır hale getirmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemi veri üretimi, veri depolaması, verilerin grafik ve analitik incelemesi ve sorgulanmasını sağlayan sistemler bütünüdür. Bu çalışma yukarıda belirtilen özellikleri kullanarak Melen Projesi boğaz geçişinin jeolojik modellenmesi esasına dayanmaktadır.

Tez çalışmalarımın her safhasında bilgi ve tecrübesini bana aktaran, çalışmalarımın her aşamasında desteğini ve yardımlarını bana hissettiren Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli hocam Yrd. Doç. Dr. E. Vural Yavuz'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezin hazırlanmasında ve verilerin düzenlenmesinde bana en büyük desteği veren ve benden hiçbir yardımı esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Serkan Dağlıoğlu'na çok teşekkür ederim.

Mayıs 2007

Jeo. Müh. Özgür ÖZKAN

## İÇİNDEKİLER

<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>x</b>
<b>1 GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1 Genel	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi	2
<b>2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI</b>	<b>4</b>
2.1 İklim ve Meteoroloji	4
2.2 Ulaşım ve Yerleşim	5
2.3 Topografya ve Morfoloji	5
2.4 Depremsellik	6
<b>3 GENEL JEOLJİ</b>	<b>8</b>
3.1 İstanbul'un Jeolojisi	8
3.1.1 Paleozoik	8
3.1.2 Mesozoyik	11
3.1.3 Senozoyik	13
4.1.3.1 İslambeyli Formasyonu	13
4.1.3.2 Kırklareli Kireçtaşı	13
4.1.3.3 Karaburun Formasyonu	13
3.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	14
3.2.1 Yapay Dolgu	15
3.2.2 Kolüvyon	15
3.2.3 Alüvyon	15
3.2.4 Kartal Formasyonu	15
<b>4 MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ</b>	<b>17</b>
4.1. Deneyler	23
4.1.1 Ultrasonik Ses Hızı Ölçümleri	23
4.1.2 Brezilyan Çekme Deneyi	24
4.1.3 Tek Eksenli Basınç Deneyi	24
4.1.4 Schmidt Çekici Deneyi	25
4.1.5 Cerchar Aşınma Deneyi	27
4.1.6 Nokta Yükleme Deneyi	28
<b>5 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ</b>	<b>29</b>
5.1 Tanımı	29
5.2 Veri Yapısı	29
5.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Elemanları	29
5.4 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Genel Fonksiyonları	30
5.5 Veri Toplama Teknikleri	30

5.6 Veri Depolama Teknikleri	30
5.6.1 Vektörel Veri	31
5.6.2 Raster Veri	31
5.7 Sorgulama	31
5.8 Analizler	32
5.9 Veri Görüntüleme ve Harita Çıktı İşlemleri	32
<b>6 ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİK MODELLEMESİ</b>	<b>33</b>
6.1 ArcGIS Desktop	33
6.1.1 ArcMap	33
6.1.2 ArcScene	34
6.1.3 ArcReader	35
6.1.4 ArcGlobe	36
6.1.5 ArcCatalog	37
6.1.6 ArcToolbox	38
6.1.7 ArcGis 3D Analyst	39
6.2 Veri Eklenmesi	40
6.2.1 Çizilmiş Verilerin eklenmesi	40
6.2.2 Çizilebilir veri eklenmesi	41
6.3 Çizilebilir veri üretimi	42
6.3.1 Harita ve Paftalardan veri üretimi	42
6.4 ArcMap üzerindeki Çizilebilir Veri	45
6.5 Üçgensel Ağ Modeli Üretimi	46
6.6 İzohips Eğrileri Üretimi	51
6.7 Topografik Harita Üretimi	54
6.8 Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi	58
6.9 Model Üretimi	61
6.9.1 Jeofizik Veriler Yardımıyla Model Üretimi	61
6.9.2 Sondaj Verileri Yardımıyla Model Üretimi	64
6.10 Veri Tabanını Ekrana Yansıtabilme	65
6.11 Verilerin Grafikselsel Gösterimi	68
6.12 Animasyon Üretimi	69
<b>7 SONUÇLAR</b>	<b>72</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>74</b>
<b>EKLER</b>	<b>75</b>
<b>EK A</b>	<b>76</b>
<b>EK B</b>	<b>84</b>
<b>EK C</b>	<b>93</b>
<b>EK D</b>	<b>123</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>129</b>



## TABLO LİSTESİ

## Sayfa No

<b>Tablo 4.1:</b> Sondaj Kuyularının Lokasyon ve Derinlik Bilgileri	19
<b>Tablo 4.2:</b> Ultrasonik Ses Hızı Ölçümleri	23
<b>Tablo 4.3:</b> Brezilyan Çekme Deneyi Sonuçları	24
<b>Tablo 4.4:</b> Tek Eksenli Basınç Beneyi Sonuçları	25
<b>Tablo 4.5:</b> Schmidt Çekici Deneyi Sonuçları	26
<b>Tablo 4.6:</b> Schmidt Çekici Deneyi Sonuçları	26
<b>Tablo 4.7:</b> Schmidt Çekici Deneyi Sonuçları	27
<b>Tablo 4.9:</b> Cerchar Aşınma Deneyi Sonuçları	28
<b>Tablo 6.1:</b> Su Kalınlığı Veri Tabanı	58
<b>Tablo C1:</b> BMP 101 Zemin Sondaj Logu	93
<b>Tablo C2:</b> BMP 101 Kaya Sondaj Logu	95
<b>Tablo C3:</b> BMP 102 Zemin Sondaj Logu	97
<b>Tablo C4:</b> BMP 102 Kaya Sondaj Logu	98
<b>Tablo C5:</b> BMP 103 Zemin Sondaj Logu	101
<b>Tablo C6:</b> BMP 103 Kaya Sondaj Logu	103
<b>Tablo C7:</b> BMP 11 Zemin Sondaj Logu	106
<b>Tablo C8:</b> BMP 11 Kaya Sondaj Logu	107
<b>Tablo C9:</b> BMP 12 Zemin Sondaj Logu	108
<b>Tablo C10:</b> BMP 12 Kaya Sondaj Logu	109
<b>Tablo C11:</b> BMP 13 Zemin Sondaj Logu	114
<b>Tablo C12:</b> BMP 13 Kaya Sondaj Logu	115
<b>Tablo C13:</b> BMP 14 Zemin Sondaj Logu	117
<b>Tablo C14:</b> BMP 14 Kaya Sondaj Logu	119
<b>Tablo C15:</b> BMP 15 Zemin Sondaj Logu	121
<b>Tablo C16:</b> BMP 15 Kaya Sondaj Logu	122
<b>Tablo D1:</b> Nokta Yükleme Deneyi Sonuçları	123
<b>Tablo D2:</b> Nokta Yükleme Deneyi Sonuçları	124
<b>Tablo D3:</b> Nokta Yükleme Deneyi Sonuçları	126

## ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa No

Şekil 1.1: Melen Projesi güzergahı	2
Şekil 2.1: Çalışma alanına genel bakış	6
Şekil 2.2: Çalışma alanının kaya tavanı topografyası	7
Şekil 3.1: İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti	10
Şekil 3.2: İstanbul genelleştirilmiş Senozoyik-Kuvaterner stratigrafi kesiti	14
Şekil 4.1: Araştırılan Tünel güzergahları	17
Şekil 4.2: Sondaj çalışmalarından görüntüler	18
Şekil 4.3: Karot örnekleri	20
Şekil 4.4: Boğaz geçiş güzergahına genel bakış	21
Şekil 4.5: Boğaz geçişi önerilen tünel güzergahı enine kesiti	21
Şekil 4.6: Boğaz geçişi araştırma yapılan ilk tünel güzergahı enine kesiti	22
Şekil 5.1: Coğrafi bilgi sistemleri veri yapısı	29
Şekil 5.2: Coğrafi bilgi sisteminin genel fonksiyonları	30
Şekil 5.3: Veri depolama formatları	31
Şekil 5.4: Verilerin grafiksel gösterimi	32
Şekil 6.1: Arcmap arayüzü	34
Şekil 6.2: ArcScene arayüzü	35
Şekil 6.3: ArcReader arayüzü	36
Şekil 6.4: ArcGlobe arayüzü	37
Şekil 6.5: ArcCatalog arayüzü	38
Şekil 6.6: ArcToolbox kutusu	38
Şekil 6.7: 3D Analyst komutları ve ArcToolbox 3D Analyst Araçları	39
Şekil 6.8: Add Data Tuşu	40
Şekil 6.9: Dosya seçme kutusu	40
Şekil 6.10: Eklenmiş şeklin ArcScene arayüzündeki görüntüsü	41
Şekil 6.11: Add XY Data penceresi	41
Şekil 6.12: Çizilebilir verinin eklenmiş görüntüsü	42
Şekil 6.13: ArcCatalog arayüzü	42
Şekil 6.14: Create New Shapefile penceresi	43
Şekil 6.15: ArcMap arayüzü	43
Şekil 6.16: Editor Araç kutusu	44
Şekil 6.17: Nitelik tablosu açma prosedürü	44
Şekil 6.18: Attribute (nitelik) Tablosu	44
Şekil 6.19: Add Field penceresi	45
Şekil 6.20: Attribute Tablosu	45
Şekil 6.21: Attribute Tablosu	45
Şekil 6.22: ArcMap Layers kutusu	46
Şekil 6.23: ArcScene Scene layers kutusu	46
Şekil 6.24: ArcScene ortamına atılmış veri tabanının ekran görüntüsü	47
Şekil 6.25: 3D Analyst aracı	47
Şekil 6.26: Create TIN From Features penceresi	47
Şekil 6.27: ArcScene'de çizilmiş üçgensel ağ modeli	48
Şekil 6.28: Add Renderer penceresi	48

<b>Şekil 6.29:</b> Abartılmış Z eksen görüntüsü	49
<b>Şekil 6.30:</b> Üçgensel ağ modeli	49
<b>Şekil 6.31:</b> Layer Properties penceresi	49
<b>Şekil 6.32:</b> Saydam Üçgensel ağ modeli	50
<b>Şekil 6.33:</b> Layer Properties penceresi	50
<b>Şekil 6.34:</b> Abartılmış Z eksen görünümü	51
<b>Şekil 6.35:</b> 3D Analyst aracı	51
<b>Şekil 6.36:</b> Contour penceresi	52
<b>Şekil 6.37:</b> İzohips eğrileri	52
<b>Şekil 6.38:</b> Layer Properties penceresi Symbolology ve Base Heights bölümü	53
<b>Şekil 6.39:</b> 3 boyutlu izohips eğrisi haritası	53
<b>Şekil 6.40:</b> ArcMap arayüzünde İzohips eğrileri haritası görünümü	54
<b>Şekil 6.41:</b> 3D Analyst aracı	54
<b>Şekil 6.42:</b> Interpolation penceresi	55
<b>Şekil 6.43:</b> 2 boyutlu topografya haritası	55
<b>Şekil 6.44:</b> Layer Properties penceresi symbolology bölümü	55
<b>Şekil 6.45:</b> Layer Properties penceresi Base Heights bölümü	56
<b>Şekil 6.46:</b> 3D Analyst aracı	56
<b>Şekil 6.47:</b> Slope penceresi	57
<b>Şekil 6.48:</b> 2 boyutlu eğim haritası	57
<b>Şekil 6.49:</b> ArcScene ortamında çizilebilir veri görünümü	57
<b>Şekil 6.50:</b> Layer Properties penceresi Base Heights bölümü	58
<b>Şekil 6.51:</b> Layer Properties penceresi Extrusion bölümü	59
<b>Şekil 6.52:</b> Apply extrusion by kutusu	59
<b>Şekil 6.53:</b> 3. boyutta ötelenmiş su kalınlığı	59
<b>Şekil 6.54:</b> Apply extrusion by kutusu	60
<b>Şekil 6.55:</b> Sondajların 3 boyutlu gösterimi	60
<b>Şekil 6.56:</b> Sondaj birimleri arakesitleri	60
<b>Şekil 6.57:</b> Üçgensel ağ modelleri	61
<b>Şekil 6.58:</b> ArcToolbox	61
<b>Şekil 6.59:</b> ArcToolbox	62
<b>Şekil 6.60:</b> TIN Polygon Tag penceresi	62
<b>Şekil 6.61:</b> Poligon yüzeyi	62
<b>Şekil 6.62:</b> ArcToolbox – Extrude Between aracı	63
<b>Şekil 6.63:</b> Extrude Between penceresi	63
<b>Şekil 6.64:</b> Su kalınlığı modeli	63
<b>Şekil 6.65:</b> Su kalınlığı saydam modeli	64
<b>Şekil 6.66:</b> Sondaj verilerinden üretilmiş katı model	64
<b>Şekil 6.67:</b> Sondaj verilerinden üretilmiş saydam katı model	65
<b>Şekil 6.68:</b> Layer Properties penceresi Display bölümü	65
<b>Şekil 6.69:</b> Layer Properties penceresi Fields bölümü	66
<b>Şekil 6.70:</b> 3 boyutlu sondaj kuyuları	66
<b>Şekil 6.71:</b> Identification tuşu	67
<b>Şekil 6.72:</b> Identify Results penceresi	67
<b>Şekil 6.73:</b> Attribute(nitelik) tablosu	68
<b>Şekil 6.74:</b> Arcmap arayüzü	68
<b>Şekil 6.75:</b> Layer Properties penceresi Symbolology bölümü	69
<b>Şekil 6.76:</b> Deney verilerinin grafiksel gösterimi	69
<b>Şekil 6.77:</b> Animasyon kontrol tuşu	70
<b>Şekil 6.78:</b> Animation Control penceresi	70

<b>Şekil 6.79:</b> Animation aracı	70
<b>Şekil 6.80:</b> Video Sıkıştırma penceresi	70
<b>Şekil 6.81:</b> Animation aracı	71
<b>Şekil 6.82:</b> Create Flyby From Path penceresi	71
<b>Şekil A1:</b> Batimetri yüzeyi üçgensel ağ modeli	76
<b>Şekil A2:</b> Kaya tavanı yüzeyi üçgensel ağ modeli	76
<b>Şekil A3:</b> Üçgensel saydam ağ modelleri	77
<b>Şekil A4:</b> Batimetri yüzeyi izohips eğrileri	77
<b>Şekil A5:</b> Kaya tavanı yüzeyi izohips eğrileri	77
<b>Şekil A6:</b> Batimetri yüzeyi topografya haritası	78
<b>Şekil A7:</b> Kaya tavanı yüzeyi topografya haritası	78
<b>Şekil A8:</b> Batimetri ve kaya tavanı yüzeyleri topografya haritaları	78
<b>Şekil A9:</b> Batimetri yüzeyi eğim haritası	79
<b>Şekil A10:</b> Kaya tavanı yüzeyi eğim haritası	79
<b>Şekil A11:</b> Sondajların üç boyutlu gösterimi	79
<b>Şekil A12:</b> Sondaj litolojileri arakesitleri	80
<b>Şekil A13:</b> Sondaj verilerinden üretilmiş saydam model	80
<b>Şekil A14:</b> Su kalınlığı modeli	80
<b>Şekil A15:</b> Su kalınlığı saydam modeli	81
<b>Şekil A16:</b> Çalışma alanının jeofizik veriler yardımıyla üretilmiş katı modelleri	81
<b>Şekil A17:</b> Çalışma alanının saydam katı modeli	81
<b>Şekil A18:</b> Tünel güzergahı	82
<b>Şekil A19:</b> Deney verilerinin grafiksel gösterimi	82
<b>Şekil A20:</b> Deney verilerinin grafiksel gösterimi	82
<b>Şekil A21:</b> Deney verilerinin grafiksel gösterimi	83
<b>Şekil B1:</b> Coğrafi Bilgi Sistemleri	84
<b>Şekil B2:</b> Coğrafi Bilgi Sistemleri veri yapısı	85
<b>Şekil B3:</b> Veri ilişkilendirmesi	85
<b>Şekil B4:</b> Coğrafi bilgi sisteminin elemanları	86
<b>Şekil B5:</b> Genel fonksiyonlar	86
<b>Şekil B6:</b> Veri kaynakları	87
<b>Şekil B7:</b> Veri Üretim Teknikleri	87
<b>Şekil B8:</b> Veri depolama formatları	88
<b>Şekil B9:</b> Veri türleri arasındaki farklılıklar	89
<b>Şekil B10:</b> Raster ve vektör veri arasındaki farklılıklar	90
<b>Şekil B11:</b> Görüntülenebilir veri örnekleri	91
<b>Şekil B12:</b> Harita çıktı sembolleri	91

## **MELEN PROJESİ BOĞAZ GEÇİŞİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK JEOLJİK MODELLEMESİ**

### **ÖZET**

Bu çalışma, İstanbul Melen İçme Suyu Sağlama Projesi Boğaz Geçişinin Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak jeolojik modellenmesini hedeflemiştir. Boğaz geçiş tüneli – 135 m kotundan geçecektir.

İnceleme alanının temelini Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu oluşturmaktadır. Kartal formasyonunun üzerine Denizel Alüvyon çökeli gelmiştir. Bu çökelin üzerinde ise Açık sarımsı kahverengi-gri, yumuşak-az katı, çok zayıf tabakalanmalı Kolüvyon katmanı gelir.

Devlet Su İşleri, Melen Projesi Boğaz Geçiş Güzergahına karar verebilmek için ilk olarak araştırma yapılan ilk tünel güzergahı boyunca ve daha sonra ise önerilen tünel güzergahı boyunca çalışmalar yürütmüştür.

İki ayrı güzergah çalışmasının yapılmasının ana nedeni araştırma yapılan ilk tünel güzergahında karşılaşılan ve jeofizik araştırmalar sonucu derinliği 180 m olarak öngörülen ve yapılan sondaj çalışması sırasında net olarak derinliği belirlenememiş olan çukurluktur. İkinci bir tünel güzergahının araştırılıp değerlendirilmesi sürecinde hedeflenen şey tünel üzerindeki kaya örtüsü kalınlığının arttırılmasıdır. Delme tünellerde özellikle denizaltı geçişide var ise tünel delme yöntemi her ne olursa olsun güzergahta kısmen değişiklik yaparak örtü kalınlığının arttırılması tercih edilen bir yol olmalıdır.

Melen projesi Boğaz Geçiş kısmında Kartal Formasyonu değerlendirilirken deniz geçişlerinde karstlaşma olması riskinden dolayı tabakaların konumunun bilinmesi çok önemlidir. Bunun için tünel açma çalışmaları sırasında ön delgi yapılması faydalı olacaktır.

Hazırlanan modeller ile gerçek değerler kullanılarak Melen Projesi Boğaz geçişinin mühendislik Planlaması ve uygun jeoteknik uygulamalar belirlenebilir.

# **GEOLOGICAL MODELLING OF MELEN PROJECT BOSPHORUS PASS BY USING GEO-INFORMATION SYSTEMS**

## **ABSTRACT**

This study aims to prepare geological modelling by using Geographical Information Systems of İstanbul Melen Water Supply Project Bosphorus Pass. Bosphorus pass tunnel will be bored at the depth of -135 m.

The base of investigation area is formed of Devonian aged Kartal Formation. Above Kartal Formation Sea Alluvion sediments comes. Above this Sea Alluvion sediments, light yellowish, brownish-grey soft and weakly solid, poorly bedded Kolluvion sediments comes.

DSİ made studies in order to decide certain tunnel route by investigating the first tunnel route investigated and after that investigating the recommended tunnel route.

The main reason for investigating two different tunnel routes is the hole whose depth is determined as – 180 m by geophysical survey but couldn't be determined by drilling studies. The goal for investigating a second tunnel route is to increase the thickness of rock over the tunnel. At bored tunnel especially if there is a sea passage no matter what kind of tunnel boring method is applied, increasing the thickness rock cover over the tunnel has to be a way that is preferred.

While evaluating the Kartal Formation at Bosphorus pass side of Melen Project the bedding of layers have to be known because of the Karsting problems that may be faced at sea passes. Due to the information above prob drilling during tunnel boring studies will be very useful.

The engineering planning and suitable geotechnical applications can be decided by using prepared models and true values.

# 1 GİRİŞ

## 1.1 GENEL

İstanbul Su Temini Projesi, Melen Sistemi proje alanı genel olarak İstanbul il sınırları içinde bulunmakla beraber bölgesel olarak Düzce, Sakarya ve Kocaeli il sınırları içerisinde de yer almaktadır.

Dört aşamada gerçekleştirilecek olan Büyük İstanbul İçme Suyu 2. Merhale- Melen Projesinin bu çalışmaya konu olan kısmı İstanbul Metropol alanının Avrupa yakasının su ihtiyacını karşılamak için planlanmıştır. İl sınırları dışında kalan iki alan, İstanbul su dağıtım şebekesinden faydalandıkları için proje alanına dahil edilmiştir. Bunlar Anadolu yakasında Gebze ve Avrupa yakasında Çerkezköy'dür.

Proje alanı belirgin topografik özellikler ile tanımlanabilir. Bunların içinde en ilginç olanı Asya ve Avrupa kıtaları arasında İstanbulu ve proje alanını ikiye ayıran dar bir su geçişi görünümündeki İstanbul Boğazıdır.

Melen Projesinin amacı İstanbul'un yaklaşık 180 km doğusundaki Büyük Melen Çayı su kaynağını geliştirerek İstanbul'un artan su talebi sorununu çözmektir. Kuzey yönüne akarak Karadeniz'e dökülen Melen Çayı'nın suyu nehir ağzının yaklaşık 7 km akış yukarısına yerleştirilen ve nehir en kesiti boyunca inşa edilecek regülatör ile alınacaktır. Daha sonra, 1,7 km uzunluğundaki terfi hattı ile Melen Pompa istasyonundan Melen Terfi deposuna pompalanan su, oradan yaklaşık 130 km uzunluğunda isale hattı ve 3,8 km uzunluğundaki Şile-Alaçalı tüneli ile Alaçalı Barajına aktarılmaktadır. Su Alaçalı Barajından yaklaşık 8 km'lik Alaçalı/Ömerli-Hamidiye tünelleri ve 9,3 km'lik isale hattı vasıtasıyla Cumhuriyet Arıtma tesisine iletilmektedir. İsale hattının Cumhuriyet Arıtma Tesisine kadar olan kısmı, Şile-Alaçalı ve Alaçalı-Ömerli arasındaki iki tünel ile Alaçalı'da bir dengeleme rezervuarının inşasını kapsamaktadır [1].

Arıtma tesisi mevcut Ömerli rezervuarının kuzey yakasında yer alacak ve günlük 720 bin metreküplük bir kapasitede çalışacaktır. Arıtılan temiz su, Cumhuriyet-Beykoz

Tüneli ve Boğaz Geçişi Tünelleri’ni kapsayan temiz su isale hattı aracılığıyla Kağıthane Arıtma tesislerindeki mevcut servis rezervuarına veya bu amaç için yapılabilecek bir rezervuara iletilecektir [1].

Büyük Melen olmaksızın İstanbul’un, 5-10 yıl süreli bir kuraklığı “~ 2 yıllık bir kısıntı ile” karşılaşması mümkün değildir. İstanbul’da son 35 yıllık dönemde ilki 1971-77, ikincisi 1984-94 yılları arasında yaşanan 5-10 yıl süreli ve 100 yılın üzerinde tekrarlı 2 büyük kuraklık yaşanmıştır. İstanbul’un kuraklık riski en az deprem riski kadar önem arz etmektedir. Büyük Melen, İstanbul ve Marmara’nın en güvenilir ve en büyük su kaynağıdır. Bu alandaki en büyük proje olan Melen projesi, 600 bin m3 gün kapasiteye sahip olacak ve 5 milyon nüfusun ihtiyacını karşılayacak bir projedir [1].



**Şekil 1.1:** Melen Projesi güzergahı

## 1.2 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

İstanbul Teknik Üniversitesi Uygulamalı Jeoloji Anabilimdalında yürütülen bu çalışmanın amacı, Büyük İstanbul İçme Suyu Sağlama 2. Merhale - Melen Projesinin boğaz geçiş kısmının Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak modellenmesidir.

Yukarıda bahsedilen amaca uygun olarak Coğrafi Bilgi Sisteminin veri üretimi, veri depolaması, verilerin grafik ve analitik incelemesi ve sorgulanmasını sağlayan özellikleri “Arcgis 9” ve “Surfer 8” bilgisayar programları kullanılarak hayata geçirilmiştir.



Veri üretimi için çalışma alanının topografik haritaları dijital ortama aktararak sayısallaştırılmıştır. Bölgede araştırılan güzergahlar üzerinde yapılan sondajlardan ve arazi ve labaratuvar deneylerinden elde edilen jeolojik ve mekanik parametreler incelenmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin sağladığı depolama ve sorgulama özellikleriyle uyumlu hale getirilmiştir.

Çalışma alanından elde edilen numuneler üzerinde DSI tarafından yaptırılmış olan Kuyu loglarından, Ultrasonik Ses Hızı ölçümlerinden, Brazilyan Çekme Dayanımı Deney sonuçlarından, Tek Eksenli Basınç Deneyi sonuçlarından, Nokta Yükleme Deneyi sonuçlarından, Cerchar Aşınma Deneyi sonuçlarından ve Schmidt Çekici Deneyi sonuçlarından faydalanılmıştır.

## **2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI**

Bu bölümde inceleme alanının coğrafi konumu, ulaşım olanakları, yerleşimi, morfoloji ve topografya ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Ayrıca inceleme alanının iklim ve meteorolojisi ile ilgili genel bilgilere de değinilmiştir.

### **2.1 İklim ve Meteoroloji**

Boğaziçi Tüneli Projesi inşaat sahasına en yakın meteoroloji istasyonu Boğaziçi'nin Avrupa yakasında bulunan Sarıyer'dedir. Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) tarafından işletilmekte olan bu istasyona ait karakteristik meteorolojik bilgiler aşağıda özet halinde verilmiştir.

Sarıyer istasyonunda ölçülen yıllık sıcaklık ortalaması 13,6 C'dir. Bugüne kadar ölçülmüş en yüksek sıcaklık 39,6 C olarak 11 Ağustos 1970'de, endüşük sıcaklık ise -11,0 C olarak 17 Ocak 1963'te ölçülmüştür. En soğuk ay Ocak ve sıcak ay Ağustos'tur. Bu güne kadar ölçülen en yüksek günlük sıcaklık farkı 23,1 C ile Nisan ayında ölçülmüştür. En yüksek sıcaklığın 25 C'nin üzerinde olduğu günlerin sayısının yıllık ortalaması 65,5 en düşük sıcaklığın 0 C'nin altında olduğu günlerin ortalaması ise 14,8'dir [2].

Toprak üstü düşük sıcaklık ortalaması 9,1 C'dir. Toprak üstü sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu ay 2,0 C ile Şubat ayı, en yüksek (düşük değerlerin en yüksek) olduğu ay ise 17,5 C ile Ağustos'tur. Bu güne kadar ölçülen en düşük toprak üstü sıcaklığı -12,8 C ile Ocak ayında ölçülmüştür [2].

Yıllık basınç ortalaması 1010,6 mb'dır. Bu güne kadar ölçülmüş en yüksek basınç 1040,0 mb ve en düşük basınç 978,4 mb'dır [2].

En düşük aylık nisbi nem oranı, Haziran – Eylül ayları arasında % 76 ve en yüksek Ocak ayında % 80'dir. Yıllık nisbi nem ortalaması % 78'dir. Ortalama buhar basıncı en düşük Şubat ayında 7,2 mb ve en yüksek Haziran ve Ağustos aylarında 20,8 mb'dır [2]. Yıllık ortalama açık günler sayısı 63,1, bulutlu günler sayısı 204,2 ve kapalı günler sayısı 97,6'dır.

Proje sahasının yağış durumu incelendiğinde, yıllık ortalama yağışlı günler sayısı 129,3 ve kar yağışlı günler sayısı 7,4'tür [2]. Hakim rüzgar yönü ve ortalama hız kuzey – doğu 6,6 m/s'dir. güney – güneydoğu yönündeki rüzgarlar tüm yıl boyunca hakimdir. En hızlı rüzgar yönü güney – güneybatı ve ortalama yıllık rüzgar hızı 3,8 m/s olarak belirlenmiştir [2].

Yağışlar genellikle Sonbahar ve Kış aylarında oluşmaktadır. En düşük yağış ortalaması 31,5 mm ile Haziran ayında, en yüksek yağış ortalaması ise 121,2 mm ile Aralık ayındadır ve yıllık yağış ortalaması 789,0 mm'dir. Günlük en çok yağış 125,5 mm olarak Ekim ayında ölçülmüştür [2].

## **2.2 Coğrafi Konum, Ulaşım ve Yerleşim**

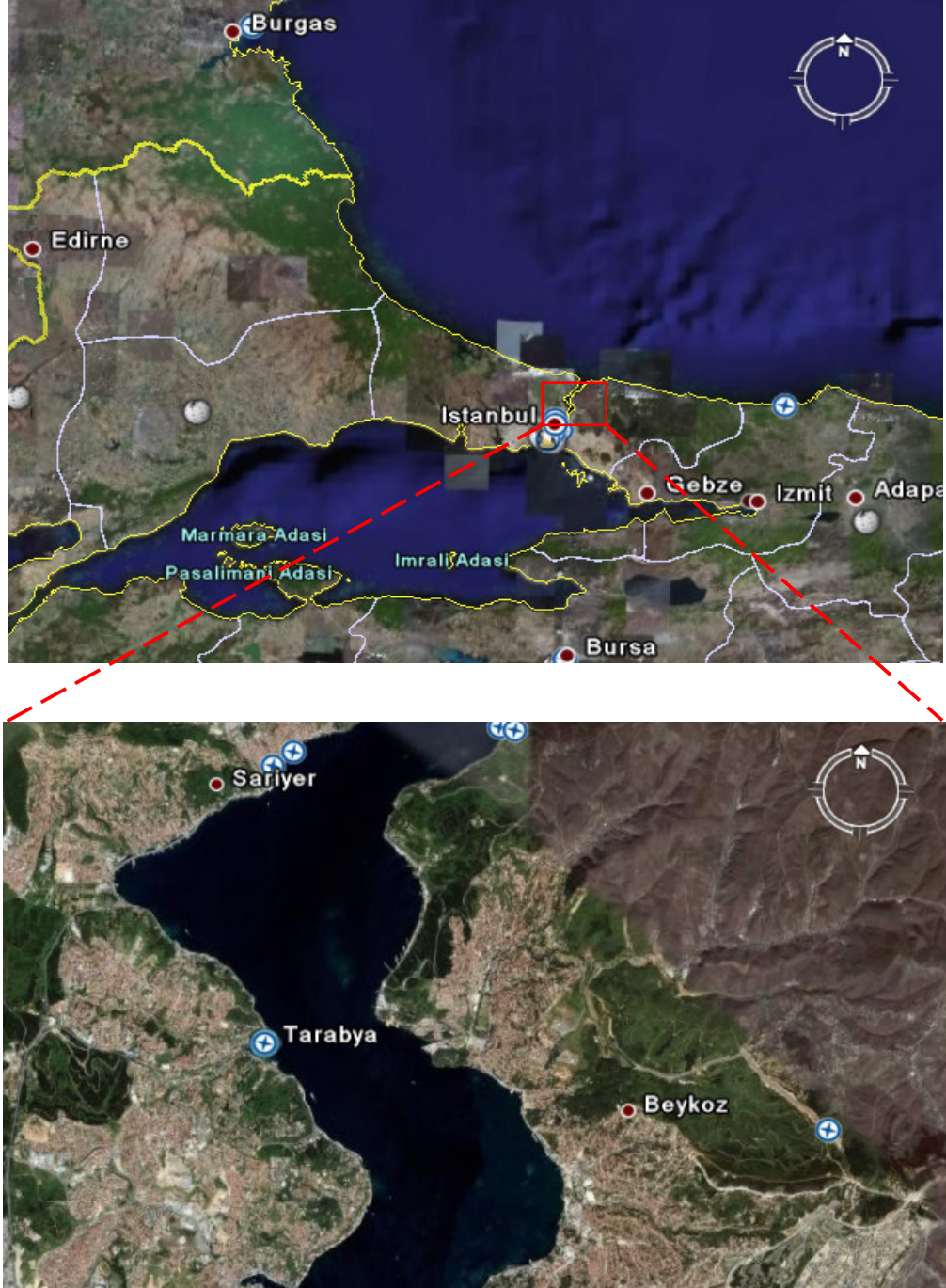
Çalışma alanı İstanbul'un Beykoz ve Tarabya ilçeleri arasında kalan Boğaz geçişini kapsamaktadır. Beykoz ve Tarabya coğrafi konumları itibarıyla kara ve deniz yolu ulaşımına elverişli olmasına rağmen sahil yolunun aşırı virajlı ve dar olması artan trafik ihtiyacına cevap vermemektedir (Şekil 2.1).

## **2.3 Topografya ve Morfoloji**

Boğaziçi Tüneli güzergahı Asya ve Avrupa yakasında dik ve dar vadilerle ayrılmış tepelerin altından geçecektir. Deniz güzergahında su derinliği maksimum 70 m olarak ölçülmüştür. Tünel -135 m kotundan geçecektir [2].

Beykoz, Çatalca-Kocaeli bölümünün Kocaeli Yarımadası batısında yer almakta olup; batıdan İstanbul Boğazı, doğu ve kuzeydoğudan Riva Deresi, kuzeyden Karadeniz ve güneyden Ümraniye ve Üsküdar İlçeleri ile çevrelenmiştir. Deniz seviyesinden başlayarak 240 metreye kadar yükselen Beykoz'un engebeli arazisini Riva, Küçüksu ve Göksu dereleri parçalamıştır [3].

Aşağıda verilen 2 ve 3 boyutlu Beykoz-Tarabya arası Boğaz kayatavanı Haritasından da anlaşılacağı üzere çalışma alanının en belirgin topografik özelliği 180 m derinliğe ulaşan çukurluktur ( Şekil 2.2 ). Bu çukurluk projenin şekillenmesi aşamasında kilit rol oynamıştır çünkü projede ilk olarak öngörülen tünel güzergahı bu çukurluğu keserek geçmekteydi ama ilerleyen bölümlerde bahsedilen nedenlerden dolayı tünelin güzergahı değiştirilerek çukurluğu kesmesinin önüne geçilmiştir.

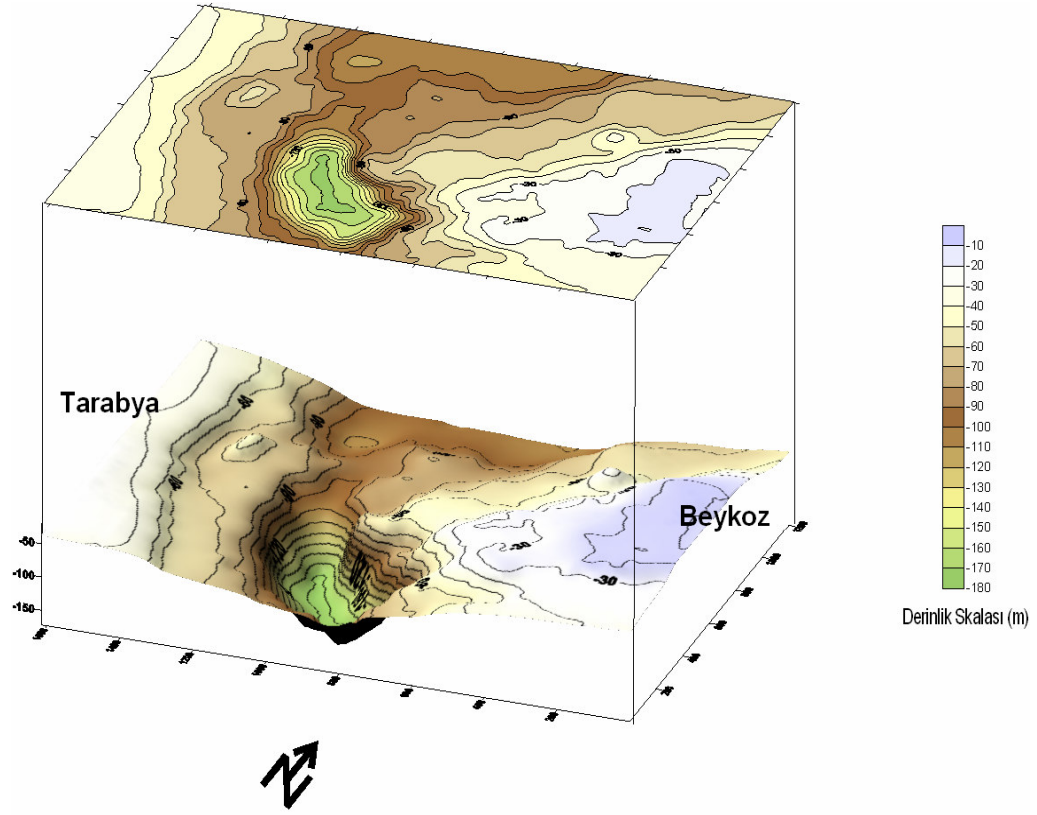


**Şekil 2.1:** Çalışma alanına genel bakış.

#### **2.4. Depremsellik**

Proje sahasına bitişik ve yakın yörelerin eskiden beri geniş tahribata yol açan şiddetli depremlere maruz kaldığı bilinmektedir. Bölgede en aktif fay olan Kuzey Anadolu Fayının Düzce – Adapazarı – Sapanca gölü – İzmit ve Marmara denizi havzasındaki

kesiminde 17 Ağustos 1999 tarihinde geniş tahribata ve çok sayıda ölüme yol açan Richter ölçeğine göre 7.4 büyüklüğünde bir deprem olmuştur.



Şekil 2.2: Çalışma alanının kaya tavanı topografyası

Bu deprem sırasında Boğaziçi yöresinde hasar olmadığı öğrenilmiştir. Melen Sisteminin proje yapıları güzergahı Kuzey Anadolu Fay hattının kuzeyinde olup güzergahı arazide aktif bir fay zonunun kestiğine dair bir kanıt rastlanmamıştır [2].

### **3 GENEL JEOLojİ**

#### **3.1 İstanbul'un Jeolojisi**

İstanbul, Türkiye'nin ana tektonik birliklerinden İstanbul zonu üzerinde yer alır. Bu zon batıda Büyükçekmece civarından başlayarak doğuda Kastamonu'ya kadar uzanır. İstanbul zonunun karakteristik özelliği temelinde bulunan ve Türkiye'nin başka birliklerindeki yaşıtlı istiflerden farklı özellikler sunan Paleozoyik yaşlı çökel bir istife sahip olmasıdır. Bu Paleozoyik istifin üzerinde ise Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı kayalar yer almaktadır (Şekil 3.1). Bunlar aşağıda, yaşlıdan gence doğru bir sıra içinde kısaca özetlenmiştir.

##### **3.1.1 Paleozoyik**

İstanbul'un büyük bir kesimi jeoloji literatüründe "İstanbul Paleozoyik İstifi" Paleozoyik yaşlı kayalar üzerine oturmaktadır. Bu topluluk Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar uzanan birkaç bin metre kalınlığındaki bir çökel istiftir oluşmaktadır. İstanbul Paleozoyik istifinin genelleştirilmiş bir stratigrafi kesiti Şekil 3.1'de verilmiştir.

Paleozoik istifinin görünen tabanında çoğun morumsu-pembe renkli kırıntılı bir istif bulunur [5] (Şekil 3.1). Kurtköy formasyonu adı ile bilinen bu kırıntılı istif başlıca konglomera, arkoz, feldspatik litarenit, çamurtaşı ve subarkozdan oluşmaktadır. Tabanı gözlenemeyen birimin kalınlığı 1000m.'den fazladır. Ordovisiyen yaşlı olan birim alüvyon yelpazesi ve örgülü akarsu ortamı ürünüdür [6]. Kurtköy formasyonu üste doğru beyazımsı ve pembemsi, şeyl arakatlı kuvarsarenitlerle temsil edilen Aydos formasyonuna geçer. 150-300 m arasında kalınlığa sahip olan Aydos formasyonu gel git akıntılarının egemen olduğu plaj ve çok sığ sahil ortamında oluşmuştur. Aydos formasyonu üste doğru çoğunlukla şeyl, silttaşı ve vaketaşları ile temsil edilen Gözdağ formasyonuna geçer. Bu formasyonun üst kesimlerinde bazı bol fosilli kireçtaşı bant ve mercekleri de bulunur. Birim Yalçınlar (1956), Arıç-Sayar (1962 ve 1979), Haas (1968) ve Önalın (1982)'a göre Landoveriyen yaşındadır

[6]. 250 m kadar kalın olan Gözdağ formasyonu lagüner bir ortam ürünüdür [6]. Bu kırıntılı birimlerden sonra istifte kalın bir karbonat dizisi yer alır. Bu karbonat dizisi, Gözdağ ve Aydınli formasyonlarıyla geçişli gri, mavimsi gri, bazen pembemsi renkli, bol fosilli, kuvars kumlu, killi, bazen da yumrulu-bantlı bir kireçtaşı ile temsil edilir.

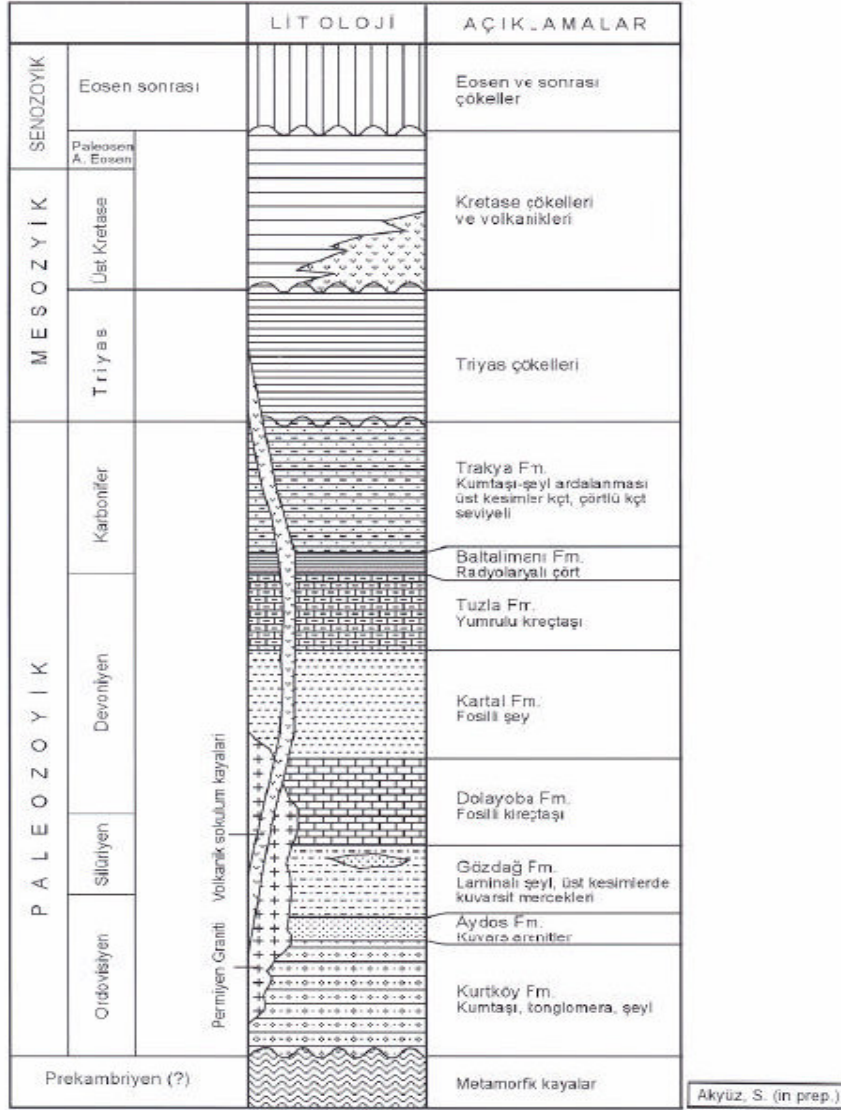
Venlokiyen-Ludloviyen yaşlı birim, resif çekirdeği ve resif önü ortamlarını temsil etmekte olup kalınlığı 400 m dolayındadır. Dolayoba formasyonu olarak adlandırılmış olan bu birimin üzerinde ise önce ince tabakalı, laminalı bir kireçtaşı ve daha sonra koyu mavi, koyu gri renkli, yer yer çok ince şeyl seviyeli kireçtaşları ve nihayet yumrulu kireçtaşları bulunur. Alt Devoniyen yasli bu üst karbonat kesimin alt düzeyleri sıg self, üst düzeyleri ise bu şelfin dalga tabanı altı ortamlarında çökelmişlerdir [7].

