

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN İŞLETMELERİNİN PLANLAMASINDA
ÜÇ BOYUTLU MODELLEME (3D) VE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)
UYGULAMALARI

Utku EFE

Mart, 2013
İZMİR

**MADEN İŞLETMELERİNİN PLANLAMASINDA
ÜÇ BOYUTLU MODELLEME (3D) VE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)
UYGULAMALARI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı**

Utku EFE

**Mart, 2013
İZMİR**

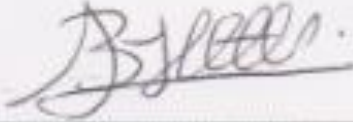
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

UTKU EFE, tarafından DOÇ. DR. BAYRAM KAHRAMAN yönetiminde hazırlanan "MADEN İŞLETMELERİNİN PLANLAMASINDA ÜÇ BOYUTLU MODELLEME (3D) VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMALARI" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

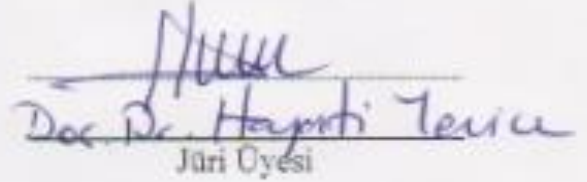


Doç. Dr. Bayram KAHRAMAN

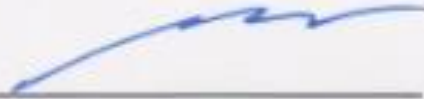
Yönetici



Doç. Dr. A. Bahadır YORUN
Jüri Üyesi



Doç. Dr. Hayati TERİCİ
Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Eğitim ğretim hayatım boyunca bana katkıda bulunan bütün öğretmenlerime, büyüklerime, yakınlarıma; ayrıca bu çalışmadaki katkılarından dolayı Sevinç DOĞAN, Sevgi DOĞAN ve Vehbi ÖZACAR’a, çalışmam sırasında bana yardımcı olup yol gösteren ve bolca sabır gösteren Doç. Dr. Bayram KAHRAMAN’a çok teşekkür ederim.

Zamanlarını, dostluklarını, arkadaşlıklarını ve yaşama sevinçlerini paylaştığım sevdiğim tüm insanlara sonsuz teşekkür ederim.

Benden maddi ve manevi anlamda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, beni yetiştiren, beni ben yapan ve her zaman yanımda olan çok sevdiğim ailem;

Annem ve babam, Binay – İbrahim EFE:

Bu günlere gelmemdeki, bu tezi de bitirebilmemdeki en büyük pay yine sizin ve size binlerce kez teşekkür ederim. İyi ki varsınız. Sizi çok seviyorum.

Utku EFE

MADEN İŞLETMELERİNİN PLANLAMASINDA ÜÇ BOYUTLU MODELLEME (3D) VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMALARI

ÖZ

Tez kapsamında günümüz madencilik çalışmalarındaki bilgisayar uygulamalarına yer verilmiştir.

Harita bilgisi, jeostatistik, coğrafi bilgi sistemleri, üç boyutlu modelleme üzerine bilgiler verilmiş, Netcad ve Surpac programlarıyla uygulamalar yapılmıştır. Uygulamaların yapım yöntemleri ve uygulama evreleri görsel olarak gösterilmiştir.

Harita üzerindeki verilerin mevcut koordinat sistemine uydurulup imalat haritası oluşturmadaki aşamaları değerlendirilmiştir. Bir topoğrafik haritanın sayısallaştırılarak üç boyutlu hale getirilmesi, şev ve basamak oluşturma çalışmaları yapılmıştır. Oluşturulan alan ve hacimlerin hesaplamaları yapılmış, üç boyutlu blok model tasarımları jeostatistiksel yöntemlerle incelenmiş ve mevcut analiz sonuçlarına ve belirlenen kısıtlara bağlı raporlamalar yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: Üç boyutlu modelleme, Netcad, Surpac, CBS, rezerv hesabı, imalat haritası hazırlama, şev çizimi, jeostatistik, harita bilgisi

THREE DIMENSIONAL MODELLING (3D) and GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) APPLICATIONS IN MINING PLANTS PLANNING

ABSTRACT

Thesis content is equipped with computer applications of present day mining studies.

Data is given that is about map information, geostatistics, geographical information systems, three dimensional modelling, applications are done with Netcad and Surpac programmes. Formation methods of applications and application steps are shown visually.

Data of map is adapted to current coordinate system then steps of manufacturing preparation map are evaluated. A topographic map is digitized then converted into three dimensional status, slope and bench formation studies are performed. Calculation of formed areas and volumes is done, three dimensional block model designs are studied and reporting is done with respect to current analysis results and fixed constraints.

Keywords: Three dimensional modelling, Netcad, Surpac, GIS, reserve calculation, preparation of manufacturing map, drawing of glaxis, geostatistics, map information

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xviii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1

1.1 Madencilik.....	1
1.2 Madencilikte Bilgisayar Kullanımı ve Önemi.....	2

BÖLÜM İKİ - MADENCİLİKTE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD) VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (GIS)..... 4

2.1 Üç Boyutlu Madencilik Programlarının Kullanıldığı Yerler ve Kullanım Alanları.....	4
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Programlarının Kullanıldığı Yerler ve Kullanım Alanları.....	9

BÖLÜM ÜÇ - HARİTA BİLGİSİ 10

3.1 Haritanın Tanımı	10
3.2 Haritalarda Aranılan Özellikler	10
3.3 Projeksiyon Sistemleri.....	12

3.3.1 Temel Kavramlar	12
3.3.1.1 Harita Projeksiyonu	12
3.3.1.2 Projeksiyon Yüzeyi.....	12
3.3.1.3 Deformasyon	12
3.3.2 Projeksiyon Yöntemleri	13
3.3.3 Projeksiyonların Sınıflandırılması	13
3.3.3.1 Merkator Projeksiyonu.....	16
3.3.3.2 Gauss-Kruger Projeksiyonu.....	16
3.3.3.3 Universal Transversal Merkator (UTM) İzdüşümü.....	17
3.3.3.4 Universal Polar Stereografik (UPS) İzdüşümü	19
3.3.3.5 Lambert Konform Konik Projeksiyon	20
3.4 Harita Üzerinde Yer Alan Bildirim (Referans) Sistemleri	24
3.4.1 Genel Kavramlar.....	24
3.4.2 Bildirim Sistemleri	25
3.4.2.1 Grid Koordinat Sistemi	25
3.4.2.2 Askeri Grid Referans Sistemi.....	26
3.4.2.3 Coğrafi Koordinat Sistemi.....	26
3.4.2.4 Georef Sistemi.....	27
3.5 Haritalarda Kesit Alma.....	27
3.5.1 Kesitin Tanımı	27
3.5.2 Kesit Ölçeği	28

BÖLÜM DÖRT - MADENCİLİKTE ÜÇ BOYUTLU MODELLEME VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD)..... 30

4.1 Giriş	30
4.2 Üç Boyutlu Modellemede Sondaj ve Veri	30

4.2.1 Mühendislikte Sondajın Yeri	30
4.2.2 Sondajlarda Derinliğe Göre Sınıflandırma	31
4.2.3 Numune Alma ve Önemi	32
4.3 İstatistik	33
4.3.1 Giriş, Veri Analizi	33
4.3.2 Lokasyon İstatistikleri	34
4.3.3 Yayılım İstatistikleri	34
4.3.4 Şekil Ölçen İstatistikler.....	35
4.4 Jeostatistik	35
4.4.1 Uzaklığa Bağlı İlişki Fonksiyonu (Variogram)	37
4.4.2 Variogram Modelleri	39
4.4.2.1 Küresel Model	40
4.4.2.2 Üssel Model.....	40
4.4.2.3 Gauss Modeli.....	41
4.4.2.4 Power Modeli	42
4.4.3 Variogramlardan Elde Edilen Sayısal Bilgilerin Anlamı	42
4.4.4 Kriging Yöntemi	44
4.4.4.1 Kriging Teorisi	44
4.4.5 Anizotropi	45
BÖLÜM BEŞ - MADENCİLİKTE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS - GIS)	46
5.1 Giriş	46
5.2 CBS Bileşenleri	47
5.2.1 Donanım	48
5.2.2 Yazılım	49