Yumrulu kireçtaşlarının üzerine önce karbonatlı bir kumtaşı-şeyl ardalanması, sonra kireçtaşı bantlı şeyl ve son olarak da bir kireçtaşı istifi gelir. Orta Devoniyen yaşlı bu kesim başlıca açık self-derin deniz ortamını temsil etmektedir [6]. Üst Devoniyen'de mavimsi renkli, ince yumrulu ve bazen de budinalı, ince katmanlı kireçtaşları gelişmiştir (Tuzla formasyonu). Bu kireçtaşları ara seviyeler halinde laminalı şeyller içerirler. İçerisinde yer yer çört yumruları da görülen birim giderek çört, radyolaryalı çört ve silisli şeyl ardalanmasına geçer. Bu kesimler istifin Karbonifer'e geçiş düzeylerini oluşturmaktadır. Açık bir self ortamının derin kısımları ve bu şelfin olasılıkla güneyindeki bir havzaya bakan yamaçlarında oluşan birim üste doğru dereceli olarak Karbonifer istifine geçer [7].

Karbonifer mostraları İstanbul'un daha çok Trakya yakasında, daha az olarak da Anadolu yakasında Üsküdar, Anadolu Kavağı ve Gebze civarında görülür. Karbonifer istifinin alt kesimleri başlıca gri-siyah renkli, ince laminalı ve fosfat nodüllü radyolarit ve radyolaryalı çörtlerden oluşur. Bunlar arasında yer yer sarımsı gri renkli silisli şeyl düzeyleri yer alır. Karbonifer istifinin tabanının görüldüğü Baltalımanı Büyükçayır deresi ve Acıbadem'de birim yumrulu kireçtaşlarının üzerinde dereceli geçişlidir. Yumrulu kireçtaşından radyolaritlere geçişte kireçtaşı içinde önce killi, silisli bant ve bazı çört nodülleri görülür. Giderek erimiş kalker nodülü boşlukları içeren silisli şist tabakaları artar ve nihayet radyolaritlere geçilir [7]. Radyolaritler çoğun gri-siyah renkli, ince katmanlı, laminalıdır. Kalınlığı 50 m'den daha az olan bu birim literatürde Baltalımanı formasyonu olarak bilinir.

Vizeen yaslı birim derin bir denizde karbonat kompensasyon derinliği altında bir çökelmeyi işaret etmektedir.

Derin denizel radyolarit - radyolaryalı çört istifi üste doğru giderek başlıca kırıntılı kayalardan oluşan kalın bir istife geçer. Trakya formasyonu olarak bilinen bu kesimin alt düzeyleri killi şeyl ve az oranda da kumtaşından oluşur.



**Şekil 3.1:** İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti [8].

Heybeliada ve Kartal dolaylarında bu düzeylerde yer yer kireçtaşı bant ve merceklerine de rastlanır. Birimde egemen litoloji orta-kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl ardalanmasıdır. Ancak bazı alanlarda kumtaşları ve diğer bazı kesimlerde ise şeylin egemen olduğu görülür.



Trakya formasyonunun üst kesimlerine doğru kırıntılılar içerisinde kireçtaşı ve kumlu kireçtaşı arakatkıları görülmeye başlar. Bunun yanı sıra istif içinde yer yer görülen kaba kırıntılı kesimler de alttan üste doğru kalınlık ve miktar olarak artarlar. Bunlar kumtaşı ve şeyller içinde yanal devamı pek fazla olmayan merccekler seklindedir.

İstifin daha üstüne doğru içerisinde bitki kırıntıları bulunan konglomera arakatkıları da görülür. İstifin en üst düzeylerinde ise kalınlığı yer yer 100 m.yi aşan kireçtaşları yer alır. Cebeciköy kireçtaşı olarak bilinen bu karbonatlar intrasparudit ve biyosparudit nitelikli olup bazı kesimlerde killi ve dolomitiktir. Bu kireçtaşları Orta-Üst Vizeen yaşlıdır.

İstanbul Paleozoyik istifi, metamorfik bir temel üzerinde Kambriyen sonu Ordovisiyen'de akarsu çökelleri ile başlamakta, Siluriyen'de kenar deniz fasiyeslerine, Devoniyen'de ise platform karbonatlarına geçmektedir. İstanbul civarında bu transgresif istif giderek derinleşen bir ortamda Orta ve Üst Devoniyen derin denizel çörtlü kireçtaşları ve Karbonifer türbiditik kırıntılılarının çökmesi ile gelişimini sürdürmüş, Karbonifer başında karbonat kompensasyon derinliği altına kadar çöken bölge bunu takiben nedeni çok iyi bilinmeyen ancak önemli bir tektonik etkiye maruz kalmış ve giderek sığlaşmıştır.

İstanbul Paleozoyik istifi içerisine sokulmuş çeşitli plütonik kayalar vardır. Bunlardan başlıcaları Polonezköy yakınlarındaki Çavusbaşı granodiyoriti, Gebze kuzeyindeki Sancaktepe graniti ve Pendik doğusundaki Tavşantepe kuvarsdiyoritidir [7].

Paleozoyik ve daha yaşlı birimleri kesen bu magmatitlerin radyometrik yas tayinleri bunların Geç Permiyen başında sokulmuş Hersiniyen plütonları olduğunu göstermektedir.

### **3.1.2 Mesozoyik**

İstanbul ve dolaylarında iki farklı Mesozoyik istifi bulunur. Bunlar Triyas ve Üst Kretase yaşlı kayalardır (Sekil 3.1). Triyas genellikle Kocaeli yarımadasında Gebze ve Hereke dolayları ile İstanbul boğazının kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenir. Üst Kretase yaşlı kayalar ise boğazın kuzey kesimlerinde ve Kocaeli yarımadasının bazı kesimlerinde yaygındır[7].

Gebze ve daha doğusunda izlenen Triyas yaşlı kayalar İstanbul Paleozoyik istifini aşsal uyumsuzlukla örter (Sekil 3.1). Kocaeli Triyas istifi yer yer 1000 metre kalınlığa kadar ulasan ve yer yer lav mercekleri içeren karasal-kırıntılılar (Ballıkaya formasyonu, Baykal, 1943) ile başlayıp üste doğru karbonat çimentolu lagüner ya da çok sığ denizel kumtaşı, kireçtaşı ve dolomitlere geçer. Üst Skitiyen yaşlı bu kırıntılı ve karbonat ardalanmasının üstünde Üst Skitiyen-Alt Aniziyen yaşlı dolomitler ve ince marn arakatkılı yumrulu kireçtaşları vardır. 350-600 m. arasında kalınlığı olan bu birimin de üstünde yer alan 35 m. kadar kalın ammonitli kırmızı kireçtaşları ammonitlerden edinilen yaş bulgularına göre Karniyen yasındadır. Ammonitli kırmızı kireçtaşları üzerinde 10- 140 m. kalınlığında Halobiali, gri-yeşil şeyller vardır. Mikritik kireçtaşı ve kalkarenit arakatkıları da içeren bu şeyller üste doğru sarı renkli, yaklaşık 90 m. kalınlığında ve bitki kalıntıları içeren bir kumtaşına geçer.

İstanbul ve dolaylarındaki Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayaları uyumsuzlukla örten iki farklı tür Üst Kretase istifi vardır. Bunlardan ilki, boğazın kuzey-kuzeybatı kesimlerinde mostra verir ve genel olarak volkanik arakatkılı denizel bir istif niteliğindedir. Yaygın mostraları Karadeniz kıyısında Kilyos ve Şile-Ağva dolaylarında yer alan birim, tabanda çakıltaşı-kumtaşı ile başlayarak silttaşı, marn, kıltaşı ve kireçtaşlarına geçmekte ve andezit, dasit, riyolitik lav ve bunların piroklastik eşdeğerleriyle ardalanmaktadır. İstanbul boğazının kuzey kesimlerinde, Mahmutşevketpaşa-Riva ve Sarıyer dolaylarında Paleozoyik istif Üst Kretase yaşlı kayaların üzerine itilmiştir. İstanbul Paleozoyik istifi içerisine sık sık sokulmuş olan andezitik daykların da bu volkanitlerle ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Bu daykların önemli bir kısmı Paleozoyik istif içerisindeki süreksizlik düzlemlerini izlemektedir.

Kocaeli yarımadası Üst Kretase istifi Triyas yaşlı kayalar üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Birim tabanda Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kalın bir çakıltaşı ve bunlarla yanal geçişli resifal kireçtaşlarıyla baslar ve tedricen marn-şeyl arakatkılı resifal kireçtaşlarına ve nihayet ince katmanlı, beyazımsı-gri mikritik kireçtaşı, marnkıltaşı ardalanmasına geçer. Bol fosilli olan birim altta sığ ancak üste doğru derinleşen bir ortamda çökelmiştir.

### 3.1.3 Senozoyik

İstanbul ve çevresindeki Senozoyik kayaları, altta yer alan Üst Kretase ve daha yaşlı birimleri diskordan olarak örter. Senozoyik üstten alta doğru başlıca su litostratigrafi birimlerinden oluşur (Şekil 3.2).

- Belgrad Formasyonu
- Bakırköy Formasyonu
- Güngören Formasyonu
- Çukurçeşme Formasyonu
- Gürpınar Formasyonu
- Karaburun Formasyonu
- Kırklareli Kireçtaşı
- İslambeyli Formasyonu

#### 3.1.3.1 İslambeyli Formasyonu

İslambeyli formasyonu ve Kırklareli kireçtaşı Orta-Üst Eosen (-Alt Oligosen?) yaşlı olup birbirleriyle geçişli çökel birimlerdir. İslambeyli formasyonu resif arkası, lagün ortamında oluşmuş kireçtaşı, marn ve silttaşı gibi kırıntılı çökel kayalarından oluşur [7].

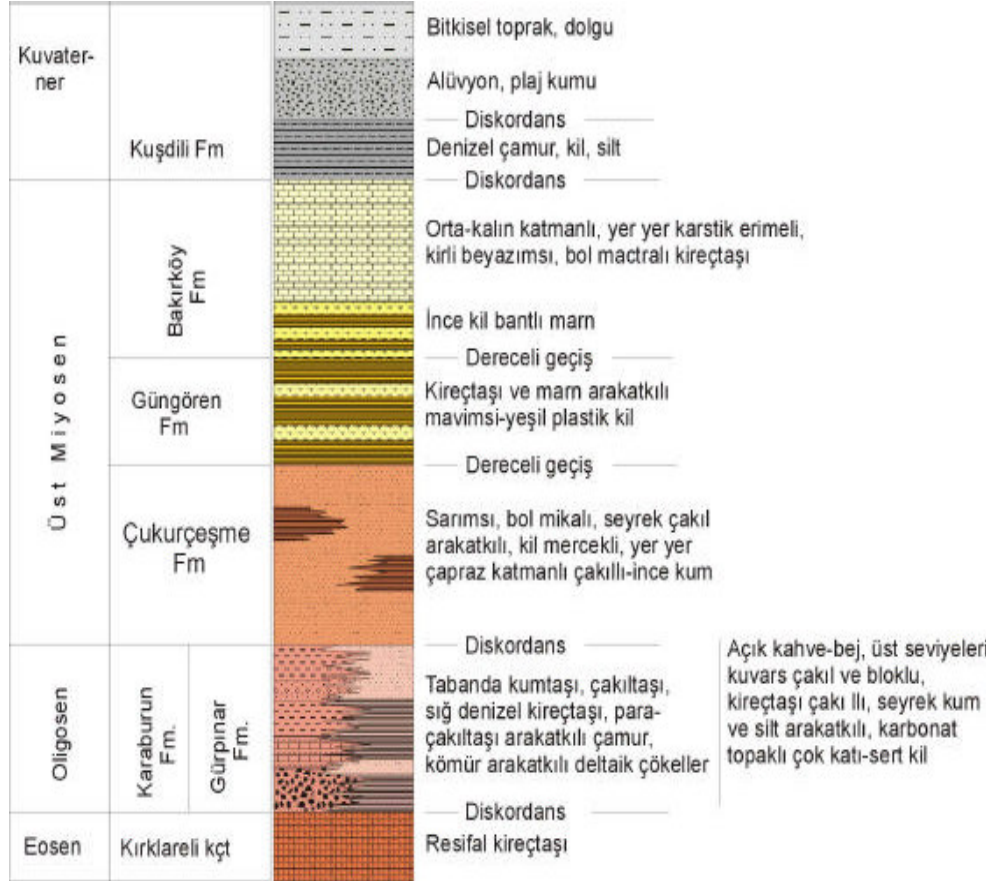
#### 3.1.3.2 Kırklareli Kireçtaşı

Soğucak kireçtaşı adı ile de bilinen Kırklareli formasyonu ise açık gri-bej renkli, killi kumlu, bol mercan ve alg fosilli, farklı dokularda, sert, genellikle masif bazen kalın katmanlı, resif ve resif önü ortamında oluşmuş karbonat egemen bir birimdir [7].

#### 3.1.3.3 Karaburun Formasyonu

Karaburun formasyonu, İstanbul'un kuzeybatısında tabanda plaj çökelleri ile başlayan, giderek delta çökellerine geçen bir istifdir. Birim altta çakıltısı, kumtaşı ve çamurtaşı gibi kırıntılı kayaları kapsar. Üst kesimlerinde ise koyu gri kilaşı, çamurtaşı, olistostromal çakıltısı arakatıkları ve marnlardan oluşur. İstifin üst

kesimlerini oluşturan kilitaşı-çamurtaşı kömürleşmiş bitki kalıntıları ve ince kömür bantları içerir. Karaburun formasyonunun yaşı Oligosen'dir [7].



**Şekil 3.2:** İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş Senozoyik-Kuvaterner stratigrafi kesiti [9].

### 3.2 Çalışma Alanının Jeolojisi

Proje sahasında Paleozoik yaşlı İstinye formasyonu ve bunun üzerine gelen Kartal formasyonu hakimdir. Her iki formasyonu da ayırmamış andezit ve diyabaz daykları kesmektedir.

İstinye formasyonunu yer yer karstik olan kireçtaşları ve çamurtaşları oluşturur. Kartal formasyonu ardalanmalı kireçtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı tabakalarından oluşmuştur. Andezit ve diyabaz daykları bu formasyonu geliş güzel kesmektedir [10]. Aysa tarafında Ortaçeşme tüneli, aç-kapa konduvi ve Boğaziçi tünelinin portal kısmı İstinye formasyonunda açılacaktır. Boğaziçi ve Ayazağa tünelleri ve Boğaz'ın altından geçen tünel kesimi dayklarla kesilmiş Kartal formasyonunda kazılacaktır [10].

Boğaziçi Tüneli – Asya ve Avrupa Kara Bölümleri – Başlıca kolüvyon, ve yer yer dolgu, döküntü ve aliviyondan oluşan yüzeysel çökenlerin ve Kartal Formasyonu’nun ayrılmış yüzey zonlarının örttüğü Kartal Formasyonu’nun aratabakalı, oldukça ayrılmış ile ayrılmamış kumtaşları ile kireçtaşları ve çamurtaşlarını (yer yer silttaşları) ayırtlanmamış entrüsif andezit ve diyabaz daykları keser. Asya tarafı giriş portalinde İstinye Formasyonu’nun karstik kireçtaşları bulunur [10].

Boğaziçi Tüneli- Deniz Geçişi- içerisinde entrüsif ayırtlanmamış diyabaz daykları saptanmış Kartal Formasyonu’nun aratabakalı oldukça ayrılmış ile ayrılmamış çamurtaşları ile kireçtaşlarının üzerinde genellikle daneli denizel alüvyon bulunmaktadır [10].

### **3.2.1 Yapay Dolgu**

Yol, baraj ve benzeri yapılarla ilgili olarak yapılmış dolgular.

### **3.2.2 Kolüvyon**

Açık sarımsı kahverengi-gri, yumuşak-az katı, çok zayıf tabakalanma. Tabakalanma, temel kayanın yüzey şeklini yaklaşık olarak yansıtmaktadır. Kumlu Kil olup yer yer çakıl içerir. En üst örtü yoğun bir şekilde bitki kökü içerir. Killi örtü, kayma kütleleri (güncel çökel) [10].

### **3.2.3 Alüvyon**

Açık gri-kahverengi gevşek-az yoğun-katı, köşeli –yarı yuvarlak nokta killi Kum ile yer yer çakıl ve çok az da olsa blok içerir [10].

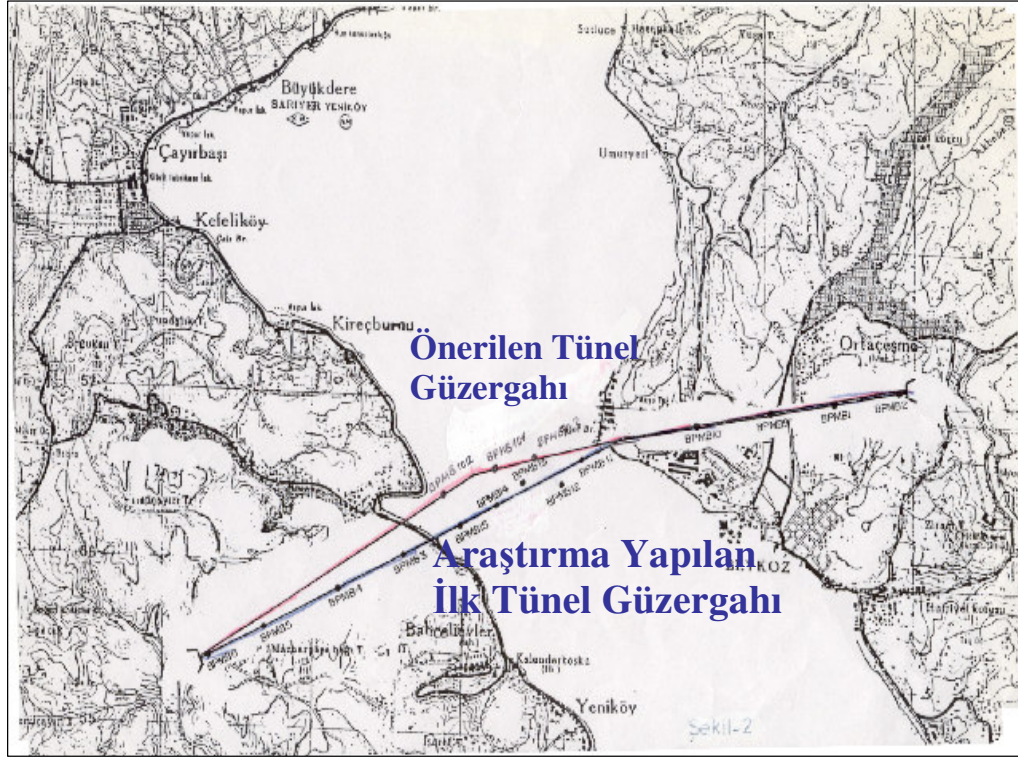
### **3.2.4 Kartal Formasyonu**

Yeşilims, gri – koyu gri, çok ince – orta taneli, içtentabakalanına içeren ince – orta kalın tabakalı, ileri derecede ayrılmış – az ayrılmış, düşey konumlu dolerit sokulumlarında ayrışma derinliği 20 m’yi aşmaktadır. Yer yer yapraklanma ve serpantinleşme görülmektedir. Dolerit, mikrodiorit ve mikrogranit damar kayaları da gözlenmektedir. Kayraktaşı, Kalkışit, Rekristalize Kireçtaşı -İnce Kristalli Kireçtaşı, Fosilli Kayraktaşı - Grafitik Şist, Yeşilkayaç - Diyabazik Kayaçlar

(teknotik katmanlar) birimin ana bileşenleridir. Zayıftan dayanımlıya kadar değişmektedir. Daha önceleri kullanılan “Kartal Formasyonu” adı kullanılmıştır. Ancak, ayrıntılı olarak hazırlanmış bir bölgesel jeolojik model çalışmasına göre değiştirilebilir nitelik taşımaktadır [10].

#### 4. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

Bu bölümde inceleme alanında yapılmış olan sondaj çalışmalarından elde edilen kuyu loglarının ve bu sondajlardan elde edilen numuneler üzerinde Devlet Su İşleri tarafından yaptırılan deneylerden elde edilen mekanik parametrelerin sunumu ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Devlet Su İşleri Melen Projesi Boğaz Geçişi kısmında BMP 11, BMP 12, BMP 13, BMP14, BMP15, BMP 101, BMP 102 ve BMP 103 olarak adlandırılmış toplam sekiz adet sondaj yaptırmıştır. BMP 11, BMP 12, BMP 13, BMP 14 ve BMP 15 olarak adlandırılmış sondajlar araştırma yapılan ilk tünel güzergahı boyunca delinmiştir (Şekil 4.1). BMP 101, BMP 102 ve BMP 103 olarak adlandırılmış sondajlar ise önerilen tünel güzergahı boyunca delinmiştir (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1:** Araştırılan Tünel güzergahları.

Bu tezin hazırlanması kapsamında Devlet Su İşlerinden yukarıda isimleri sıralanan sekiz adet sondajın detaylı kuyu logları elde edilmiş fakat yapılan deneylere ait

sonuçlar sadece önerilen tünel güzergahı boyunca delinen BMP 101, BMP 102 ve BMP 103 sondajlarından elde edilmiş sonuçlardır (şekil 4.1).



**şekil 4.2:** Sondaj çalışmalarından görüntüler

Anlaşılacağı üzere çalışma alanı içerisinde delinen sondajlara ait tüm mekanik ve fiziksel parametreler elde edilememiştir. Elde edilen mekanik ve fiziksel parametreler önerilen tünel güzergahına aittir. Eldeki kısıtlı veriler değerlendirilerek bu çalışma kapsamında oluşturulabilecek tüm modeller oluşturulmuş ve yapılabilecek tüm değerlendirmeler yapılmıştır.

Devlet Su İşleri, Melen Projesi Boğaz Geçişi Güzergahına karar verebilmek için ilk olarak araştırma yapılan ilk tünel güzergahı boyunca ve daha sonra ise önerilen tünel güzergahı boyunca çalışmalar yürütmüştür (şekil 4.1).

İki ayrı güzergah çalışmasının yapılmasının ana nedeni araştırma yapılan ilk tünel güzergahında karşılaşılan ve jeofizik araştırmalar sonucu derinliği 180 m olarak öngörülen ve yapılan sondaj çalışması sırasında net olarak derinliği belirlenememiş olan çukurluktur (şekil 4.6).

İkinci bir tünel güzergahının araştırılıp değerlendirilmesi sürecinde hedeflenen şey tünel üzerindeki kaya örtüsü kalınlığının arttırılmasıdır (şekil 4.5). Delme tünellerde özellikle denizaltı geişide var ise tünel delme yöntemi her ne olursa olsun güzergahta kısmen değişiklik yaparak örtü kalınlığının arttırılması tercih edilen bir yol olmalıdır çünkü her ne türden tünel delme ve kazı yöntemi seçilirse seçilsin eğer



örtü kalınlığı arttırılmaz ise operasyon sırasında küçük ölçekli stabilite problemleriyle (Malzemenin sökülme şeklinde düşmesi ve kama kaymaları gibi) karşılaşma oranı daha fazla olabilir ve bu problemlerle karşılaşıldığı zaman müdahale edip önlem alma süresi daha kısa olur.

Böyle bir durum, yani tünelin kemerleşmesine bağlı problemler; örtü kalınlığının az olması halinde yüzeyde deformasyonlara neden olur [11].

**Tablo 4.1:** Sondaj kuyularının lokasyon ve derinlik bilgileri

DELİNEN KUYULAR					
Sondaj No	Koordinatlar	Deniz tabanı altındaki derinlik (m)	Deniz tabanı kotu (m)	Deniz seviyesinden kuyu derinliği (m)	Platformun denizden yüksekliği (m)
<b>BMP 101</b>	334,10 E 4 556 815,80 N	77,50	-65,50	143,00	2,20
<b>BMP 102</b>	234,82 E 4 556 814,30 N	80,50	-68,20	148,70	2,20
<b>BMP 103</b>	494,31 E 4 556 857,38 N	94,75	-56,00	150,75	2,20
<b>BMP 11</b>	422,037 E 4 556 863 N	47,70	-12,70	60,40	2,20
<b>BMP 12</b>	421,931 E 4 556 769 N	128,00	-16,80	144,80	2,20
<b>BMP 13</b>	421,637 E 4 556 715 N	45,00	-42,00	87,00	2,20
<b>BMP 14</b>	421,332 E 4 556 562 N	91,00	-65,00	156,00	2,20
<b>BMP 15</b>	421,166 E 4 556 500 N	20,50	-65,00	85,50	2,20

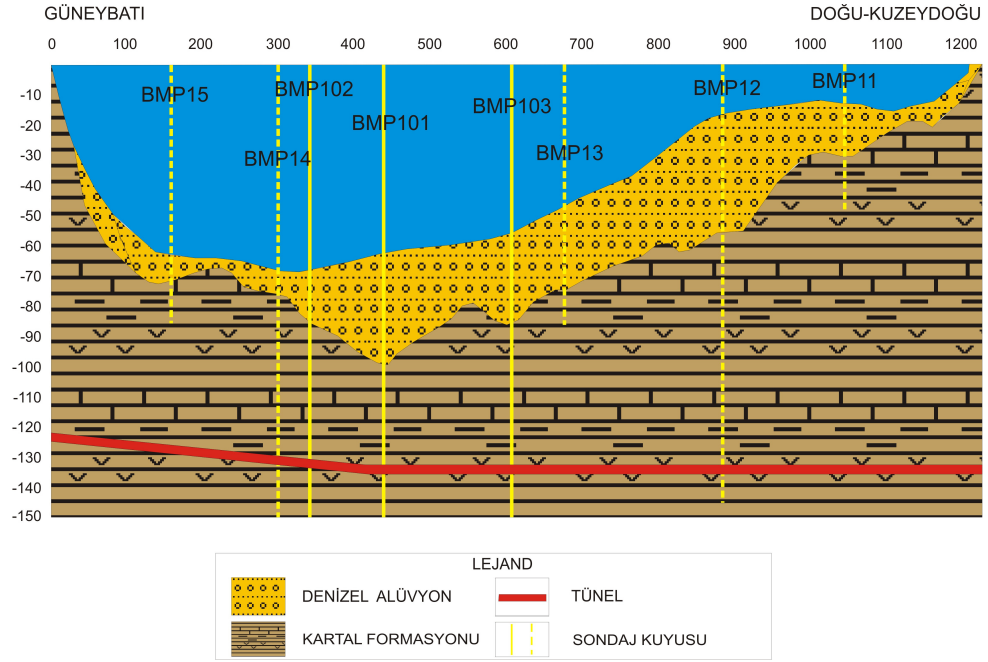
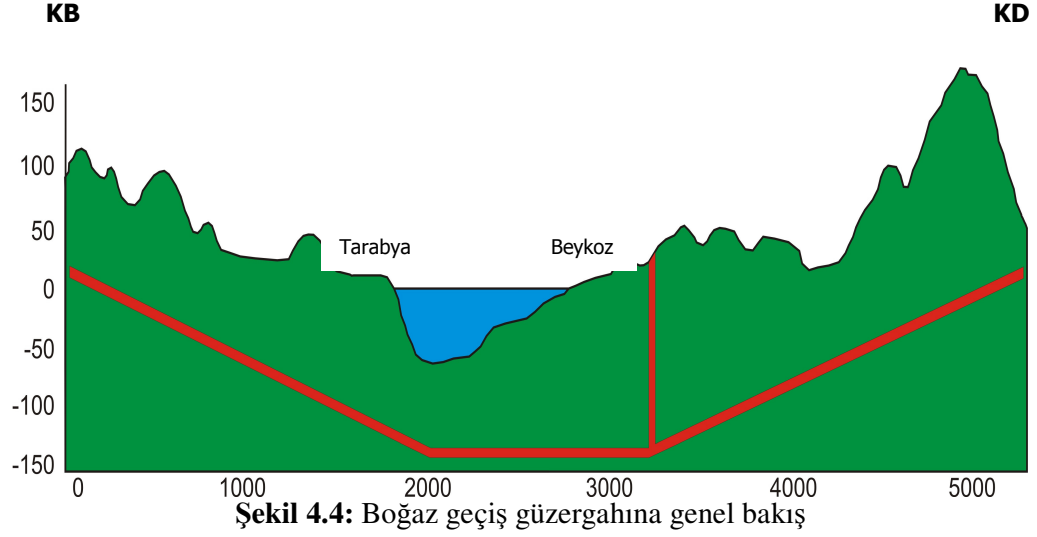
Devlet Su İşleri mühendislerinin izleyebileceği bir başka yol ise araştırma yapılan ilk tünel güzergahında karşılaşılan çukurlukta zemin iyileştirmesine gitmektir ama bu

iyileştirmenin getireceği maliyet tünel güzergahının kısmen değiştirilmesinden daha fazladır [11].



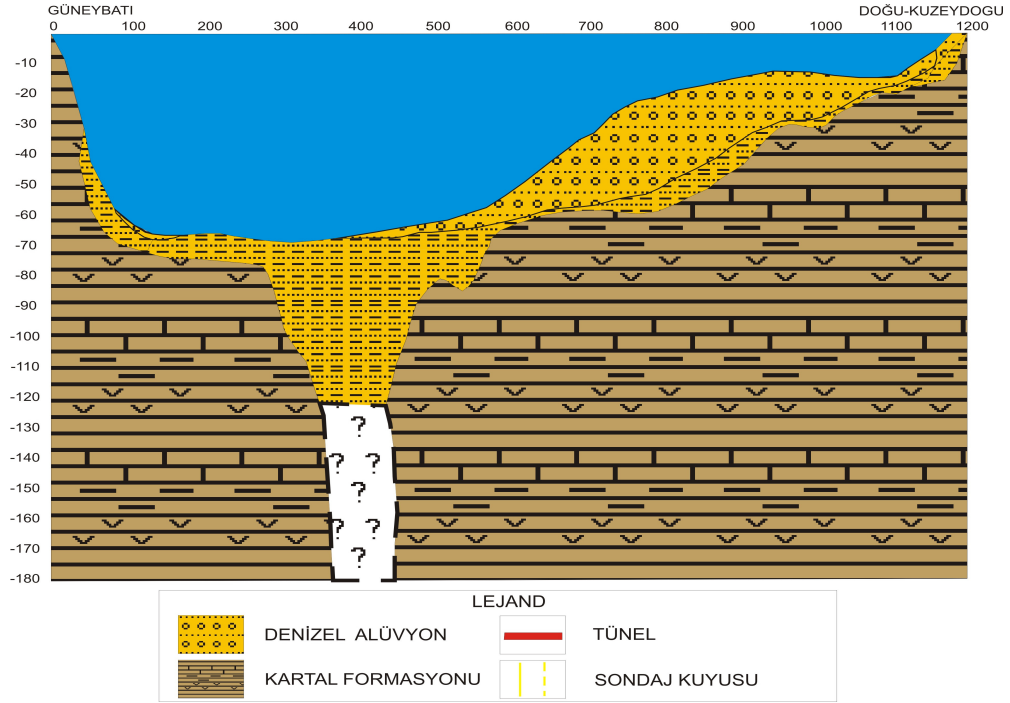
**Şekil 4.3:** Karot örnekleri

Çalışma alanında yapılan sondajlardan elde edilen numuneler sandıklara yerleştirilerek fotoğrafları çekilmiştir. Şekil 4.3'te BMP 101 olarak adlandırılmış sondaj kuyusundan elde edilen zemin numunesi ve kaya numunesi fotoğrafları görülmektedir.



Önerilen tünel güzergahı enine kesitinde güneybatı yani Tarabya bölümü kaya tavanı yüzeyi dik bir yar ile inişe geçmekte, -30 m kotunda denizel alüvyon çökeli gözlemlenmeye başlamakta ve bu çökel Tarabya kıyılarının 300 m açığına kadar 8-10 m kalınlıkla devam etmektedir. Bu noktadan sonra Tarabya açıklarında -100 m kotuna ulaşan çukurluğa paralel olarak denizel alüvyon çökeli kalınlığı 30-40 m seviyelerine ulaşmakta daha sonra Beykoz yani doğu-kuzeydoğu yönüne doğru artan bir eğimle yükselen kaya tavanı yüzeyi üzerinde aşağı yukarı aynı kalınlığını muhafaza ederek devam etmektedir. Beykoz kıyılarının 200 m açığından itibaren

hızla incelen Denizel Alüvyon çökeli kıyı şeridine birkaç metre kalınlık ile ulaşmaktadır (Şekil 4.5).



**Şekil 4.6:** Boğaz geçişi araştırma yapılan ilk tünel güzergahı enine kesiti

Araştırma yapılan ilk tünel güzergahı enine kesitinde ise yine güneybatı yani Tarabya bölümü kaya tavanı yüzeyi dik bir yar ile inişe geçmekte, -35 m kotunda denizel alüvyon çökeli gözlemlenmeye başlamakta ve bu çökel Tarabya kıyıların 300 m açığına kadar 8-10 m kalınlıkla devam etmektedir. Bu noktadan sonra jeofizik verilerle -180 m'ye ulaştığı öngörülmüş fakat yapılan araştırma sondajında sonlandırılmamış çukurluğa bağlı olarak denizel alüvyon çökeli > 120 m kalınlığa ulaşmıştır. Daha sonra basamaklı bir yapı göstererek doğu-kuzeydoğu yani Beykoz yönüne doğru yükselen kaya tavanı topografyası üzerinde 15 ila 40 m arasında değişen kalınlıklarda devam ederek Beykoz kıyıların 200 m açığına kadar gelen Denizel Alüvyon çökeli bu noktadan sonra Beykoz kıyı şeridine hızla incelen bir kalınlıkla 8-10 m kalınlıkla ulaşmıştır (Şekil 4.6).

#### 4.1 Deney Sonuçları

Çalışma alanındaki BMP 101, BMP 102 ve BMP 103 olarak adlandırılmış olan sondajlardan elde edilen numuneler üzerinde DSİ tarafından yaptırılmış olan

deneyler; Ultrasonik Ses Hızı ölçümleri, Brezilyan Çekme Dayanımı, Tek Eksenli Basınç Deneyi, Nokta Yükleme Deneyi sonuçlarından, Cerchar Aşınma Deneyi ve Schmidt Çekici Deneyidir.

#### 4.1.1 Ultrasonik Ses Hızı Ölçümleri

**Tablo 4.2:** Ultrasonik ses hızı ölçümleri

Sondaj no	Derinlik (m)	Boy (cm)	tp (ms)	ts (ms)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
<b>BMP 101</b>	54,2-54,35	12,72	27,6	34	4609	3741
	76-76,30	13,7	28,1	33,8	4875	4053
	43,1-43,4	16,43	31,5	36,7	5216	4477
	65,7-65,95	17,76	34,4	39,2	5163	4531
<b>BMP 102</b>	21,8-22	16,8	32,1	40,4	5234	4158
	31,1-31,35	18,1	33,2	42,6	5452	4249
	42,35-42,5	19,22	34,9	42,1	5507	4565
	55,1-55,4	15,5	32,8	40,8	4726	3799
	68,07-68,4	18,7	35,3	41,2	5297	4539
	76,35-76,5	13,5	26,5	34,1	5094	3959
<b>BMP 103</b>	32,6-32,85	12	25,2	37,4	4762	3209
	43,8-44	14,4	28,6	38,6	5035	3731
	52,27-52,5	11	23,5	31	4681	3548
	63,7-63,95	14,3	30,3	39,4	4719	3629
	82,7-82,95	19,18	32,4	41,2	5920	4655

Ultrasonik Ses Hızı ölçümleri silindirik numunelere bir eksen boyunca P ve S dalgası verilmesi ve bu dalganın eksen boyunu geçtikleri zaman değerine bölünmesi ile bulunur. Ultrasonik Ses Hızı ölçüm değerleri BMP 101 sondajında derinliğe paralel olarak artmıştır buda derinlikle beraber kayanın ayrışmasının azaldığının ve direncinin arttığının göstergesidir. BMP 102 sondajında ise 55.1 m’de ve 76.35 m’de düzenli artan değerlerde azalma görülmüştür. BMP 103 sondajında ise 52.27 m’de ölçüm değerinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşlerden hareketle diğer derinliklere oranlara nispeten daha ayrılmış zonlardan şüphelenilebilir.

#### 4.1.2 Brezilyan Çekme Deneyi

Brezilyan Çekme deneyi silindirik bir numunenin çap boyunca artan bir basınçla yüklenerek belli bir gerilimde numunenin kırılması(yenilmesi) esasına dayanır. Brezilyan Çekme Deneyi sonuçları tablo 4.3’te verilmiştir. Bu deney BMP 101, BMP 102 ve BMP 103 kuyularında yapılmıştır.

**Tablo 4.3:** Brezilyan çekme deneyi sonuçları

Sondaj No	Derinlik (m)	Çap (cm)	Boy (cm)	Kırılma yükü -P- (kg)	Çekme direnci - $\sigma_c$ - (Mpa)
<b>BMP101</b>	42,50-42,80	9	12,18	2672,864	1,55
	54,35-54,50	9	9,68	2950,816	2,16
	77,02-77,15	9	8,08	2876,48	2,52
<b>BMP102</b>	25,00-25,25	8,6	6,95	6079,392	6,48
	38,90-39,00	9	7,54	5966,272	5,6
	52,00-52,22	8,2	7	1897,184	2,11
	58,40-58,57	9	6,23	2773,056	3,15
	69,65-69,85	9	6,58	3028,384	3,26
	72,77-72,97	8,7	6,33	2808,608	3,25
	79,60-79,85	9	8,08	4844,768	4,24
<b>BMP103</b>	35,25-35,50	8,7	8,1	3131,808	2,83
	43,25-43,50	8,9	8,31	3632,768	3,13
	50,00-50,30	9	6,1	4915,872	5,7
	59,00-59,25	9	7,6	4712,256	4,39
	69,35-69,75	9	6,97	3170,592	3,22
	94,25-94,45	9	6,68	5348,96	5,67

#### 4.1.3 Tek Eksenli Basınç Deneyi

Kayalardan alınan silindirik numunelerin tek eksenli yükleme ile basma dayanımlarının tayinini sağlayan bir deneydir. Kayalardan alınan silindirik numuneler üzerinde yapılan Tek Eksenli Basınç Deneyi sonuçlarından yola çıkarak Elastisite Modülü ve Poisson Oranı tayin edilebilir.

Bu deneyler proje kapsamında Devlet Su İşleri tarafından yaptırılmıştır. Tek Eksenli Basınç Deneyleri BMP 101, BMP102 ve BMP103 olarak adlandırılmış olan kuyulardan elde edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

**Tablo 4.4:** Tek eksenli basınç deneyi sonuçları

Sondaj No.	Derinlik (m)	Basınç Direnci $\sigma$ - (Mpa)	Elastisite Modülü $E$ - (Gpa)	Litoloji
<b>BMP 101</b>	41,55-41,80	14,5	5,57	Kireçtaşı
	43,60-43,87	43,4	14,4	Kireçtaşı
	45,55-45,87	23,9	10,9	Kireçtaşı
	56,58-56,75	10,1	5,05	Kireçtaşı
	62,95-63,18	23,2	10,5	Kireçtaşı
	64,77-65,00	17,7	5,9	Çamurtaşı
	68,38-68,53	14,3	3,58	Çamurtaşı
	72,30-72,45	15,4	4,42	Çamurtaşı
	76,65-76,85	15,4	7	Çamurtaşı
<b>BMP 102</b>	22,50-22,72	41,9	20	Kireçtaşı
	24,15-24,38	28,3	16,6	Kireçtaşı
	28,25-28,45	41,9	20	Kireçtaşı
	32,60-32,95	41,4	20,7	Kireçtaşı
	35,48-35,73	55,1	23,7	Kireçtaşı
	53,10-53,30	64,6	21,2	Kireçtaşı
	56,25-56,63	9,4	0,7	Çamurtaşı
	59,75-60,05	60,9	25,4	Çamurtaşı
	63,35-63,75	58,5	24,4	Çamurtaşı
	64,80-65,20	47,3	20,3	Çamurtaşı
	68,95-69,10	25,5	15,9	Çamurtaşı
	72,06-72,26	30,4	17,3	Çamurtaşı
	74,78-75,00	16,2	10,3	Çamurtaşı
	76,50-76,70	12,5	12	Çamurtaşı
	32,00-32,27	38,2	12,6	Kireçtaşı
<b>BMP 103</b>	37,30-37,50	37,2	18,6	Kireçtaşı
	43,00-43,25	45,5	25,3	Kireçtaşı
	46,50-46,85	34,6	17,4	Kireçtaşı
	50,54-50,75	18,7	12,4	Kireçtaşı
	65,17-65,37	20,3	11,2	Kireçtaşı
	68,25-68,55	37,7	17,9	Kireçtaşı
	89,60-89,95	4,7	3,9	Kireçtaşı
	93,25-93,75	56,2	23,6	Kireçtaşı

#### 4.1.4 Schmidt Çekici Deneyi

Schmidt Çekici kayaçların ve betonların kalitesini test etmek için kullanılan bir test aletidir. Kurulu bir yay vasıtası ile metalik bir parçanın test edilecek yüzeye vurması ve bunun zıplama mesafesinin ölçülmesi esasına dayanır. Darbe enerjisinin büyüklüğüne göre değişik tip modelleri vardır. Bunlardan en çok kullanılanları L ve N tipi çekiçlerdir. Aşağıdaki tablolarda sonuçları verilen Schmidt deneyi sonuçları L-9 tipi çekiçle gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 4.5:** Schmidt çekici deneyi sonuçları

Sondaj No.	BMP101								
Derinlik (m)	43,4	45,9	48,87	63,35	65,95	67,75	69,55	72,07	77,15
Çekiç Pozisyonu	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	45	38	30	34	32	28	30	24	24
2	40	24	34	38	30	26	28	33	29
3	44	36	38	33	23	32	26	30	33
4	42	39	35	30	22	30	28	28	38
5	42	35	38	34	20	29	26	29	36
6	40	30	36	38	20	24	24	33	38
7	38	30	30	37	24	21	22	30	34
8	40	38	32	34	24	24	23	31	38
9	43	38	33	32	24	30	25	30	38
10	40	35	30	30	24	32	28	26	33
Ortalama	41,4	34,3	33,6	34	24,3	27,6	26	29,4	34,1
N/mm <sup>2</sup>	37	26	25	26	13	17	15	19	26

**Tablo 4.6:** Schmidt çekici deneyi sonuçları

Sonjdaj No.	BMP102								
Derinlik(m)	23,5	28,1	29,55	32,35	35,1	37,55	42,5	52,5	55,75
Çekiç pozisyonu	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	40	38	41	42	44	40	40	36	43
2	43	41	40	40	42	38	38	32	44
3	41	44	43	42	40	37	34	37	46
4	39	45	39	44	42	34	33	35	42
5	38	47	34	40	39	36	34	30	49
6	35	48	35	42	38	43	30	34	43
7	40	40	39	40	34	40	35	33	44
8	41	41	40	41	36	38	38	33	45
9	43	41	41	40	39	44	39	35	40
10	40	38	40	42	39	39	36	32	45
Ortalama	40	42,3	39,2	41,3	39,3	38,9	35,7	33,7	44,1
N/mm <sup>2</sup>	34,5	38	33	37	38	33	28	26	40,5

Schmidt Çekici deneyi Devlet Su İşleri tarafından STFA Zemin grubuna yaptırılmıştır.