5.2.3 Veri	49
5.2.4 İnsan.....	50
5.2.5 Yöntem	50
5.3 CBS Nasıl Çalışır?.....	51
5.3.1 Vektörel Veri Modelleri	51
5.3.2 Raster (Hücreli) Veri Modelleri	52
5.3.3.1 Veri Toplama.....	54
5.3.3.2 Veri Yönetimi.....	54
5.3.3.3 Veri İşlem	55
5.3.3.3. Veri Sunumu.....	55
5.4 Madencilikte CBS ve Yardımcı Teknolojiler.....	55
5.5 Örnek CBS Yazılımları	58
5.5.1 ArcInfo (ESRI) Yazılımı	58
5.5.2 ArcView GIS (ESRI) Yazılımı.....	60
5.5.3 SDE (ESRI) Yazılımı	61
5.5.4 MapObjects (ESRI) Yazılımı	62
5.5.5 ArcIMS (ESRI) Yazılımı.....	63
5.5.6 Microstation GeoGraphics Yazılımı.....	64
5.5.7 GeoEngineering Yazılımı	64
5.5.8 Intergraph MGE: Modular GIS Environment Yazılımı	65
5.5.9 GeoMedia Yazılımı	65
5.5.10 AutoCAD MAP Yazılımı	66
5.5.11 MapInfo Yazılımı Ürünleri.....	66
5.5.12 MapInfo Professional Yazılımı.....	67
5.5.13 MapInfo MapBasic Yazılımı	67
5.5.14 MapX Yazılımı	67

5.5.15 SpatialWare Yazılımı.....	68
5.5.16 Maptitude Yazılımı	68
5.5.17 Landmarks Graphics Yazılımı	68
5.5.18 ARGUS Yazılımı.....	69
5.5.19 Geo-dataWorks Yazılımı	69
5.5.20 Caris Yazılımı	69
5.5.21 CARIS LIS/GIS Yazılımı	69
5.5.22 SMALLWORLD Yazılımı	70
5.5.23 IDRISI Yazılımı.....	71
5.5.24 GRASS Yazılımı	71
5.5.25 NETCAD Yazılımı	73
5.5.26 EGHAS Yazılımı	74
BÖLÜM ALTI - UYGULAMALAR.....	77
6.1 Netcad GIS Yazılımı	77
6.1.1 Netcad Projeksiyon Tanımlaması	77
6.1.2 Netcad – Netsurf Modülü	89
6.1.3 Kesit Alma.....	91
6.2 Gemcom Surpac Yazılımı	95
6.2.1 Programda Kullanılacak Olan Verilerin Microsoft Office – Excel ile Hazırlanıp Microsoft Office – Access Dosyası Oluşturulması.....	95
6.2.2 Gemcom Surpac Programının Kullanılması	99
6.2.3 Blok Model Oluşturma	109
6.2.4 Açık İşletme Tasarımı	129
BÖLÜM YEDİ - SONUÇLAR.....	148

KAYNAKLAR	150
------------------------	------------

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 CBS'nin madencilik yazılımları ve Bilgisayar Destekli Tasarım ile birlikte kullanımı	9
Şekil 3.1 Harita projeksiyonlarında yüzeylerin durumları. (a)normal konumlu düzlem, (b)normal konumlu silindirik, (c)normal konumlu konik, (d)eğik konumlu düzlem, (e)transversal konumlu silindirik, (f)eğik konumlu konik projeksiyon.	15
Şekil 3.2 Universal Transversal Merkator (UTM) İzdüşümü	18
Şekil 3.3 Universal Polar Stereografik (UPS) İzdüşümü	19
Şekil 3.4 Tek standart paralelli izdüşüm	20
Şekil 3.5 Çift standart paraleli izdüşüm	21
Şekil 3.6 Paralelinde koninin teğet olduğu tek standart paralelli projeksiyon	22
Şekil 3.7 Eckert IV projeksiyonu	22
Şekil 3.8 Merkator projeksiyonu	23
Şekil 3.9 Mollweide projeksiyonu (Alan koruyan).....	23
Şekil 3.10 Robinson projeksiyonu	24
Şekil 3.11 Topoğrafik haritadan kesit örneği	28
Tablo 3.1 Abartma oranları	29
Şekil 4.1 Tepe değeri ve yapısal uzaklık.....	38
Şekil 4.2 Küresel model variogram.....	40
Şekil 4.3 Üssel model variogram	41
Şekil 4.4 Gauss model variogram	41
Şekil 4.5 Power model variogram.....	42
Şekil 5.1 CBS'nin temel bileşenleri	48
Şekil 5.2 Vektör tabanlı CBS (NAOO-NSC,2006).....	51
Şekil 5.3 Vektörel veri modelleri	52
Şekil 5.4 Raster tabanlı CBS (Sprague et. al. , 2007)	53
Şekil 5.5 ArcGIS Desktop yazılımı.....	59
Şekil 5.6 ArcView GIS (ESRI) yazılımından örnek görüntü.....	60
Şekil 5.7 SDE (ESRI).....	61
Şekil 5.9 ArcIMS (ESRI)	63

Şekil 5.10 Microstation GeoGraphics	64
Şekil 5.11 GeoMedia.....	65
Şekil 5.12 AutoCAD MAP	66
Şekil 5.13 MapInfo Professional.....	67
Şekil 5.14 Maptitude	68
Şekil 5.15 Caris.....	70
Şekil 5.16 IDRISI	71
Şekil 5.17 GRASS.....	72
Şekil 5.18 NETCAD GIS 5.0.....	74
Şekil 5.19 NETCAD GIS 5.1	74
Şekil 5.20 EGHAS EMAD	76
Şekil 6.1 Netcad Gis genel ayarlar	77
Şekil 6.2 Netcad Gis UTM 6° lik Türkiye haritası	78
Şekil 6.3 Netcad Gis pafta editörü	78
Şekil 6.4 Netcad Gis tabaka ekranı	79
Şekil 6.5 Netcad Gis paftaların çerçeve görüntüsü	79
Şekil 6.6 Netcad Gis koordinat tanımlaması onay ekranı	80
Şekil 6.7 Netcad Gis haritanın paftaya oturtulması	80
Şekil 6.8 Netcad Gis koordinat hesap makinesi ekranı.....	81
Şekil 6.9 Netcad Gis koordinat girme ekranı	81
Şekil 6.10 Netcad Gis affine dönüşümü ekranı.....	82
Şekil 6.11 Netcad Gis raster değişiklik onay ekranı	82
Şekil 6.12 Netcad Gis rasterlanmış harita görüntüsü	83
Şekil 6.13 Netcad Gis raster yöneticisi ekranı	83
Şekil 6.14 Netcad Gis referans yöneticisi ekranı	84
Şekil 6.15 Netcad Gis referans özellikleri ekranı.....	84
Şekil 6.16 Netcad Gis 1/25.000'lik haritanın uygun paftaya atanmış ekran görüntüsü	85
Şekil 6.17 Netcad Gis nokta yakalama ekran görüntüsü	85
Şekil 6.18 Netcad Gis affine dönüşümü ekranı.....	86
Şekil 6.19 Netcad Gis 1/25.000'lik haritaların uygun paftalara atanmış ekran görüntüsü.....	86

Şekil 6.20 Netcad Gis koordinat bilgileri girme ekranı	87
Şekil 6.21 Netcad Gis mevcut ruhsat sahası	87
Şekil 6.22 Netcad Gis mevcut ruhsat sahası alanı.....	88
Şekil 6.23 Netcad Gis obje özellikleri ekranı.....	88
Şekil 6.24 Netsurf şev tipi seçme ekranı	89
Şekil 6.25 Netsurf şev taramaları	90
Şekil 6.26 Netsurf üçgenleme	90
Şekil 6.27 Netsurf enkesit çizimi ayar ekranı	91
Şekil 6.28 Netsurf enkesit görüntüleri	92
Şekil 6.29 Netsurf profil görüntü	92
Şekil 6.30 Netsurf yakınlaştırılmış profil görüntü	93
Şekil 6.31 Netsurf kübaj hesap raporu	93
Tablo 6.1 Collar tablosu başlıkları	95
Tablo 6.2 Survey tablosu başlıkları.....	95
Tablo 6.3 Litoloji tablosu başlıkları	95
Tablo 6.4 Analiz tablosu başlıkları	95
Şekil 6.32 Access veritabanı dış veri alma veri kaynağını belirtme ekranı	96
Şekil 6.33 Access elektronik tablo alma ekranı	96
Şekil 6.34 Access elektronik tablo alma başlıkların tanımlanmış görüntüsü.....	97
Şekil 6.35 Access elektronik tablo alma birincil anahtar tercih ekranı.....	97
Şekil 6.36 Access elektronik tablo alma tablo ismini oluşturma	98
Şekil 6.37 Access veritabanı tabloları.....	98
Şekil 6.38 Access veritabanını (2000) olarak kaydetme	99
Şekil 6.39 Surpac ana çalışma ve kayıt klasörü belirleme ekranı	99
Şekil 6.40 Surpac veritabanı ulaşım ekranı.....	100
Şekil 6.41 Surpac veritabanı seçme ekranı	100
Şekil 6.42 Surpac veritabanı eşleştirme ekranı	101
Şekil 6.43 Surpac zorunlu veritabanı tabloları oluşturma ekranı.....	101
Şekil 6.44 Surpac zorunlu veritabanı tablolarının oluşturulduğuna dair onay ekranı	102
Şekil 6.45 Surpac veritabanı tabloları bütünü	102
Şekil 6.46 Surpac sondaj deliklerinin işaretlenmesi	103

Şekil 6.47 Surpac sondaj deliklerinin isimlendirilmesi.....	103
Şekil 6.48 Surpac sondajların litolojisi	104
Şekil 6.49 Surpac sondaj analiz değerlerinin gösterimi	104
Şekil 6.50 Surpac sondaj kısıtları girme ekranı	104
Şekil 6.51 Surpac veritabanı yüklenmiş ekran görüntüsü.....	105
Şekil 6.52 Surpac display menüsü sondaj biçim ekranı.....	105
Şekil 6.53 Surpac veritabanı sondaj biçim ekranı.....	106
Şekil 6.54 Surpac analiz değerlerinin veritabanından okunması	106
Şekil 6.55 Surpac analiz verilerinin düzenlenmesi	107
Şekil 6.56 Surpac analiz verilerinin sondaj deliklerinde gösterilmesi	107
Şekil 6.57 Surpac analiz verilerinin renklendirilmesi	108
Şekil 6.58 Surpac litoloji verilerinin veritabanından okunması.....	108
Şekil 6.59 Surpac litoloji verilerinin düzenlenmesi	109
Şekil 6.60 Surpac litoloji verilerinin sondaj deliklerinde gösterilme.....	109
Şekil 6.61 Surpac composite menüsü.....	110
Şekil 6.62 Surpac sondaj veritabanını dosyasından string dosyası oluşturma	110
Şekil 6.63 Surpac sondaj veritabanı kısıt belirleme ekranı	111
Şekil 6.64 Surpac sondaj veritabanını dosyasından string dosya oluşturma sırasındaki veriler	111
Şekil 6.65 Surpac temel istatistikler.....	112
Şekil 6.66 Surpac temel istatistikler arayüzü string dosyasını yükleme ekranı	112
Şekil 6.67 Surpac histogram verileri tanımlanması	113
Şekil 6.68 Surpac mevcut sondajların SiO ₂ histogramı	113
Şekil 6.69 Surpac mevcut sondajların Al ₂ O ₃ histogramı	114
Şekil 6.70 Surpac dağılım yüzdeleri aralıklarına göre raporlama.....	114
Şekil 6.71 Surpac variogram model ekranı	115
Şekil 6.72 Blok modelde kullanılacak anizotropi elipsoide ait büyüklükler	116
Şekil 6.73 Surpac elipsoid görüntüsü.....	117
Şekil 6.74 Surpac variogram parametreleri.....	117
Şekil 6.75 Surpac variogram verileri	118
Şekil 6.76 Surpac 22,5 derecelik yayılım açısıyla oluşan variogram	119
Şekil 6.77 Surpac variogram doğrulama.....	119

Şekil 6.78 Surpac variogram parametreleri.....	120
Şekil 6.79 Surpac variogram modeli.....	121
Şekil 6.80 Surpac tahmin yapılmış veriler	121
Şekil 6.81 Surpac tahmin ve gerçek verilerin kıyaslanması	121
Şekil 6.82 Surpac gerçek ve tahmini verilerin uyumu	122
Şekil 6.83 Surpac blok model menüsü.....	122
Şekil 6.84 Surpac blok model seçimi.....	123
Şekil 6.85 Surpac uzantılı blok model dosyası oluşturma	123
Şekil 6.86 Surpac blok model tanımlamaları	124
Şekil 6.87 Surpac blok boyutları ve açıları	124
Şekil 6.88 Surpac blok model kısıtları	125
Şekil 6.89 Surpac blok model analiz kısıtları.....	125
Şekil 6.90 Surpac ordinary kriging yöntemi	126
Şekil 6.91 Surpac Al ₂ O ₃ analizlerine ait tahmin	126
Şekil 6.92 Surpac analize ait string dosyası seçimi.....	127
Şekil 6.93 Surpac ordinary kriging arama parametreleri	128
Şekil 6.94 Surpac blok renklendirmesi	128
Şekil 6.95 Surpac digitize menüsü.....	129
Şekil 6.96 Surpac belirli kotta çizim yapabilme	129
Şekil 6.97 Surpac 1200 kotunda çizilmiş dış saha sınırı.....	130
Şekil 6.98 Surpac çizim – nokta yakalama görüntüleri.....	130
Şekil 6.99 Surpac basamak şev açısı belirleme ekranı.....	131
Şekil 6.100 Surpac nokta ve segment düzenleme	131
Şekil 6.101 Surpac çizim sorgulama ekranı.....	132
Şekil 6.102 Surpac yol tasarımı	132
Şekil 6.103 Surpac basamak yüksekliği.....	133
Şekil 6.104 Surpac otomatik basamak ve yol oluşturulmuş görüntüsü	133
Şekil 6.105 Surpac hata belirleme ekranı.....	134
Şekil 6.106 Surpac otomatik basamak yol çizimi sırasında oluşan kırık noktaların görünümü	134
Şekil 6.107 Surpac basamak genişliği.....	135
Şekil 6.108 Surpac basamak görüntüsü	135

Şekil 6.109 Surpac açık işletme basamak dizaynı	136
Şekil 6.110 Surpac string dosyasından yüzey oluşturma	136
Şekil 6.111 Surpac ana ekrandan yüzey oluşturma.....	137
Şekil 6.112 Surpac string dosyasını tanımlama ve parametreleri	137
Şekil 6.113 Surpac eşyüksekti eğrileri	138
Şekil 6.114 Surpac eşyüksekti eğrileri katı modeli.....	138
Şekil 6.115 Surpac topoğrafya ve açık işletme yan görünümü	139
Şekil 6.116 Surpac topoğrafya ve açık işletme üst görünümü	139
Şekil 6.117 Surpac iki katı arasındaki kesişim bölgelerinin düzenlenmesi	140
Şekil 6.118 Surpac açık işletme görüntüsü	140
Şekil 6.119 Surpac yeni oluşturulacak tabaka ismi tanımlaması	141
Şekil 6.120 Surpac mevcut katmandaki katıyı kaydetme ekranı	141
Şekil 6.121 Surpac blok model kısıt menüsü	142
Şekil 6.122 Surpac açık işletme blok modeli	142
Şekil 6.123 Surpac blok model kısıtları	142
Şekil 6.124 Surpac blok model kısıt 1	143
Şekil 6.125 Surpac blok model kısıt 2	143
Şekil 6.126 Surpac blok model kısıt 3	143
Şekil 6.127 Surpac blok model raporlama	144
Şekil 6.128 Surpac blok model raporlama işlem ekranı	144
Şekil 6.129 Surpac blok model raporlama seçenekleri	145
Şekil 6.130 Surpac raporlama blok model kısıt tanımlama	145
Şekil 6.131 Surpac blok model raporu	146
Şekil 6.132 Surpac kesit alma	146
Şekil 6.133 Surpac kesit alma aralıkları.....	147

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Abartma oranları	29
Tablo 6.1 Collar tablosu başlıkları	95
Tablo 6.2 Survey tablosu başlıkları.....	95
Tablo 6.3 Litoloji tablosu başlıkları	95
Tablo 6.4 Analiz tablosu başlıkları	95

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Madencilik

Su kaynaklarında ve yer kabuğunda doğal vaziyette yer alan, ticari ve ekonomik kıymeti bulunan, doğalgaz, petrol, jeotermal ve su kaynakları dışındaki her çeşit maddeye maden denir. Madencilik de bu maddeyi yeryüzüne çıkarıp onu paraya dönüştürme işidir. Maden rezervlerinin aranıp bulunması, projeye dökülmesi, işletilip çıkarılması ve madenin zenginleştirilmesi ile ilgili işlemlerin hepsi madencilik konularıdır.