**Tablo 4.7:** Schmidt çekici deneyi sonuçları

<b>Sondaj No.</b>	<b>BMP103</b>							
<b>Derinlik (m)</b>	32,45	38,55	47,2	52	64,3	69,9	89,25	94
<b>Çekiç pozisyonu</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>1</b>	37	40	42	38	43	44	44	41
<b>2</b>	40	41	40	41	38	45	38	38
<b>3</b>	43	47	41	40	44	39	37	35
<b>4</b>	43	44	44	36	45	38	41	39
<b>5</b>	44	41	42	34	41	35	37	36
<b>6</b>	40	42	42	35	42	34	36	41
<b>7</b>	39	41	40	39	40	38	30	42
<b>8</b>	44	40	40	41	48	39	31	39
<b>9</b>	39	40	44	42	40	35	32	35
<b>10</b>	37	40	41	38	41	34	30	37
<b>Ortalama</b>	40,6	41,6	41,6	38	42,2	38,1	35,6	38,3
<b>N/mm<sup>2</sup></b>	36	37	37	32	38	32	28	32

#### 4.1.5 Cerchar Aşınma Deneyi

Cerchar aşınma deneyinde; numuneler, uçları 90 derece konik, çekme dayanımı 2000 N/mm<sup>2</sup> olan keskiyle ve 70 N'luk kesme kuvvetiyle 10 mm çizilir. Keski ucunda meydana gelen aşınma yüzeyinin çapı, aşınma indeksi olarak belirlenir. Yüzeyin 1/10 mm'si birim aşınma olarak kabul edilir. Değerler birimsiz olarak kullanılır. Aşınma değerleri düşük olduğundan ölçüm mikroskop altında yapılır. Elde edilen değerlerden yola çıkarak bulunan aşınma indeksi ortamın sertliği ve aşındırıcılığı hakkında bilgi verir.

Cerchar aşınma deneyi Fransa kömür işletmeleri tarafından geliştirilmiştir. Keski ucunda meydana gelen aşınma miktarı ile aşınma indeksleri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu nedenle bu indeks, kazılabilirlik tayininde ölçüt olarak kullanılmaktadır. Keski aşınmasını temel alan bu ölçüt, kazı makineleri ile galeri sürmede güvenilir bir kıstas olarak kabul edilmektedir.

Keski aşınması, kazılabilirlik tayininde önemli kıstaslardan biridir. Keski aşınmasının bir göstergesi olarak kabul edilen aşınma indeksleri, kazılabilirlik tayininde sıkça kullanılmakla beraber, tek başlarına ölçüt olarak yeterli gelmemektedir. İndeksler laboratuvarında çatlak içermeyen örnekler üzerinde yapılan

deney sonuçlarından elde edilmektedir. Yerinde kazı esnasında tüketilen keski sayısı arasında ilişki kurularak ekonomik sınır yaklaşık olarak saptanmaktadır.

**Tablo 4.9:** Cerchar aşınma deneyi sonuçları

SONDAJ NO	DERİNLİK (m)	NUMUNENİN GÖRSEL ÖZELLİKLERİ	TABAKA KONUMUNA GÖRE DENEY YÖNÜ	CERCHAR OKUMALARI		AŞINMA YÜZEYİ	ORTALAMA CERCHAR İNDEKSİ
				UZUN EKSEN	KISA EKSEN		
BMP101	67,65-67,75	Gri, kalsit dogulu çatlaklar, tabakalanma belirgin değil	Dik	1,25	1,00	Yaklaşık Dairesel	1,04
			Dik	1,00	0,75	Yaklaşık Dairesel	
			Paralel	1,25	1,00	Yaklaşık Elipsoit	
BMP101	74,30-74,40	Koyu gri, kalsit dolgulu çatlaklar, tabakalar belirgin	Dik	2,00	2,00	Dairesel	2,17
			Dik	2,25	2,00	Dairesel	
			Paralel	2,50	2,25	Düzensiz	
BMP102	64,40-64,50	Gri, kalsit dolgulu çatlaklar, iri kalsit kristalleri, tabakalanma belirgin değil	Masif	5,00	4,50	Yaklaşık Dairesel	2,33
			Masif	3,00	3,00	Dairesel	
			Masif	2,50	2,00	Elipsoit	
			Masif	1,25	1,00	Düzensiz	
			Masif	0,50	0,50	Dairesel	
BMP102	72,97-73,20	Koyu gri, kalsit dolgulu çatlaklar, tabakalar belirgin değil	Masif	2,50	2,50	Dairesel	2,21
			Masif	2,25	2,00	Yaklaşık Dairesel	
			Masif	2,00	2,00	Dairesel	
BMP103	65,70-66,00	Gri, düzensiz foliasyonlu, koyu gri renkte düzensiz bantlar, kalsit dolgulu ve dolgusuz çatlaklar	Masif	2,50	2,00	Elipsoit	1,96
			Masif	2,25	2,00	Yaklaşık Elipsoit	
			Masif	2,00	1,00	Elipsoit	
BMP103	88,75-89,25	Gri, çok sayıda kalsit dolgulu çatlaklar, belirgin olmayan tabakalanma	Masif	3,00	3,00	Dairesel	2,22
			Masif	2,00	2,00	Dairesel	
			Masif	2,00	2,00	Dairesel	
			Masif	2,00	1,75	Düzensiz	

#### 4.1.6 Nokta Yükleme Deneyi

Nokta yükleme deneyi günümüzde mühendislik jeolojisi ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıkıştırılan kayaç örneğinin yenilme yükü ve boyutları, kullanılarak nokta yükleme dayanım indeksinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Elde edilen nokta yükleme dayanım indeksi, kayaçların tek eksenli sıkışma ve çekme dayanımlarının dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılabilir. Nokta yükleme deneyi sonuçları çalışmanın Ekler bölümünde verilmiştir.

## 5 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

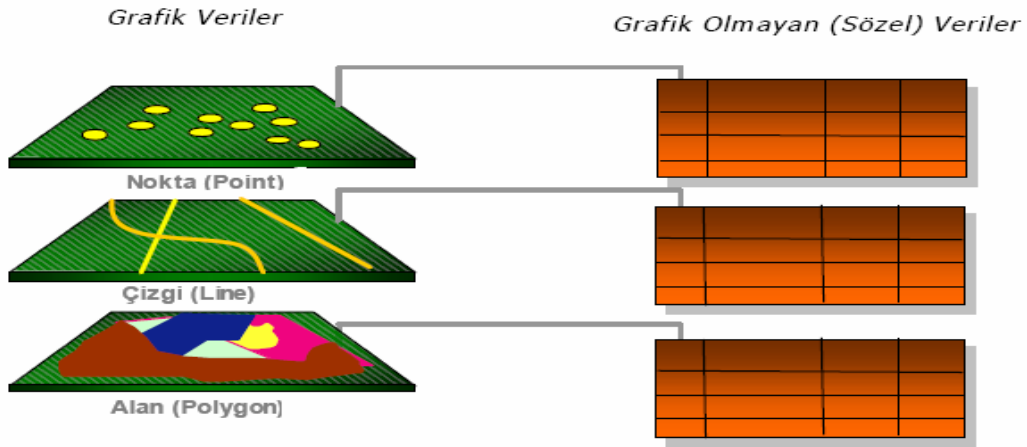
### 5.1 Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemidir.

### 5.2 Veri Yapısı

Coğrafi bilgi sistemleri temel olarak iki tür veri üzerinden iş görür. Bu veriler mekansal ve tanımlayıcı verilerdir.

Mekansal veriler, özelliklerin yerini, şeklini ve diğer mekansal veriler ile ilişkilerini belirler. Tanımlayıcı bilgiler ise özelliklere ait bilgilerin veri tabanında tutulmasıdır [12]. Özellik tipleri temel olarak Nokta, Çizgi ve Çokgen olmak üzere üç gruba ayrılır.



Şekil 5.1: Coğrafi bilgi sistemleri veri yapısı

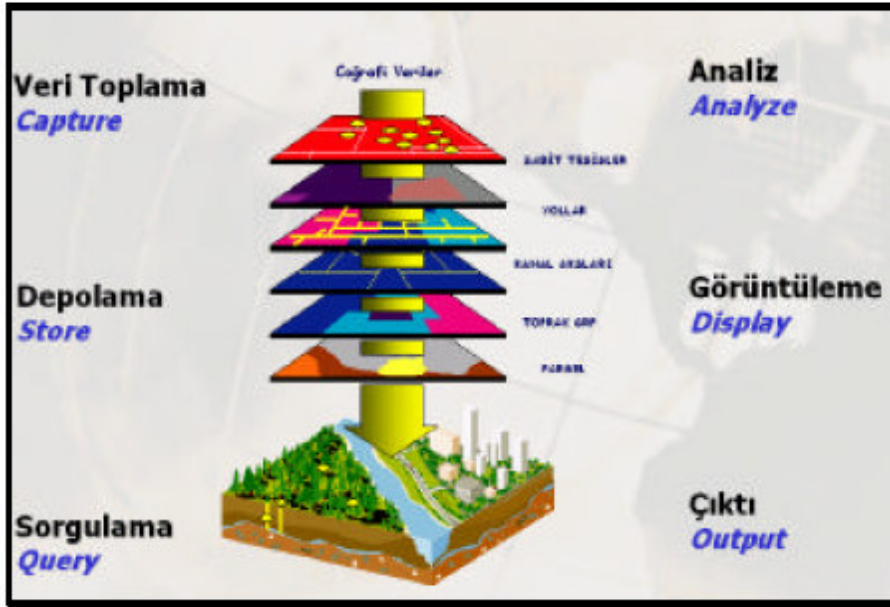
### 5.3 Coğrafi Bilgi Sisteminin Elemanları

Coğrafi bilgi sisteminin işler konumda olabilmesi için yazılım, donanım, veri tabanı, yöntemler ve yetişmiş insanlara ihtiyaç vardır. Bu sistemin başarısı onu kullanan

insanların yetişmişlik düzeyine ve kullanılan yazılım ve donanımın kalitesine bağlıdır.

#### 5.4 Coğrafi Bilgi Sisteminin Genel Fonksiyonları

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç Coğrafi bilginin; üretimini, yönetimini, analiz ve network üzerindeki dağıtık veri tabanlarından coğrafi verileri tüm insanların paylaşabileceği profesyonel bilgi sistemi teknolojisini sunmaktır [12].



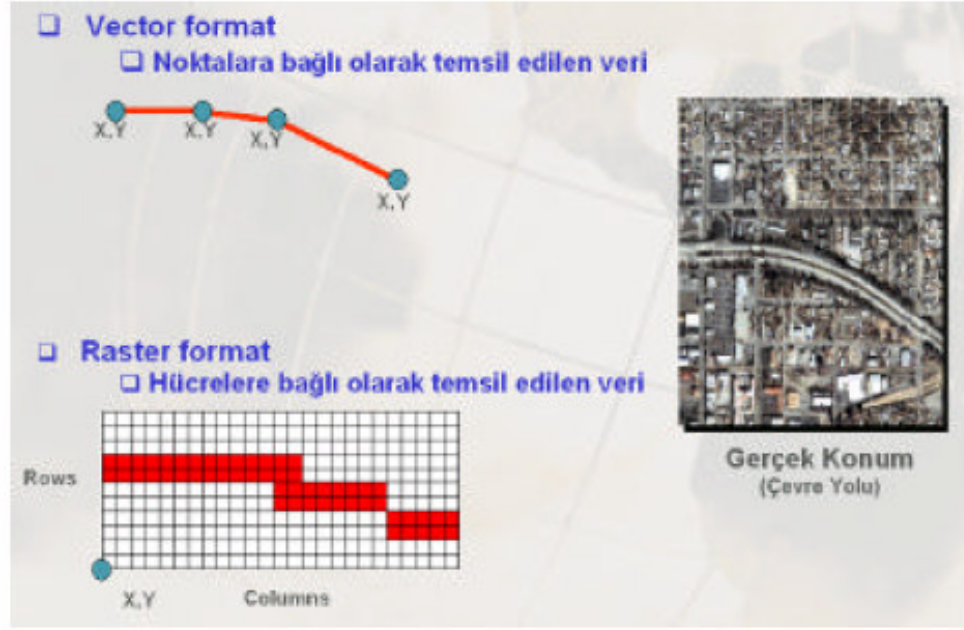
Şekil 5.2: Coğrafi bilgi sisteminin genel fonksiyonları

#### 5.5 Veri Toplama Teknikleri

Coğrafi Bilgi Sisteminde veri toplanmasında farklı yöntemler uygulanır. Bunlardan ilki hazırda bulunan dijital verilerin ortama aktarılmasıdır. İkinci olarak basılmış harita ve paftalardan yararlanarak veri üretimi gerçekleştirilebilir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları bir başka veri kaynağıdır. GPS ve benzeri araçlar kullanılarak belirlenmiş yersel ölçmelerden elde edilen bilgilerde veri kaynağı olarak değerlendirilebilir.

#### 5.6 Veri Depolama Formatları

Coğrafi Bilgi Sisteminde veriler Vektörel veri ve Raster veridi olarak depolanır.



Şekil 5.3: Veri depolama formatları

### 5.6.1 Vektörel Veri

Vektörel veri konuma ait bilgileri x,y koordinat değerleriyle depolar. Nokta, çizgi ve alan olarak tanımlanmış üç tür depolama formatı vardır.

### 5.6.2 Raster Veri

Raster veri formatında konuma ait veriler ise; hücrelere bağlı olarak temsil edilir. Aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. En küçük birim pixel olarak tanımlanır [12].

### 5.7 Sorgulama

Coğrafi Bilgi Sistemi görselleştirilebilen ve sadece tablosal halindeki verilerin birbirleriyle ilişkilendirilerek sorgulanmasını sağlar. Örneğin bilgisayar ortamında çizilmiş grafik bir veri ile Coğrafi Bilgi Sisteminin veri deposunda yer alan sözel veriler ilişkilendirilerek sorgulanabilir.

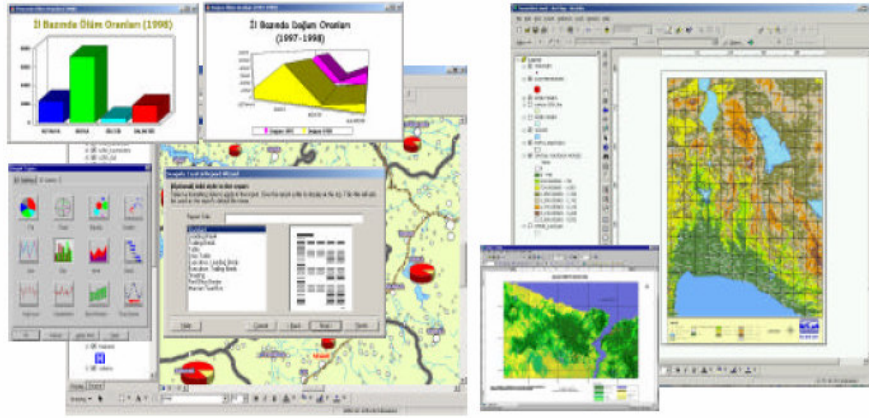
## 5.8 Analizler

Cografı Bilgi Sistemi'nde depolanan veriler üzerinde konuma dayalı kararlar verebilme coğrafi verinin sorgulanması , görüntülenmesi ve analizler ile mümkün olmaktadır. Konumsal analiz işlemlerinde, mevcut girdilerden yararlanılarak, yeni bilgi kümeleri üretilir [12].

## 5.9 Veri Görüntüleme ve Harita Çıktı İşlemleri

Sistemde depolanan vektör veriler, veritabanı bilgilerine göre sınıflandırılarak farklı özelliklerde görüntülenebilirler. Sistemde yer alan semboloji kütüphanesi ile, vektör verilere çizgi tipleri, tarama, renk ve grafik semboller atayarak ilgili yönetmeliklere göre harita görüntüleme işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilir [12].

ArcGIS'de Vektör ve Raster veri görüntüleme özelliklerinin yanı sıra veri tabanı bilgilerinin Etiketlenmesi, Raporlanması ve Grafikler ile gösterimleri de mümkündür.



Şekil 5.4: Verilerin grafiksel gösterimi

## **6 ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİK MODELLENMESİ**

### **6.1 ArcGIS Desktop**

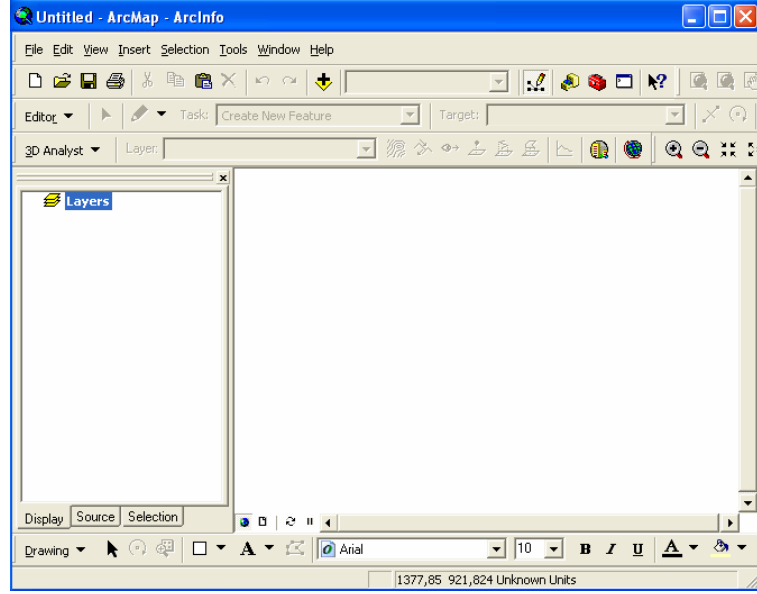
Masaüstü bilgisayarlar üzerinde çalışabilen yazılımlar bütünüdür. CBS kullanıcıları için meknasal verilerin yönetimi ve bilginin etkin kullanımında bir koordinatördür. Haritalama, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır. ArcGIS Desktop içerisinde her biri üstün özelliklere sahip yedi adet ürün vardır.

#### **6.1.1 ArcMap**

ArcMap, mevcut grafik ve sözel veriler için görüntüleme, editleme, grafikleme, raporlama, sorgulama, analiz ve yüksek kalitede kartoğrafik üretim fonksiyonları sunan merkezi bir yazılımdır.

ArcMap iki tip harita görüntüleme seçeneği sunar

- Coğrafi veri görüntüleme coğrafi tabakaların sembolojileştirilmesi, analiz edilmesi ve GIS veri sınıflarına dönüştürülmesi için gerekli arayüzdür. İçerik menüsü GIS veri tabakalarına ait çizim özelliklerinin organizasyonunu ve kontrolünü sağlar. Veri Görüntüleme penceresi ise belirli bir alana ait GIS verinizi gösteren penceredir.
- Sayfa çıktı görünümü(Layout View) - coğrafi veri içeren harita sayfalarını ölçek çubuğu, lejand, kuzey oku ve referans harita penceresi ile birlikte görüntüleyen bir penceredir. Bu görünüm haritaları baskı ve yayına hazırlamak için kullanılır.



**Şekil 6.1:** Arcmap arayüzü

### 6.1.2 ArcScene

3D analiz ile birlikte gelen diğer arayüz ise ArcScene arayüzüdür. ArcScene GIS verilerinizi 3 boyutlu olarak görüntülemenizi sağlar.

ArcScene sayesinde birçok katman 3D ortamına taşınabilir ve taşınan her bir katman üzerinde ayrı ayrı işlemler gerçekleştirilebilir.

Detaylar yükseklik bilgisi kendi geometrisinden okunarak, öznetelik tablosundan okunarak veya 3D olarak tanımlanmış yüzeyden okunarak üç boyutlu hale getirilirler.

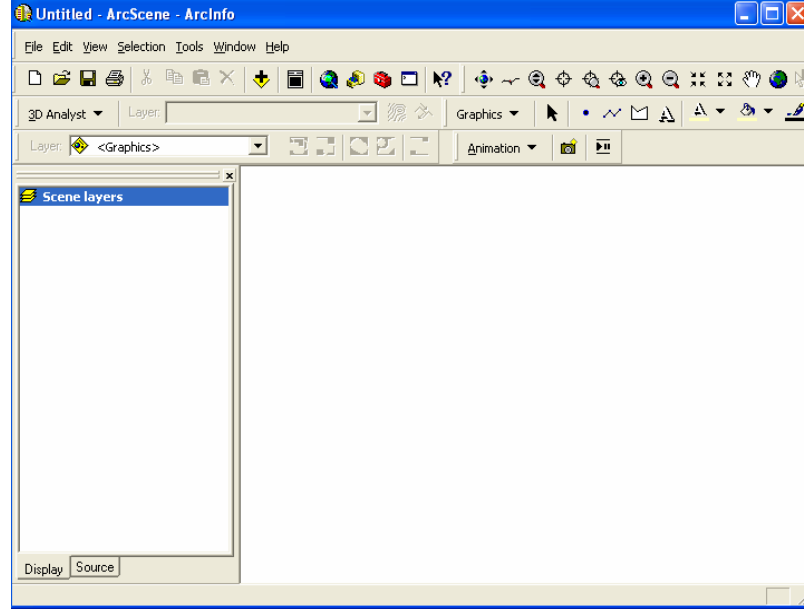
ArcScene üzerinde oluşturulan yüzeyler belli bir röper poligon belirlenerek birbirleri aralarında ötelenebilirler.

3D görüntüdeki her katman üzerinde ayrı ayrı ayarlar yapılabilir.

ArcScene ile:

- Verilerinizi 3D görüntüleyebilir
- Detaylar üzerinde 3D olarak araştırma ve yönlendirme yapabilir
- 3D semboloji kullanabilir
- 3D animasyonlar yapabilir
- Geoprocessing araçları kullanabilir
- Geçici analiz grafikleri oluşturabilirsiniz.





**Şekil 6.2:** ArcScene arayüzü

### 6.1.3 ArcReader

Bedava olarak dağıtılan, kullanımı kolay, haritalarınızı görüntüleyebileceğiniz bir harita programıdır.

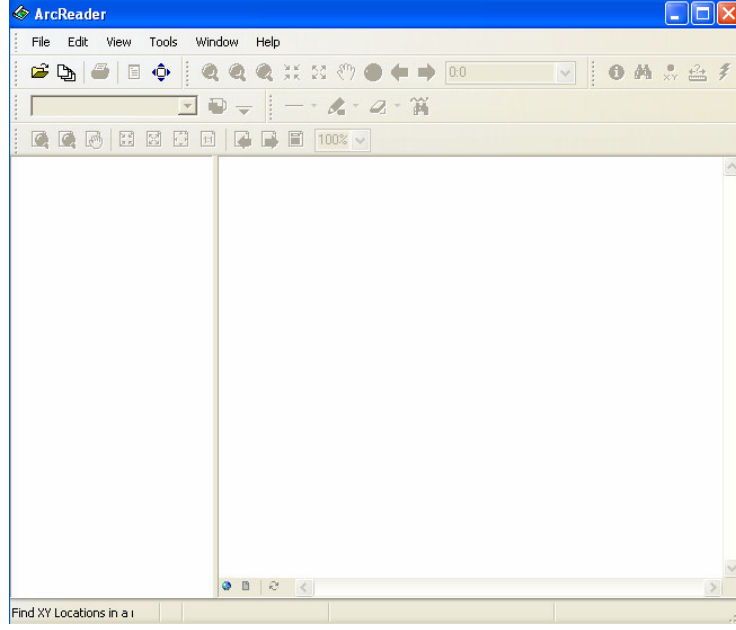
ArcReader uygulamasının ana hedefi organizasyonunuzun değişik departmanlarında mevcut olan haritalara daha kolay ulaşımı ve görüntülemenizi sağlamaktır.

ArcReader uygulaması ile en son sürüm ArcGIS Desktop ile üretilen yüksek kalite haritalar gösterilebilmektedir.

ArcReader kullanıcıları interaktif olarak bu haritaları kullanabilir ve çıktı alabilirler.

#### Görüntüleme Özellikleri

- Detay Kaydırma/Büyütme-Küçültme/Tanımlama
- Konumsal bookmark oluşturma
- Harita üzerindeki herhangi bir detayı arama/bulma
- Hyperlink oluşturma
- Dinamik harita ipucu göstergesi kullanabilme
- Büyüteç penceresi kullanma
- Uzunluk ölçme



**Şekil 6.3:** ArcReader arayüzü

#### **6.1.4 ArcGlobe**

ArcGlobe 3D Analiz modülü ile birlikte gelen iki arayüzden biridir. Bu arayüz konumsal olarak referanslandırılmış verilerinizin 3D küre yüzeyi üzerinde gerçek jeodezik konumunda görüntülenmesini sağlar.

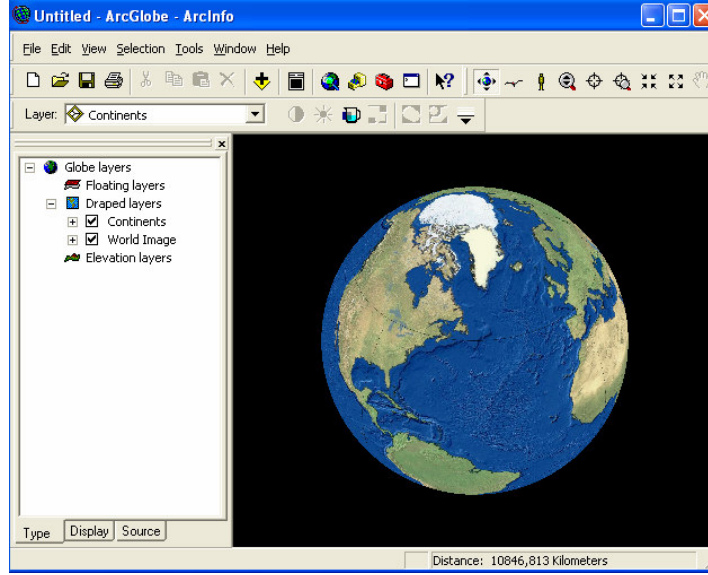
Küre üzerinde değişiklikler yapabilir, farklı katmanlar ekleyebilir ayrıntı derecesini arttırarak sürekli zoomlama sağlayabilirsiniz.

ArcGlobe arayüzü sayesinde detaylarınız üzerinde 3 boyutlu olarak araştırma ve yönlendirme yapabilirsiniz.

Dünya yüzeyini bir bütün olarak görüntülerken verilerinizi analiz etme imkanına da kavuşursunuz [13].

ArcGlobe ile;

- 3D verilerinizi küre yüzeyi üzerinde görüntüleyebilir
- Detaylar üzerinde 3D olarak araştırma ve yönlendirme yapabilir
- 3D semboloji kullanabilir
- 3D animasyonlar yapabilir
- Geoprocessing araçları kullanabilirsiniz.



**Şekil 6.4:** ArcGlobe arayüzü

### 6.1.5 ArcCatalog

ArcCatalog, grafik ve sözel verileri tanımlama, gözden geçirme, yönetme, ve organize etme işlemleri için kullanılır.

ArcGIS Desktop yazılımlarının içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcCatalog uygulaması, GIS verileri ile ilgili şu fonksiyonları yerine getirir.

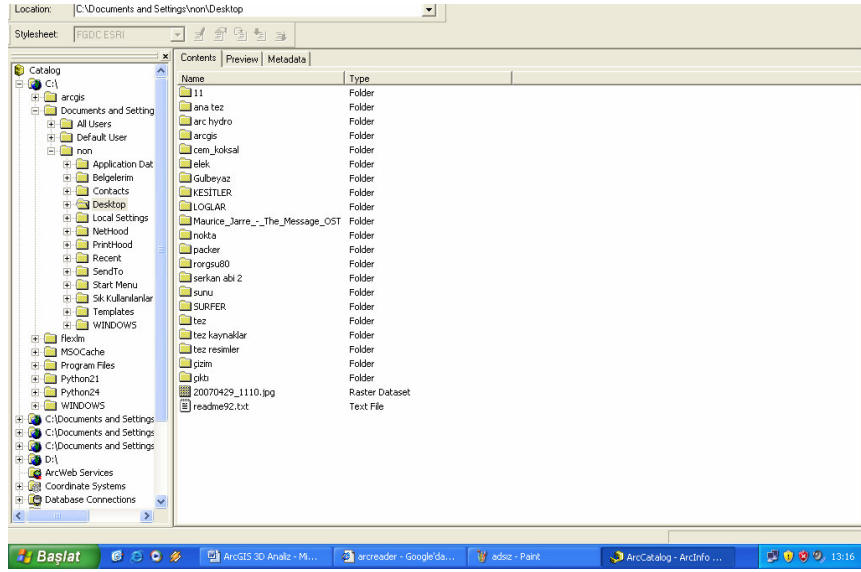
ArcCatalog'u kullanarak ArcGis server'ı yönetebilir ve veri tabanı şeması oluşturarak bu verileri değerlendirebilirsiniz.

ArcCatalog yardımıyla coğrafi verilerinize göz atabilir, veri araması yapabilir ve bu verileri görüntüleyip yönetebilirsiniz.

ArcCatalog Lokal ağlar veya Web üzerindeki GIS verilerine göz atmanızı veya araştırma yapmanızı sağlar.

ArcCatalog ile:

- Coğrafi verilerinize göz atabilir ve arama yapabilirsiniz.
- Metadata oluşturabilir bunları görüntüleyebilir ve yönetebilirsiniz.
- Veritabanı şeması oluşturabilir, import veya export edebilirsiniz.
- Lokal ağlar veya Web üzerindeki GIS verilerine göz atabilir veya araştırabilirsiniz.
- ArcGis Server'ı yönetebilirsiniz.

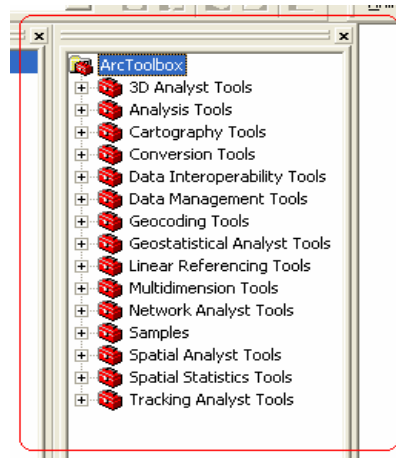


**Şekil 6.5:** ArcCatalog arayüzü

### 6.1.6 ArcToolbox

Geoprocessing fonksiyonlarının kapsamlı bir koleksiyonu olan ArcToolbox, aşağıdaki işlemler için araçlar içerir [14].

- Veri yönetimi
- Veri dönüşümü
- Coverage işlemleri
- Vektör analizler
- Geocoding (Coğrafi kodlama)



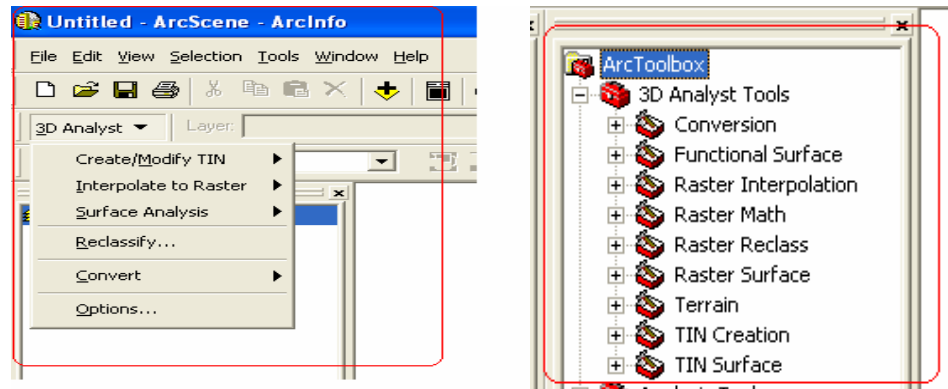
**Şekil 6.6:** ArcToolbox kutusu

### 6.1.7 ArcGIS 3D Analyst

Kullanıcılara etkin bir yüzey veri görüntüleme ve analiz imkanı tanır. 3D Analyst kullanarak

- İki boyutlu verilerin yüzey üzerine kaplama ve üç boyutlu olarak görüntüleme
- Yüzey alan ve hacimlerini hesaplama, eğim bakı ve kabartma haritalarını oluşturma
- İki boyutlu yada üç boyutlu grafiklerden kontur oluşturma
- Line of sight (Bir hat boyunca görünebilen ve görünemeyen yerler), View-shed (İstenilen bakış açısıyla alansal olarak görünebilen yerler ve görünemeyen yerler), profil çizme, en uygun yol seçimi, spot yükseklik interpolasyonu
- ArcGIS içinde desteklenen tüm veri formatları kullanma (CAD, shapefile, ArcInfo coverage ve image)
- Öznitelik bilgisine yada lokasyona göre üç boyutlu veri sorgulama
- VRML kullanarak Web gösterimi için veri export özelliği.

3D Analiz modülünün ana noktası, ArcGlobe uygulamasıdır. ArcGlobe, üç boyutlu verinin birçok katmanını görüntülemek, yüzey yaratımı ve analizi için arayüz sağlar. 3D Analiz ayrıca kazı-dolgu, görüş çizgisi ve arazi modelleme gibi üç boyutlu modelleme işlemleri için ileri GIS araçları sağlar [15].

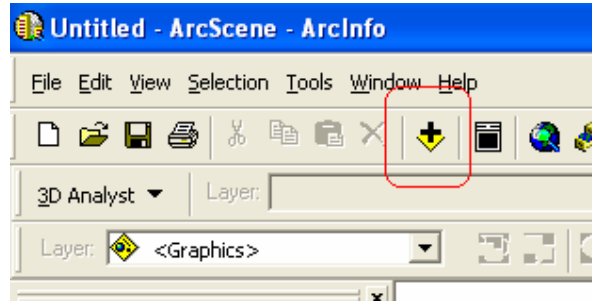


Şekil 6.7: 3D Analyst komutları ve ArcToolbox 3D Analyst Araçları

## 6.2 Veri Eklenmesi

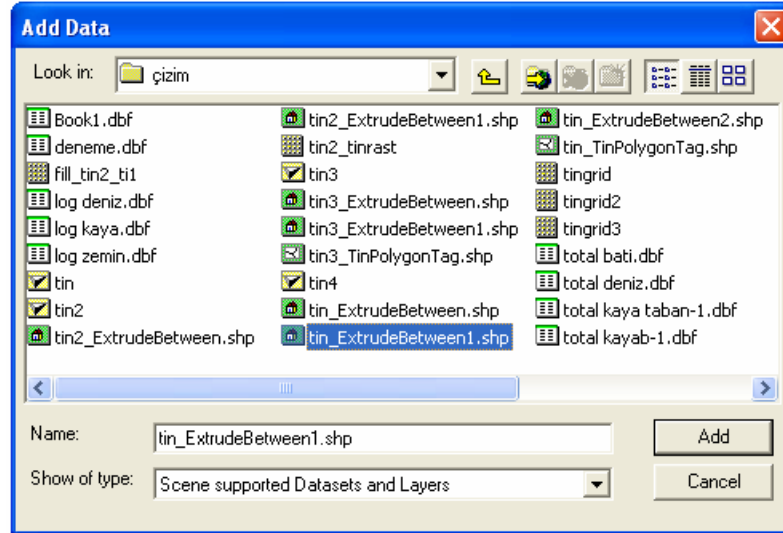
### 6.2.1 Çizilmiş Verilerin Eklenmesi

Arcgis ortamında çizilmiş harita ve şekiller ArcMap ve ArcScene arayüzlerinde görüntülenebilmektedir. Bunun için araç çubuğu menüsündeki Add Data tuşuna basılır.



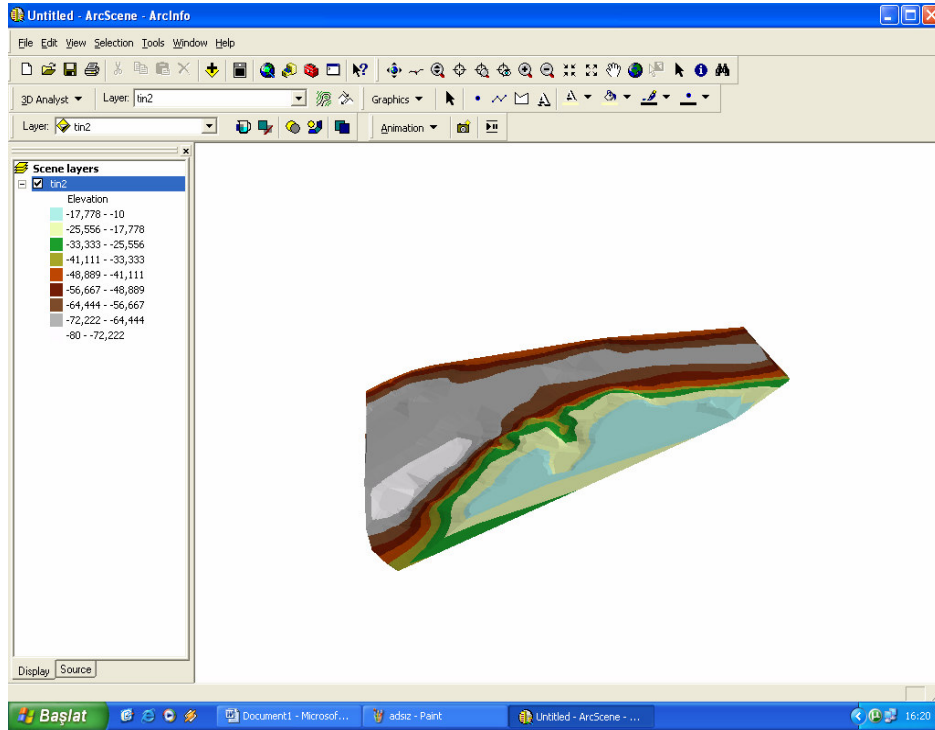
Şekil 6.8: Add Data Tuşu

Add Data tuşuna basıldıktan sonra aşağıdaki pencere açılır.



Şekil 6.9: Dosya seçme kutusu

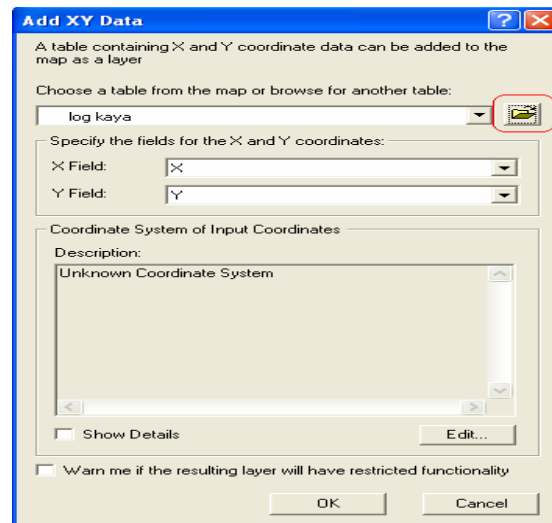
Açılan pencereden uygun öge seçilir ve Add tuşuna basılır ve seçilen öge ekranda görüntülenir.



**Şekil 6.10:** Eklenmiş şeklin ArcScene arayüzündeki görüntüsü

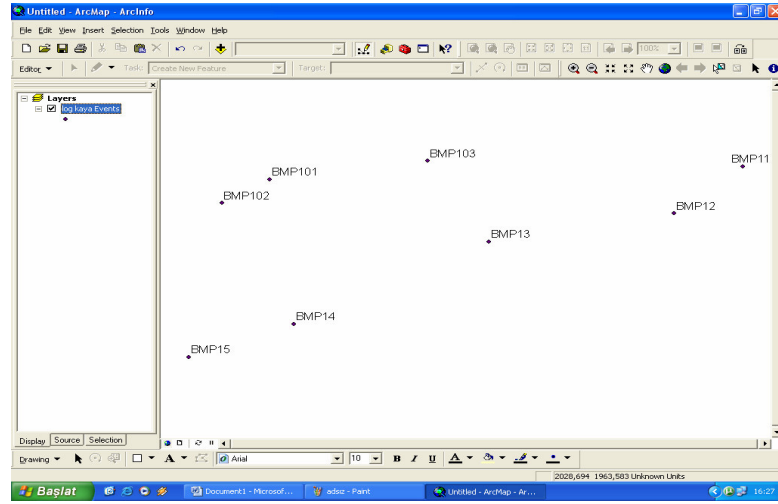
### 6.2.2 Çizilebilir Verilerin Eklenmesi

ArcGis ortamındaki çizilebilir veriler .dbf formatındadır. ArcGis ortamındaki çizilebilir verilerin eklenmesi işlemi ArcMap arayüzünde gerçekleştirilir. Bunun için araç çubuğu menüsünden Tools – Add XY Data seçilir ve ekranda aşağıdaki pencere açılır.



**Şekil 6.11:** Add XY Data penceresi

Kırmızı işaretli kutucuk tıklanarak uygun veri tabanı seçilir ve Add tuşuna basılır. Bu işlemlerin sonucunda veri tabanı ArcMap arayüzünde görüntülenir.



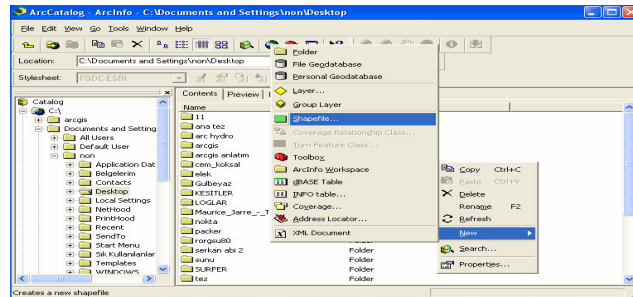
Şekil 6.12: Çizilebilir verinin eklenmiş görüntüsü

### 6.3 Çizilebilir Veri Üretimi

ArcGis veri tabanı olarak .dbf formatını kullanmaktadır. Bunun yanı sıra Surfer, Excel ve Cad tabanlı verilerde ArcGis ortamına aktarılabilir ve Harita ve Paftalardan veri tabanı üretimi gerçekleştirilebilir.