Ülke ekonomilerini bakımından son derece büyük önem taşıyan madencilik sektörünü, diğer ekonomik sektörlerden farklı kılan ve tek başına ayrı bir faaliyet alanı şeklinde düzenlenmesini gerektiren temel özellikleri bulunmaktadır. Söz konusu özellikler aşağıda özetlenmektedir.

- Mineral kaynakları, tükenebilir kaynaklardır.
- Çoğunlukla yer kabuğunun derinliklerinde bulunan yatak oluşumları büyük belirsizlikler taşır.
- Maden üretiminin yapıldığı yer, çoğunlukla alım satımın yapıldığı piyasalardan ya da kullanıldığı yerlerden uzaktadır.
- Üretilen cevherlerin satılabilir ürünlere dönüştürülmesi, genellikle cevherin bir ön işleme tabi tutulmasını gerektirir.
- Üretimden evvelki faaliyetler, farklı sektörlerle karşılaştırıldığında daha uzun süren, ayrıntılı olup, güç ve yüksek maliyetlidir.
- Maden arama ekonomik olarak oldukça yüksek maliyetlidir ve riski çok fazladır. Çoğu zaman tahammül edilen bu büyük maliyetlere rağmen mali olarak işletilebilir bir mineral mevcudiyeti belirlenememe ihtimali olabilir.
- Madencilik süreçlerinin her safhasında risk unsuru mevcuttur. Arama riski yanı sıra, fiyat dalgalanmaları da başka sektörlerle nazaran oldukça

büyüktür. Her an bulunabilecek ya da fiyat avantajı elde edebilecek aynı ya da ikame bir cevher kaynağının rekabeti olasıdır.

- Madencilik sektöründe ölçek ekonomisi, diğer sektörlerle göre çok daha büyük önem taşımaktadır.
- Madencilik üretimlerinin genellikle yerleşim yerlerinden uzakta yapılması zorunluluğu, altyapı inşaat maliyetlerinin diğer sektörlerle göre çok daha yüksek olmasına neden olmaktadır.
- Madencilik faaliyetleri, aramalardan madenin kapanmasına kadar olan her safhada, gerek çevre gerekse yapıldığı yerdeki yerleşim yerleri ve yerel halk üzerinde olumlu ya da olumsuz ciddi etkiler oluşturmaktadır.

Maden kaynaklarının oluşmaları milyonlarca sene alır ve yenilenebilir kaynak değildirler. Bu sebeple üretim yapılırken etkili bir planlama yapılması gerekir. Son yıllarda yükselen metal fiyatları, şimdiye kadar değerlendirilmesi ekonomik olmayan, düşük tenörlü ve teknolojik yönden sorunları olan cevherleri bile ekonomik duruma getirmiştir. Bilhassa günümüzde artan çevre duyarlılığıyla birlikte en ekonomik ve en randımanlı şekilde ülke ve dünya ekonomisine kazandırılması çok önemlidir. İmalat yaparken, ülke gereksinimlerine dikkat edilmeli ve çevresel hassasiyetle yapılmalıdır. Madencilik etkinliklerinin kaynak yitimine neden olmadan, çevresel duyarlılıkla, ekonomik kaidelere uygun ve iş sağlığı-işçi güvenliği durumları göz önüne alınarak uygulanması için ilmi verilerin kullanılması esastır.

1.2 Madencilikte Bilgisayar Kullanımı ve Önemi

Sayısal bilgisayarlar, madencilik endüstrisinde 1950'nin ikinci yarısından beri kullanılmaktadır. İlk yıllarda yapılan uygulamalar genellikle karmaşık olmayan değişik madencilik işlerinin modellenmesi ve optimizasyonunu içermekte olup, bu yıllarda madencilikte bilgisayar uygulamalarındaki gelişmelerin hızı nispeten yavaş olmuştur. Bunun nedeni kısmen o yıllarda bilgisayar fiyatlarının pahalı oluşu ve program yazmadaki güçlük kısmen de bu tip bilgisayarları kullanabilecek ve madencilik teknolojisini anlayabilen yeterli seviyede tecrübeli madencilik

personelinin azlığı olmuştur. Modelleme çalışmalarının temelini oluşturan güvenilir bir veri bankasının olmayışı da gelişmeyi önleyici diğer önemli bir faktördür.

Madencilik Yazılımları 1980’li yıllarda ayrı ayrı kullanılırken, 1985 yılından itibaren sondaj veri tabanı, istatistik, jeostatistik, jeolojik modelleme, açık işletme sınırının bulunması, açık işletme dizaynı, yer altı dizaynı, maliyet analizleri gibi birçok yazılımların birleştirilmesiyle uzman yazılımlar haline gelmiştir. Özellikle doksanlı yılların ikinci yarısından sonra bilgisayar ortamında üç boyutlu yer altı ve yerüstü maden işletme tasarım sistemlerinin yapılabilir hale gelmesi, o tarihten itibaren bu tür programların madencilik sektöründeki gelişimini ve kullanımını hızlandırmıştır. Günümüzde her çeşit maden yatağının üç boyutlu dizaynı yapılabilmektedir. Ayrıca cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemlerinin de bilgisayarda modellemesini yapan yazılımlar da mevcuttur.

Risk faktörlerinin yüksek olduğu madencilik sektöründe günümüz bilgisayar teknolojilerinin uygulanması şarttır. Bunun temel sebebi yapacağımız işleri daha hızlı ve daha kolay bir şekilde yapıp verilerimizden daha kesin sonuçlar elde ederek hata oranını en düşük seviyeye indirmektir.

BÖLÜM İKİ

MADENCİLİKTE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD) VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (GIS)

2.1 Üç Boyutlu Madencilik Programlarının Kullanıldığı Yerler ve Kullanım Alanları

Madencilik programlarının temel paket içerikleri:

- Görsellik
- Modelleme
- Veri Yönetimi
- Rezerv Hesaplama
- Maden İşletme Tasarımı
- Maden Üretim Planlama

Paket programların teknik özellikleri:

I. Data Girişi ve Sondaj Loglama

- Basit ve seri data girişi
- CBS (GIS) veritabanı içinde ele alınan, nümerik ve vektörel data tipleri
- Gelişmiş konumsal ve öznitelik sorgu kapasitesi (Alt ısı değeri 1500-2000 kCal/kg aralığında, rutubet değeri % 15'den ve kül değeri % 50'den az olan dataların seçilmesi v.b)
- Sondaj ve log bilgilerini kullanıcı tarifli olarak değişik kümelere ayırabilmek
- Kompozitleştirmenin litoloji ve/veya karot randımanı kullanarak yapabilmek
- Değişik data formatlarını okuyup, yazabilmek
- Kullanıcı aracılığıyla geliştirilebilmekte olan yaygın simge, litoloji ve tarama kütüphaneleri

- Laboratuvar raporları gibi sondajlarla alakalı verilere kaynak verilebilir olması ve süratli biçimde ulaşılabilmesi

II. Sayısal Arazi Modeli (SAM) İşlemleri

- Değişik data tipleri ve üçgenleme metotlarıyla SAM meydana getirebilme
- SAM üstünde üçgen ilave etme, döndürme, kesmek, kopyalama, gibi prosedürleri yerine getirebilme
- Araziye ilişkin eşyükselti eğrilerinin çizdirilimi ve kotların yazdırılması
- Topoğrafik ve tematik haritaların, rölyef, bakı, yükseklik ve eğim haritalarının oluşturulabilmesi, görüş çözümlerlerinin gerçekleştirilmesi
- Enkesit çizimi
- Yol dizaynı

III. 3B Modelleme ve Görselleştirme

- Netcad ile entegre çalışabilmesi sebebiyle tam olarak bütünleştirilmiş, çok katmanlı CAD dizaynı ve modellemesi
- 2B ve 3B görüntülemek
- Data değişikliklerini çabucak görüntüye yansıtabilmek
- Değişik renk, doku, aydınlatma, tonlama kullanabilmek
- Grafiksel görüntü yanında canlandırma (animasyon) yapabilme
- Model üzerine hava fotoğrafı, Google Earth görüntüsü gibi varolan raster dataların oturtulmasıyla sahaya ilişkin görüntü bütünlüğünü sağlamak

IV. Jeolojik Katı Modelleme

- İstenen yön ve doğrultuda kesit alabilmek
- Kırıklı kesit alabilmek
- Kesitlerden katı model oluşturmak
- Fay ve kıvrımların katı modele dahil edilebilmesi