#### 6.3.1 Harita Paftalarından Veri Üretimi

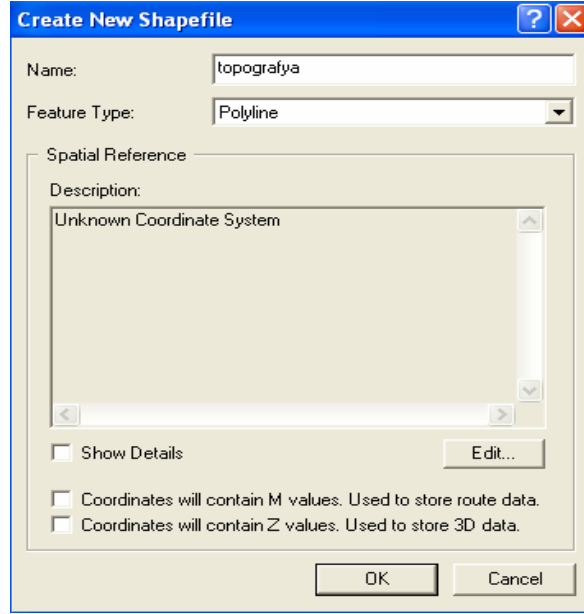
Harita ve paftalardan veri tabanı üretimi için öncelikle verilerin atanacağı bir veri tabanı dosyası oluşturulmalıdır. Bu işlem ArcCatalog arayüzünde gerçekleştirilir. Bunu için ArcCatalog arayüzü açılır, dosya ve klasörlerin bulunduğu ekrana sağ tıklanarak sırasıyla önce New sonra Shapefile seçenekleri seçilir.



Şekil 6.13: ArcCatalog arayüzü

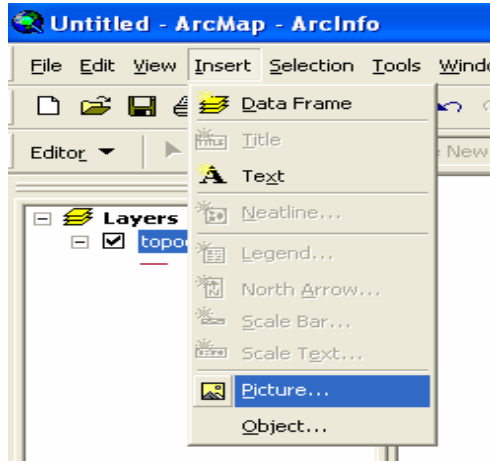


Bu işlemler tamamlandıktan sonra ekrana Create New Shapefile penceresi gelir. Bu pencereden dosyanın adı ve veri tipi belirlenerek veri tabanının ekleneceği dosya atanmış olur.



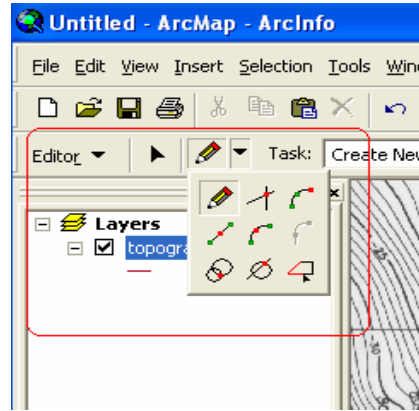
**Şekil 6.14:** Create New Shapefile penceresi

Veri tabanı dosyası oluşturulduktan sonra çizilebilir veri eklenmesi başlığı altındaki talimatlar tekrarlanır. Dijital ortama aktarmak için taranmış harita araç çubuğu menüsündeki Insert – Picture seçenekleri seçilerek ekrana getirilir.



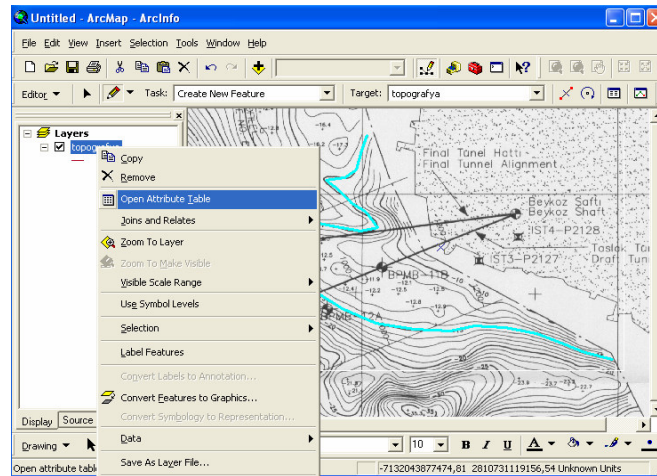
**Şekil 6.15:** ArcMap arayüzü

Harita ekranda görüntülendikten sonra araç çubuğu menüsündeki Editor – Start Editing komutları seçilir. Aktif hale gelen Editor Tools kutusundan gerekli araç seçilir ve editleme işlemine başlanır.



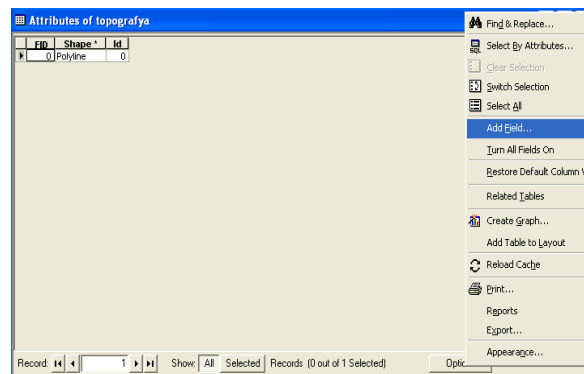
**Şekil 6.16:** Editor Araç kutusu

Editleme işlemi her bir ayırt edici değişken için tek tek yapılır. Editleme işlemi tamamlandıktan sonra ArcMap’ te açılmış olan veritabanı dosyasının üzerine sağ tıklanır ve Open Attribute seçeneği seçilir.



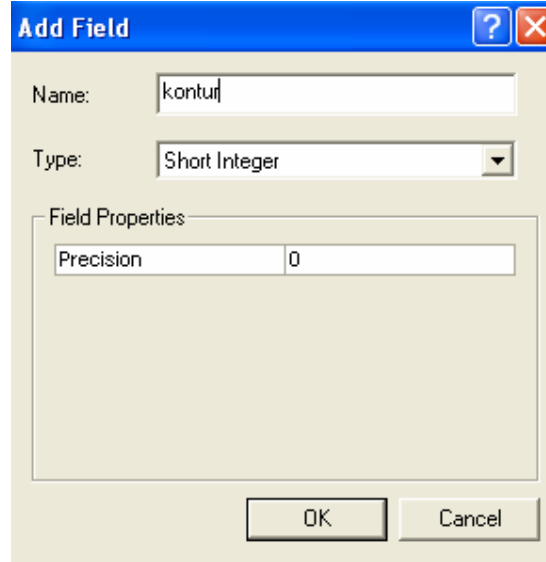
**Şekil 6.17:** Nitelik tablosu açma prosedürü

Ekranda açılan pencerede Options – Add Field seçenekleri seçilir.



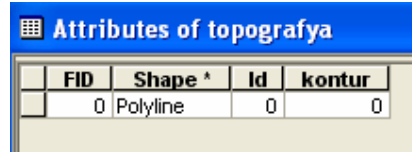
**Şekil 6.18:** Attribute (nitelik) Tablosu

Açılan Field penceresinden yeni eklenen veri türünün adı ve sayısal özelliği belirlenir.



The 'Add Field' dialog box is shown. It has a title bar with a question mark and a close button. The 'Name' field contains 'kontur'. The 'Type' dropdown menu is set to 'Short Integer'. The 'Field Properties' section has a 'Precision' field set to '0'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

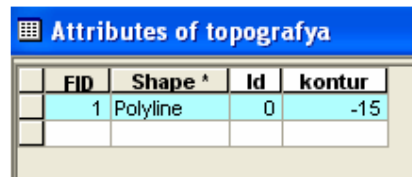
Şekil 6.19: Add Field penceresi



FID	Shape *	Id	kontur
0	Polyline	0	0

Şekil 6.20: Attribute Tablosu

Son olarak Attribute tablosundan oluşturulan yeni veri alanının değerleri atanır.



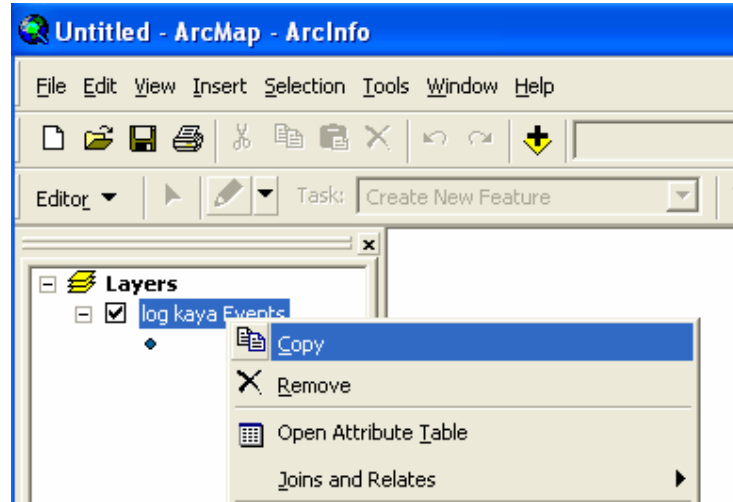
FID	Shape *	Id	kontur
1	Polyline	0	-15

Şekil 6.21: Attribute Tablosu

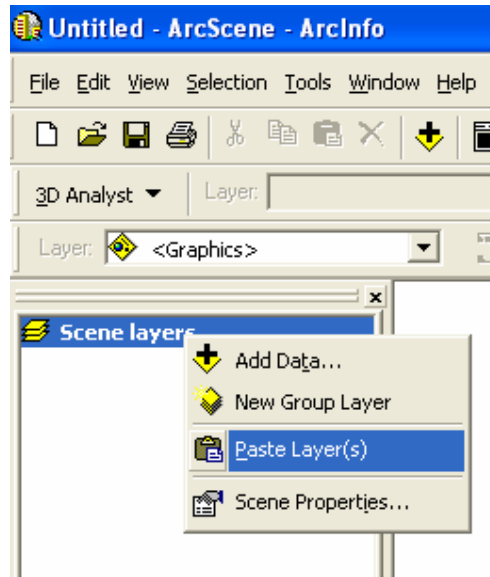
#### 6.4 ArcMap Üzerindeki Çizilebilir Verinin ArcScene Üzerine Aktarılması

ArcMap üzerine eklenen veya üzerinde oluşturulan veri tabanını ArcScene'e aktarmak için Layers bölümünde yer alan veri tabanı dosyasının üzerine sağ tıklanır ve kopyala seçeneği işaretlenir.

ArcScene arayüzü açılır ve Scene layers bölümünün üstüne sağ tıklanarak yapıştır seçeneği seçilir ve veri tabanı ArcScene ortamına aktarılmış olur.



Şekil 6.22: ArcMap Layers kutusu

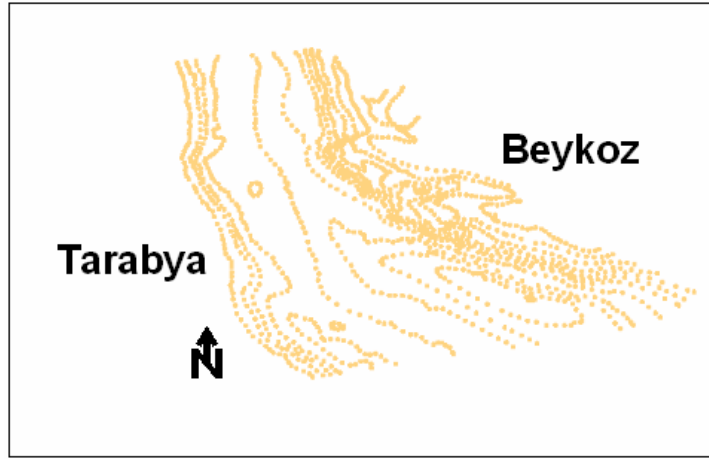


Şekil 6.23: ArcScene Scene layers kutusu

## 6.5 Üçgensel Ağ Modeli Üretimi

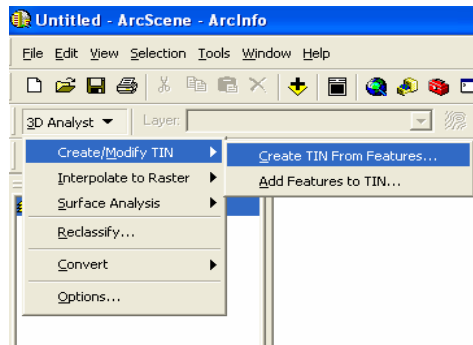
Üçgensel ağ modeli yüzey modellemesi için kullanılır. Üçgensel ağ modelleri XYZ noktalarının köşeler ile birleşmesi ile üçgensel ağlar oluşturarak şekillenir. Oluşturulan yüzeyin tüm üçgenler üzerinden geçtiği varsayılır. Üçgensel ağ modelleri jeolojik bir birimi veya matematiksel fonksiyonlar ile belirlenmiş bir yüzeyi göstermek için kullanılır.

Aşağıdaki şekilde ArcMap ortamında ArcScene ortamına aktarılmış veri tabanının ArcScene'deki görünüşü izlenmektedir.



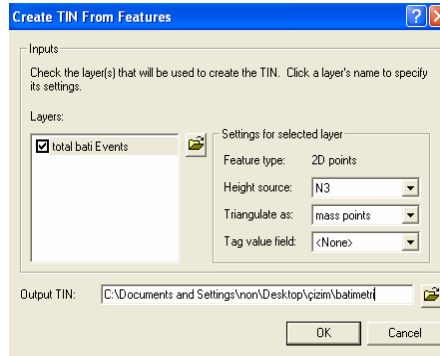
**Şekil 6.24:** ArcScene ortamına atılmış veri tabanının ekran görüntüsü

Üçgensel ağ modeli oluşturmak için ArcScene arayüzünde 3D Analyst – Create/Modify TIN – Create TIN From Features seçeneği seçilir.



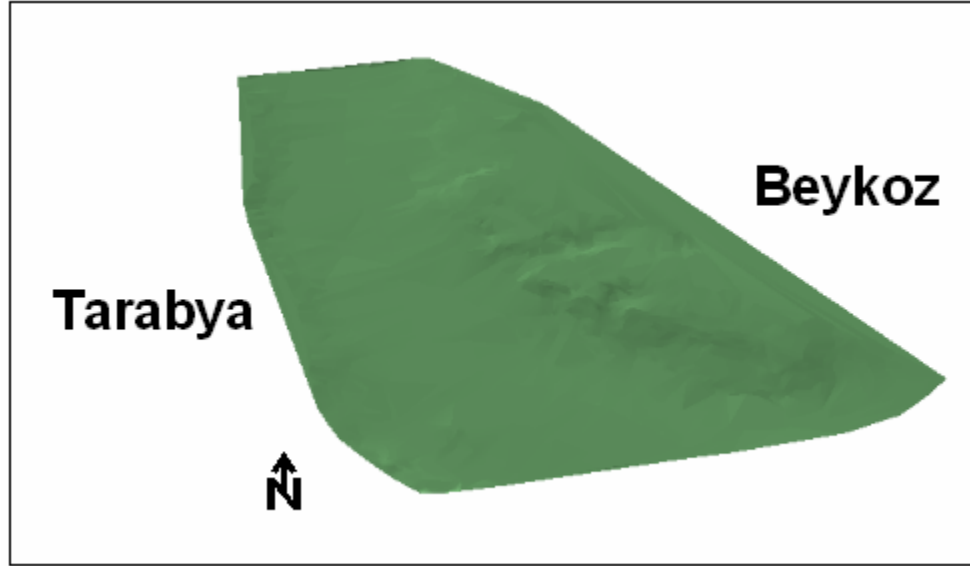
**Şekil 6.25:** 3D Analyst aracı

Ekranda açılan pencereden ağ modeli oluşturmak için kullanılacak veri tabanı seçilir ve gerekli düzenlemeler yapılır.



**Şekil 6.26:** Create TIN From Features penceresi

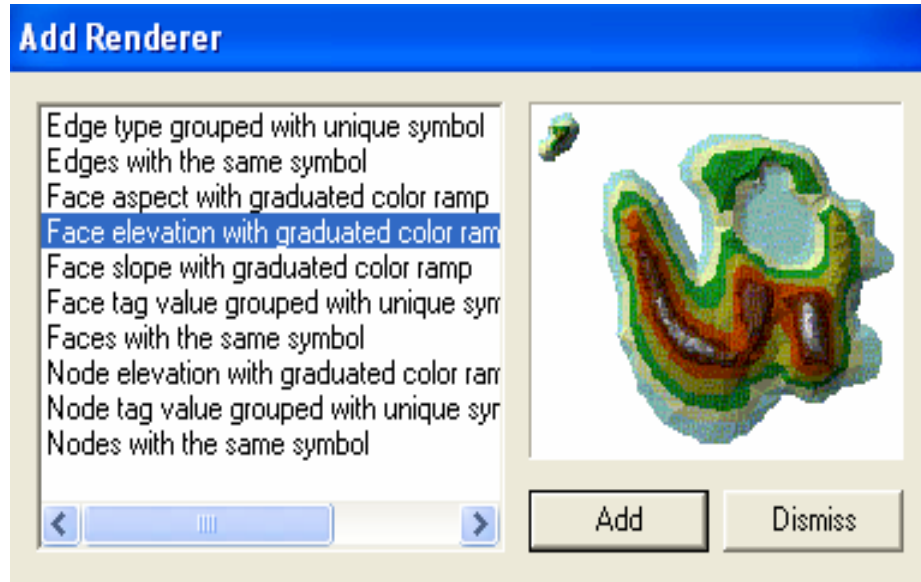
OK tuşuna basıldıktan sonra üçgensel ağ modeli çizilmiş olur.



**Şekil 6.27:** ArcScene’de çizilmiş üçgensel ağ modeli

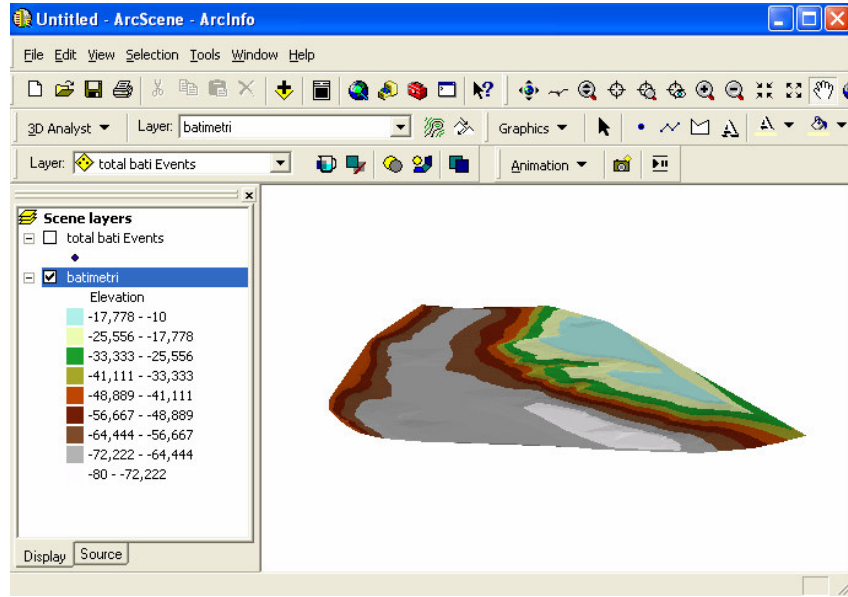
Model çizildikten sonra Scene layers bölümündeki model isminin üzerine sağ tıklayarak properties seçeneği seçilir. Açılan Layer Properties penceresinin Symbolology bölümünde Add kutusu tıklanır.

Açılan pencerede uygun gösterim tipi belirlenir ve önce Add sonra Dismiss tuşlarına basılır.



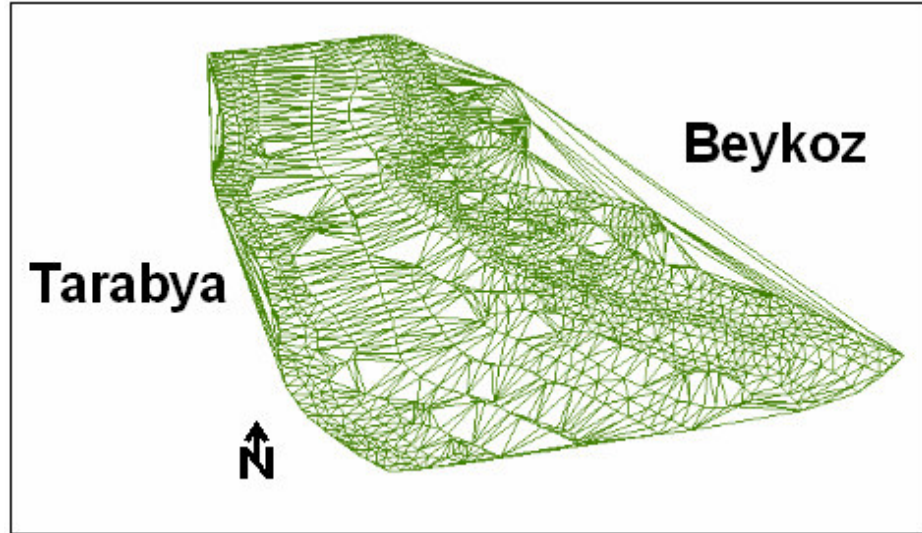
**Şekil 6.28:** Add Renderer penceresi

Yapılan işlemler sonunda üçgensel Ağ modelinin görüntüsündeki değişim aşağıdaki gibi olur.

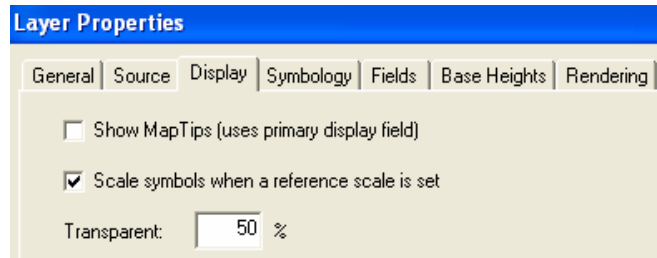


**Şekil 6.29:** Abartılmış Z eksen görüntüsü

Aynı yol izlenerek farklı gösterimler elde etmek mümkündür.

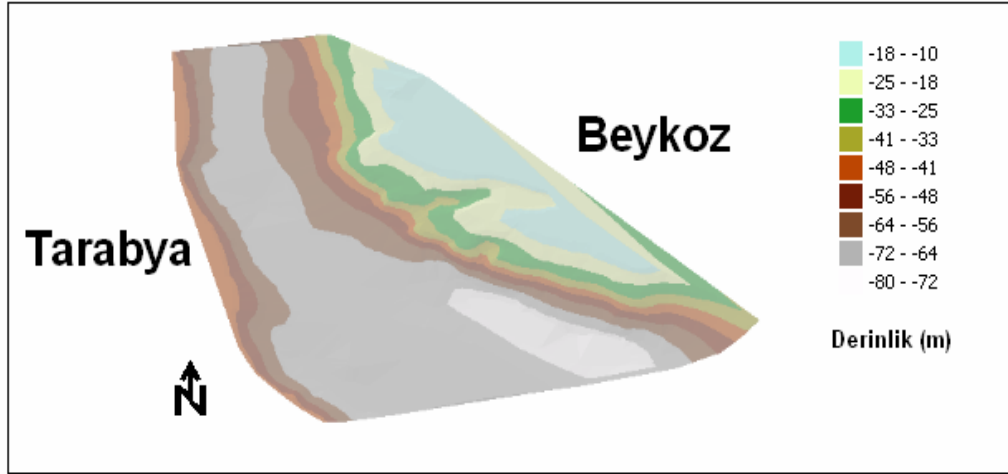


**Şekil 6.30:** Üçgensel ağ modeli



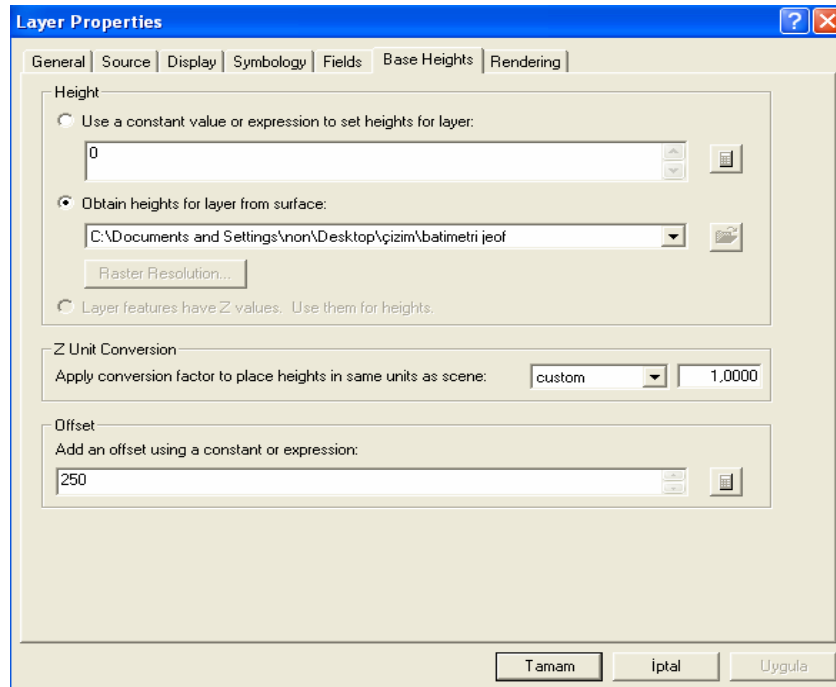
**Şekil 6.31:** Layer Properties penceresi

Yine Layer Properties kutusunun Display bölümünde Transparent yüzdesi değiştirilerek saydam yüzeyler elde etmek mümkündür.



Şekil 6.32: Saydam Üçgensel ağ modeli

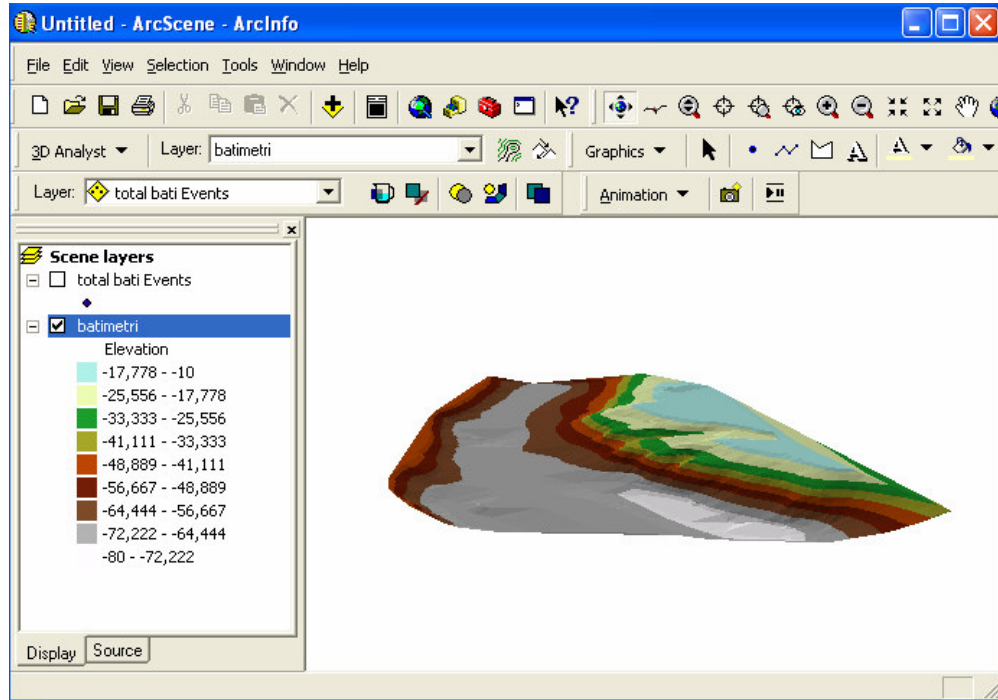
Layer Properties kutusunun Base Heights bölümü çizilmiş öğelerin temel yükseklik ayarlarını değiştirebilme olasılığı sağlar. Bu bölümdeki Offset kutusu düşey öteleme, Zunit Conversion kutusu Z ölçeğini değiştirme, Height bölümünde veri tabanından hangi yükseklik özelliğinin tercih edileceğini belirler.



Şekil 6.33: Layer Properties penceresi

Aşağıdaki şekil bu ayarlarla oynatarak değiştirilmiş bir görüntüdür.

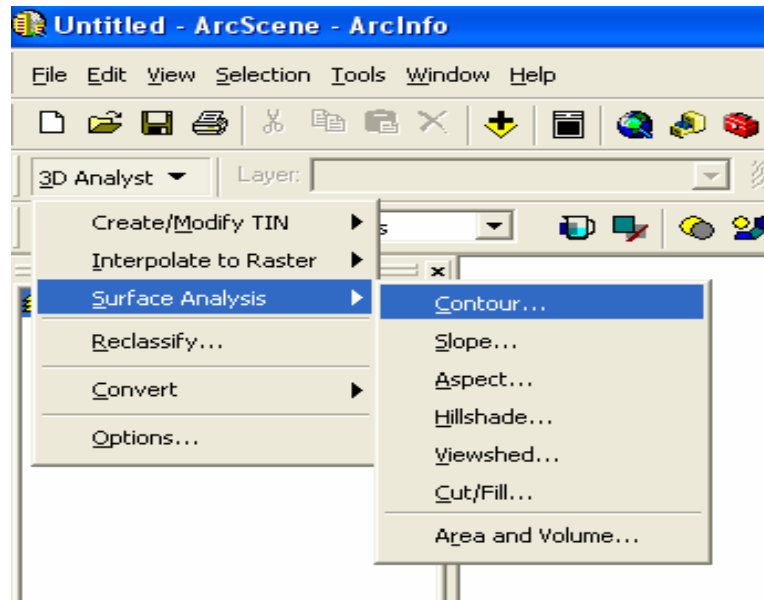




Şekil 6.34: Abartılmış Z eksen görünümü

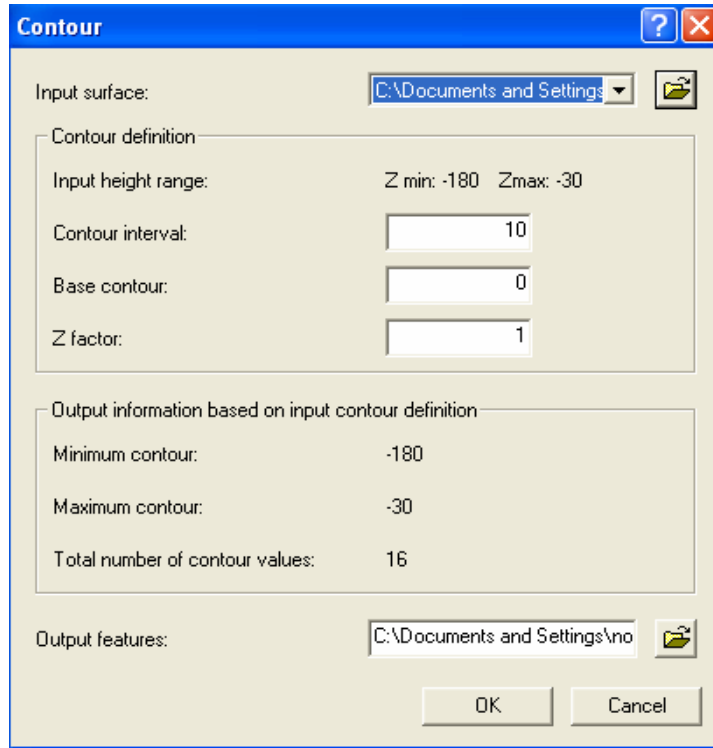
## 6.6 İzohips Eğrileri Üretimi

İzohips eğrileri üretimi için ArcScene arayüzünde 3D Analyst - Surface Analysis - Contour seçeneği seçilir.



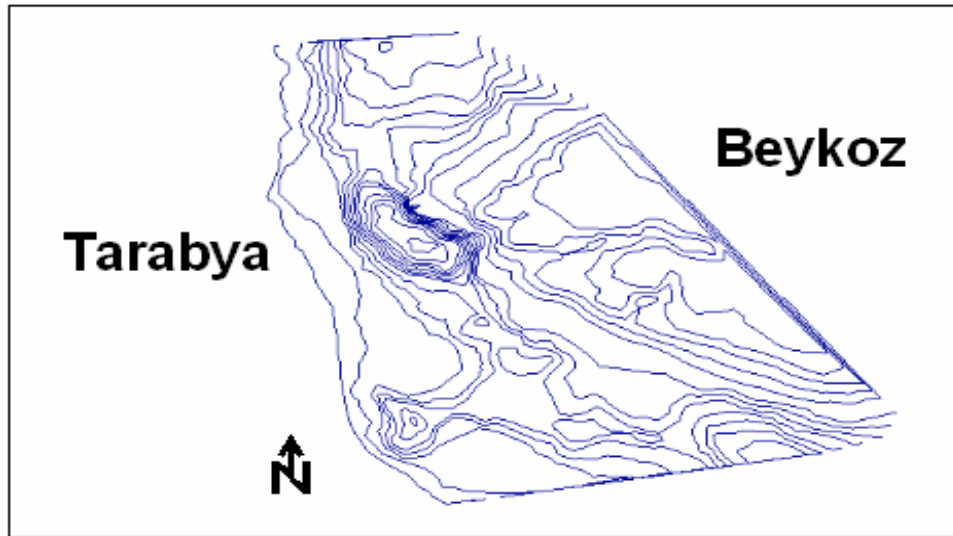
Şekil 6.35: 3D Analyst aracı

Ekranda beliren Contour penceresinde gerekli düzenlemeler yapılır.



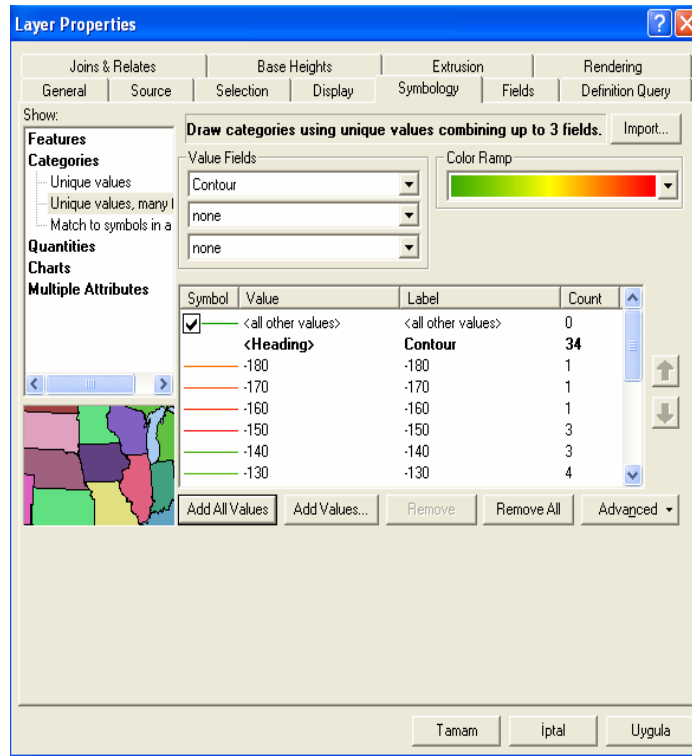
**Şekil 6.36:** Contour penceresi

OK tuşuna basarak İzohips eğrileri çizdirilir.



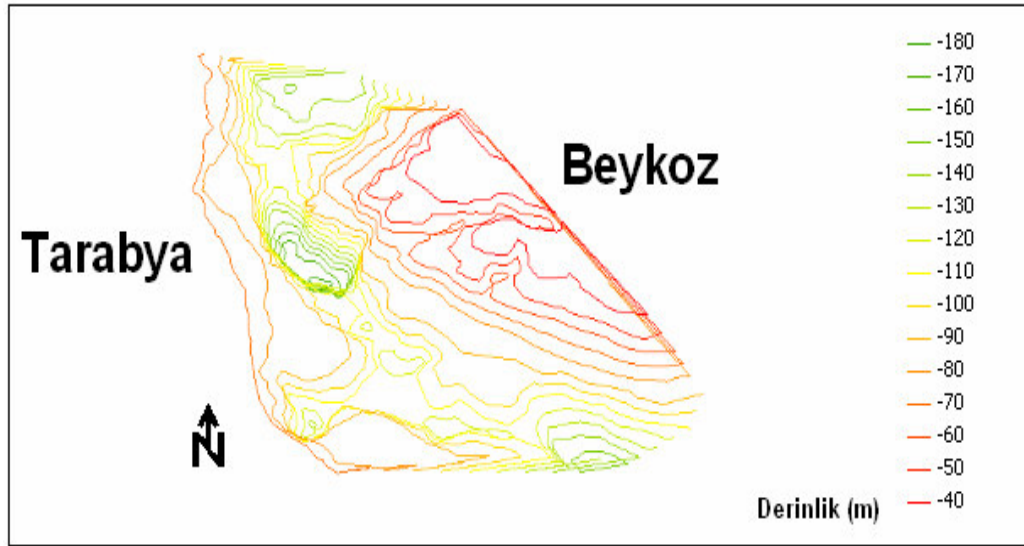
**Şekil 6.37:** İzohips eğrileri

ArcScene Scene layers bölümündeki İzohips haritasının üzerine sağ tıklayarak properties seçeneği seçilir ve açılan Layer Properties penceresinin Symbology bölümünde gerekli düzenlemeler yapılarak İzohips eğrileri renklendirilir. Daha sonra Base Heights bölümüne geçilerek Z ölçeği ve tercih edilecek yükseklik özelliği belirlenir.



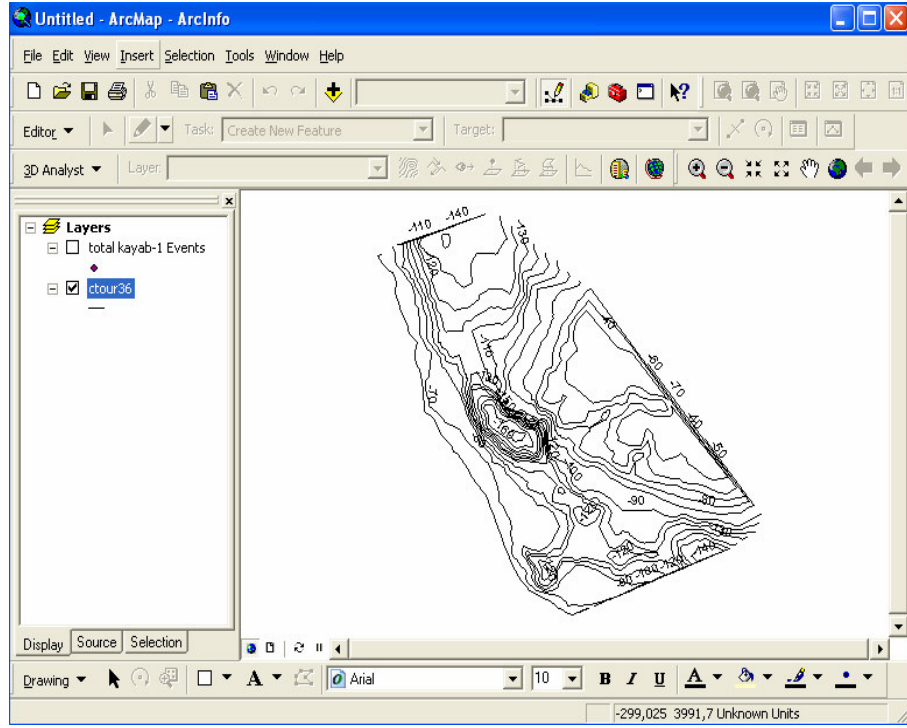
Şekil 6.38: Layer Properties penceresi Symbology ve Base Heights bölümü

Bu işlemler sonrasında oluşturulan İzohips eğrileri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.39: 3 boyutlu izohips eğrisi haritası

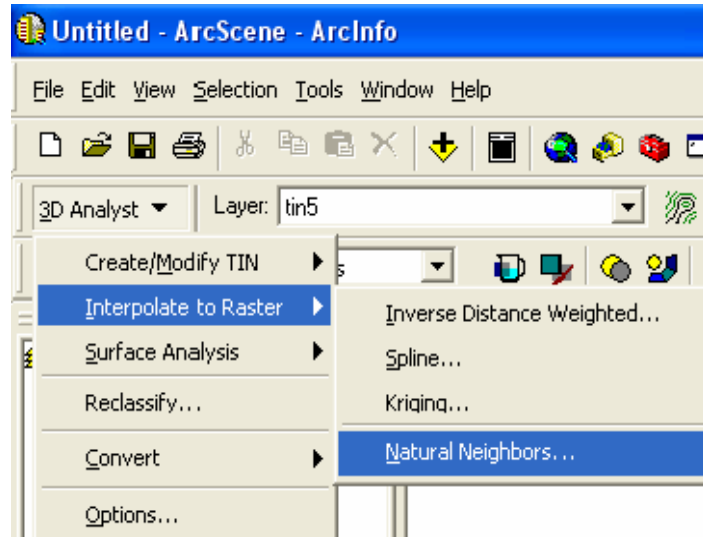
ArcScene arayüzü ile oluşturulabilen tüm şekiller ArcMap arayüzündede oluşturulabilir ama ArcMap arayüzü oluşturulan şekillere tek bir açıdan sabit olarak bakar.ArcScene arayüzünde ise oluşturulan şekillere istenilen açıdan bakılabilmektedir.



**Şekil 6.40:** ArcMap arayüzünde İzohips eğrileri haritası görünümü

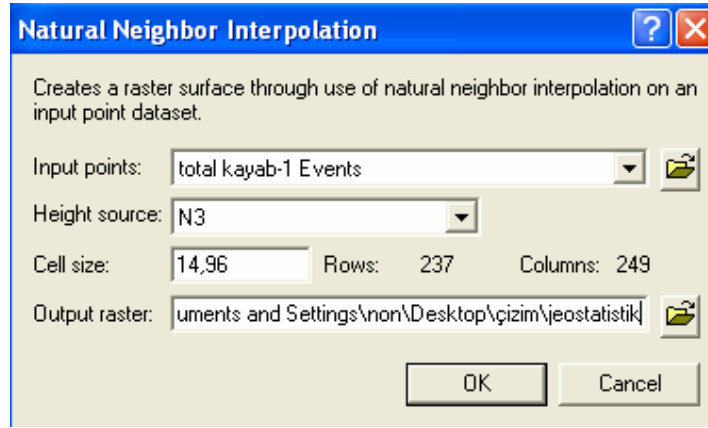
## 6.7 Topografya Haritası Üretimi

Topografik harita üretimi için ArcScene arayüzünde 3D Analyst – Interpolate to Raster - Natural Neighbors seçeneği seçilir.