- Fayları cevher sahası üzerine ekleyebilmek
- Plan görünümünde ve 3B ortamda fay görüntülerini alabilmek
- Fayların eşyükselti eğrilerinin hesaplanması, enkesit ve profillerde dikkate alınması

V. Hacim İşlemleri

- Gelişmiş hacim hesapları
- Kesme, yapıştırma ve yükseklik değerleri belirlemek
- İki hacmin kesişimi/birleşimiyle yeni bir kütle oluşturabilmek
- Hacmin içinde veya dışında kalan SAM oluşturmak
- SAM'ın altında veya üzerinde kalan hacimleri oluşturmak

VI. Blok Modelleme

- Katı model içinde bloklama
- Değişken blok ebatları
- Bloklar içinde bulunan her türlü bilgiye kolay erişim
- Blokları özniteliklerine göre türlü şekil ve renk dağılımıyla tanımlayabilmek
- Blok kesitleri üzerinde seçilen öznitelik için eşdeğer eğriler ve renk geçişli haritalar meydana getirebilmek
- Kesitler üzerinde cevher sınırlarını özgürce meydana getirebilmek

VII. Kaynak ve Rezerv Kestirimi

- Uzaklığa bağlı değişkenliği karakterize etmede değişik fonksiyonları (variogram, indikatör variogram, kovaryans, korelogram) kullanabilmek
- Klasik ve jeostatistik tekniklerle istenilen öznitelik için blok değerinin kestirimi
- Jeostatistiksel kestirimde kriging, kokriging ve indikatör kriging tekniklerini kullanabilmek
- Blok değerlerinden istenilen öznitelik için kaynak/rezerv raporu alabilmek

VIII. İşletme Dizaynı ve İmalat Planlaması

- Bütün yer altı açıklıklarının ve yer üstü etkinliklerinin 3B modellemesi
- Dizaynda kaya kütlesi özelliklerinin (RQD, RMR) kullanılması
- Havalandırma Dizaynı
 - Kullanıcı aracılığıyla girilen direnç değerleri ve seçilen fan özelliklerine göre bütün yollardan geçen hava miktarlarının hesaplanabilmesi;
 - Regülatör yerleştirdikten sonra hesapların güncellenebilmesi
- Basamak Dizaynı
 - Ocak dizayn değişkenlerine uygun özelliklerde basamaklar oluşturabilme
 - Bağlantı yolları ekleyebilme
 - Kazı planı yapabilme
- Patlatma Dizaynı
 - Patlatma uygulamasının yapılacağı bölgenin 3B tanımlanabilmesi
 - Makine tipi seçildiğinde uygun delik çapı, boyu gibi değişkenlerin otomatik olarak atanabilmesi
- Pasa Harmanı Dizaynı
 - Kullanıcı aracılığıyla tanımlanabilecek yol dizaynı
 - Harman hacmi hesaplayabilme

IX. Hakediş ve Yüklenici İşleri

- Ödemeye esas etkinliklerin izlenip raporlanabilmesi
- Hak edişlerin otomatik olarak yapılıp raporlanabilmesi
- Yazışmalara ilişkin şablonların oluşturulabilmesi

X. Raporlama

- Kullanıcı tanımlı oluşturulabilen ve değişik dosya formatlarında alınabilen yönetilebilir raporlar
- İşletmede imalat, maliyet, sarfiyat, stok ve yedek parça, randıman ve işçilik gibi tüm kalemlerin ayrı ayrı izlenebilmesi ve kullanıcı aracılığıyla bu değerlere ait karşılaştırmalı tablolanmanın anlık yapılabilmesi
- Değişik dönemlere ait işletme değişkenlerinin sorgulanabilmesi
- Pratik ve süretli çıktı alabilme

XI. Stereo Görüntüleme

- Stereo görüntüleme kabiliyeti (Anaglyph, red/blue, crystal eyes,...)
- 3 boyutlu projeksiyon desteği
- 3 boyutlu fare desteği
- Raster verileri stereo olarak görüntüleyebilme
- Vektör verileri stereo olarak görüntüleyebilme
- 2B, 3B ve stereo arasında süratli geçiş

XII. GIS Entegrasyonu

- Gelişmiş CAD işlemleri
- Gelişmiş GIS işlemleri
- Netcad'in tüm modülleri ile entegre çalışabilme
- Veri tabanı bağımsız (Oracle, MS Access, MS SQL, DB2, MySQL, Postgres, OLE DB, ODBC)
- Zengin raster, vektör ve grid format desteği
- Tematik haritalama
- Konumsal analiz
- Konumsal seçim
- Overlay analizleri

2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Programlarının Kullanıldığı Yerler ve Kullanım Alanları

CBS'nin madencilikte ilk uygulamaları daha fazla açık ocak madenciliğinde ve bilhassa maden iyileştirme çalışmalarındayken son yıllarda şekilde gösterilen entegrasyon sayesinde yer altı ve açık ocak madenciliğinin pek çok safhalarında uygulamalar giderek artmaktadır. Madencilikte CBS'den yararlanılan en önemli sahalar şunlardır; maden arama etkinlikleri, maden işletme haklarının idaresi, alan seçimi ve dizaynı, çevresel etki değerlendirmesi, imalat, emniyet, maden sahasının iyileştirilmesi. Coğrafi bilgi sistemleri ve bilgisayar destekli tasarım arasındaki ilişki şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 CBS'nin madencilik yazılımları ve Bilgisayar Destekli Tasarım ile birlikte kullanımı

Maden işletme haklarının idaresinde CBS kullanımı düzenlemeye önemli ölçüde esneklik, hız ve birimler arası koordinasyon sağlayacaktır. İşletim haklarına ait çizelgesel verilerin, işletim sahalarıyla ilişkilendirilmesi en tesirli şekilde CBS ile yapılabilmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

HARİTA BİLGİSİ

3.1 Haritanın Tanımı

Yeryüzünün bir kısmının matematiksel yöntemlerle ufaltılarak ve üzerine birtakım özel işaretler konularak bir düzlem üzerine çizilmesine harita denir.

Harita, insanlığın yaşamını devam ettirdiği veya alakalı olduğu sahanın bütününde ya da belirli bölümünde var olan fiziksel ayrıntıların, bu ayrıntılarla alakalı verilerin ya da bu sahada ortaya çıkan olgularla alakalı verilerin, çoğunlukla yalın bir yüzey üstünde, belirli ölçekte gösterilmesidir. Ayrıntılar ve veriler simgelerle temsil edilip, yönlendirme ve bir kaynak düzeni gereğince konumlandırma meydana getirilmektedir.

3.2 Haritalarda Aranılan Özellikler

Haritalarda aranılan birtakım özellikler şunlardır:

- a. **Doğruluk:** Haritanın doğruluğu denilince o haritanın oluşturulması prosedürlerindeki doğruluk anlatılır. Bunlar ise hesaplardaki projeksiyon yöntemindeki Jeodezik, Fotogrametrik, Topografik ve Kartografik doğruluklardır.
- b. **Tamamlık (Noksansızlık):** Küçük ölçekli haritalardaki saha parçası küçük gözüktüğünden tüm ayrıntıları açıklamanın mümkünü yoktur. Harita ölçeği büyüdükçe açıklanan ayrıntı da, aynı miktarda artar. Ayrıntıysa; Yollar, kanallar, yapılar, kentler, endüstri sahaları ve bitki örtüsüyle alakalı mevzulardır. Bunlar hem doğa, hem insanoğlu gücüyle sıklıkla değişmekte ve geliştirilmektedir. Bu hadiselerse özellikle küçük ölçekli haritaların yaşlanmasına neden olmaktadır. Bundan ötürü bu tarz haritaların yenilenmesi başka bir deyişle en güncel hale getirilmesini gerektirmektedir.

Bu konuyla ekonomik ve amaca yaraşır biçimde harita verilerinin elde edilmesi ve mutabık röprodüksiyon yöntemlerinin uygulanmasıyla ortaya konulabilmektedir.