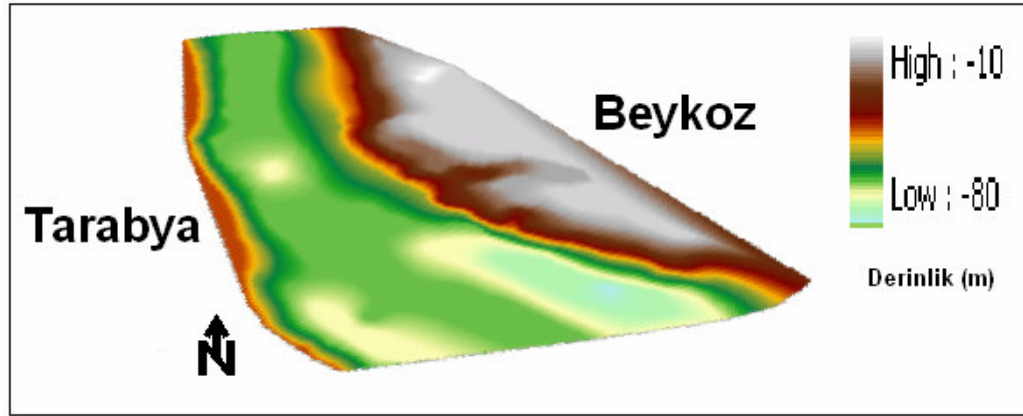
**Şekil 6.41:** 3D Analyst aracı

Açılan pencerede gerekli olan veri tabanı atanır ve veri tabanından istenen ayırt edici nitelik atanır.



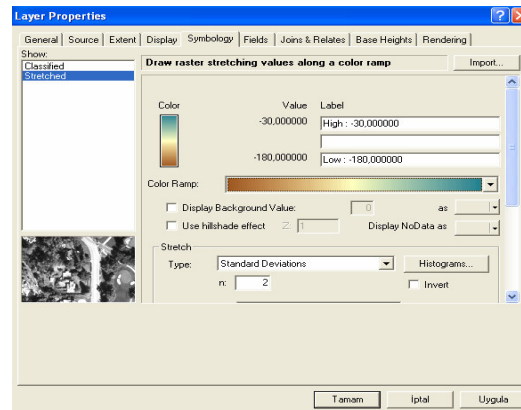
Şekil 6.42: Interpolation penceresi

Bu işlemler sonucunda yüksekliği temel alan 2 boyutlu topografya haritası çizilmiştir.



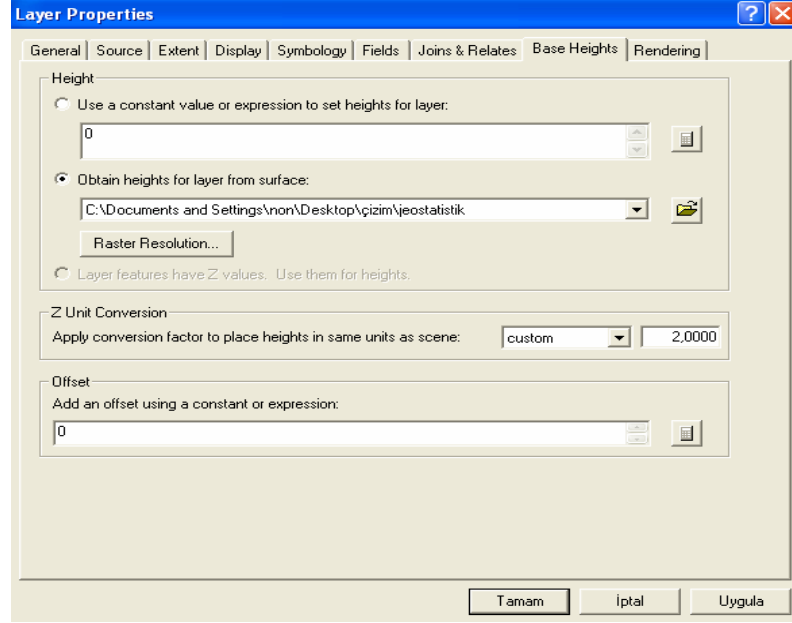
Şekil 6.43: 2 boyutlu topografya haritası

Layer Properties penceresinin Symbology bölümünde gerekli renk ayarlaması yapılır ve Use Hillshade effect kutucuğu tıklanarak derinlik hissi uyandırılır.

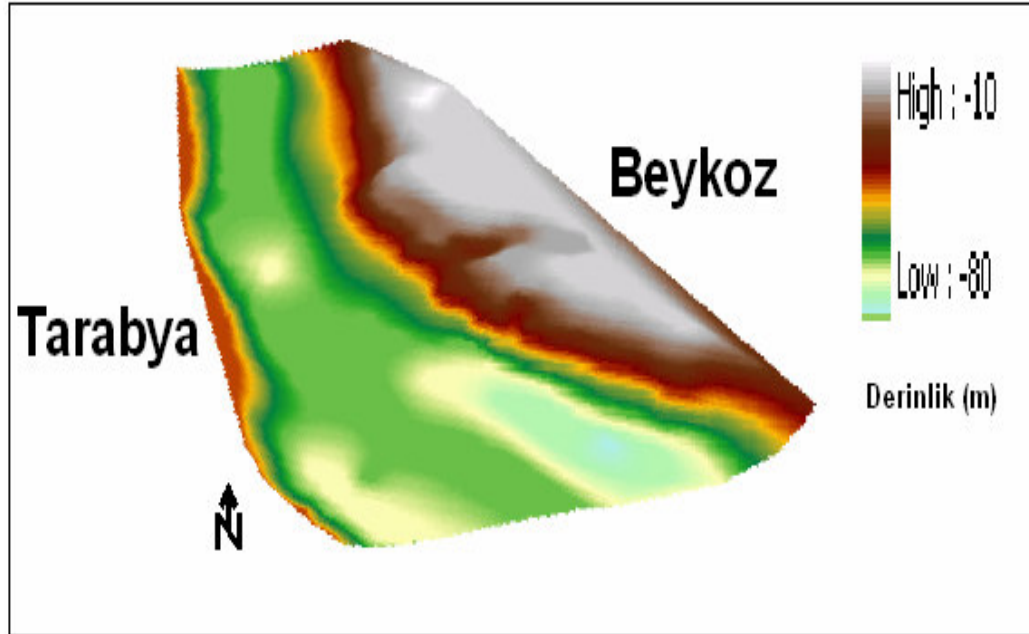


Şekil 6.44: Layer Properties penceresi symbology bölümü

Derinlik hissi uyandırmanın bir başka yolu ise yine Layer Properties penceresinin Base Heights bölümünde yer alan tercih edilen yükseklik özelliğinin belirlenmesi ve Z Unit Conversion değerinin değiştirilmesidir.

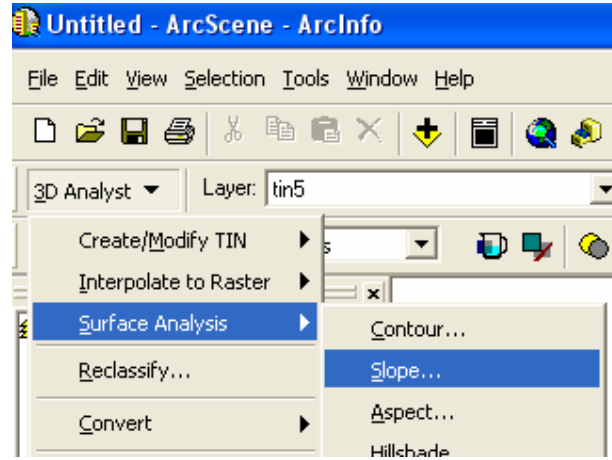


Şekil 6.45: Layer Properties penceresi Base Heights bölümü



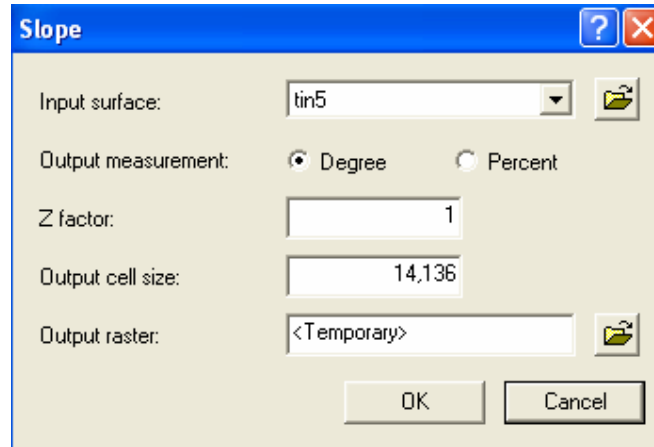
Şekil 6.48: 3 boyutlu topografya haritası

Bir başka harita oluşturma yöntemi ise eğim haritası oluşturmaktır. Bunun için ArcScene arayüzünde 3D Analyst – Surface Analysis – Slope seçeneği seçilir.

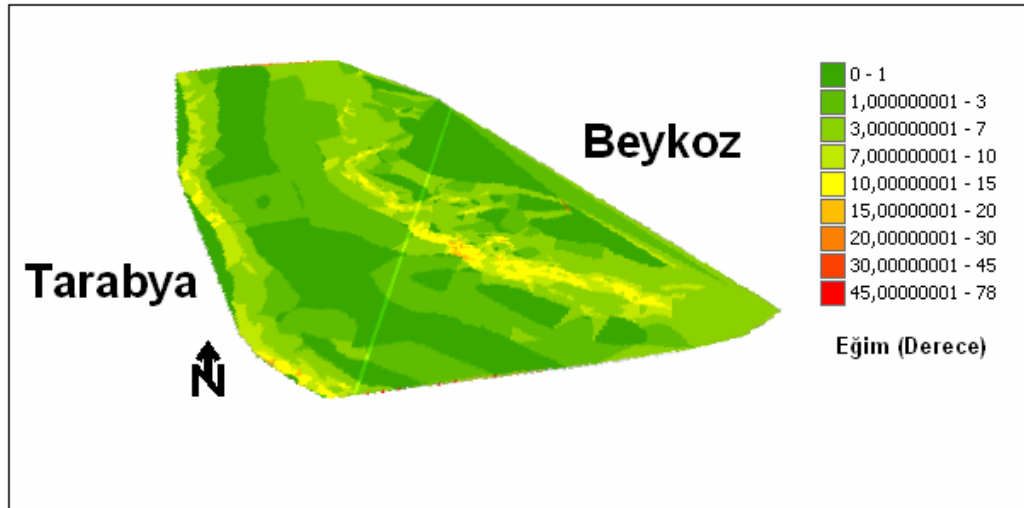


Şekil 6.46: 3D Analyst aracı

Ekranda beliren Slope penceresinden istenilen ayarlar yapılarak OK tuşuna basılır.



Şekil 6.47: Slope penceresi



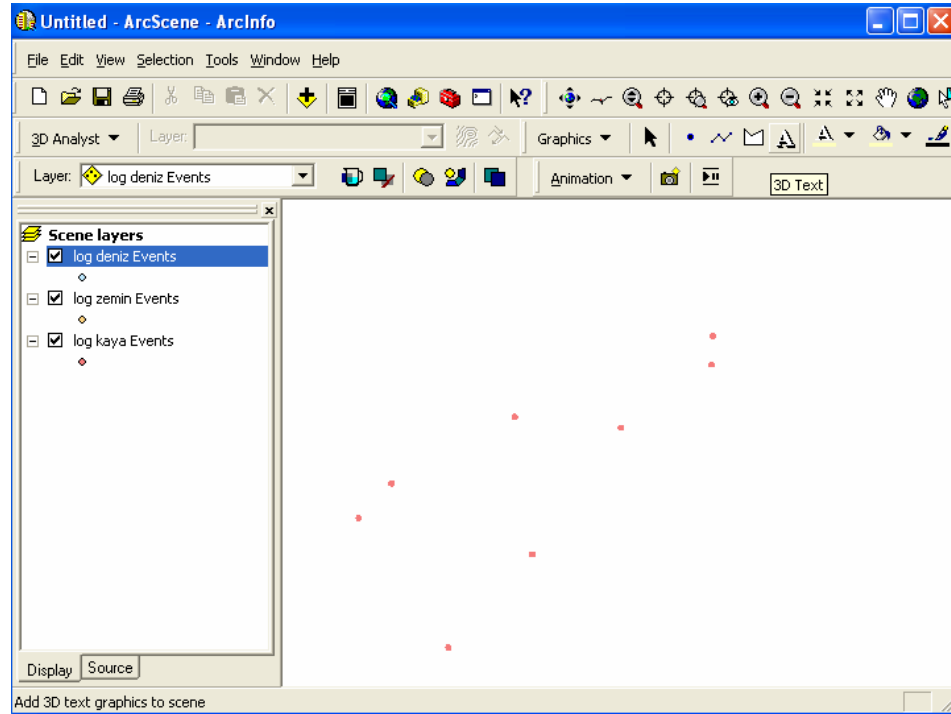
Şekil 6.48: 2 boyutlu eğim haritası

Derinlik hissi uyandırmak için yapılan işlemlerin aynısı bu harita içinde geçerlidir.

## 6.8 Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

Sondaj verilerinin değerlendirilmesi kavramı sondajların üç boyutlu gösterimini ve litolojiler arasını arakesitlerin çizilmesini ve daha sonraki bölümlerde anlatılacak olan katı model oluşturulmasını içine alır.

Öncelikle ArcMap ortamındaki veri tabanı ArcScene ortamına aktarılır.



**Şekil 6.49:** ArcScene ortamında çizilebilir veri görünümü

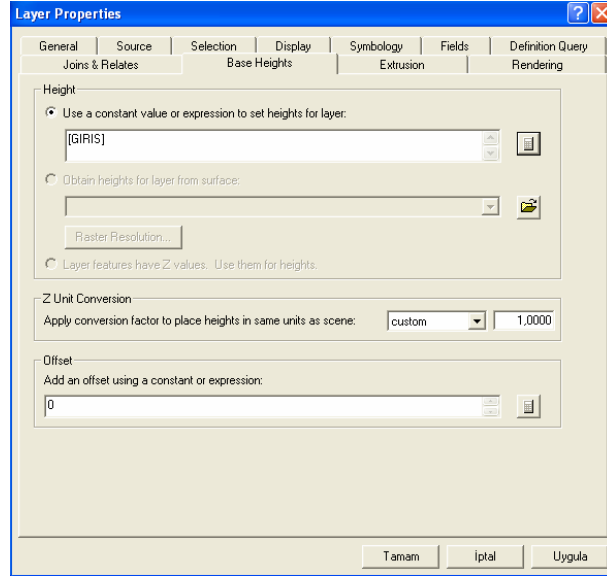
ArcScene ortamına aktarılan veri tabanı kullanıcı tarafından kontrol edilir.

**Tablo 6.1:** Su kalınlığı veri tabanı

X	Y	Z	KUYU	GIRIS	CIKIS	FORMASYON
2697,02	2563,54	0	BMP11	0	-12,7	Su kalınlığı
2525,49	2428,29	0	BMP12	0	-16,8	Su kalınlığı
2066,95	2345,82	0	BMP13	0	-42	Su kalınlığı
1582,03	2108,3	0	BMP14	0	-65	Su kalınlığı
1321,42	2012,64	0	BMP15	0	-65	Su kalınlığı
1522,65	2527,25	0	BMP101	0	-65,5	Su kalınlığı
1403,89	2457,98	0	BMP102	0	-68,2	Su kalınlığı
1915,21	2580,03	0	BMP103	0	-56	Su kalınlığı

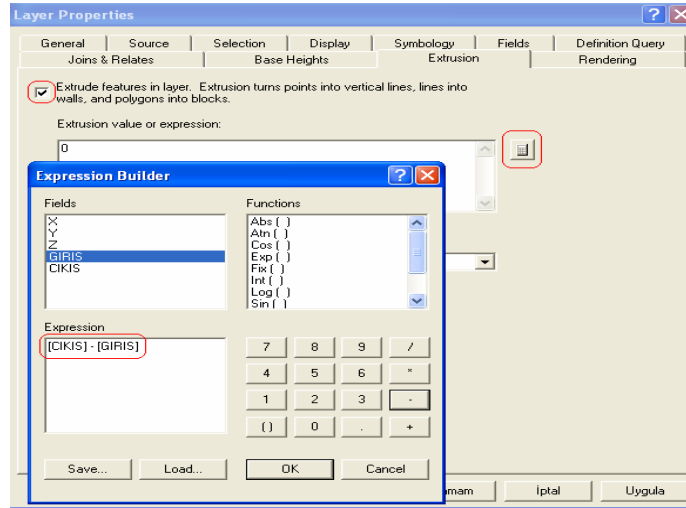


Veri tabanları kontrol edildikten sonra Layer Properties penceresinin BaseHeights bölümünde aşağıdaki şekilde yapılan değişiklikler yapılır.

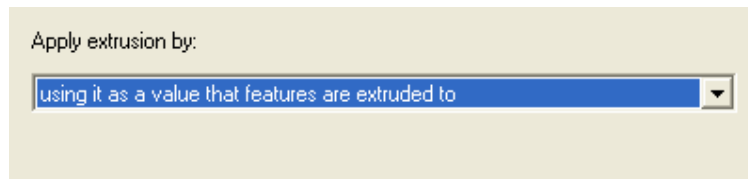


Şekil 6.50: Layer Properties penceresi Base Heights bölümü

Yine Layer Properties penceresinin Extrusion bölümünde aşağıdaki şekilde görülen değişiklikler yapılır.

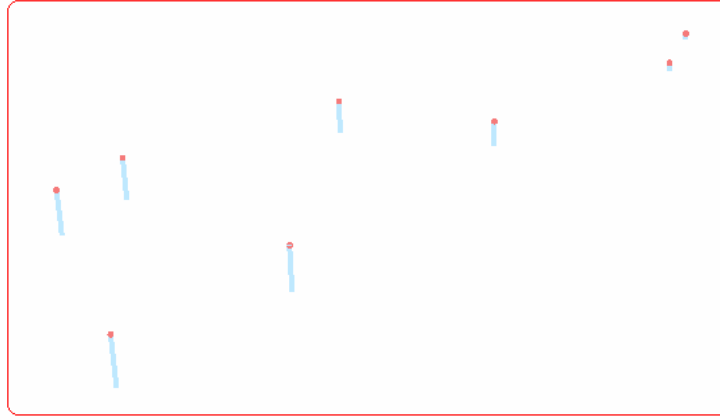


Şekil 6.51: Layer Properties penceresi Extrusion bölümü



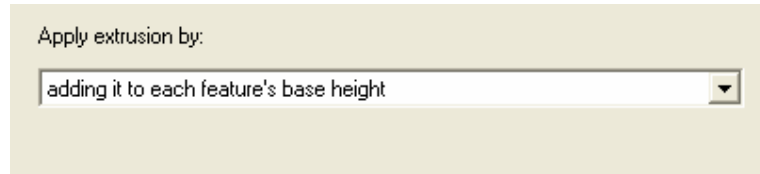
Şekil 6.52: Apply extrusion by kutusu

Şekil yukarıdaki talimatların yerine getirilmesi sonucu elde edilen görüntüyü göstermektedir.



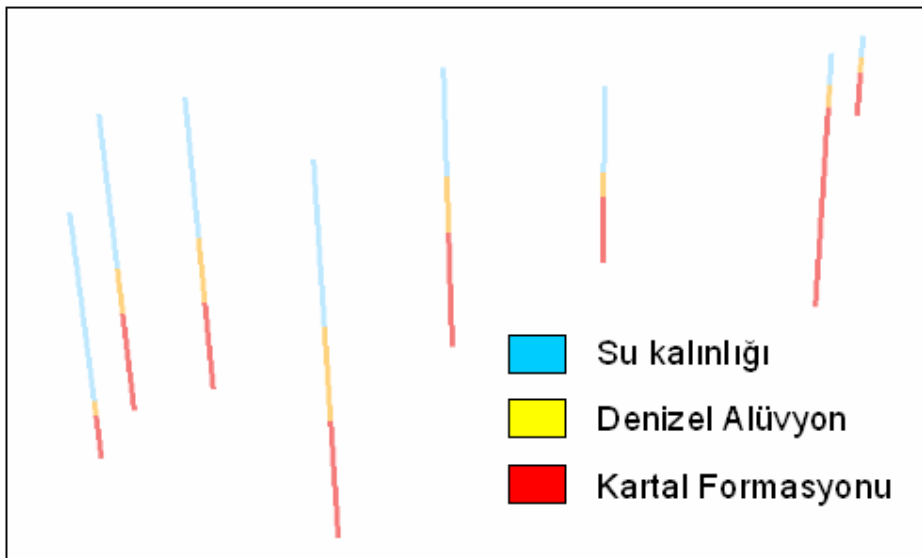
**Şekil 6.53:** 3. boyutta ötelenmiş su kalınlığı

En üst birimin altındaki birimler için yukarıdaki işlemlerden farklı olarak sadece şekildeki değişiklik yapılır ve diğer birimler içinde aynı işlemler tekrarlanır.



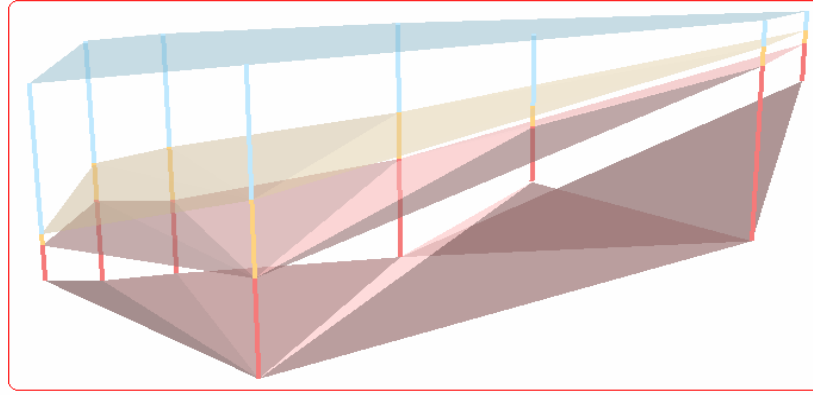
**Şekil 6.54:** Apply extrusion by kutusu

Tekrarlanan işlemler sonucunda aşağıdaki şekil elde edilir.



**Şekil 6.55:** Sondajların 3 boyutlu gösterimi

Yukarıdaki şekle ek olarak Üçgensel ağ modeli oluşturma bölümünde izlenen talimatlar burada da izlenirse sondaj birimleri arakesitleri elde edilir.



**Şekil 6.56:** Sondaj birimleri arakesitleri

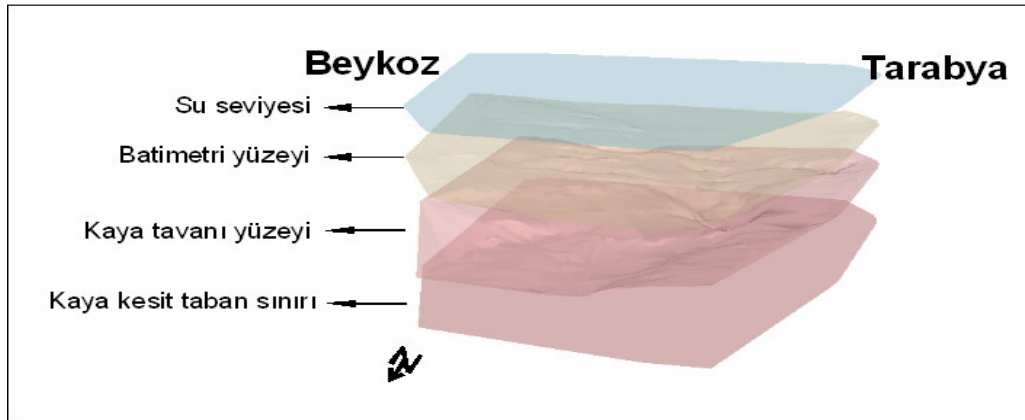
Layer Properties penceresinin Rendering bölümünde Use Smooth Shading if possible seçeneği seçilirse arakesitler daha yumuşak bir yüzey görüntüsüne sahip olur.

## 6.9 Model Üretimi

Katı model üretimi çok çeşitli veriler yardımıyla üretilebilmektedir. Bu bölümde jeofizik veriler ve sondaj verileri yardımıyla katı model üretimi anlatılmıştır.

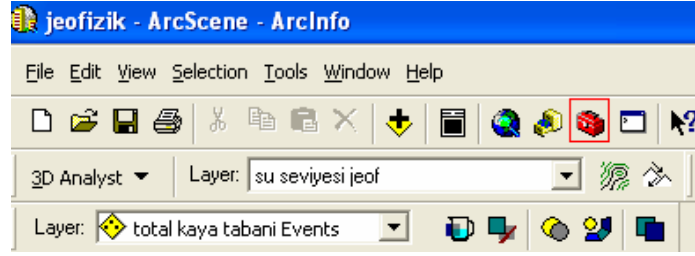
### 6.9.1 Jeofizik Veriler Yardımıyla Katı Model Üretimi

Tüm katmanlar için üçgen ağ modeli üretiminde anlatılan talimatlar izlenir ve her yüzeyin üçgensel ağ modeli oluşturulur.



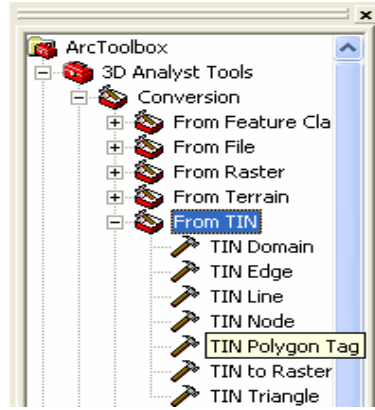
**Şekil 6.57:** Sırasıyla su seviyesi, batimetri, kaya tavanı ve kaya kesit taban sınırı üçgensel ağ modelleri.

Daha sonra ArcScene arayüzünde ArcToolbox aktif hale getirilir.



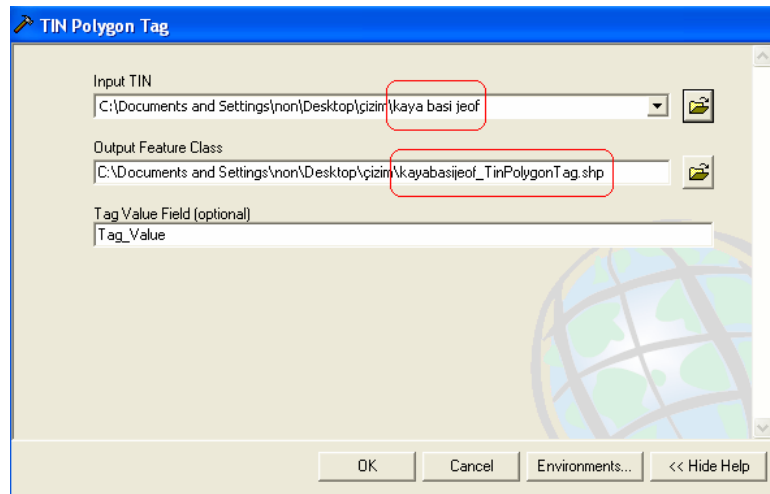
Şekil 6.58: ArcToolbox

Katı model üretimindeki kritik nokta oluşturulan üçgensel ağ modellerinin Z eksenı boyunca ötelenmesini sağlayacak bir sınır poligonu oluşturulmasıdır. Bunun için ArcToolbox – 3D Analysis Tools – Conversion – TIN Polygon Tag seçeneğı seçilir.



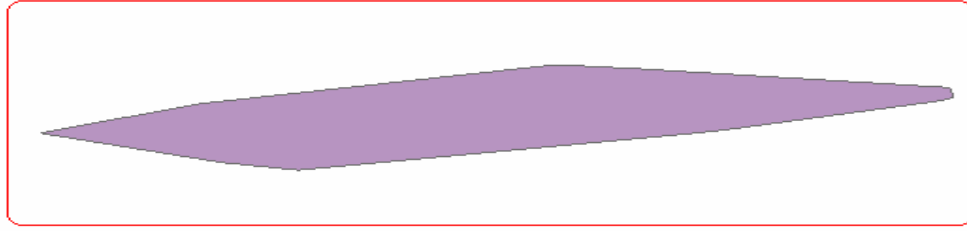
Şekil 6.59: ArcToolbox

Bu seçim sonrası ekranda beliren TIN Polygon Tag penceresinde birbirı altında sıralanan üçgensel ağ modellerinden herhangi biri seçilir ve OK tuşuna basılır.



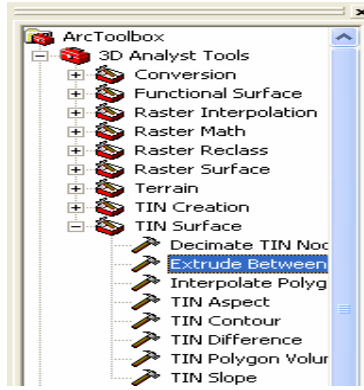
Şekil 6.60: TIN Polygon Tag penceresi

Bu uygulamanın ardından aşağıdaki poligon oluşturulur.



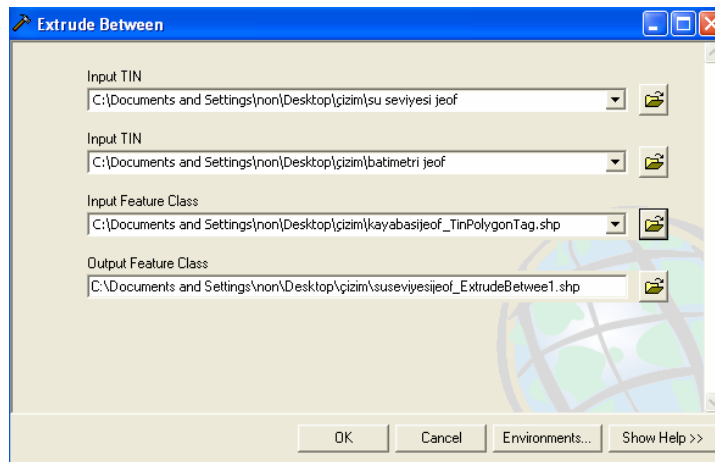
**Şekil 6.61:** Poligon yüzeyi

Poligonun oluşturulmasının ardından ArcToolbox – 3D Analysis Tools – Extrude between seçeneği seçilir.



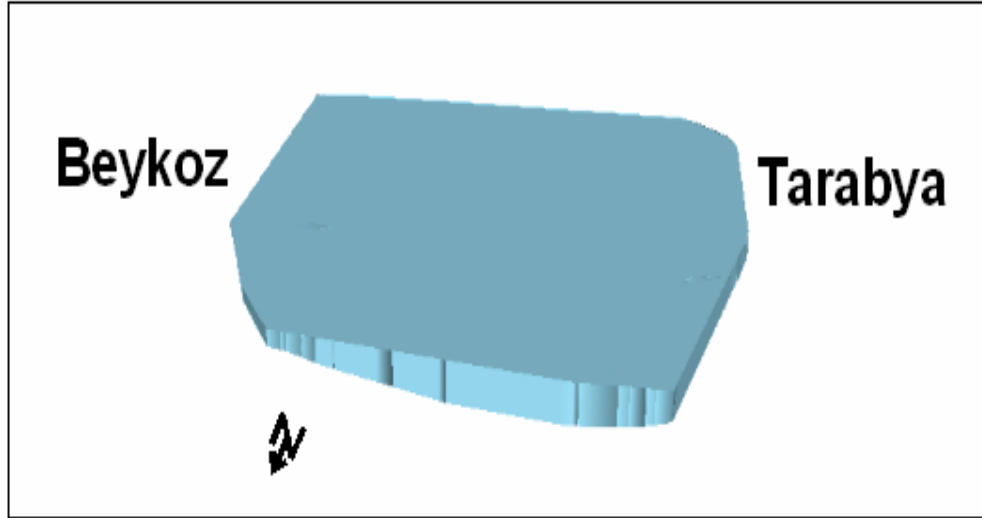
**Şekil 6.62:** ArcToolbox – Extrude Between aracı

Bu seçimin ardından ekranda beliren Extrude Between penceresinde üçgenel ağ modelleri sırasıyla üstteki ve onun altındaki şeklinde atanır. Ayrıca Input Feature Class seçeneğinde oluşturulan poligon atanır.

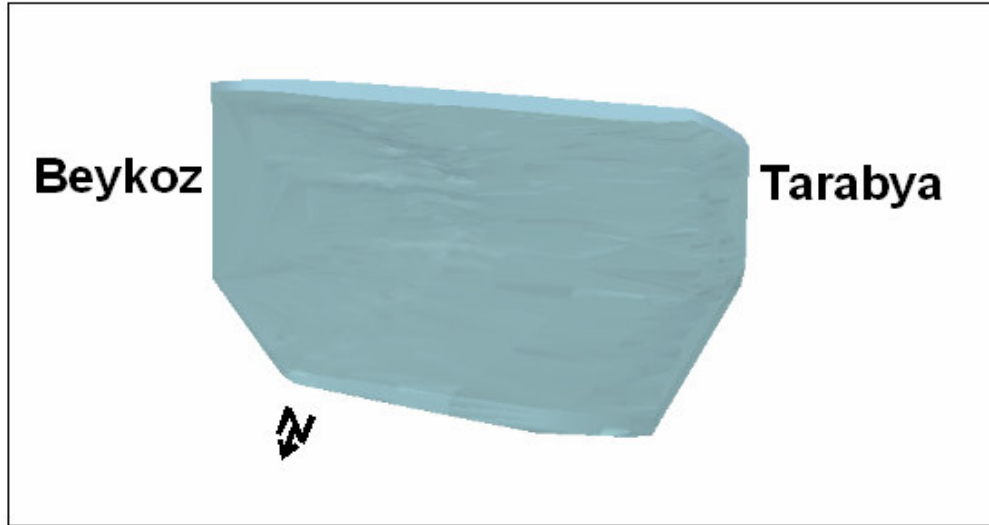


**Şekil 6.63:** Extrude Between penceresi

Komutların uygulanmasının ardından ilk iki üçgensel ağ modelinden katı model elde edilir. Bu işlemlerin diğer üçgensel ağ modelleri arasında yukardan aşağıya doğru tekrarlanması sonucu tüm katı model oluşturulmuş olur.



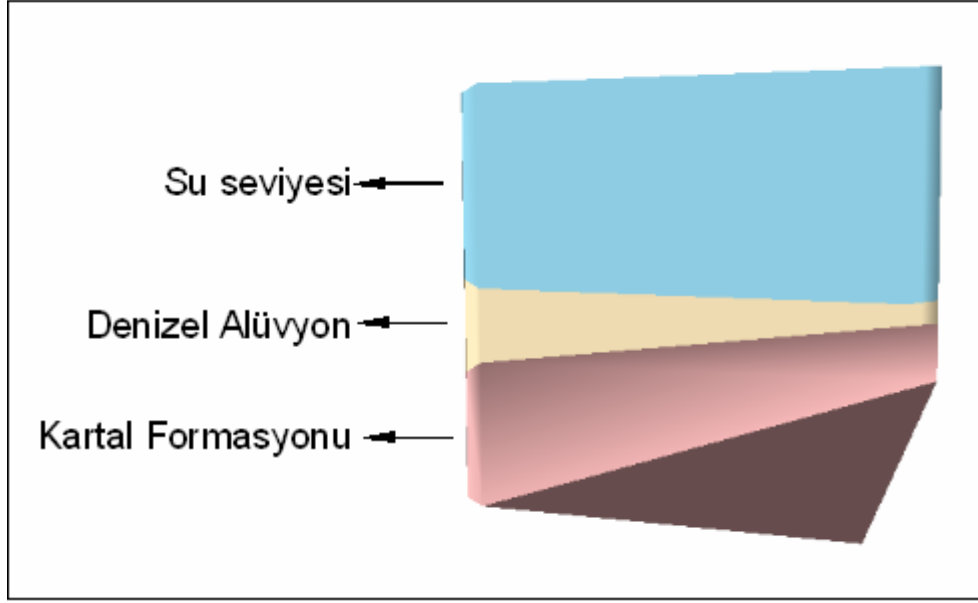
**Şekil 6.64:** Su kalınlığı modeli



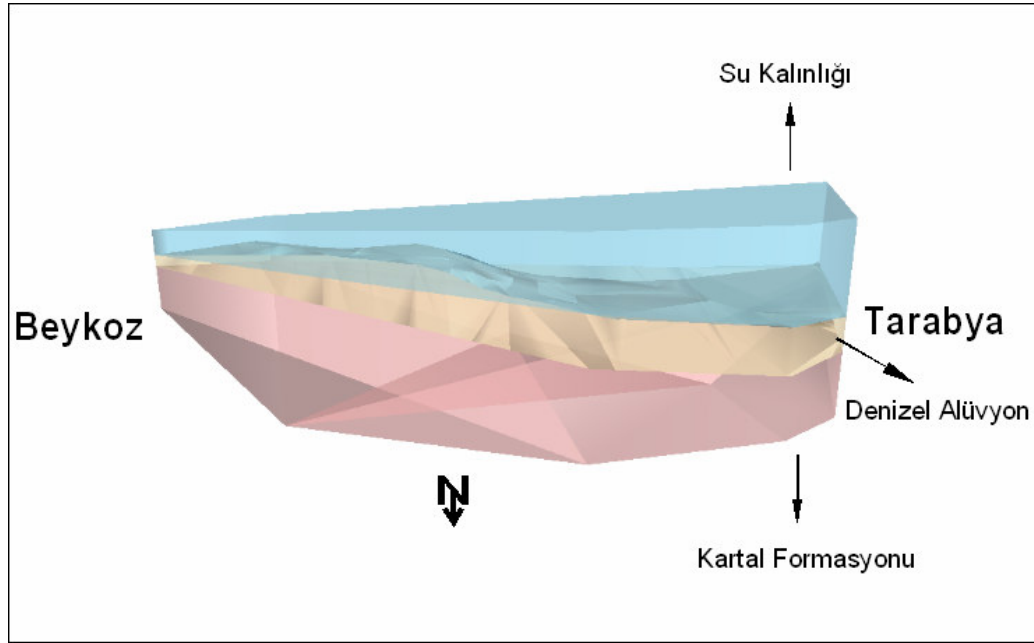
**Şekil 6.65:** Su kalınlığı saydam modeli

### 6.9.2 Sondaj Verileri Yardımıyla Katı Model Üretimi

Sondaj verileri yardımıyla oluşturulan katı model içinde aynı yol izlenir. Burada ötelenen yüzeyler jeofizik verilerden üretilen üçgensel ağ modelleri yerine sondaj verilerinden üretilen arakesitlerdir. Aslında bu arakesitlerde birer üçgensel ağ modelidir.



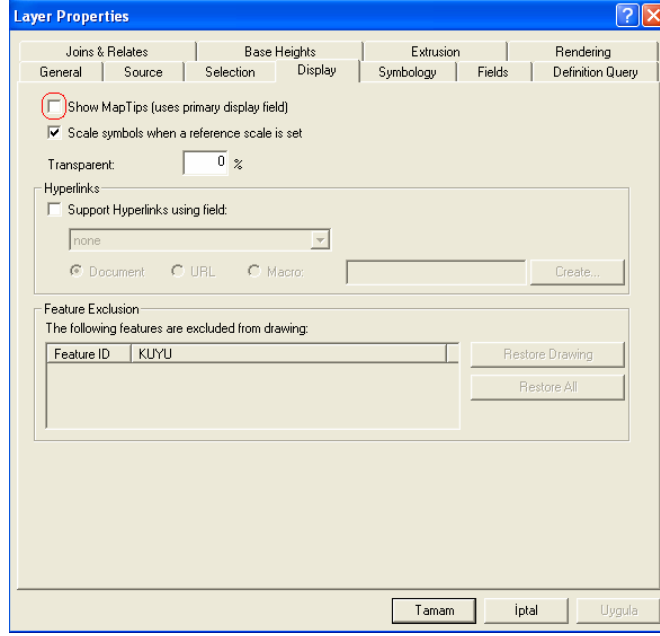
**Şekil 6.66:** Sondaj verilerinden üretilmiş katı model



**Şekil 6.67:** Sondaj verilerinden üretilmiş saydam katı model

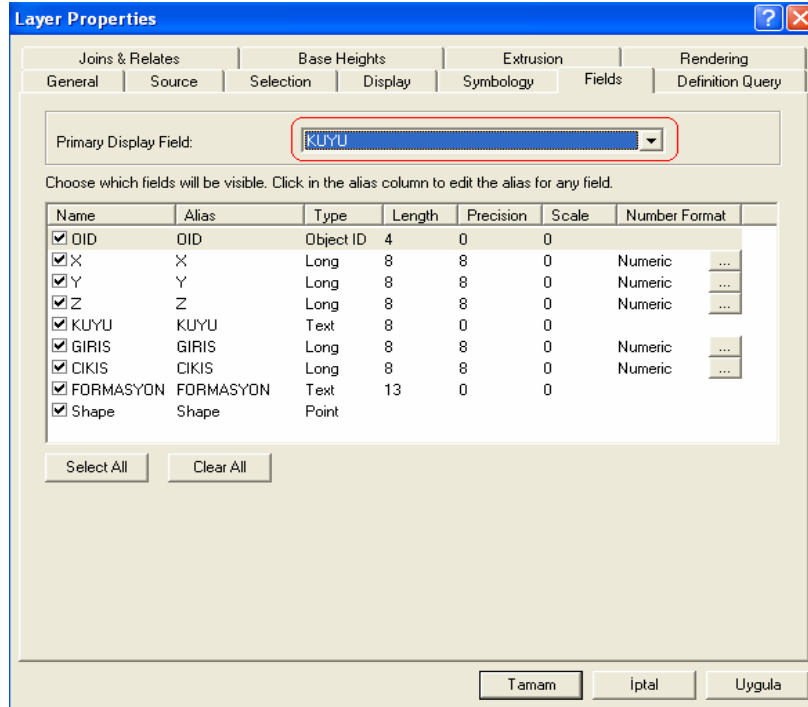
## 6.10 Veri Tabanını Ekrana Yansıtabilme

ArcScene'de veri tabanını ekrana yansıtabilme için çizilmiş öğenin Scene layers bölümünde yer alan sembolü üzerine sağ tıklayarak Properties seçeneği seçilir. Açılan Layer Properties penceresindeki Display bölümündeki Show Map Tips kutusu işaretlenir.



**Şekil 6.68:** Layer Properties penceresi Display bölümü

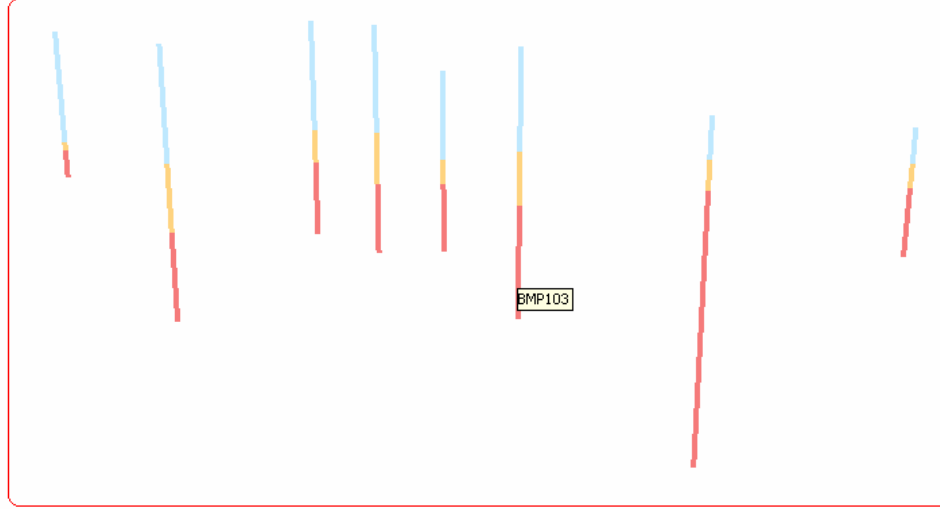
Yine Layer Properties penceresinde Fields bölümüne gelinir. Bu bölümdeki Primary Display Field kutusunda öncelikli gösterilmesi istenen veri tabanı niteliği atanır.