- c. **Gaye (Amaca) Uygunluk:** Haritalar ne amaca uygun oluşturulacaklarsa ona göre projeksiyon düzeni ve ölçek seçilmektedir. Amaca göre seçilmekte olan bu projeksiyon düzeni haritanın biçim ve boyut etmenlerini oluşturmaktadır. Teknik amaç maksadıyla oluşturulan harita ve plânlar büyük ölçekli olanlardır. Diğer taraftan coğrafya haritaları küçük ölçekli olmakta, kullanıcılara yüzölçümü bozulması yapmamaları sebebiyle pratikçe karşılaştırma olanağı vermektedirler. Jeodezi, astronomi ve denizcilik gayesiyle kullanılmakta olan haritalarda açı doğruluğu olmalıdır. Sahada kullanılmakta olan haritalar küçük ve pratik kullanan boyutta, duvar haritalarıysa büyük boyutta olmak zorundadır.
- d. **Açıklık ve anlaşılabilirlik:** Bir haritada, ayrıntıların gösterildiği hususi simge ve renklerle görünüm oluşturulmaktadır. Aleniyet ve kolay anlaşılması nedeniyle hususi simgelerin muhtemel olması kadar esasına yaraşır biçimde göstermek, renkleri birbirlerine yaraşır tonlardan seçmek ve konulara yaraşır renk tonlarını kullanmak ana ilkedir.
- e. **Kolay okunabilirlik:** Harita hususi simgeleri insanların kolayca görecekleri boyutta ve okumalarını rahatlaştırıcı aralıktaki bulunmalı ve haritalar hususi simgelerle boğulmamalıdır. Bir haritanın okunabilmesi için hususi simgelerin eşit dağıtılması, baskı ve yazısının kusursuz olması gereklidir.
- f. **Nefaset/Güzellik (estetiklik) :** Haritanın görüntüsünün kafamızda oluşturduğu güzel bir etki o haritanın güzellik ölçütüdür. Bu güzel etkiyse harita içinde tüm öğelerin birbirleriyle uyumlandırılmasıyla oluşur. Renk tonlarını zevkli biçimde uygun seçmek, yazı puntosunu uygun boyutlarda

ayarlamak, harita üstündeki yerleşim ve iyi bir baskı taktığı güzellik için ana ilkedir.

3.3 Projeksiyon Sistemleri

3.3.1 Temel Kavramlar

3.3.1.1 Harita Projeksiyonu

Haritacılık uğraşının etkinliklerinden biri, yeryüzünün tamamının veya bir bölümünün haritasını oluşturmaktır. Harita basit manasıyla içeriğindeki sahadaki türlü bilgilerin belli kalıplarla bir plan yüzeyinde gösterimidir.

Yerin biçimi dönel elipsoit ya da daha yakını olan bir küre olarak kabul edilir. Dünya şekli nasıl kabul görülürse görülsün, harita oluşturulurken bu eğri yüzey üstündeki verilerin bir düzlem alan harita üstüne geçirmek gerekmektedir. Eğri bir yüzeyin düzleme doğruca geçirilmesi imkânsızdır. Bu işlem matematik ve geometrik kaidelerle yardımcı yüzeylerden yararlanarak yapılabilir. Buna Harita Projeksiyonu denilir.

3.3.1.2 Projeksiyon Yüzeyi

Harita projeksiyonunda, yeryüzüne ait verileri doğruca düzleme geçirme işi mümkün olmayabilir. Düzlemin yerine, koni veya silindire benzer değişik geometrik yüzeyler değerlendirilebilir. Ancak bu tip yüzeyler ana doğruları boyunca kesildikleri zaman bir düzlem biçimine dönüşebilme durumu doğmaktadır. Harita projeksiyonunda kullanılmakta olan düzlem veya düzleme dönüşen yardımcı yüzeylere projeksiyon yüzeyi adı verilir.

3.3.1.3 Deformasyon

Orijinal yüzey olarak adlandırılan dünya üstünde olan ve harita oluşturulmasında yer alan veriler arasında uzunluk, alan ve şekil yönlerinden her zaman bir bağlantı mevcuttur. Bu veriler bir projeksiyon yüzeyine aktarıldığında aralarındaki

bağlantıların orijinal yüzeydeki haliyle kalması düşünülemez ve bağlantılarda birtakım değişim veya bozulma meydana gelir. Projeksiyonda meydana gelen değişim ve bozulmalar deformasyon olarak adlandırılır. Projeksiyon türlerinde deformasyonların hesaplanma imkanı mevcuttur.

3.3.2 Projeksiyon Yöntemleri

Orijinal yüzey üstünde var olan veriler arasında, uzunluk, alan ve şekil bakımından bir bağlantı olduğunu vurgulamıştık. Harita projeksiyonu geliştirildiği zaman, orijinal yüzey verileri arasındaki bağlantılardan birinin projeksiyon yüzeyinde değişmeden kalması istenilir ve buna uygun olarak matematik bağlantılar oluşturulur. Şayet orijinal yüzey üstünde belirli yönlerde bulunan uzunluk projeksiyon yüzeyinde de değişmeden kalıyorsa, bu projeksiyona uzunluk koruyan adı verilir.

Orijinal yüzeydeki alan projeksiyonda bir değişme gerçekleşmiyorsa, bu tip projeksiyona alan koruyan denilir. Eğer orijinal yüzey üstünde şekillerle projeksiyon üzerinde bulunan şekiller benzerlik gösteriyorsa bu tip projeksiyona ise konform (şekil koruyan) veya açı koruyan adı verilir. Harita projeksiyonları bahsettiğimiz üç özellikten birine sahiptirler. Üç özelliğin bir arada bulunduğu bir harita projeksiyonu bulunmamaktadır.

Bir harita projeksiyon sisteminden bahsedilirken projeksiyonun yukarıda söz edilen özelliklerden hangisine sahip olduğunu belirtilmesi gerekmektedir.

3.3.3 Projeksiyonların Sınıflandırılması

Farklı türleri ve özellikleri bulunan harita projeksiyonlarının gruplandırılması kullanılmış olan projeksiyon yüzeylerinin türü ve projeksiyon yapısına göre 2 başlıkta yapılabilir. Her grupta bulunan farklı projeksiyon cinslerinden bahsedilebilir.

Harita projeksiyonları projeksiyonda kullanılan yüzeylerin türüne göre düzlem, silindir ve konik projeksiyonlar diye 3 kısımda incelenir.

Projeksiyon yüzeylerinin orijinal yüzeye ortak noktalarına göre; teğet yüzeyli, kesen yüzeyli ve çok yüzeyli olarak da 3 kısımda incelenir. Teğet yüzeyli projeksiyonlarda projeksiyon yüzeyi orijinal yüzeye bir noktada veya bir daire boyunca teğet bulunur. Kesen yüzeyli projeksiyonlarda, projeksiyon yüzeyi orijinal yüzeyi keser. Çok yüzlü projeksiyonlarda, bir alanın haritasının yapılmasında birden çok projeksiyon yüzeyi kullanılmaktadır.

Projeksiyon yüzeylerinin orijinal yüzeye göre konumları, harita projeksiyonlarının gruplandırılmasına imkan sağlar. Projeksiyon yüzeyinin değme noktasındaki normali (yüzeye dik doğru) veya projeksiyon yüzeyinin ekseni orijinal yüzey eksenile çakışmış vaziyetteyse buna normal projeksiyon adı verilir. Yüzeyin değme noktasındaki normali veya yüzeyin eksenile 90° açı yapıyorsa bu tip projeksiyonlara transversal denilmektedir. Bahsedilen eksenler orijinal yüzey eksenile bir açı oluşturuyorsa bu tip projeksiyonlara eğik projeksiyonlar denilmektedir. Bu sınıflarda bulunan projeksiyon türlerinden bazı örnekler şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Seçilmiş olan projeksiyon yüzeyleri, düzlem, silindir, koni; şekillerinden herhangi biri olabilir fark etmez, bu yüzeyler orijinal yüzeye göre normal, transversal ve eğik konumlarda bulunabilir veya her üç hal için bunlar, teğet, kesen ve çok yüzeyli konumlarda olabilmektedir.