**Şekil 6.69:** Layer Properties penceresi Fields bölümü

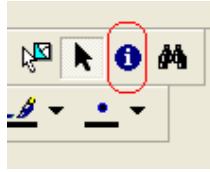
Bu işlemler sonrasında mouse oku ekran üzerinde gezinirken işaretlenmiş öğenin üzerine gelince öncelikli gösterilmesi istenen niteliği gösterir.





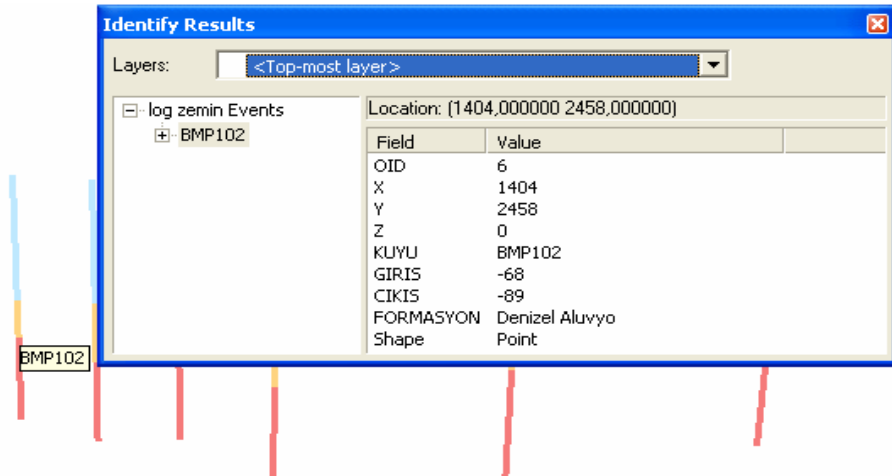
**Şekil 6.70:** 3 boyutlu sondaj kuyuları

Veri tabanını ekrana yansıtabilmenin bir başka yoluda araç çubuğu menüsündeki identification özelliğini kullanmaktır.



**Şekil 6.71:** Identification tuşu

Identification özelliği seçildikten sonra mouse oku istenen öğenin üzerine tıklanınca aşağıdaki Identify Results penceresi açılır. Bu pencerede veri tabanındaki tüm nitelikler listelenmiştir



**Şekil 6.72:** Identify Results penceresi

Veri tabanını ekranda görüntülemenin son yolu ise Scene layers bölümünde veri tabanını görmek istediğimiz öğenin üzerine sağ tıklayarak Open Attribute Table seçeneğini seçmektir. Bu seçeneğin seçilmesi sonucu öğenin tüm veri tabanı görüntülenir.

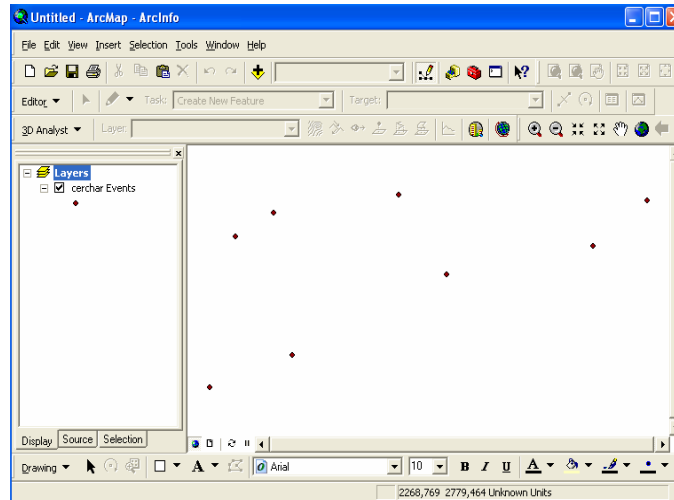
OID	X	Y	Z	KUYU	GIRIS	CIKIS	FORMASYON	Shape
0	269	256	0	BMP11	-13	-22	Denizel Aluvyo	Point
1	252	242	0	BMP12	-17	-29	Denizel Aluvyo	Point
2	206	234	0	BMP13	-42	-54	Denizel Aluvyo	Point
3	158	210	0	BMP14	-65	-104	Denizel Aluvyo	Point
4	132	201	0	BMP15	-65	-70	Denizel Aluvyo	Point
5	152	252	0	BMP101	-66	-98	Denizel Aluvyo	Point
6	140	245	0	BMP102	-68	-89	Denizel Aluvyo	Point
7	191	258	0	BMP103	-56	-86	Denizel Aluvyo	Point

**Şekil 6.73:** Attribute(nitelik) tablosu

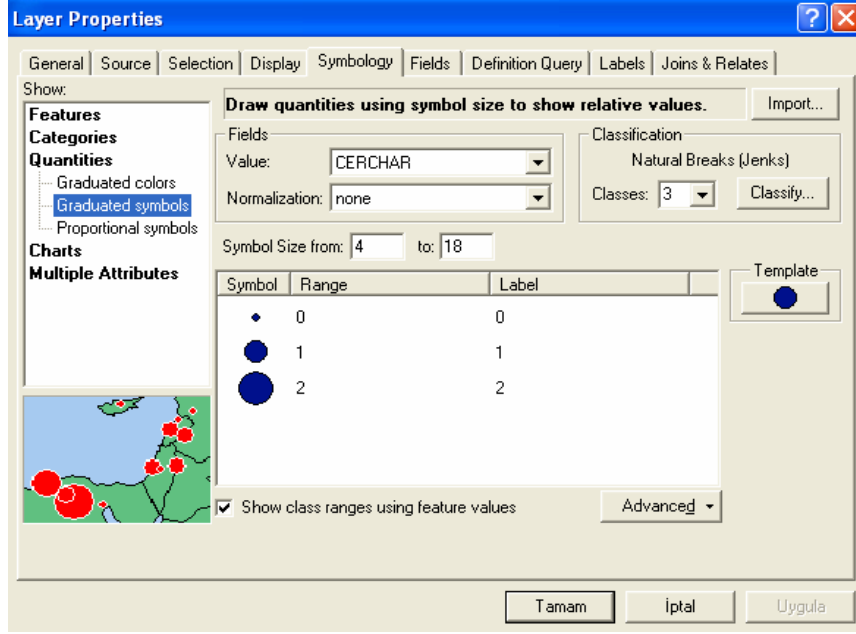
## 6.11 Verilerin Grafiksel Gösterimi

Verilerin grafiksel gösterimi için grsafik olarak gösterilecek verinin veri tabanında atanmış olması gerekir.

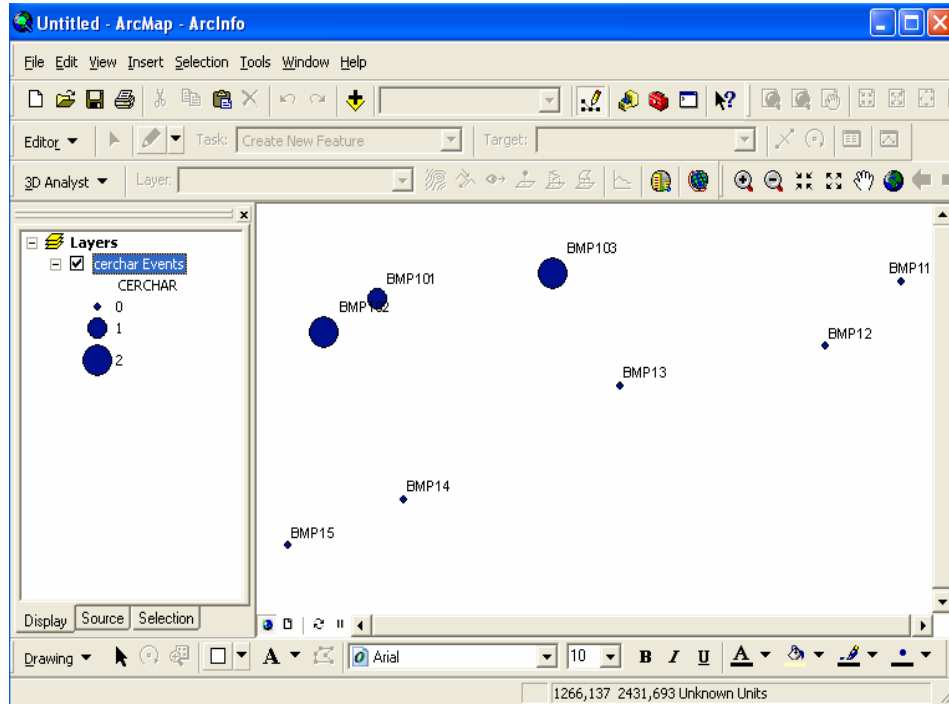
ArcMap arayüzü açılır. Çizilebilir veri ArcMap'e atanır. Atanan veri üzerine Layer bölümünde sağ tıklayarak Layer Properties penceresinin Symbology bölümü açılır ve şekildeki uygulamalar aynen izlenir. Tamam tuşuna basılır ve grafik oluşturulur.



**Şekil 6.74:** Arcmap arayüzü



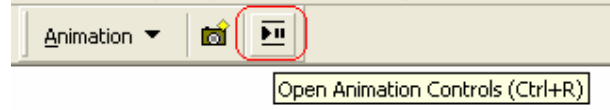
Şekil 6.75: Layer Properties penceresi Symbology bölümü



Şekil 6.76: Deney verilerinin grafiksel gösterimi

## 6.12 Animasyon Üretimi

Animasyon üretimi için ArcScene arayüzünde Open Animation Controls tuşuna basılır.



**Şekil 6.77:** Animasyon kontrol tuşu

Açılan Animation Controls penceresinde istenen özellikler ayarlanır.



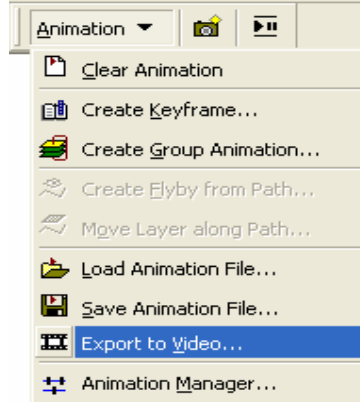
**Şekil 6.78:** Animation Control penceresi

Bu işlemlerden sonra ArcScene ortamındaki şekil istenen yönde ve açılarda döndürülür. Her döndürme işlemi arasında capture tuşuna basılarak programın bu işlemi hafızasına alması sağlanır.



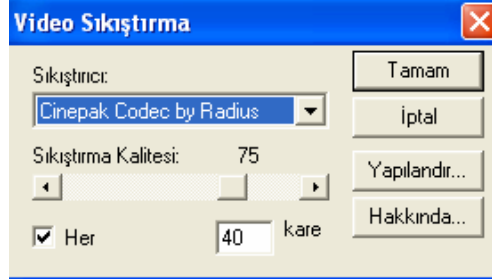
**Şekil 6.93:** Capture tuşu

İstenen açılar döndürme işlemiyle gösterildikten sonra ArcScene arayüzü araç çubuğundaki Animation – Export to Video seçeneği seçilir.



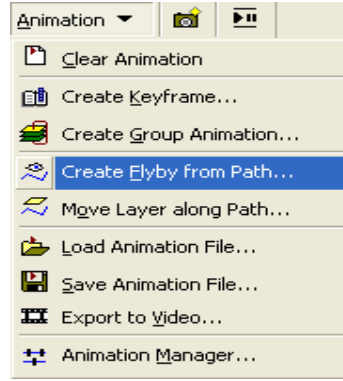
**Şekil 6.79:** Animation aracı

Açılan pencerede dosyaya isim verilir ve OK tuşuna basılır. Ekana gelen Video Sıkıştırma penceresinde arzulanan ayarlar yapılır ve Tamam tuşuna basılır.



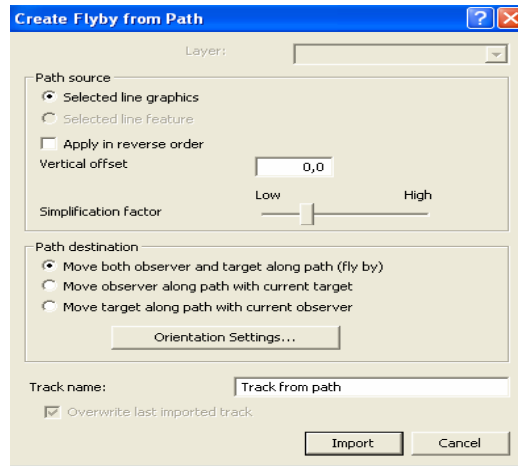
Şekil 6.80: Video Sıkıştırma penceresi

Hareketli video elde etmek içinse çizilmiş şekil üzerinde çizgi şeklinde bir patika çizilir. Animation Controls – Create Flyby from Path seçilir.



Şekil 6.81: Animation aracı

Açılan pencere gerekiyorsa ayarlamalar yapılır ve Import tuşuna basarak hareketli video üretilir.



Şekil 6.82: Create Flyby From Path penceresi

## 7 SONUÇLAR

İnceleme alanı içerisinde yer alan jeolojik birimler sırası ile; Yapay Dolgu, Denizel Alüvyon, Kolüvyon ve Kartal Formasyonudur.

ArcGis bilgisayar programının içeriği kavranmış ve yetenekleri ortaya konmuştur. Programın öğrenilmesi ve kavranması sırasında yaşanan en büyük sorun programın yeni sürümü olan ArcGis 9.2 dışında kalan eski sürümlerinin katı model oluşturmada yetersiz kalmasıdır. Bu tez içinde sergilenen katı modeller ArcGis 9.2 ve üstü sürümlerde çizilebilir. Ayrıca bu çalışmada izlenen yol, karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara üretilen çözümler gelecek dönemde ArcGis teknolojisini kullanacaklar için verimli bir kaynak olacaktır.

Jeolojik ve jeofizik verilerden yararlanılarak, bölgenin 3B katı modeli hazırlanmıştır. Çalışma alanının kontur, eğim, üçgensel ağ modeli ve topografya haritaları çizilmiştir. Çalışma alanındaki deney verileri grafikselleştirilerek ArcGis üzerinde gösterilmiştir.

Hazırlanan modeller ile gerçek değerler kullanılarak Melen Projesi Boğaz geçişinin mühendislik Planlaması ve uygun jeoteknik uygulamalar belirlenebilir.

Oluşturulan modellerde görülmüştür ki; Melen Projesi Boğaz Geçiş tüneli -135 m kotunda Kartal Formasyonu içinde açılacaktır. Bilindiği üzere Kartal Formasyonu Kırıntılı Kireçtaşı ve Laminallı Çamurtaşı ardalanmasından oluşan bir istiflenmedir. Kırıntılı Kireçtaşları bazen sınırlı alanlarda onlarca metre kalınlığa ulaşarak baskın fasiyes konumunda olmaktadır. Baskın fasiyes konumundaki Kırıntılı Kireçtaşları deniz suyu altında karstlaşarak dolgulu veya dolgusuz erime boşlukları oluşturabilirler. Bahsettiğim bu olay öngörülmesi ve araştırılması gereken bir Jeolojik sonuçtur. Çalışma alanında yapılabilecek bazı ek araştırma sondajlarını yapmamak önlenemeyen su kaçaklarına ve para kaybına neden olabilir. Bu öngörüye en iyi örnekler Atatürk ve Keban barajları inşaat çalışmaları sırasında karşılaşılan benzer sorunlardır [11].

Melen projesi Boğaz Geçişi kısmında Kartal Formasyonu değerlendirilirken deniz geçişlerinde karstlaşma olması riskinden dolayı tabakaların konumunun bilinmesi çok önemlidir. Bunun için tünel açma çalışmaları sırasında ön delgi yapılması faydalı olacaktır.

Bu sayede güzergah önündeki karstlaşma, tabakalanma gibi özellikler takip edilecek, karstik boşluklar önceden bilinebilecek ve yüksek basınçlı su kaçakları öngörülebilip gerekli önlemler alınabilecektir.

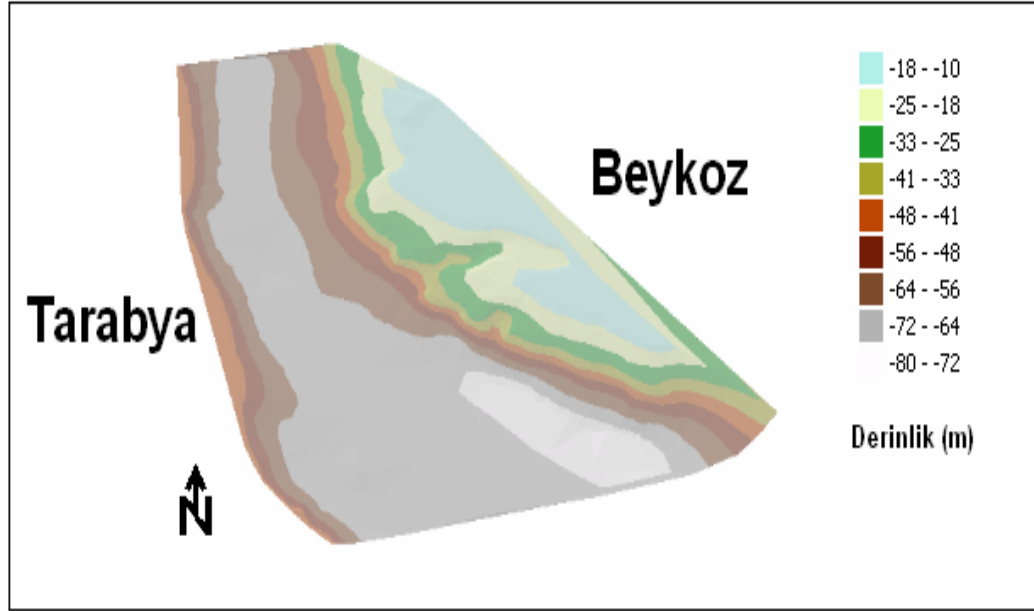
## KAYNAKLAR

- [1] **Devlet Su İşleri**, 2006. İçme Suyu Temini Faaliyetleri, <http://www.dsi.gov.tr>
- [2] **Devlet Su İşleri**, 2005. Büyük İstanbul İçme Suyu 2. Merhale Sözleşme Paketi, Melen Müh. ve Müşavirlik O.G., Yayınlanmamış.
- [3] **Beykoz Belediyesi**, 2006 Beykoz Hakkında Genel Bilgiler, <http://www.beykoz.bel.tr/>
- [4] **Sarıyer Belediyesi**, 2006 Tarabya Hakkında Genel Bilgiler, <http://www.sariyer.bel.tr/>
- [5] **Sayar, C.**, 1979, İstanbul - Pendik kuzeyinde Kayalidere Grovalarının Biyostratigrafisi ve Brachiopod'ları. İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- [6] **Önalın, M.**, 1982. Pendik Bölgesi ile Adaların Jeolojisi ve Sedimanter Özellikleri, *Doçentlik Tezi*, İ.Ü. Müh. Fak., İstanbul.
- [7] **Tüysüz, O.**, 2003. İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, *İTÜ Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi*, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] **Bakırköy Belediye Başkanlığı**, 2000. Veliefendi Hipodromu ve Dolayının Jeolojik ve Jeoteknik Etüd Raporu, *İTÜ Geliştirme Vakfı*, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- [9] **Bakırköy Belediye Başkanlığı**, 2000. Bakırköy Ataköy Kesimi Yerleşim Alanlarının Jeolojik Yapı ve Depremsellik Etüdü, *İTÜ Geliştirme Vakfı*, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- [10] **Devlet Su İşleri**, 2005. Melen Projesi Deniz Geçiş Jeoteknik Veri Raporu, Yayınlanmamış.
- [11] **Biberoğlu, S.**, 2007. Sinan Biberoğlu ile Sohbet.
- [12] **Akropol Bigisayar Mühendislik İtd. Şti.**, 2004. ArcGis Eğitim Notları, Yayınlanmamış.
- [13] **Bratt, S., Booth, B.** 2004. Using ArcGIS 3D analyst, *Esri Redlands, California*.
- [14] **Perencik, A.**, 2004. Building a Geodatabase. *Esri Redlands, California*.
- [15] **Heather, K.**, 2004. Data in Three Dimensions. *Esri Redlands, California*.

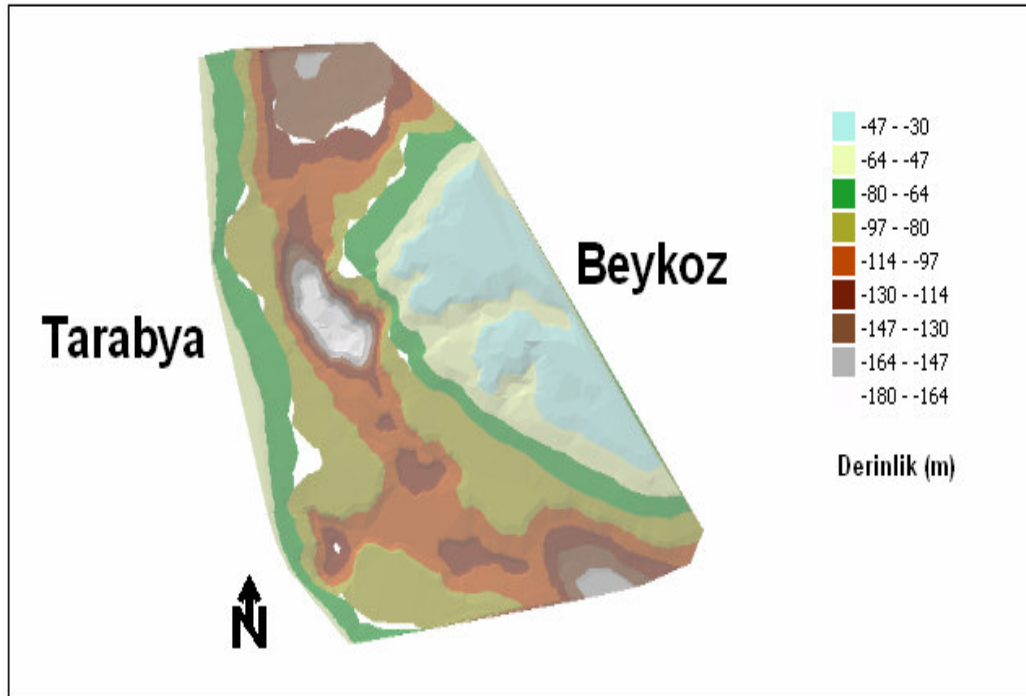


## **EKLER**

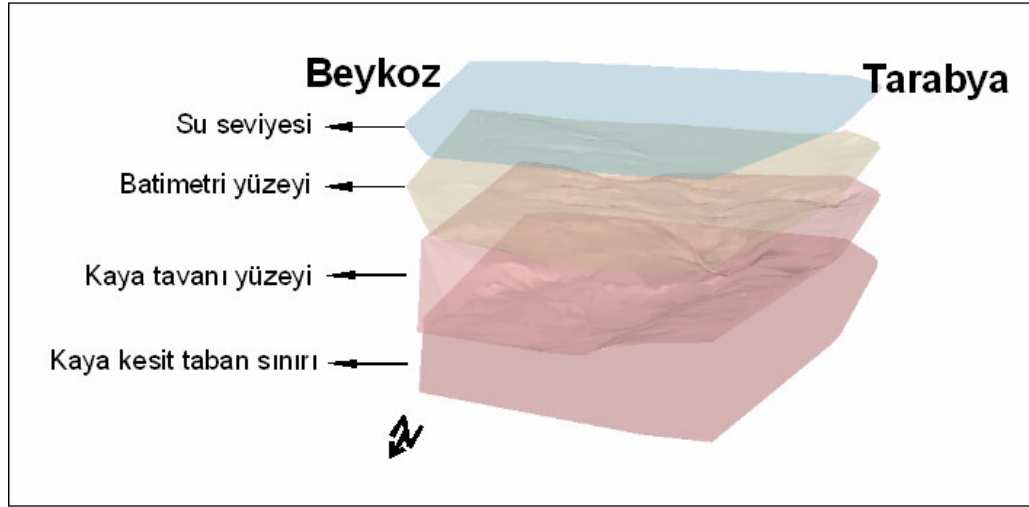
## EK A: OLUŞTURULAN MODELLER



Şekil A1: Batimetri yüzeyi



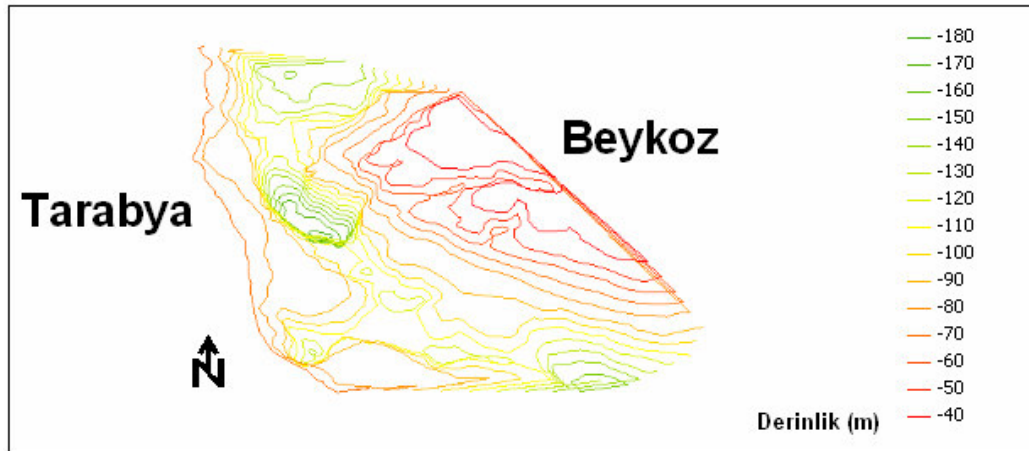
Şekil A2: Kaya tavanı yüzeyi üçgensel ağ modeli



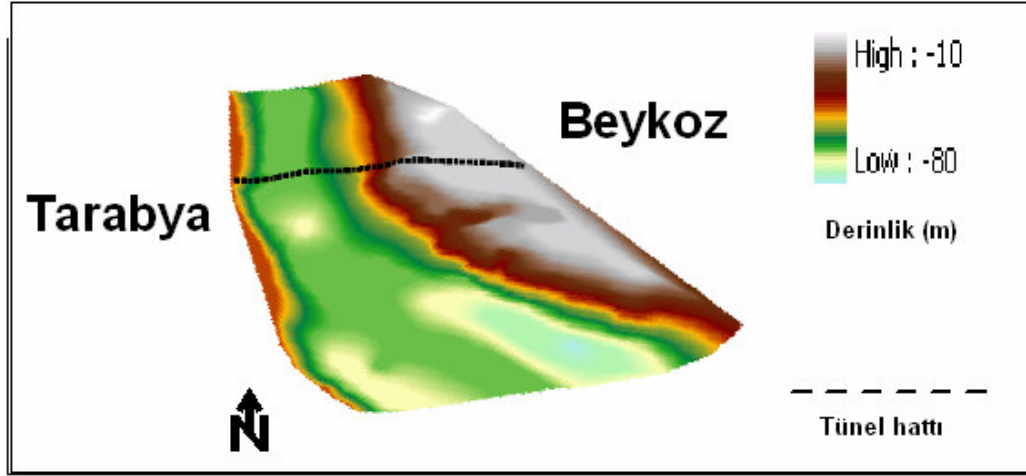
**Şekil A3:** Yukarıdan aşağıya su seviyesi, batimetri, kaya tavanı ve kaya kesit taban sınırı üçgensel saydam ağ modelleri



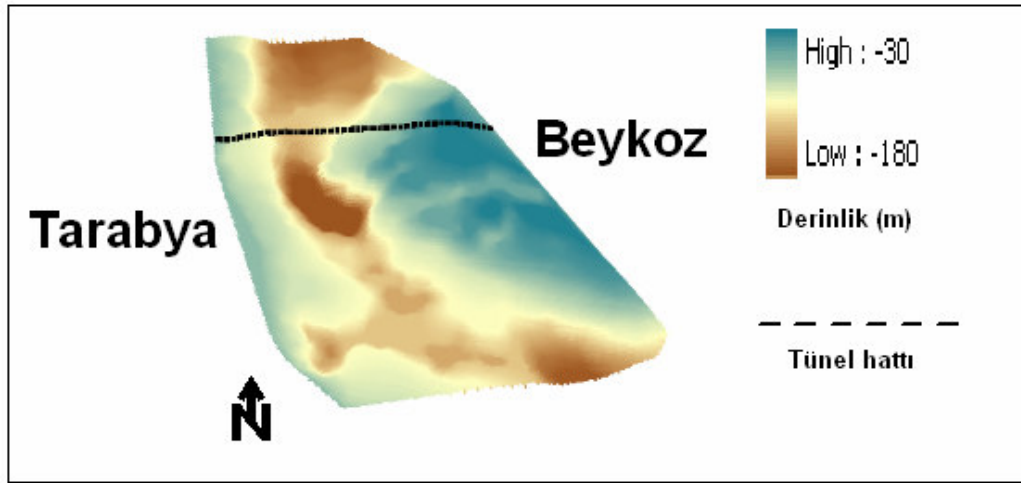
**Şekil A4:** Batimetri yüzeyi izohips eğrileri



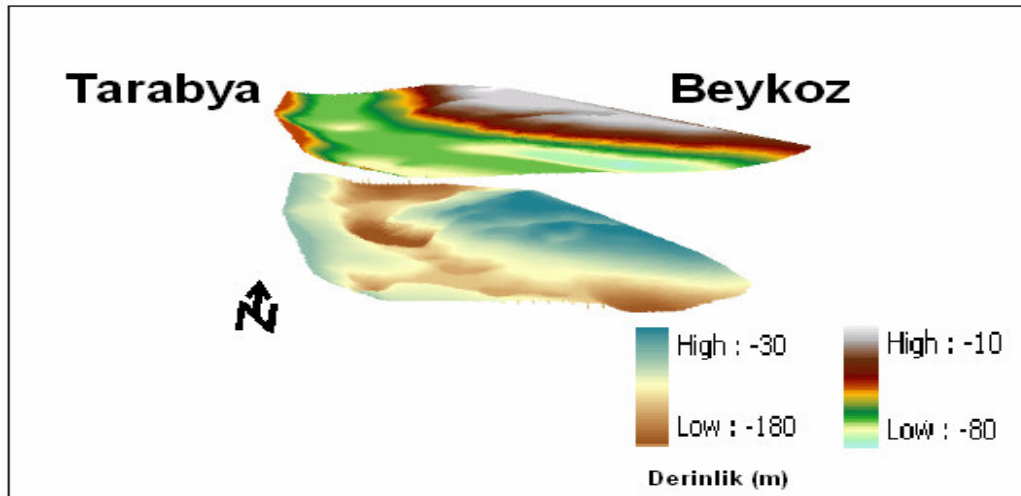
**Şekil A5:** Kaya tavanı yüzeyi izohips eğrileri



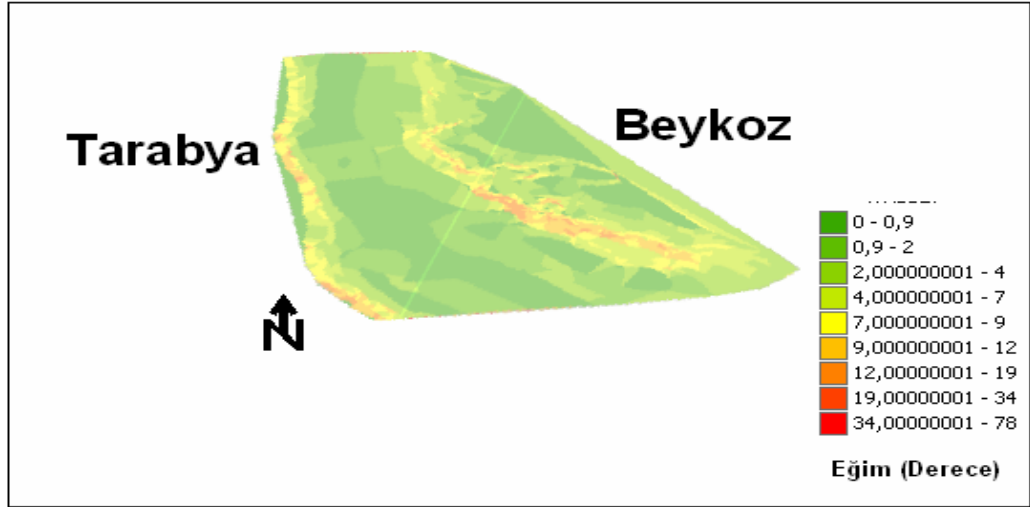
Şekil A6: Batimetri yüzeyi topografya haritası



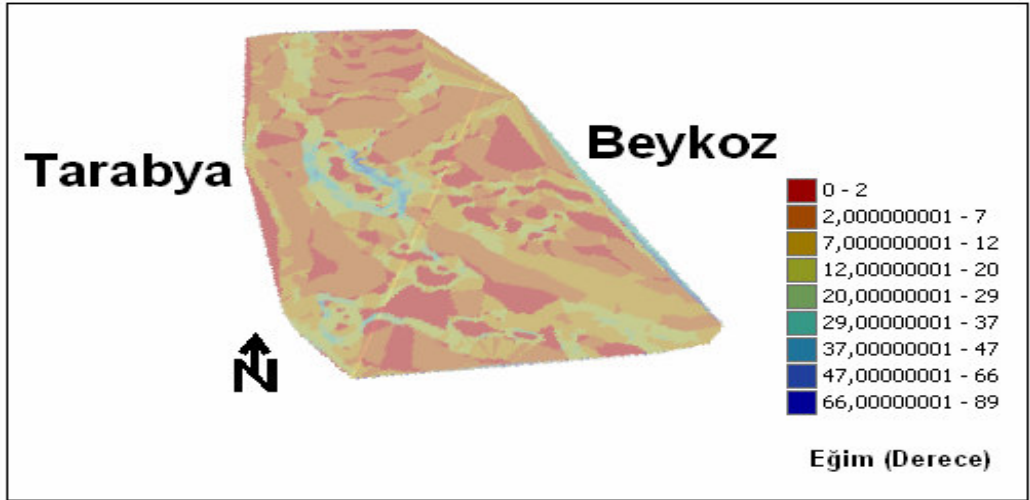
Şekil A7: Kaya tavanı yüzeyi topografya haritası



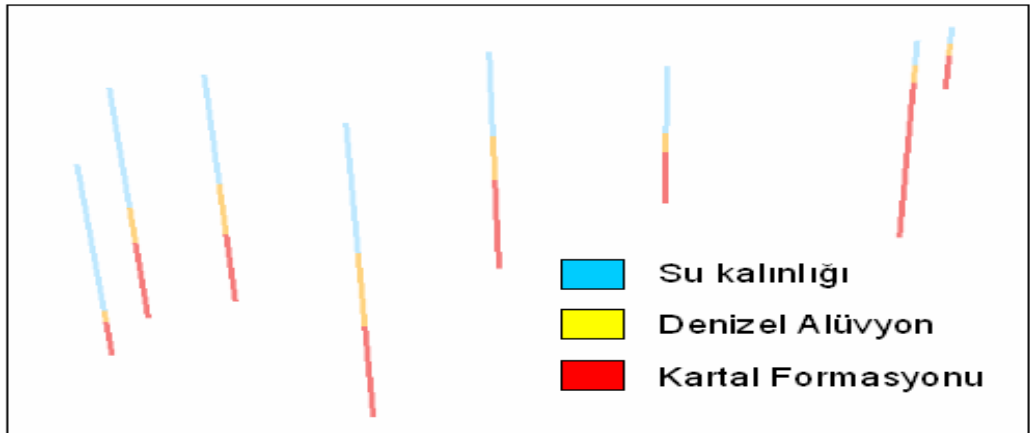
Şekil A8: Batimetri ve kaya tavanı yüzeyleri topografya haritaları



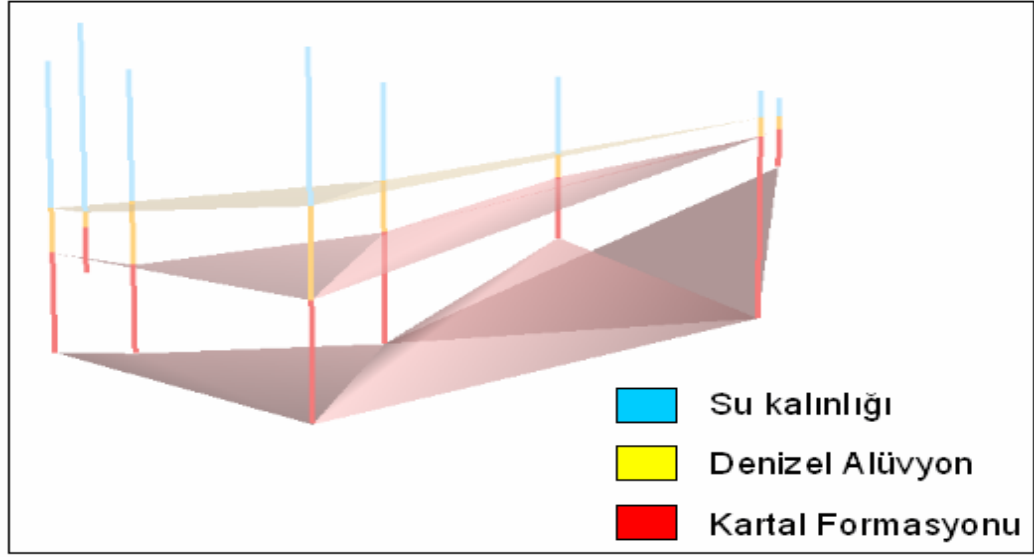
Şekil A9: Batimetri yüzeyi eğim haritası



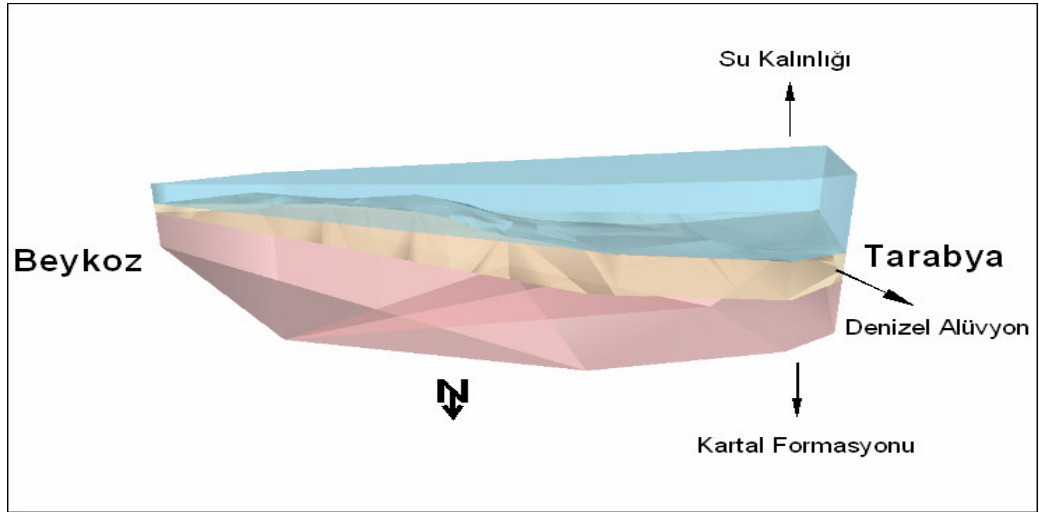
Şekil A10: Kaya tavani yüzeyi eğim haritası



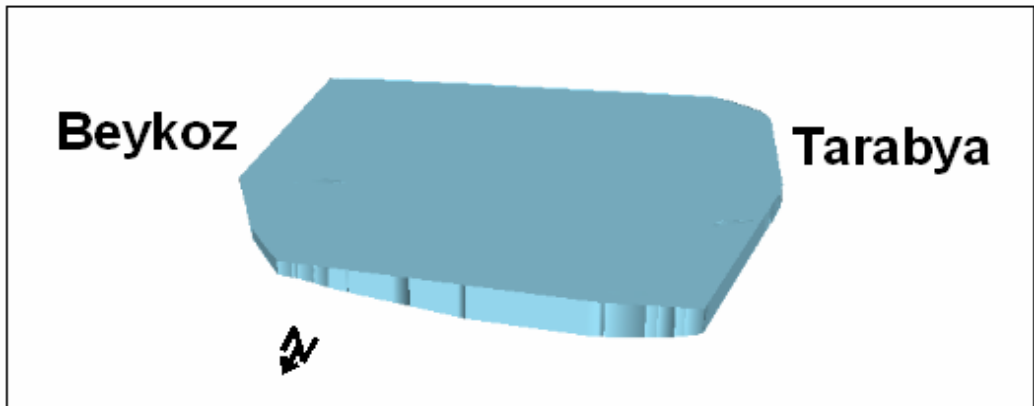
Şekil A11: Sondajların üç boyutlu gösterimi



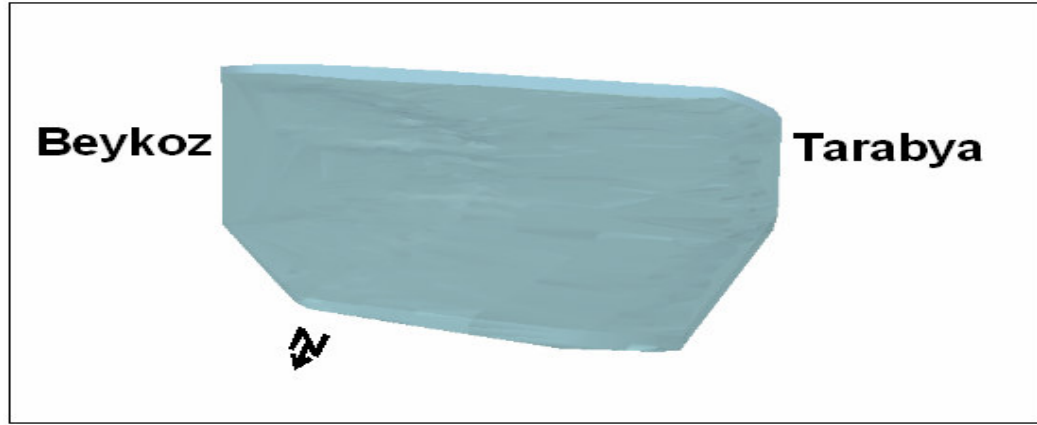
Şekil A12: Sondaj litolojileri arakesitleri



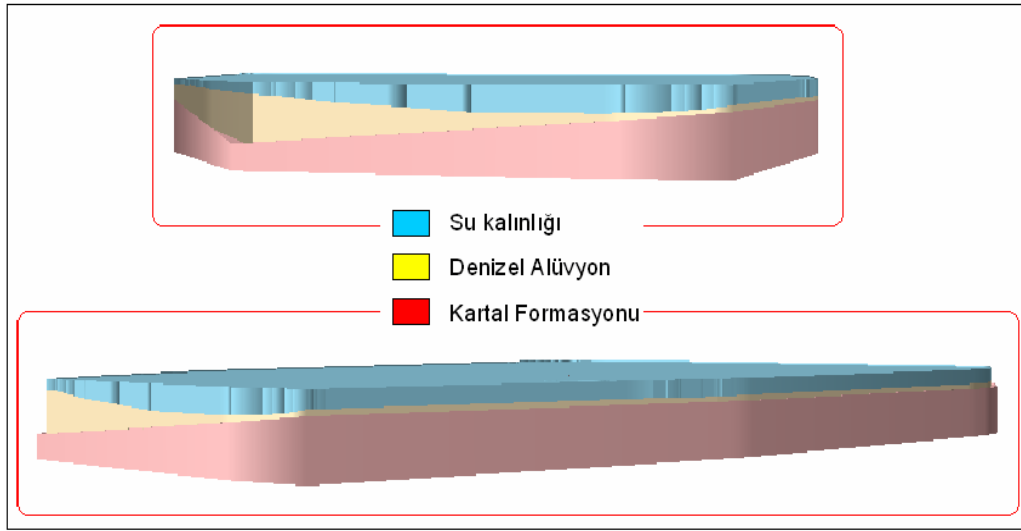
Şekil A13: Sondaj verilerinden üretilmiş saydam model



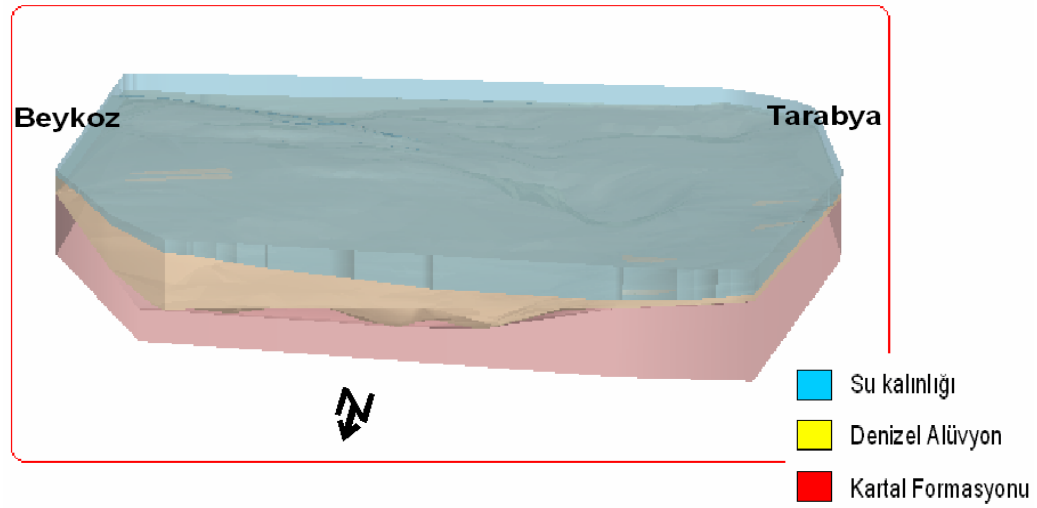
Şekil A14: Su kalınlığı modeli



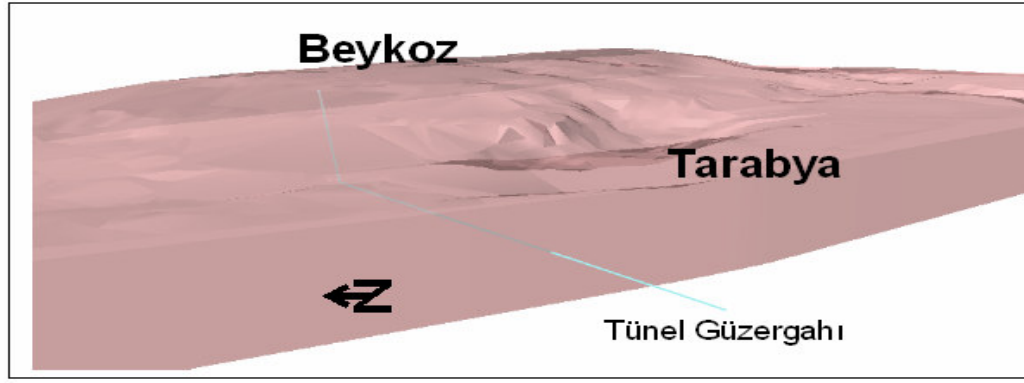
Şekil A15: Su kalınlığı saydam modeli



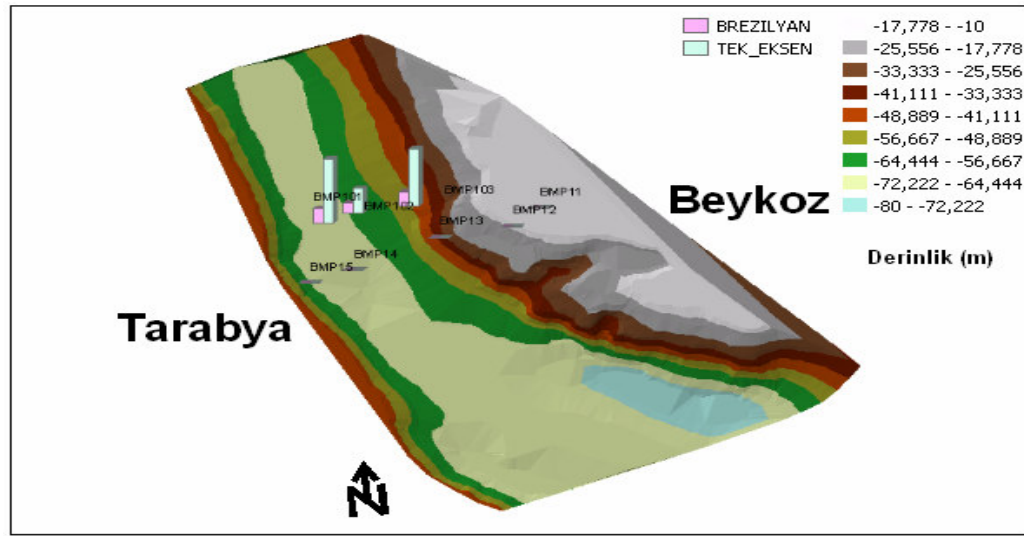
Şekil A16: Çalışma alanının jeofizik veriler yardımıyla üretilmiş katı modelleri



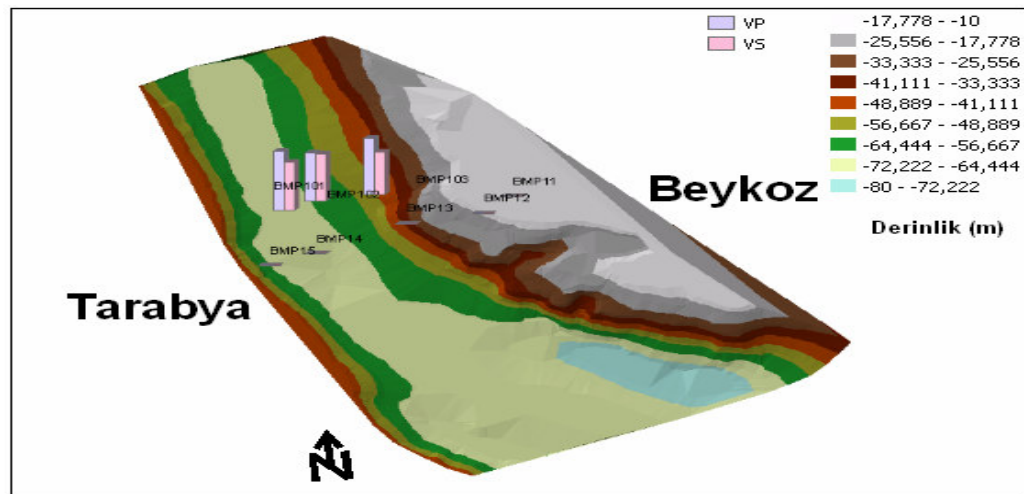
Şekil A17: Çalışma alanının saydam katı modeli



Şekil A18: Tünel güzergahı

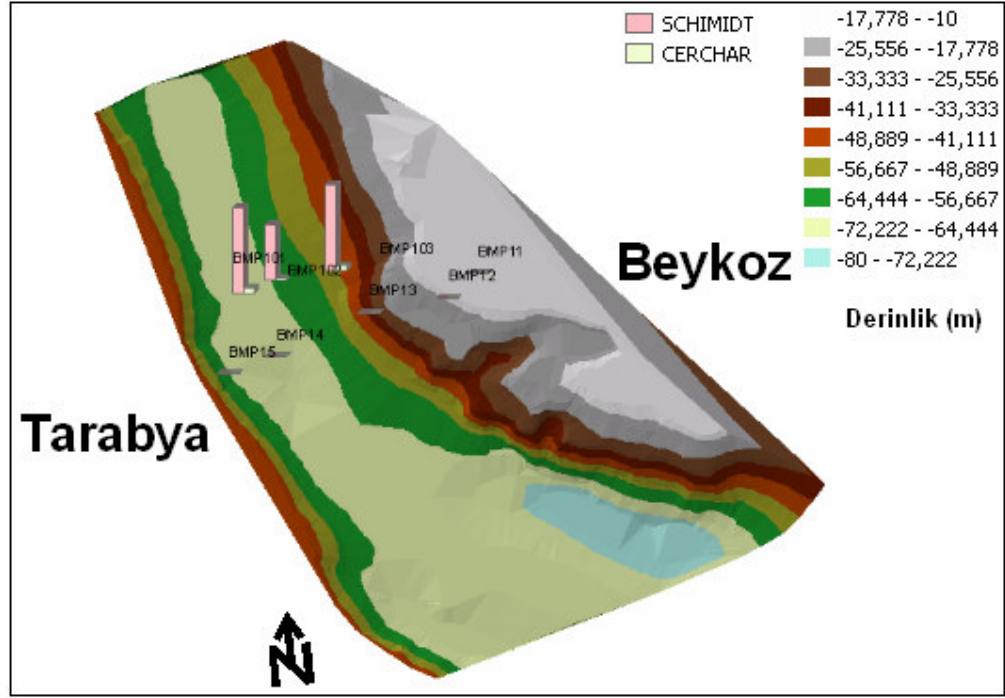


Şekil A19: Deney verilerinin grafiksel gösterimi (Tek Eksenli Basınç dayanımı ve Brezilyan Testi)



Şekil A20: Deney verilerinin grafiksel gösterimi (P-S dalgaları)





**Şekil A21:** Deney verilerinin grafiksel gösterimi (Schmidt Çekici ve Cerchar Aşınma Deneyi)

## EK B: COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

### Tanımı

Karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir”.



**Şekil B1:** Coğrafi Bilgi Sistemleri

Daha basit bir ifade ile, “dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemi” olarak da tanımlanabilir.

Coğrafi Bilgi sistemleri, mekansal verilere bağlı sözel bilgileri entegre bir şekilde depolayan bir yapıya sahiptir. .

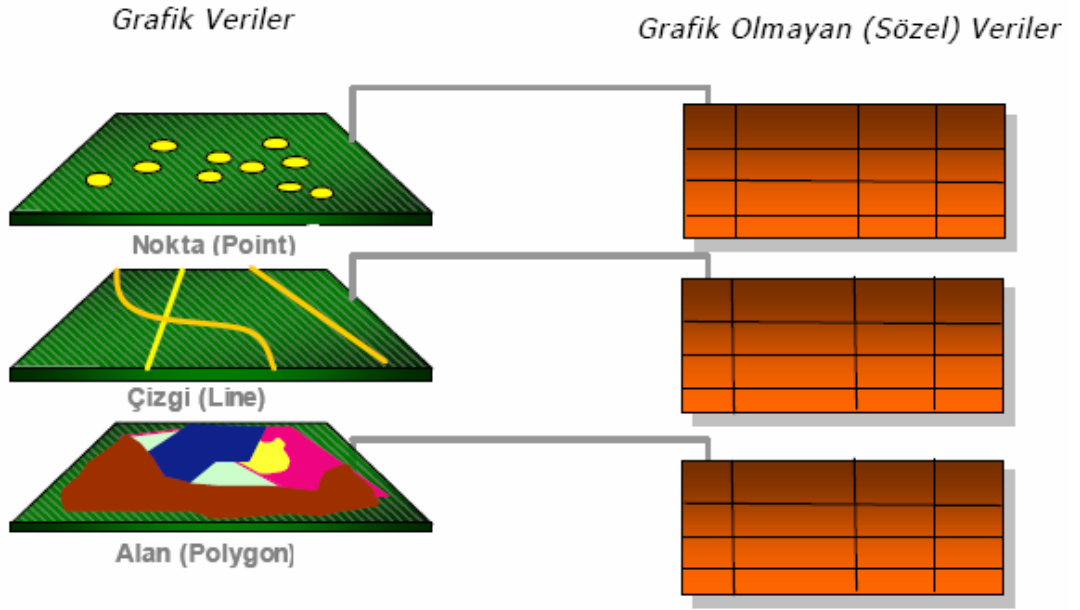
**“COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ, problemlerin çözümünde etkin bir koordinatördür.”**

### Veri Yapısı

Coğrafi veri yapısı temel olarak Mekansal ve Tanımlayıcı Bilgiler olmak üzere iki gruba ayrılır. Mekansal veriler, özelliklerin yerini, şeklini ve diğer mekansal veriler ile ilişkilerini belirler. Tanımlayıcı bilgiler ise özelliklere ait bilgilerin veri tabanında tutulmasıdır.

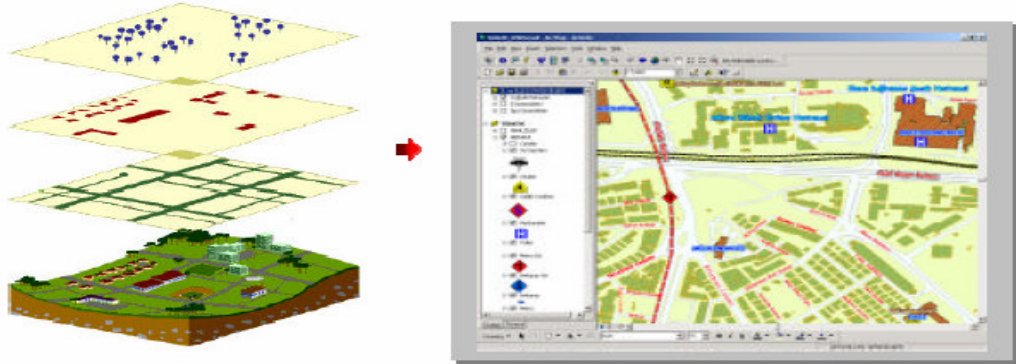
Özellik tipleri temel olarak Nokta, Çizgi ve Çokgen olmak üzere üç gruba ayrılır. Bunlardan noktasal olanlar lokasyon belirler (tepe noktaları, elektrik direkleri, kuyu gibi). Şekli ve sınırları çok küçük olan birimlerin tanımlanmasında kullanılırlar. Çizgisel özellikler birbirini takip eden ve alan olarak gösterilemeyen birimler için kullanılır.(Örnek: yol ve nehir,elektrik hattı gibi). Çokgen özelliklere ise aynı özelliğe sahip alanların gösteriminde ihtiyaç duyulur. ( Örnek yerleşim sınırları, göller gibi). Bu özellikler gösterildikleri semboller ile harita üzerinde birbirlerinden farklı anlamlar ifade ederler. Bu ayrımlar veri tabanı bilgileri yardımıyla yapılır. Veri tabanına girilmiş olan bilgiler vasıtasıyla aynı özellik grubuna giren mekansal veriler

birbirlerinden renk ve sembol olarak ayırt edilir. Böylece harita üzerinde farklı bilgiler sunulmuş olur.



**Şekil B2:** Coğrafi Bilgi Sistemleri veri yapısı

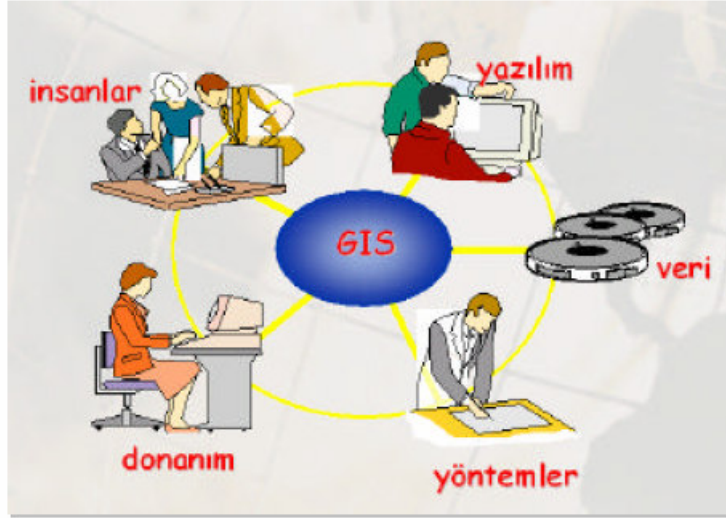
Bu modelin temelinde, her biri, nehirler, yollar, jeolojik oluşumlar, büyük toprak grupları, orman türü, yerleşmeler gibi coğrafi bilgiler ve özelliklerden oluşan verilerin birbirinden bağımsız olarak tanımlanmış tabaka veya kapsamlar olarak soyutlanması bulunmaktadır.



**Şekil B3:** Veri İlişkilendirmesi

### Coğrafi Bilgi Sisteminin Elemanları

Coğrafi bilgi sisteminin kurulabilmesi için gerekli olan elemanlar: yazılım, donanım, veri tabanı, yöntemler ve insanlardır.

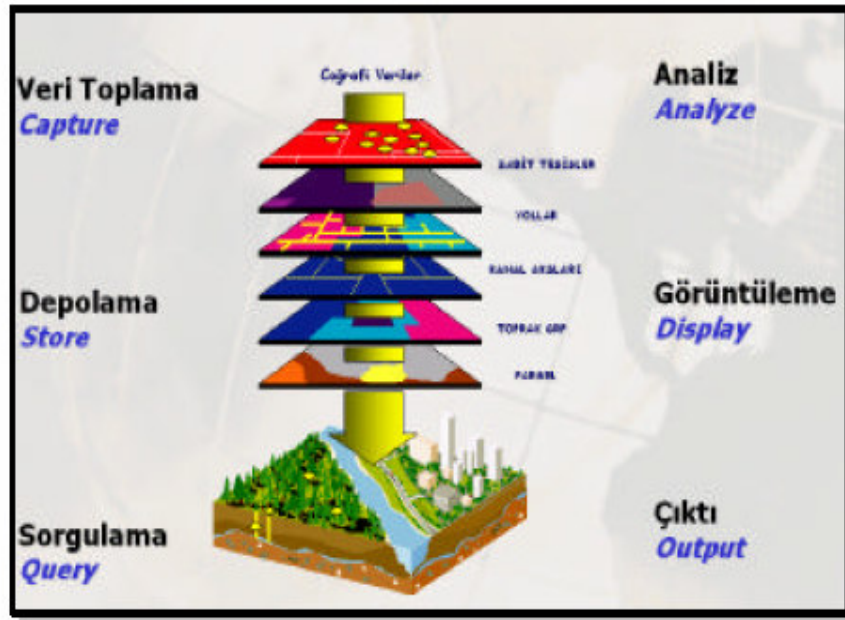


**Şekil B4:** Coğrafi bilgi sisteminin elemanları

Ancak, sistemin başarısı bu teknolojileri kullanacak personel ve yöneticilerin eğitimine bağlıdır ve en önemli faktör bu konuda yetişmiş “insan”dır.

#### **Coğrafi Bilgi Sisteminin Genel Fonksiyonları**

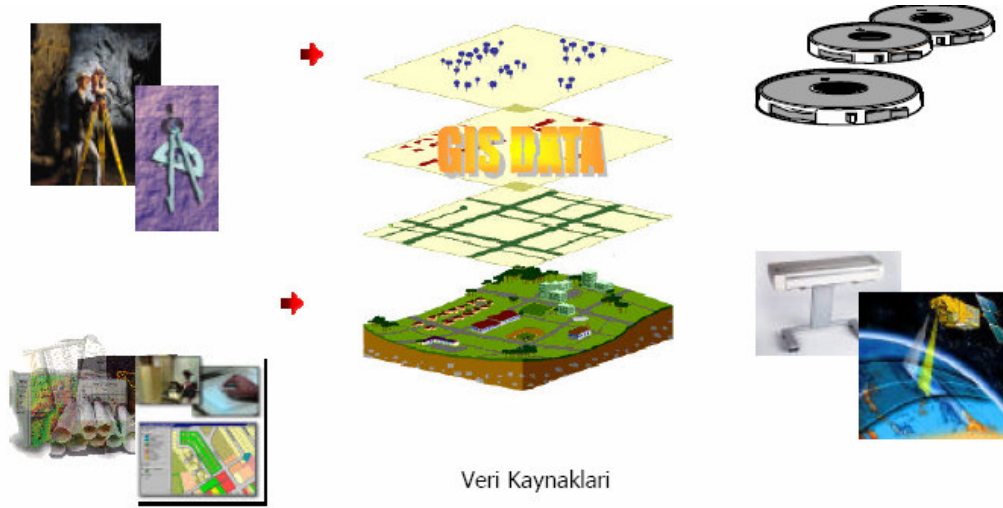
Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç Coğrafi bilginin; üretimini, yönetimini, analiz ve network üzerindeki dağıtık veri tabanlarından coğrafi verileri tüm insanların paylaşılabileceği profesyonel bilgi sistemi teknolojisini sunmaktır.



**Şekil B5:** Genel fonksiyonlar

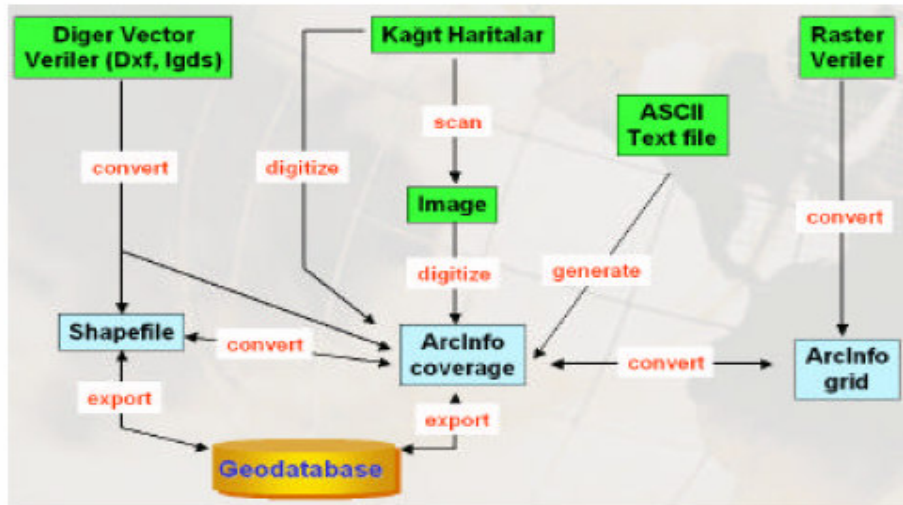
## Veri Toplama Teknikleri

Coğrafi Bilgi Sisteminde x,y koordinatlarına bağlı (sayısal format) verilerin sisteme aktarılmasında farklı yöntemler uygulanır. Mevcut farklı ölçeklerdeki haritalar, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel ölçmeler ile elde edilen koordinat bilgileri ile açı mesafe değerleri veri kaynakları olarak tanımlanabilir. [9]



Şekil B6: Veri kaynakları

ArcGIS teknolojisinde, sayısallaştırıcı tabletler, ekran üzerinden, ascii text dosyalarından ve farklı ortamlarda üretilmiş ve manyetik ortamda bulunan verilerin gerekli dönüşümleri yapılarak veri üretimi gerçekleştirilir.



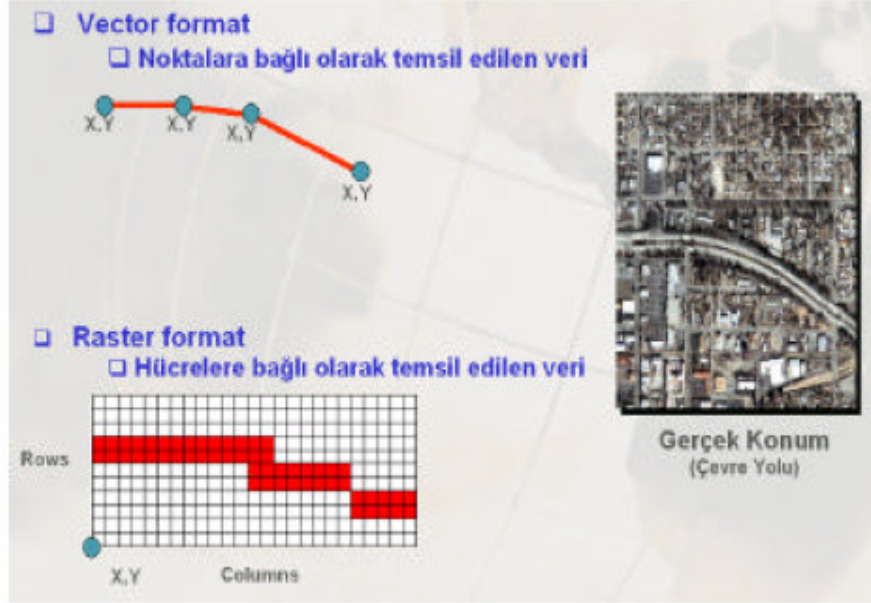
ArcGIS Teknolojisinde Veri Üretim Teknikleri

Şekil B7 : Veri Üretim Teknikleri



## Veri Depolama Formatları

Coğrafi Bilgi Sisteminde yeryüzüne ait bilgiler, vektör ve raster formatlarda birbirlerinden soyutlanmış farklı tabakalar şeklinde depolanırlar. Coğrafi Bilgi Sisteminde bu iki format, coğrafi analizlerde ve sorgulamalarda etkin bir biçimde kullanılır. Bu sorgulama ve analizlerde, Vektör ve Raster formatların birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri vardır.



Şekil B8: Veri depolama formatları

### Vektörel Veri

Vektörel veri formatında konuma ait veriler; nokta, çizgi ve alan özellikleri x,y koordinat değerleriyle depolanırlar. Nokta özelliği tek bir x,y koordinat çifti ile temsil edilen verilerdir (Elektrik Direkleri, Yangın Muslukları, Kuyular gibi). Çizgi özelliği, bir başlangıç ve bir bitiş noktası olan x,y koordinatlar dizisi ile temsil edilirler (Dereler, Yollar, Elektrik Hatları gibi). Alan özelliği ise, başlangıç ve bitiş noktası aynı olan x,y koordinatlar dizisi ile temsil edilirler (Parseller, Binalar, Arazi Kullanımı gibi).

### Raster Veri

Raster veri formatında konuma ait veriler ise; hücelere bağlı olarak temsil edilir. Aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. En küçük birim pixel olarak tanımlanır. Raster verilerde verinin hassasiyeti pixel boyutuna göre değişen çözünürlük (resolution) özelliği ile tanımlanır. Raster veride her pixel bir değere sahiptir. Bu değer bazen coğrafi bir özelliğe ait kod değeri olarak tanımlanabilir ve Grid formatında bu kod değeri Value Attribute Table (Vat) yapısında depolanır. Ya da o pixel 0-255 renk aralığında bir değeri taşır.

## Aralarındaki Farklılıklar

Raster verilerin veri depolama hacmi vektör verilere göre oldukça büyüktür. Bazı konumsal analizler (Bindirme analizleri, Alan hesaplamaları ve yakınlık analizleri gibi) raster veri formatında daha kolaydır.

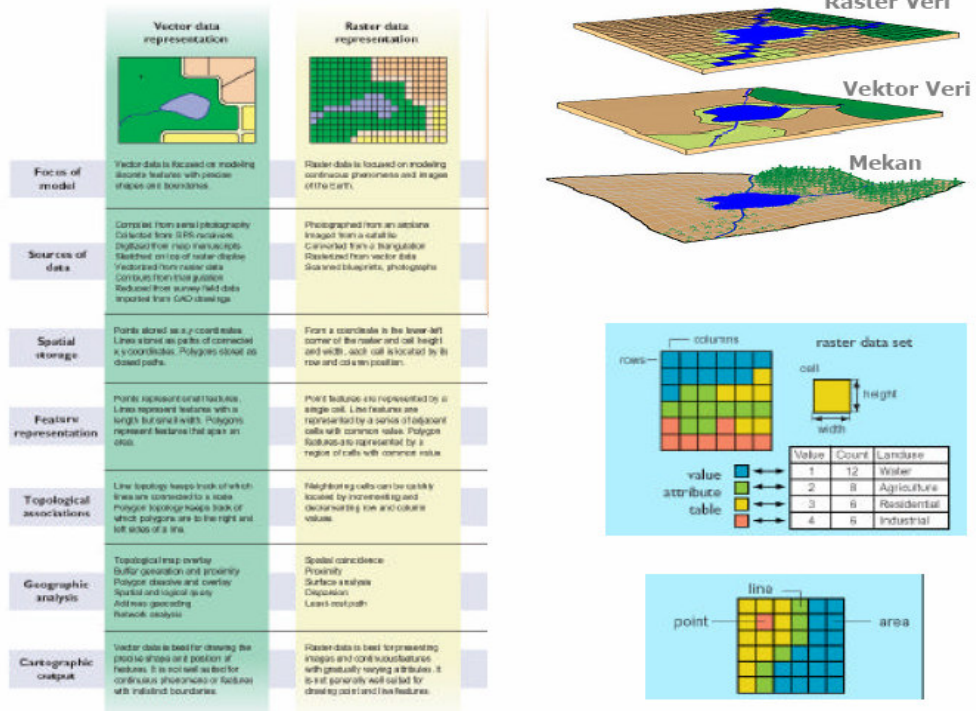
Verilerin hassasiyeti raster verilerde pixel size ile orantılı olduğundan hassas çalışmalarda veri kayıplarına neden olabilir. Vektörel veri formatında grafik objeleri tanımlayan öznitelik bilgilerine ulaşma, güncelleme ve günleme mümkün ve daha kolaydır.

## Sorgulama

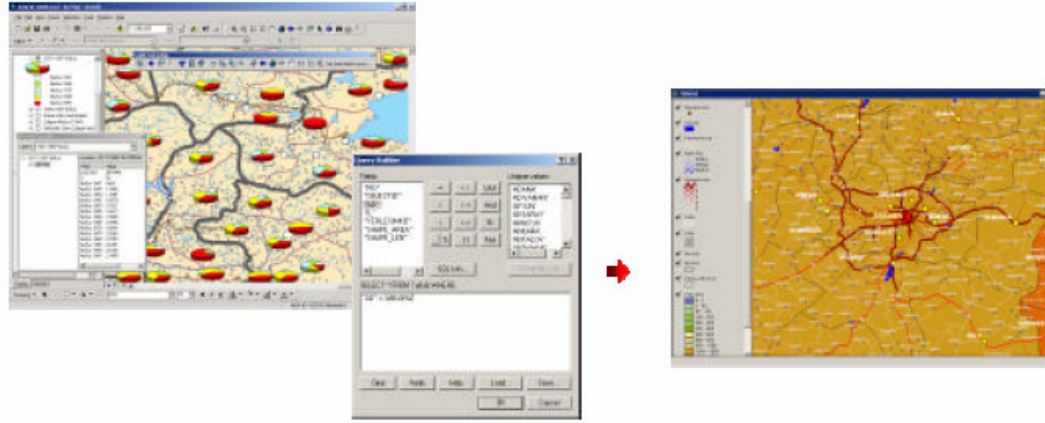
Coğrafi Bilgi Sistemi grafik ve grafik olamayan verilerin birbirleri ile bütünleşik olarak sorgulanmasına olanak tanır. Buna göre grafik veriden sözel verilere, sözel verilerden de grafik (konumsal veriye) verilere hızlı bir erişim sağlanmış olur.

## Select Feature & Select By Attribute

Coğrafi Bilgi Sisteminde depolanmış bir yol objesinin tanımlanması ile, o yolun uzunluk, adı, tipi, vb bilgilere hızlı bir erişim sağlanmış olur. Bir parsel tanımlandığında o parselin alan, çevre, ada ve parsel numarası gibi veritabanına girilmiş bilgilere erişim sağlanmış olur. Veri tabanından mantıksal ifadeler kullanılarak grafik verilere ulaşılmış olur. Mahalle adı tanımlanarak o mahalledeki tüm parseller ekranda görüntülenebilir.



Şekil B9: Veri türleri arasındaki farklılıklar.



**Şekil B10:** Raster ve vektör veri arasındaki farklılıklar

### Select by Location

Birbirlerinden soyutlanmış farklı tabakalarda ve aynı coğrafi düzlemde depolanmış verilerin (Yol, Mahalle Sınırları, Parseller, Okullar, İlçe Sınırları gibi) birbirleri ile ilişkilendirilmesidir. Örneğin bir mahalle içine giren parsellerin, okulların seçilmesi, D750 karayolunun geçtiği ilçelerin seçilmesi, bir sanayi alanına belli bir mesafede olan yerleşim yerlerinin belirlenmesi gibi mekansal sorgulamalar yapılabilmektedir.

### Analizler

Cografî Bilgi Sistemi'nde depolanan veriler üzerinde konuma dayalı kararlar verebilme coğrafi verinin sorgulanması, görüntülenmesi ve analizler ile mümkün olmaktadır. Konumsal analiz işlemlerinde, mevcut girdilerden yararlanılarak, yeni bilgi kümeleri üretilir.

Tampon Bölgeleme (Buffer),

Bindirme Analizleri (Overlay),

Yakınlık Analizleri (Proximity),

Yogunluk analizleri (Density Analysis)

Adres Haritalama (Address Geocoding),

Dinamik Bölümler (Dynamic Segmentation)

Kısayol ve Altyapı Yönetim Analizleri (Network Analysis),

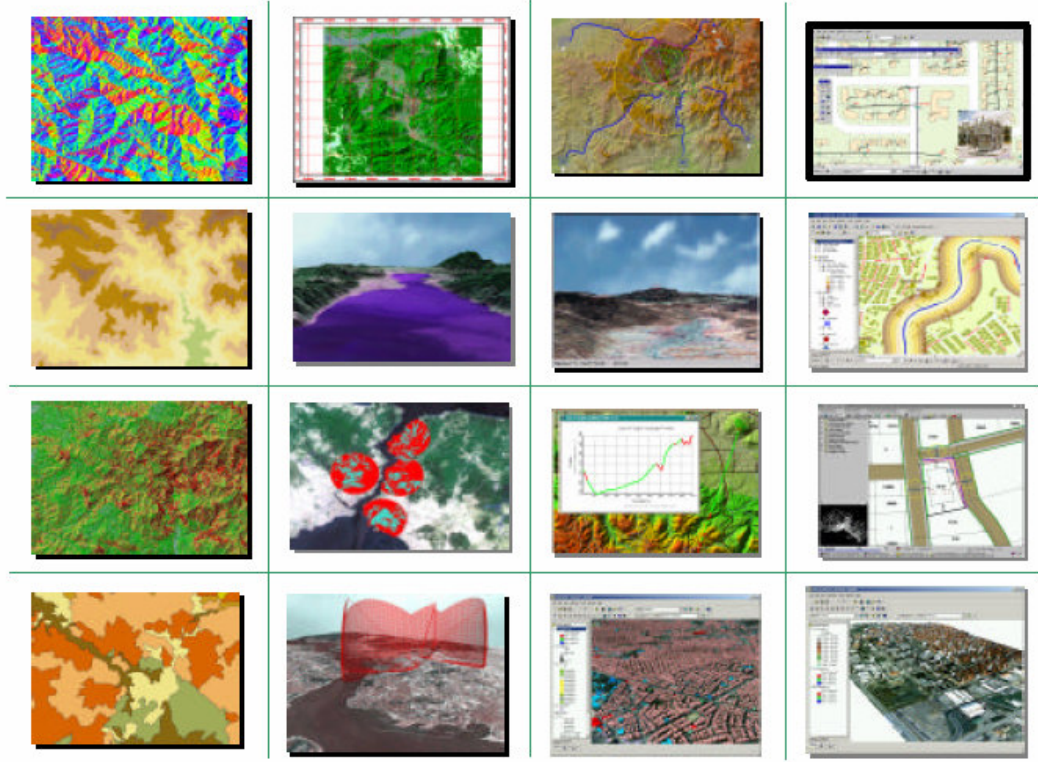
Yüzey Analizleri (3D, Aspect, Slope, Elevation, Visibility, Line of Site, Cut&Fill),

### Veri Görüntüleme ve Harita Çıktı İşlemleri

Sistemde depolanan vektör veriler, veritabanı bilgilerine göre sınıflandırılarak farklı özelliklerde görüntülenebilirler. Sistemde yer alan semboloji kütüphanesi ile, vektör verilere çizgi tipleri, tarama, renk ve grafik semboller atayarak ilgili yönetmeliklere göre harita görüntüleme işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. ArcGIS sisteminde

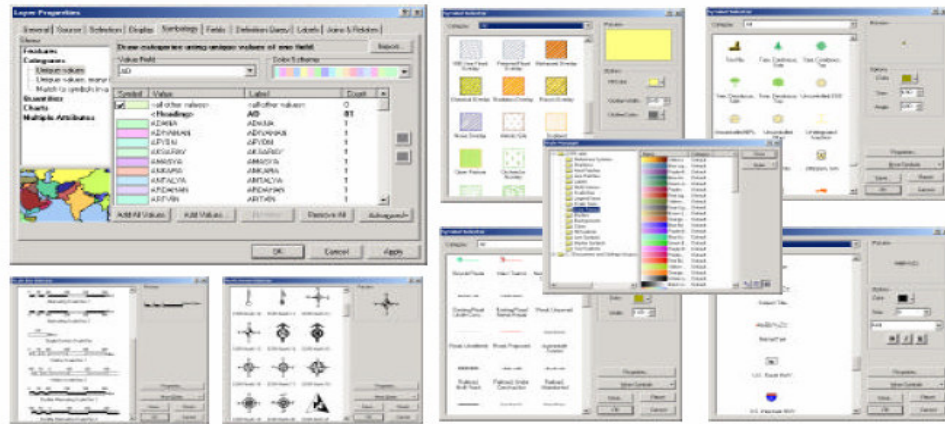


vektör verilerin görüntülenmesinde, Single Symbol, Unique Values, Graduated Colors, Graduated Symbols, Dot Density, Pie Chart, Bar/Cloumn, Stacked gibi özellikler kullanılır.



**Şekil B11:** Görüntülenebilir veri örnekleri

Bu fonksiyonlar ile yönetmeliklere dayalı tematik haritalama, standart topografik kadastral ve özel amaçlı harita üretimleri ArcGIS teknolojisi ile esnek ve hızlı bir yapıya kavuşmuştur.



Veri Görüntüleme ve Harita Çıktı işlemlerinde (Layout) kullanılan semboloji kütüphaneleri

**Şekil B12:** Harita çıktı sembolleri

ArcGIS’de Vektor ve Raster veri görüntüleme özelliklerinin yanısıra veri tabanı bilgilerinin Etiketlenmesi, Raporlanması ve Grafikler ile gösterimleri de mümkündür.