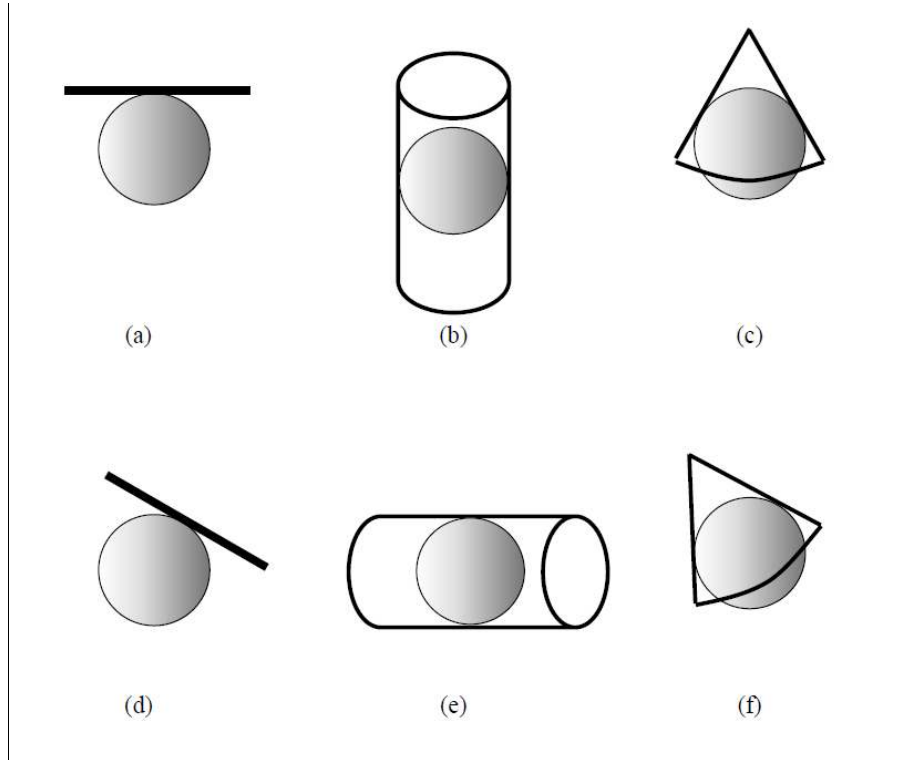
Harita projeksiyonları ikinci sınıf olarak karakterlerine bakarak gruplandırılırlar. Bu gruplandırmada projeksiyonun özelliğine göre, uzunluk koruyan, alan koruyan ve açı koruyan olarak ayrılmaktadırlar.

Projeksiyon yüzeylerinin küreye teğet olduğu bölgelerin yakın çevresinde projeksiyondan ileri gelen deformasyonlar minimum değerdedir. Teğet nokta ya da dairelerden uzaklaştıkça deformasyonların büyüdüğü görülür. Bu nedenle,

projeksiyonu yapılacak bölgenin küre üzerindeki coğrafi konumu, seçilecek projeksiyon yüzeyinin cinsini ve konumunu belirlemekte önem taşır.

Örneğin; ekvatorial bölgeler için normal konumlu silindir uygundur. Buna karşılık herhangi bir paralel kuşak boyunca uzanan bölgeler için konik projeksiyon yüzeyi seçilmesi deformasyonların fazla büyümemesi için yararlıdır. Eğik konumlu düzlem projeksiyonlar ise küre içindeki küçük alanların projeksiyonları için kullanılabilir. Meridyen üzerinde uzanan bölgeler için en uygun projeksiyon yüzeyi transversal konumlu silindirdir. Örneklerden görüleceği gibi projeksiyonu yapılacak bölgenin konumu, seçilecek yüzeyi belirlemekte önemli bir kriterdir.

Projeksiyonun karakteri ise elde edilecek haritanın kullanılış amacına göre saptanmalıdır. Örneğin orman alanlarının dağılımını gösterecek bir haritada alan koruma özelliğinin bulunması uygundur. Jeodezik amaçlar için yapılacak haritaların açı koruma özelliğini taşıması beklenir.



Şekil 3.1 Harita projeksiyonlarında yüzeylerin durumları. (a)normal konumlu düzlem, (b)normal konumlu silindirik, (c)normal konumlu konik, (d)eğik konumlu düzlem, (e)transversal konumlu silindirik, (f)eğik konumlu konik projeksiyon.

3.3.3.1 Merkator Projeksiyonu

Bu projeksiyon kuzey-güney istikametinde ve ekvatora teğet olmak üzere geçirilen bir silindir üzerine yapılan açısı doğru bir izdüşüm sistemidir. Silindir, düzlem üzerinde açıldığı zaman meridyenler birbirine paralel ve araları eşit; paralel daireleri ise ekvatoradan kutuplara gidildikçe aralıkları açılan birbirine paralel doğrular halinde görülür.

İzdüşümde meridyen ve paralel dairelerinin arasındaki açı dünya üzerindeki asıllarına eşit ve 90° dir, yani açılar korunmaktadır. Projeksiyon sisteminde paralel dairelerin aralıkları kutuplara doğru açıldığı ve meridyenler birbirine paralel olarak izdüşürüldüğü için projeksiyonda kesin bir ölçek yoktur. Ölçek meridyen ve paralel daireleri boyunca değişik olarak düzenlenir.

Paralellerin araları kutuplara gidildikçe sonsuza ulaşacağından bu projeksiyon sisteminde kutuplar gösterilemez. Bu nedenle, bu projeksiyon sistemi 80° kuzey ve 80° güney paralelleri arasında kalan bölgeler için kullanılır.

Projeksiyon; açı koruyan bir projeksiyon olduğundan Loksodromlar (Loksodrom: Yeryüzünde iki noktayı birleştiren ve bu iki nokta arasındaki meridyenlerle aynı açıyı yapan eğridir) izdüşümde doğru olarak görülürler. Uçak ve gemi rotaları doğru hatlarla kolayca çizildiğinden bu sistem deniz ve hava haritaları için en uygun sistemdir.

3.3.3.2 Gauss-Kruger Projeksiyonu

Bu projeksiyon Konform Transversal Silindirik Projeksiyon adıyla da bilinir. Yani bu projeksiyon, açı koruyan bir izdüşüm sistemi olup ekvatora paralel olarak silindir üzerine yapılmaktadır. Silindir dilim orta meridyeni boyunca dünyaya teğet geçirilir ve silindir ekseni dünyanın dönme eksenine diktir.

Silindirin teğet olduğu dilim orta meridyeni boyunca uzunluk deformasyonu yoktur. Dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça gittikçe artan deformasyonlar oluşur. Bunu önlemek için teğet meridyenden çok uzaklaşılması gerekir.

Örneğin haritacılıkta en çok 3° uzağına kadar noktaların projeksiyonu yapılır. Haritası yapılacak alan büyükse daha çok sayıda silindir kullanılarak bölgenin projeksiyonu yapılabilir.

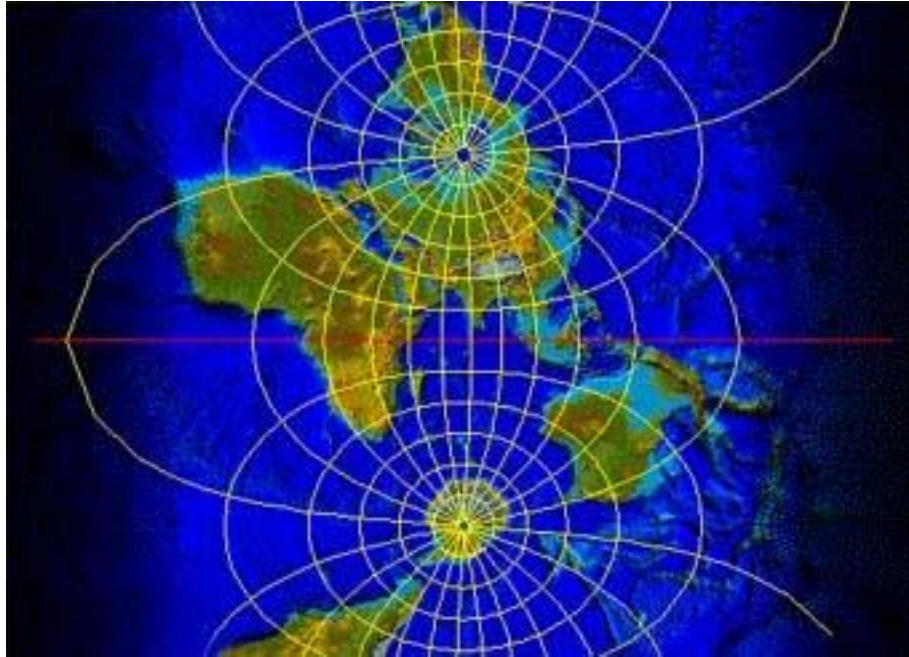
3.3.3.3 Universal Transversal Merkator (UTM) İzdüşümü

UTM projeksiyonu Gauss-Kruger projeksiyonu esas alınarak geliştirilmiştir. Bu projeksiyon sisteminin başlıca özelliği açıların ve dilim orta meridyeni uzunluğunun doğru oluşudur. Orta meridyen ve ekvator doğru olarak izdüşürülür. (Şekil 3.2)

UTM projeksiyonunda, 180° meridyeninden başlamak üzere dünya, 6° derecelik boylam aralıklı 60 dilime ayrılmıştır. Dilimler 1'den başlamak ve doğuya doğru artan sırada 60'a kadar numaralanmıştır. Her bir dilim bir projeksiyon sistemini belirtir. Silindir dilimin orta meridyeni boyunca dünyaya teğet geçirilir. Böylece bir dilimin 3° sağ ve 3° solu aynı bir dilim içinde yer alır. Türkiye toprakları dilim orta meridyeni 27°, 33°, 39° ve 45° olan dilimlerde bulunmaktadır ve bu dilimlerin numaraları 35, 36, 37 ve 38'dir.