## EK C: KUYU LOGLARI

**Tablo C1: BMP 101 Zemin Sondaj Logu**

BMP 101 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/2

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-65,50	Gevşek, açık gri-yeşilimsi, az ince kumlu, ince-iri çakıl boyutlu(50mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-68,50	Gevşek, açık gri-yeşilimsi gri, az çakıllı, ince-iri kum ve ince-iri çakıl boyutlu (50mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-69,50	Yumuşak, gri-yeşilimsi gri kumlu kil ve yer yer iri çakıl boyutlu(50mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-74,00	Gevşek, açık gri-yeşilimsi gri-açık kahverenkli, ince iri kum ve iri çakıl boyutunda(40mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-75,00	Gevşek, gri-yeşilimsi, az killi çok kumlu çakıl ve çok miktarda iri çakıl boyutunda (40mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-76,50	Gevşek, açık gri-yeşilimsi gri-açık kahverenkli, ince iri kum ve iri çakıl boyutunda (40mm'ye kadar) yassı kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-78,50	Orta sıkı, gri-açık kahverenkli, ince orta kum ve az miktarda ince çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-88,50		

## BMP 101 ZEMİN SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-88,50	YUKARIDAKİ GİBİ	
-97,90		

**Tablo C2: BMP 101 Kaya Sondaj Logu**

BMP 101 KAYA SONDAJ LOGU 1/2

DERİNLİK			LİTOLOJİ			MEKANİK LOG				SÜREKSİZLİK					
DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG	SÜREKSİZLİK												
			TCR%	SCR%	ROD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM	
-97,90	Koyu gri-gri, ince taneli az ayrılmış kireçtaşı, sağlam, çok sık-sık aralıklı, kalın laminalı kalkerli çamurtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	68 83 100	50 60 100	0 0 30		J1	N	C-MW	70	U	S	F	C	S	
		100	100	85		J2	N	C	30	U	R	F	K	S	
		100	100	85		V	D	C-MW	90	U	S	F-5	C	S	
-103,00		100	50	15											
-106,25	Koyu yeşilimsi-gri,ince-orta taneli, az-orta ayrılmış diyabaz, orta sağlam-sağlam çok sık çatlaklar yüzünden bozulmuş. (AYRIŞMAMIŞ DİYABAZ)	92	32	0		V	N	C	25	U	S	F-5	C	S	
		100	60	19											
		100	50	32											
-115,05	Koyu gri-gri, ince taneli az ayrılmış kireçtaşı, sağlam, çok sık-sık aralıklı, kalın laminalı kalkerli çamurtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	95	86	41		J1	N	MW	50	P	R	F	C	S	
		100	90	50		J2	N	MW	90	P	R	F	C	S	
		100	70	20											
		100	100	56											
		85	85	20											
		100	80	25											
		100	85	12											
-116,90	Koyu yeşilimsi-gri, ince-orta taneli, az-orta ayrılmış diyabaz, orta sağlam-sağlam (AYRIŞMAMIŞ DİYABAZ)	100	30	0		J1	N	VC	30	P	R	F	C	S	
						J2	N	VC	75	P	R	F	C	S	
-124,05	Açık-koyu gri, ince taneli, az ayrılmış kireçtaşı, sağlam (KARTAL FORMASYONU)	100	67	26		J1	N	MW	65	U-P	R	F	C-K	S	
						J2	N	MW	90	U	R	F	C	S	
		100	100	70		V	D	C	25	P	R	F-10	C	S	
		95	55	25											
		95	80	32											
		100	83	30											
		100	80	15											
-124,05		100	13	0											

## BMP 101 KAYA SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG				SÜREKSİZLİK							
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSEL LİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM		
-124,05	Koyu yeşilimsi gri-koyu gri, orta ayrılmış kalkerli çamurtaşı, zayıf-orta sağlam, çok sık aralıklı çatlaklar yüzünden bozulmuş. (KARTAL FORMASYONU)	70	0	0		J1	N	VC-C	45	P	R	F	C	W		
		100	70	0												
		100	38	84												
-126,75																
	Açık gri, az ayrılmış, kireçtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	100	100	66		J1	N	C-MW	60	P	R	F	C	S		
		100	100	75		J2	D	MW	90	U	S	F	C	S		
		90	70	33		V	N	C	60	P	S	F	C	S		
-129,25																
	Koyu gri-açık gri, az ayrılmış, orta geniş aralıklı, ince-kalın laminalı, kalkerli çamurtaşı, orta sağlam-sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	100	80	20		J1	N	C-MW	45	P	S	F	K	S		
		100	100	75		J2	N	C	60	U	R	F	K-15	S		
		90	45	15												
		100	100	65												
		95	75	33												
		100	67	7												
		100	100	35												
		80	60	0												
		90	45	0												
		75	50	0												
		100	95	50												
		100	67	7												
		100	100	35												
		80	60	0												
-143,00																

**Tablo C3: BMP 102 Zemin Sondaj Logu**

BMP 102 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-68,20	Gevşek, açık gri-gri, ince orta kum ve çok miktarda orta iri çakıl boyutunda (60mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-72,20	Çok yumuşak, gri-koyu yeşilimsi gri, killi kum ve orta-iri çakıl boyutunda (80mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-76,20	Gevşek, yeşilimsi kahverengi, çok kumlu çakıl ve çok miktarda orta-iri çakıl boyutunda (60mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-81,20	Gevşek, gri-yeşilimsi kahverengi, orta-iri kum ile yer yer yarı yuvarlak az miktarda ince-orta çamurtaşı çakılları ve az miktarda ince çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları.(DENİZEL ALÜVYON)	
-88,70		

**Tablo C4: BMP 102 Kaya Sondaj Logu**

BMP 102 KAYA SONDAJ LOGU 1/3

DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSEL LİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM
-88,70	Koyu gri-açık gri,sık-orta geniş aralıklı, az ayrılmış, ince taneli kireçtaşı, sağlam sık aralıklı, ince laminalı, kalkerli çamurtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	100	53	48		J1	N	C-MW	20	P	R	F C	S
						J2	N	C	80	P-S	R	F K	S
		100	68	64		J3	N	C-MW	60	P	R-S	F C	MS-S
						B	N	C-MW	60	P	S	F C	MS
		98	70	70									
		100	73	66									
		100	50	40									
		100	70	70									
		100	65	59									
		97	81	64									
		90	65	45									
		96	84	84									
		100	96	93									
		100	66	56									
-103,45	Koyu yeşilimsi gri-açık gri, orta taneli, az ayrılmış kireçtaşı, orta sağlam-sağlam ve nadir pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	100	43	40		J1	N	MW	30	U	R	F C	S
						J2	N	C-MW	70	P	S	F K	MS
		100	36	31		J3	N	W-MW	85	U	R	F C	MS
						J4	N	C-MW	45	P	R	F C	MS
		100	25	23									
		100	18	0									
		100	22	17									
		100	18	9									
-111,95		100	16	16									



## BMP 102 KAYA SONDAJ LOGU 2/3

DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK									
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EGİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
-111,95	YUKARIDAKİ GİBİ	100	6	0										
		100	18	14										
		100	28	28										
		90	0	0										
		90	0	0										
		90	0	0										
		90	0	0										
-118,95	Açık-koyu gri, sık-orta geniş aralıklı, ince taneli kireçtaşı, sağlam ve koyu gri, ince laminalı, az ayrılmış, kalkerli çamurtaşı ara tabakalı, orta sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	90	34	0	J1	N	C	20	U		R	F	C	S
		100	32	0	J2	N	MW	50	P		K	F	C	S
		100	74	34										
-122,20	Koyu gri, ince-kalın laminalı, az ayrılmış kalkerli çamurtaşı, orta sağlam-sağlam, sık-orta geniş aralıklı, az ayrılmış taze ince taneli nodüler kireçtaşı, orta sağlam-sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	90	50	37	J1	N	MW	70	P		R	F	C	S
					J2	D	W	85	P		R	F	C	S
		100	46	14	J3	N	C-MW	30	U		R	F	C	S
					V	N	C-MW	55	P		R	F	C	W
		95	60	53										
		85	53	53										
		85	40	17										
		100	76	70										
		90	30	17										
		100	52	52										
		100	98	98										
		100	52	52										
-135,70		100	95	95										

## BMP 102 KAYA SONDAJ LOGU 3/3

DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
			TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM
	-135,70	YUKARIDAKİ GİBİ	100	66	66									
			100	38	38									
			100	75	70									
			76	15	0									
			96	6	0									
			97	67	60									
			100	85	60									
			100	50	46									
			100	73	43									
			90	10	8									
			80	0	0									
			90	66	66									
	-148,70													

**Tablo C5: BMP 103 Zemin Sondaj Logu**

BMP 103 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/2



DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-56,00	Gevşek gri-koyu gri, orta-iri kum ve orta-iri çakıl boyutunda (40mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-66,00	Açık grimsi-açık kahverengi, ince-orta kum ve az miktarda ince-orta çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-83,00		

## BMP 103 ZEMİN SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK		LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
	-83,00	Gri-koyu gri, köşeli yarı yuvarlak çakıl ve blok (kireçtaşı ve çamurtaşı kökenli). (DENİZEL ALÜVYON)	
	-86,00		

**Tablo C6: BMP 103 Kaya Sondaj Logu**

BMP 103 KAYA SONDAJ LOGU 1/3

DERİNLİK		LİTOLOJİ		MEKANİK LOG				SÜREKSİZLİK								
	-86,00	Koyu yeşilimsi gri, ince-orta taneli, az ayrılmış-taze diyabaz, orta sağlam-sağlam. (AYRIŞMAMIŞ DİYABAZ)	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIMI	
	-87,90		90	50	0		J1	N	VC	70	P	S	F	C	S	
			100	70	0		J2	N	VC	40	P	R	F	C	S	
	-106,00	Koyu gri-açık gri, ince taneli, sık ile geniş aralıklı, az ayrılmış-taze kireçtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	100	90	60		J1	N	MW	75	P	S	F	C	S	
							J2	N	C-MW	30	P	S	F	C	S	
			100	90	25		J3	D	C-MW	85	P	R	F	C	S	
							V1	N	MW	30	P	R	2-5	C	S	
			100	95	50		V2	D	W	80	U	R	2-10	C	S	
			100	90	35											
			100	100	45											
			95	87	8											
			100	97	50											
			100	100	45											
			100	100	50											

## BMP 103 KAYA SONDAJ LOGU 2/3

DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK									
			TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
-112,50	Koyu gri-gri, ince taneli, az ayrılmış kireçtaşı, orta sağlam ve ince laminalı, çok sık-sık aralıklı çamurtaşı, zayıf. (KARTAL FORMASYONU)	100	85	48		J1	D	VC-C	85	P	K	5mm	K	MW	
						J2	N	C-MW	65	P	K	5mm	K	MW	
		100	100	75											
		100	100	50											
		100	100	60											
		100	87	27											
		100	85	60											
		85	85	29											
		95	90	60											
		100	100	73											
-126.50		100	100	40											
-126.50	Koyu gri-açık gri, az ayrılmış, ince taneli kireçtaşı, orta sağlam ve ine laminalı, çok sık-sık aralıklı, siyah çamurtaşı matirksi, çok zayıf. (KARTAL FORMASYONU)	100	90	13		J1	N	VC	60	P	K	10mm	K	VW	
						J2	D	W	85	U-P	K	10mm	K	VW	
		100	90	0		J3	N	C	20	P	K	F	K	VW	
		96	72	15											
		93	60	0											
		90	70	0											
		97	85	0											
-135,00															

## BMP 103 KAYA SONDAJ LOGU 3/3

DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK									
			TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
	-135,00	Koyu gri-siyah, ince laminalı orta ayrıışmış, karbonlu çamurtaşı, çok zayıf. Açık gri, sık aralıklı, ince taneli, kireçtaşı, orta sağlam. (KARTAL FORMASYONU)													
			100	90	0		J1	D	MW	85	P	K	5mm	K	VW
							J2	N	MW	60	P	K	5mm	K	VW
			93	93	0										
	-138,45	Açık gri-koyu gri, ince taneli az ayrıışmış kireçtaşı, orta sağlam ve koyu gri-siyah, ince laminalı, çok sık-sık aralıklı, çamurtaşı, zayıf. (KARTAL FORMASYONU)													
			95	85	13		J1	N	MW	60	U	K	10mm	K	VW
							J2	D	C-MW	85	U	K	5mm	K	W
			95	85	0										
			95	85	0										
			87	73	8										
	-144,50	Açık gri-koyu gri, az ayrıışmış, ince taneli kireçtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)													
			100	95	50		J1	N	MW	70	P	K	<2	K	W
							J2	N	C-MW	45	P	K	<10	K	W
			97	80	10										
			95	80	12										
			100	90	50										
	-150,75														

**Tablo C7: BMP 11 Zemin Sondaj Logu**

BMP 11 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-12,70	Açık gri-gri, ince iri kum ve çok çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-16,50	Yarı katı-katı, sarımsı kahverengi, ince-iri kumlu kil ve çok yarı köşeli, orta-iri çamurtaşı çakılları. (TAMAMEN AYRIŞMIŞ ÇAMURTAŞI: KARTAL FORMASYONU)	
-19,00	Çok sıkı, sarımsı kahverengi, köşeli, orta-iri çamurtaşı çakılları. (TAMAMEN AYRIŞMIŞ ÇAMURTAŞI: KARTAL FORMASYONU)	
-22,00		



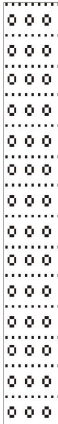

**Tablo C8: BMP 11 Kaya Sondaj Logu**

BMP 11 KAYA SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG				SÜREKSİZLİK							
-22,00		Açık gri-koyu gri, ince taneli, kalın laminalı, çok ince tabakalı, orta derecede-az ayrıışmış kireçtaşı, orta sağlam ve çok sık aralıklı, ince laminalı, kalkerli çamurtaşı, orta sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	TCR%	SCR%	ROD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM	
	99		71	67		J1	D	VC-C	55	P		R	F	C	MS-S	
	100		77	74		J2	N	VC-C	20	P		R	F	C	MS-S	
						J3	D	C	70	P		R	F	C	MS-S	
	100		68	48		B	N	C	65	U-P		R	F	C	MS-S	
	97		27	15												
	100		27	15												
	83		17	12												
	99		25	0												
	99		25	0												
	100		50	0												
	100		37	13												
	100		67	21												
	100		37	23												
	100	21	12													
	100	53	38													
-38,26																
		Açık grimsi-yeşil, ince taneli, orta-az ayrıışmış, diyabaz, sağlam.	77	30	22		J1	N	C	55	P	R	F	C	W	
							J2	N	C	80	P	R	F	C	W	
			83	28	10		B	N	VC-C	65	U-P	R	F	C	MS-S	
-41,50																
		Açık gri-koyu gri, ince taneli, kalın laminalı, çok ince tabakalı, orta ayrıışmış, kireçtaşı, orta sağlam-sağlam ve çok sık aralıklı, ince laminalı, kalkerli, çamurtaşı, orta sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	71	15	0		J1	D	VC-C	55	U	R	F	C	MS-S	
			0	0	0		J2	N	C	20	U	R	F	C	MS-S	
			100	25	13		J3	D	C	70	U	R	F	C	MS-S	
			78	16	0											
			67	12	0											
			100	45	28											
-47,70																

**Tablo C9: BMP 12 Zemin Sondaj Logu**

BMP 12 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
 -16,80	Gevşek, açık gri, az kumlu ve az killi, orta-iri çakıl çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
 -22,80	Kahverengi-sarımsı kahverengi, orta sıkı, killi, köşeli, orta-iri çamurtaşı çakılları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-28,80		

**Tablo C10: BMP 12 Kaya Sondaj Logu**

BMP 12 KAYA SONDAJ LOGU 1/5

DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM
-28,80	Açık gri, ince taneli, kalın laminalı, orta-az ayrılmış, kireçtaşı ve kalkerli çamurtaşı, orta sağlam-sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	98	47	23		J1	N	C	45	P	R	F C	MS
						J2	D	C	60	P	R	F K	MS
		97	65	43		B	N	VC-C	50	P	R	F C	MS
		97	66	43									
-33,50	Açık gri, ince taneli, az ayrılmış, kireçtaşı ve sağlam, çok sık aralıklı, kalın laminalı, çamurtaşı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	100	75	67		J1	N	C-MW	45	P	R	F C	MS
						J2	D	C-MW	70	P	R	F C	MS
		100	75	67		B	N	C	35	P	P	F C	MS
		95	51	44									
		100	67	55									
		83	71	69									
		100	75	66									
		97	86	81									
		100	82	77									
		88	75	60									
		100	75	65									
		89	62	57									
		95	69	69									
-51,80													

## BMP 12 KAYA SONDAJ LOGU 2/5

DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
-51,80	Açık gri, ince taneli, az ayrılmış-ayrışmamış, kireçtaşı, sağlam-çok sağlam ve çok sık-sık aralıklı, kalın kalker laminalı, orta sağlam-sağlam ve nadir saçılmış pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
		100	71	50		J1	D	C-MW	30	U	R	F	C	MS-S
						B	N	C	50	P	R	F	C	MS-S
		100	75	73										
		100	60	48										
		89	63	45										
		100	80	80										
		95	78	78										
		98	81	67										
		98	78	75										
		100	81	75										
		89	79	79										
		92	76	72										
		99	73	59										
		93	53	39										
		95	70	68										
		95	72	67										
		93	73	68										
		96	75	75										
		92	79	79										
-76,80														

## BMP 12 KAYA SONDAJ LOGU 3/5

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG									SÜREKSİZLİK			
-76,80	YUKARIDAKİ GİBİ	TCR%	SCR%	ROD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM				
		98	47	23													
		97	65	43							YUKARIDAKİ GİBİ						
		97	66	43													
		100	75	67													
		100	75	67													
		95	51	44													
		100	67	55													
		83	71	69													
		100	75	66													
		97	86	81													
		100	82	77													
		88	75	60													
		100	75	65													
		89	62	57													
		95	69	69													
		100	71	50													
-101,80																	

## BMP 12 KAYA SONDAJ LOGU 4/5

DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM
-101,89	YUKARIDAKİ GİBİ	100	53	48									
		100	68	64									
		98	70	70									
		100	73	66									
		100	50	40									
		100	70	70									
		100	65	59									
		97	81	64									
		90	65	45									
		96	84	84									
		100	96	93									
		100	66	56									
		100	43	40									
		100	36	31									
		100	25	23									
		100	18	0									
		100	22	17									
		100	18	9									
		100	16	16									
		100	60	48									
-126,80													

## BMP 12 KAYA SONDAJ LOGU 5/5

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG									SÜREKSİZLİK			
-126,80		YUKARIDAKİ GİBİ	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM			
			90	80	77												
			95	77	72	YUKARIDAKİ GİBİ											
			92	75	66												
			95	77	75												
			94	76	74												
			94	80	80												
			100	80	76												
			100	90	90												
			93	75	70												
			96	75	72												
			100	75	61												
-144,80			96	72	50												

**Tablo C11: BMP 13 Zemin Sondaj Logu**

BMP 13 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-42,00	Gevşek gri-açık kahverenkli, az kumlu, ince-iri çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-51,00		
-54,05	Gri-koyu gri, ince-iri kum ve az köşeli-yarı köşeli, orta-iri çamurtaşı çakıllı ve bloklu 140mm'ye kadar, orta çakıl boyutunda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	



**Tablo C12: BMP 13 Kaya Sondaj Logu**

BMP 13 KAYA SONDAJ LOGU 1/2

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG										SÜREKSİZLİK				
-54,05	Açık gri-koyu gri, ince taneli, az ayrılmış, kireçtaşı, sağlam-çok sağlam ve sık-çok sık aralıklı, ince kalkerli çamurtaşı laminalı, sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM					
		86	23	7		J1	N	C-MW	45	P	R	F	C	S					
		78	33	21		J2	N	C-MW	30	S	R	F	C	S					
						J3	D	MW	70	U	R	F	C	S					
		100	42	27		B	N	C-MW	55	U	R	F	C	S					
		80	35	21															
		90	63	60															
		90	60	45															
		90	64	60															
		100	88	81															
		96	91	87															
		100	92	87															
		94	75	70															
		100	96	93															
		95	86	79															
		93	84	84															
		85	70	70															
		96	71	53															
-77,05																			

## BMP 13 KAYA SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK	LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
		TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI	DAYANIM
-77,05	(YUKARIDAKİ GİBİ)	93	84	84									
		85	74	70						(YUKARIDAKİ GİBİ)			
		98	91	81									
		89	63	55									
		99	72	49									
		100	68	37									
		86	68	64									
-87,00													

**Tablo C13: BMP 14 Zemin Sondaj Logu**

BMP 14 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/2

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
0 -65,00	Açık gri-yeşilimsi gri, az ince kumlu, iri çakıl boyutlu(50mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-74,00	Yeşilimsi gri, gevşek, ince-orta kumlu kil ve az köşeli, ince-orta çakıl boyutlu (20mm'ye kadar) yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-83,00	Gri-açık kahverengi, gevşek, ince-iri kum ve az köşeli, orta-iri çamurtaşı çakıllı ve çok miktarda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
-89,50		

BMP 14 ZEMİN SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
-89,50	YUKARIDAKİ GİBİ	
-104,5		

**Tablo C14: BMP 14 Kaya Sondaj Logu**

BMP 14 KAYA SONDAJ LOGU 1/2



DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG				SÜREKSİZLİK							
-104,50	Gri-koyu gri, az ayrırmış, kalkerli çamurtaşı, sağlam -orta sağlam ve geniş aralıklı, ince-çok ince kireçtaşı tabakaları, sağlam ve nadir pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
		100	53	48		J1	N	C-MW	30	P	R	F	C	MS-S
						J2	D	VC-C	50	P-U	R	F	C	MS-S
		100	68	64		J3	D	VC	80	U	R	F	C	MS-S
						B	N	C	40	P	R	F	C	MS-S
		98	70	70										
		100	73	66										
-111,10	Yeşilimsi gri, ince-orta taneli orta-az ayrırmış diyabaz, orta sağlam-sağlam. (AYRIŞMAMIŞ DİYABAZ)	100	50	40		J1	N	VC-C	45	P	S	F	C	S
					J2	D	VC	80	P	R	F	C	S	
100		70	70		J3	D	VC-C	70	P	R	F	C	S	
100		65	59		J4	N	VC	55	P	R	F	C	MS-S	
97		81	64											
90		65	45											
96		84	84											
100		96	93											
		100	66	56										
	100	43	40											
-121,50	Açık gri-gri, ince taneli, orta tabakalı, az ayrırmış, kireçtaşı, orta sağlam-sağlam ve nadir saçılmış pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	100	25	23		J1	N	C	45	U	R	F	C	MS-S
					J2	N	C	30	U	R	F	C	MS-S	
100		18	0		J3	D	C	55	P	R	F	C	MS-S	
					J4	N	MW	25	S	R	F	C	MS-S	
100		22	17											
100		18	9											
		100	16	16										
-129,50														

## BMP 14 KAYA SONDAJ LOGU 2/2

DERİNLİK		LİTOLOJİ			MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK						
-129,50	YUKARIDAKİ GİBİ	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI		DAYANIM
		100	77	64								YUKARIDAKİ GİBİ		
		100	67	63										
-132,50	Yeşilimsi gri, ince-iri taneli, orta-az ayrılmış, diyabaz, orta sağlam ve nadir pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	100	31	0	J1	D	VC	80	U	R	F	C	MS-S	
					J2	N	VC	50	P	R	F	K	MS-S	
		100	28	7	J3	N	VC	30	P	R	F	C	MS-S	
		96	19	0										
		90	21	15										
		74	35	7										
		100	31	24										
		60	13	9										
-142,80		Açık gri-gri, ince taneli, az ayrılmış-ayrışmamış, kireçtaşı, sağlam ve çok sık sık aralıklı, ince çamurtaşı laminalı ve nadir pirit kristalleri. (KARTAL FORMASYONU)	80	23	14	J1	N	C	30	P	R	F	C	MS-S
					J2	N	MW	55	U	R	F	C	MS-S	
	93		64	54	V1	N	C-MW	20	P	R	F	C	MS-S	
					B	N	C-MW	45	P	-	3-7	C	-	
	70		48	47										
	75		37	33										
	60		38	33										
	77		62	62										
	67		49	48										
	83		66	56										
-156,00		96	80	80										

**Tablo C15: BMP 15 Zemin Sondaj Logu**

BMP 15 ZEMİN SONDAJ LOGU 1/1

	DERİNLİK	LİTOLOJİ	YERİNDE DENEYLER
	-65,00	Koyu gri-yeşilimsi kahverengi, ince-iri çok kumlu, yarı köşeli-yarı yuvarlak, ince-orta kireçtaşı ve çamurtaşı çakılları ve yer yer yarı köşeli-yarı yuvarlak kireçtaşı ve çamurtaşı blokları ve çok miktarda yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	
	-68,00		
	-69,75	Çok sıkı, açık kahverengi-açık gri, çok kumlu, yarı köşeli-yarı yuvarlak, ince-iri çamurtaşı ve kuvars çakılları ve çok miktarda orta çakıl boyutlu yassı bivalve kabuk parçaları. (DENİZEL ALÜVYON)	

**Tablo C16: BMP 15 Kaya Sondaj Logu**

BMP 15 KAYA SONDAJ LOGU 1/1

DERİNLİK		LİTOLOJİ	MEKANİK LOG			SÜREKSİZLİK								
-69,75	Açık gri-koyu gri, ince taneli, çok ince-ince tabakalı, az ayrırmış-ayrışmamış, kireçtaşı, sağlam ve çok sık -sık aralıklı, kalın laminalı, çok ince tabakalı, az ayrırmış çamurtaşı, orta sağlam. (KARTAL FORMASYONU)	TCR%	SCR%	RQD%	YAPI	TÜR	FORM	ARALIK	EĞİM	DÜZLEMSELLİK	PÜRÜZLÜLÜK	DOLGU VE KALINLIĞI DAYANIM		
		100	63	6		J1	N	VC-C	55	U	R	F	-	MS-S
		100	56	32		J2	N	VC-C	75	U	R	F	-	MS-S
						B	N	C	45	U	R	F	-	MS-S
		100	50	40										
		100	56	40										
		100	95	43										
		100	95	40										
		100	66	33										
		100	66	50										
		100	80	53										
		100	95	85										
		100	95	75										
		100	56	40										
-85,50														



## EK D: NOKTA YÜKLEME DENEYİ SONUÇLARI

**Tablo D1:** Nokta yükleme deneyi sonuçları

BMP 101									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm2)	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
1	36,1	36,25	60	3600	9	2,5	1,086	2,715	59,73
2	36,4	36,57	90	8100	2	0,25	1,303	0,326	7,17
3	38,3	38,45	87	7569	12	1,59	1,283	2,04	44,88
4	38,55	38,6	88	7744	18	2,32	1,29	2,993	65,84
5	33	33,45	88	7744	23,5	3,03	1,29	3,909	85,99
6	35,75	35,9	86	7396	12,4	1,68	1,276	2,144	47,16
7	34,3	34,5	87	7569	29,5	3,9	1,283	5,004	110,08
8	34,5	34,6	88	7744	0,3	0,04	1,29	0,052	1,14
9	35,8	36	89	7921	16	2,02	1,296	2,618	57,59
10	35	35,35	88	7744	46	5,94	1,29	7,663	168,58
11	35,55	35,7	88	7744	8	1,03	1,29	1,329	29,23
12	40,8	41,04	88	7744	46	5,94	1,29	7,663	168,58
13	41,05	41,2	89	7921	32	4,04	1,296	5,236	115,19
14	41,2	41,37	88	7744	25	3,23	1,29	4,167	91,67
15	42	42,1	89	7921	18	2,27	1,296	2,942	64,72
16	42,3	42,4	64	4096	12	2,93	1,117	3,273	72
17	42,85	43	89	7921	19	2,4	1,296	3,11	68,43
18	44,3	44,4	89	7921	14,5	1,83	1,296	2,372	52,18
19	46,65	46,75	78	6084	23,5	3,86	1,222	4,717	103,77
20	46,9	47	89	7921	32,5	4,1	1,296	5,314	116,9
21	47,3	47,45	89	7921	3,7	0,47	1,296	0,609	13,4
22	48,25	48,35	88	7744	6	0,77	1,29	0,993	21,85
23	51,45	51,55	88	7744	2,05	0,26	1,29	0,335	7,38
24	51,55	51,65	84	7056	0	0	1,263	0	0
25	52,45	52,55	82	6724	1,5	0,22	1,249	0,275	6,05
26	52,75	52,9	63	3969	3,65	0,92	1,11	1,021	22,47
27	52,97	53,15	89	7921	6,5	0,82	1,296	1,063	23,38
28	53,5	53,75	57	3249	9,5	2,92	1,061	3,098	68,16
29	54,5	54,7	89	7921	8,5	1,07	1,296	1,387	30,51
30	55,75	55,95	70	4900	0,85	0,17	1,163	0,198	4,35
31	56,05	56,2	60	3600	16,5	4,58	1,086	4,974	109,43
32	56,5	56,65	88	7744	5,3	0,68	1,29	0,877	19,3
33	56,7	56,85	88	7744	3,3	0,43	1,29	0,555	12,2
34	56,75	56,9	87	7569	0,1	0,01	1,283	0,013	0,28

**Tablo D1: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP 101</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm2)	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
31	56,05	56,2	60	3600	16,5	4,58	1,086	4,974	109,43
32	56,5	56,65	88	7744	5,3	0,68	1,29	0,877	19,3
33	56,7	56,85	88	7744	3,3	0,43	1,29	0,555	12,2
34	56,75	56,9	87	7569	0,1	0,01	1,283	0,013	0,28
35	57,25	57,4	88	7744	0	0	1,29	0	0
36	57,6	57,68	89	7921	5,2	0,66	1,296	0,855	18,82
37	57,7	57,85	89	7921	0,4	0,05	1,296	0,065	1,43
38	58,15	58,25	89	7921	4,1	0,52	1,296	0,674	14,83
39	60,75	66,93	87	7569	4,95	0,65	1,283	0,834	18,35
40	62,4	62,6	89	7921	18	2,27	1,296	2,942	64,72
41	63,1	63,28	50	2500	31	12,4	1	12,4	272,8
42	62,75	62,95	50	2500	35	14	1	14	308
43	65,6	65,75	50	2500	16	6,4	1	6,4	140,8
44	66,25	66,4	50	2500	2	0,8	1	0,8	17,6
45	67,25	67,45	55	3025	11	3,64	1,044	3,8	83,6
46	68	68,2	88	7744	4,5	0,58	1,29	0,748	16,46
47	68,53	68,69	89	7921	24	3,03	1,296	3,927	86,39
48	68,8	69	88	7744	13	1,68	1,29	2,167	47,68
49	69,35	69,55	89	7921	23,5	2,97	1,296	3,849	84,68
50	69,7	69,9	50	2500	26	10,4	1	10,4	228,8
51	70,45	70,6	50	2500	1,5	0,6	1	0,6	13,2
52	71,65	71,75	50	2500	13	5,2	1	5,2	114,4
53	71,95	72,05	88	7744	13	1,68	1,29	2,167	47,68
54	72,45	72,55	50	2500	5,5	2,2	1	2,2	48,4
55	74,4	74,5	50	2500	25	10	1	10	220
56	75,5	75,6	40	1600	13	8,13	0,904	7,35	161,69
57	76,9	77	89	7921	6	0,76	1,296	0,985	21,67
58	77,4	77,5	88	7744	5	0,65	1,29	0,839	18,45

**Tablo D2: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP102</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm2)	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
1	20,5	20,7	88	7744	38	2,5	1,29	3,225	70,95
2	21,4	21,6	85	7225	13,5	0,25	1,27	0,318	6,99
3	22	22,15	88	7744	22	1,59	1,29	2,051	45,12
4	22,35	22,5	85	7225	37	4,91	1,27	6,236	137,19
5	22,75	22,9	88	7744	29,5	1,87	1,29	2,412	53,07

**Tablo D2: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP102</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm2)	Kırılma Yükü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
6	24,4	24,6	89	7921	32,5	2,84	1,296	3,681	80,97
7	24,85	25,6	88	7744	30,5	5,12	1,29	6,605	145,31
8	25,5	25,65	85	7225	16,5	3,81	1,27	4,839	106,45
9	25,75	25,9	90	8100	38	4,1	1,303	5,342	117,53
10	26	26,2	90	8100	32	3,94	1,303	5,134	112,94
11	26,8	27,1	86	7396	38	2,28	1,276	2,909	64
12	28,4	28,55	88	7744	4,5	4,69	1,29	6,05	133,1
13	29,75	29,9	88,5	7832	40	3,95	1,293	5,107	112,36
14	30,75	31	89	7921	20	5,14	1,296	6,661	146,55
15	31,75	31,95	89	7921	11	0,58	1,296	0,752	16,54
16	33	33,35	89	7921	45	5,11	1,296	6,623	145,7
17	33,4	33,6	89	7921	20	2,52	1,296	3,266	71,85
18	33,75	33,95	89	7921	54	6,82	1,296	8,839	194,45
19	34,5	34,7	89	7921	33	4,17	1,296	5,404	118,9
20	34,9	35,1	89	7921	22	2,78	1,296	3,603	79,26
21	35,75	35,95	88,8	7885	34	4,32	1,295	5,594	123,08
22	36,05	36,25	89	7921	42	5,3	1,296	6,869	151,11
23	37,15	37,35	89	7921	26,5	3,35	1,296	4,342	95,52
24	37,8	38	89,3	7974	38	4,77	1,298	6,191	136,21
25	39,25	39,4	89	7921	38	4,8	1,296	6,221	136,86
26	39,7	39,85	88	7744	18	2,32	1,29	2,993	65,84
27	43,25	43,4	88	7744	22	2,84	1,29	3,664	80,6
28	43,55	43,75	87	7569	33,5	4,43	1,283	5,684	125,04
29	43,3	44,5	87,8	7709	24,5	3,18	1,288	4,096	90,11
30	45,25	45,4	86,3	7448	11	1,48	1,278	1,891	41,61
31	45,85	46,05	67,8	4597	7,5	1,63	1,146	1,868	41,1
32	46,25	46,45	56,5	3192	31	9,71	1,057	10,263	225,8
33	47,15	47,3	70	4900	24,5	5	1,163	5,815	127,93
34	50,8	50,95	85	7225	22,75	3,15	1,27	4,001	88,01
35	51,85	52	89	7921	50	6,31	1,296	8,178	179,91
36	52,2	52,5	78,8	6209	26	4,19	1,227	5,141	113,1
37	53,8	54	87	7569	26	3,44	1,283	4,414	97,1
38	54,55	54,75	78	6084	36,5	6	1,222	7,332	161,3
39	54,9	58,1	87,8	7709	13	1,6	1,288	2,061	45,34
40	55,55	55,75	87,5	7656	41	5,36	1,286	6,893	151,65
41	56	56,15	88,5	7832	49	6,26	1,293	8,094	178,07
42	59,1	59,25	88	7744	2,8	0,36	1,29	0,464	10,22
43	60,25	60,4	85	7225	20	2,77	1,27	3,518	77,39
44	61,4	61,7	89	7921	8,5	1,07	1,296	1,387	30,51
45	61,75	62	89	7921	3,85	0,49	1,296	0,635	13,97
46	62	62,25	89	7921	28	3,53	1,296	4,575	100,65
47	62,4	63,05	89	7921	14	1,77	1,296	2,294	50,47
48	63,05	63,35	89	7921	35	4,42	1,296	5,728	126,02
49	63,95	64,25	89	7921	2,2	0,28	1,296	0,363	7,98
50	65,4	65,9	89	7921	25,5	3,22	1,296	4,173	91,81

**Tablo D2: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP102</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
51	66,85	67,05	88,5	7832	27	3,45	1,293	4,461	98,14
52	69,15	69,35	88	7744	15,5	2	1,29	2,58	56,76
53	69,85	70	58,5	3422	4	1,17	1,073	1,255	27,62
54	71,5	71,7	88,3	7797	0	0	1,291	0	0
55	71,7	72,06	89	7921	14	1,77	1,296	2,294	50,47
56	73,2	73,3	88	7744	1,9	0,25	1,29	0,323	7,1
57	73,4	73,7	88,8	7885	11	1,4	1,293	1,81	39,82
58	73,7	73,8	88,5	7832	0	0	1,293	0	0
59	74,4	74,6	87,8	7709	5,2	0,68	1,288	0,876	19,27
60	75	75,15	90	8100	38	4,69	1,303	6,111	134,44
61	75,5	75,7	89	7921	13,5	1,7	1,296	2,203	48,47
62	76,7	76,85	89	7921	9	1,14	1,296	1,477	32,5
63	77,5	77,6	89	7921	6	0,76	1,296	0,985	21,67
64	79,3	79,6	88	7744	27	3,49	1,29	4,502	99,05
65	79,6	79,8	88	7744	7,5	0,97	1,29	1,251	27,53
66	80	80,25	88,3	7797	12	1,54	1,291	1,988	43,74
67	80,25	80,5	88	7744	2,05	0,26	1,29	0,335	7,38

**Tablo D3: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP 103</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
1	30,1	30,2	89	7921	2,9	1,51	1,296	1,957	43,05
2	31,45	31,6	89	7921	12	6,06	1,296	7,854	172,78
3	31,25	31,45	89	7921	48	4,92	1,296	6,376	140,28
4	32,85	33	89	7921	39	6,25	1,296	8,1	178,2
5	33	33,2	89	7921	49,5	4,67	1,296	6,052	133,15
6	33,4	33,6	89	7921	37	3,64	1,296	4,717	103,78
7	33,75	34	88,5	7832	28,5	2,71	1,293	3,504	77,09
8	34,3	34,7	89	7921	21,5	3,53	1,296	4,575	100,65
9	34,7	35	89	7921	28	2,02	1,296	2,618	57,59
10	35	35,25	89	7921	16	2,55	1,296	3,305	72,71
11	35,8	36	88,5	7832	20	3,45	1,293	4,461	98,14
12	36	36,2	88,5	7832	27	3,45	1,293	4,461	98,14
13	37	37,3	88,5	7832	27	5,43	1,293	7,021	154,46
14	37,5	37,8	89	7921	43	2,65	1,296	3,434	75,56
15	38,2	38,5	89	7921	21	2,55	1,296	3,305	72,71
16	38,8	39	88,5	7832	20	2,76	1,293	3,569	78,51
17	39,8	40,2	89	7921	21,9	1,14	1,296	1,477	32,5
18	40,5	40,7	89	7921	9	3,53	1,296	4,575	100,65
19	41	41,4	89	7921	28	5,55	1,296	7,193	158,24
20	41,4	42	89	7921	44	4,8	1,296	6,221	136,86

**Tablo D3: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP 103</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
21	42,2	42,5	89	7921	38	3,91	1,296	5,067	111,48
22	42,8	43	89	7921	31	1,07	1,296	1,387	30,51
23	43,6	43,8	89	7921	8,5	1,77	1,296	2,294	50,47
24	44,5	44,7	89	7921	14	6,56	1,296	8,502	187,04
25	45	45,3	89	7921	52	3,84	1,296	4,977	109,49
26	45,5	45,9	88,4	7815	30	4,67	1,292	6,034	132,74
27	46,85	47	89	7921	37	2,4	1,296	3,11	68,43
28	47,5	48	89	7921	19	3,09	1,296	4,005	88,1
29	48	48,35	89	7921	24,5	3,41	1,296	4,419	97,23
30	48,3	48,65	89	7921	27	0,52	1,296	0,674	14,83
31	48,65	48,85	89	7921	4,1	6,75	1,296	8,748	192,46
32	49,1	49,5	89	7921	53,5	0,37	1,296	0,48	10,55
33	49,5	49,7	89	7921	2,95	2,21	1,296	2,864	63,01
34	50,4	50,54	89	7921	17,5	1,7	1,296	2,203	48,47
35	50,75	51	89	7921	13,5	1,83	1,296	2,372	52,18
36	51,1	51,35	89	7921	14,5	1,96	1,296	2,54	55,88
37	51,35	51,65	89	7921	15,5	1,89	1,296	2,449	53,89
38	52,5	53	89	7921	15	1,77	1,296	2,294	50,47
39	53	53,5	89	7921	14	0,63	1,296	0,816	17,96
40	53,5	54	89	7921	5	2,71	1,296	3,512	77,27
41	54	54,5	89	7921	21,5	1,7	1,296	2,203	48,47
42	54,7	55	89	7921	13,5	1,7	1,296	2,203	48,47
43	55	55,45	89	7921	13,5	1,7	1,296	2,203	48,47
44	55,5	56	89	7921	13,5	2,58	1,296	3,344	73,56
45	56,4	56,5	87	7569	19,5	1,2	1,283	1,54	33,87
46	56,85	57	89	7921	9,5	0,32	1,296	0,415	9,12
47	57,5	57,7	88,5	7832	2,5	0,77	1,293	0,996	21,9
48	58	58,2	88,5	7832	6	1,51	1,296	1,957	43,05
49	58,5	59	89	7921	12	1,14	1,296	1,477	32,5
50	59,25	59,55	89	7921	9	2,27	1,296	2,942	64,72
51	60	60,15	89	7921	18	1,26	1,296	1,633	35,93
52	60,5	60,8	89	7921	10	1,26	1,296	1,633	35,93
53	61	61,5	89	7921	10	2,65	1,296	3,434	75,56
54	62	62,3	89	7921	21	1,01	1,296	1,309	28,8
55	62,7	63	89	7921	8	1,89	1,296	2,449	53,89
56	63,4	63,7	89	7921	15	2,97	1,296	3,849	84,68
57	64	64,3	89	7921	23,5	0,63	1,296	0,816	17,96
58	65,4	65,7	89	7921	5	1,89	1,296	2,449	53,89
59	66	66,2	89	7921	4	1,89	1,296	2,449	53,89
60	66,45	66,75	89	7921	5,5	0,63	1,296	0,816	17,96
61	66,75	66,9	89	7921	3,9	0,5	1,296	0,648	14,26
62	67	67,3	89	7921	4,8	0,69	1,296	0,894	19,67
63	68	68,25	89	7921	16	0,5	1,296	0,648	14,26
64	68,7	69,1	88	7744	0,05	0,61	1,29	0,787	17,31
65	69,1	69,35	89	7921	2,9	2,02	1,296	2,618	57,59

**Tablo D3: Nokta yükleme deneyi sonuçları**

<b>BMP 103</b>									
Örnek no	Derinlik(m)		D (mm)	De2 (mm2)	Kırılma Yüğü (kN)	Nokta yük indeksi (Is)	Düzeltilme katsayısı (F)	Is(50)	Mpa
	Üst	Alt							
66	69,75	69,9	89	7921	2,4	0,01	1,296	0,013	0,29
67	70,12	70,5	89	7921	0	0,37	1,296	0,48	10,55
68	70,8	71	89	7921	4	0,3	1,296	0,389	8,55
69	71,2	71,5	89	7921	0,15	0	1,296	0	0
70	71,5	71,7	89	7921	18,5	0,5	1,296	0,648	14,26
71	71,7	72	89	7921	0,05	0,02	1,296	0,026	0,57
72	72	72,3	89,5	8010	0	2,34	1,3	3,042	66,92
73	72,3	72,5	89	7921	5	0,01	1,296	0,013	0,29
74	73	73,3	89	7921	2,9	0	1,296	0	0
75	73,7	74	89	7921	0	0,63	1,296	0,816	17,96
76	74	74,3	89	7921	0,05	0,37	1,296	0,48	10,55
77	75	75,3	89	7921	0	0	1,296	0	0
78	75,5	75,7	89	7921	0,5	0,01	1,296	0,013	0,29
79	76,15	76,35	89	7921	2,5	0	1,296	0	0
80	77	77,3	89	7921	0,85	0,06	1,296	0,078	1,71
81	77,5	77,7	89	7921	0,05	0,32	1,296	0,415	9,12
82	78,2	78,5	89	7921	3,8	0,11	1,298	0,143	3,14
83	78,5	78,8	89	7921	1,75	0,01	1,296	0,013	0,29
84	79	79,5	89	7921	0,05	0,5	1,29	0,645	14,19
85	79,8	80,45	89	7921	1,2	0,23	1,29	0,297	6,53
86	80,1	81,5	89	7921	0,35	0,01	1,283	0,013	0,28
87	80,8	81,75	89	7921	0	0,17	1,288	0,219	4,82
88	81,5	82	89	7921	0	0,05	1,278	0,064	1,41
89	81,75	82,55	89	7921	0,05	0	1,146	0	0
90	82,3	83,15	89	7921	0,15	0	1,057	0	0
91	83	83,5	88,5	7832	1	0,01	1,163	0,012	0,26
92	83,35	84,25	89	7921	1	0,02	1,27	0,025	0,56
93	84	84,75	89	7921	0,4	0,13	1,296	0,168	3,71
94	84,25	85,25	89	7921	8	0,12	1,227	0,147	3,24
95	84,95	85,45	89	7921	7	0,05	1,283	0,064	1,41
96	85,45	85,75	89	7921	5	1	1,222	1,222	26,88
97	85,75	86,25	89	7921	0,7	0,87	1,288	1,121	24,65
98	86,6	86,75	89	7921	0,15	0,62	1,286	0,797	17,54
99	86,8	87,1	89	7921	0	0,09	1,293	0,116	2,56
100	87,25	87,65	89	7921	15	0,02	1,29	0,026	0,57
101	87,75	88	88,4	7815	4	0	1,27	0	0
102	88,3	88,6	89	7921	0,35	1,89	1,296	2,449	53,89
103	89,95	90,25	89	7921	3,75	0,51	1,296	0,661	14,54
104	90,25	90,5	89	7921	0	0,04	1,296	0,052	1,14
105	90,5	90,65	89	7921	4,7	0,48	1,296	0,622	13,69
106	90,65	90,85	89	7921	21	0	1,296	0	0
107	90,85	91	89	7921	14	0,59	1,296	0,765	16,82
108	91,75	92,25	89	7921	20	2,62	1,296	3,396	74,7
109	92,65	92,8	89	7921	26	1,75	1,296	2,268	49,9
110	93	93,25	89	7921	15,5	2,5	1,296	3,24	71,28

## **ÖZGEÇMİŞ**

4 Nisan 1980’de İstanbul’da doğdum. Özel Dost İlkokulu’nun ardından 1998 yılında Özel Darüşşafaka Lisesini bitirdim. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği anabilimdalında öğrenim görmeye başladım. Lisans öğrenimimi 2003 yılında tamamladıktan sonra yine İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Uygulamalı Jeoloji Anabilimdalında yüksek lisans öğrenimime başladım. Yüksek lisans çalışmam 2007 yılı Haziran ayında sonuçlandı. Şu anda özel bir şirkette iş geliştirme sorumlusu olarak çalışmaktayım.