Bu dilimler 1:25 000 ve daha küçük ölçekli haritaların yapımı için esas alınır. Daha büyük ölçekli (örneğin 1:5000) haritaların yapımı için ise dilim genişlikleri 3° alınır. Böylece Türkiye için 27°, 30°, 33°, 36°, 39°, 42° ve 45° dilim orta meridyenleri büyük ölçekli harita yapımında kullanılmaktadır. UTM projeksiyonunda bir dilime 84° kuzey paraleliyle 80° güney paraleli arasında kalan bölgelerin projeksiyonu yapılır. 84° kuzey paraleli ve kuzey kutbu ile 80° güney paraleli ve güney kutbu arasında kalan kutup bölgelerinin haritaları ise Universal Polar Stereografik (UPS) projeksiyon sistemine göre yapılır. UTM projeksiyon sisteminde silindirin teğet olduğu meridyen üzerinde (dilim orta meridyeni) deformasyon yoktur. Dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça deformasyon

büyümektedir. Dilim orta meridyeninden başlayarak dilim sonuna doğru giderek artan deformasyon bu projeksiyon sisteminde uygun şekilde dağıtılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, dilim orta meridyeninden sağa ve sola doğru dilim orta meridyeniyle dilim kenarları arasındaki mesafelerin yaklaşık olarak ortasında deformasyon olmadığı kabul edilmiştir. Böylece dilimin bittiği yerlerdeki maksimum deformasyonlar küçültülmüş ve deformasyon olmayan dilim orta meridyeni üzerinde de yapay olarak deformasyon oluşturulmuştur. Bu durum haritaların kullanımını etkileyecek deformasyonları azaltmak ihtiyacından doğmuştur.



Şekil 3.2 Universal Transversal Merkator (UTM) İzdüşümü

UTM projeksiyonunda uzunlukların anormal büyümesini (aşırı deformasyonları) önlemek amacıyla x, y koordinat değerleri küçültme faktörü denen 0.9996 değeri ile çarpılarak kullanılır.

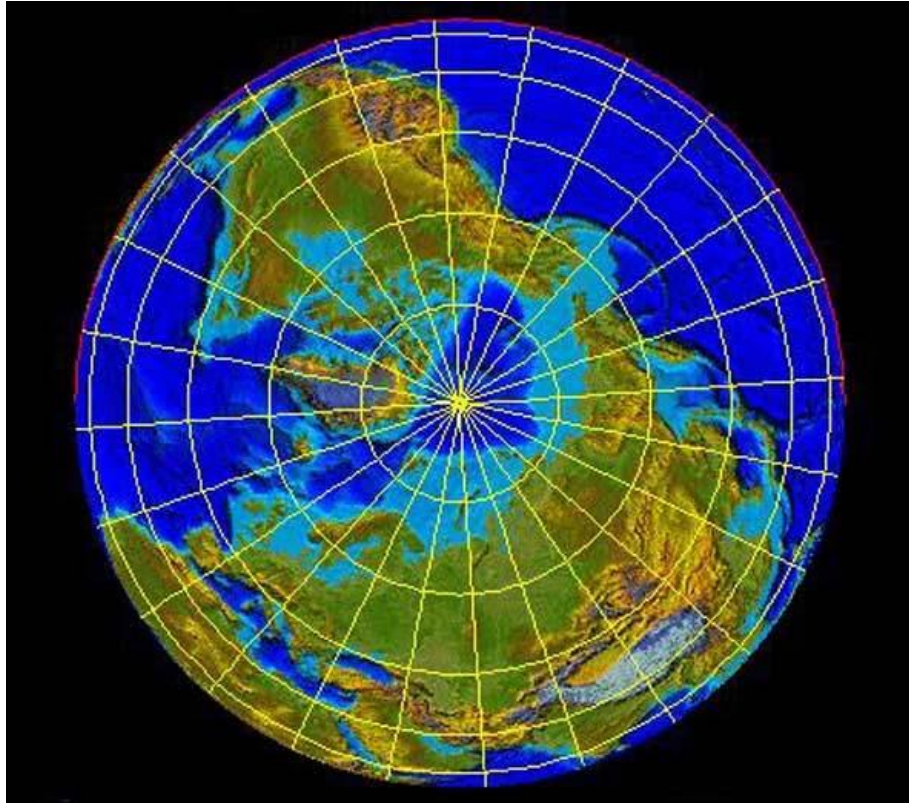
Dilim orta meridyeninin solundaki x değerini eksi değerden kurtarmak için küçültme faktörü ile küçültülen x değerine 500000 metre değeri eklenir, y değerleri kuzey yarım kürede pozitif olduğu için herhangi bir sabit değer eklenmez. Ancak güney yarım küre için küçültme faktörü ile küçültülen y değerine 10000000 metre eklenir. Bu şekilde elde edilen koordinatlara SAĞA ve YUKARI değerler denir.

Türkiye'de üretim yetkisi Harita Genel Komutanlığında 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 ve 1:250.000 ölçekli topoğrafik haritalar UTM projeksiyonu kullanılarak üretilir.

3.3.3.4 Universal Polar Stereografik (UPS) İzdüşümü

Bu projeksiyonda kuzey bölgesi için çalışma yapılacaksa izdüşüm noktası güney kutbunda olacak şekilde (güney bölgesi için izdüşüm noktası, kuzey kutbunda), kürenin bir kısmının bir düzlem üzerine izdüşürülmesi gerekir. Genellikle izdüşüm düzlemi kutupta sadece bir değme noktası olacak şekilde yerleştirilir. (Şekil 3.3)

İzdüşümde meridyenler kutuplardan yayılan düz çizgiler, paraleller kutup noktası merkez olan iç içe daireler şeklinde izdüşürülür. Bu izdüşümde merkeze göre dış çevrede büyük genişleme olur. İzdüşümde açılar doğrudur.



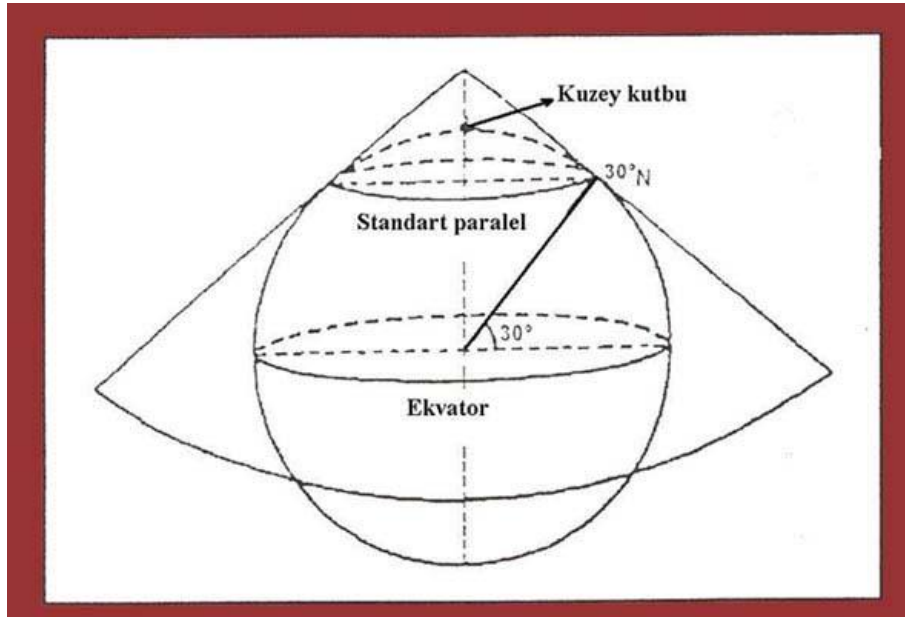
Şekil 3.3 Universal Polar Stereografik (UPS) İzdüşümü

3.3.3.5 Lambert Konform Konik Projeksiyon

Bu projeksiyon, orta meridyenlerde ve özellikle enlem farkları az fakat boylam farkları fazla olan ülkelerin ve kıtaların haritalarının yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. (Örneğin; Hindistan, Mısır, A.B.D. ve Kanada).

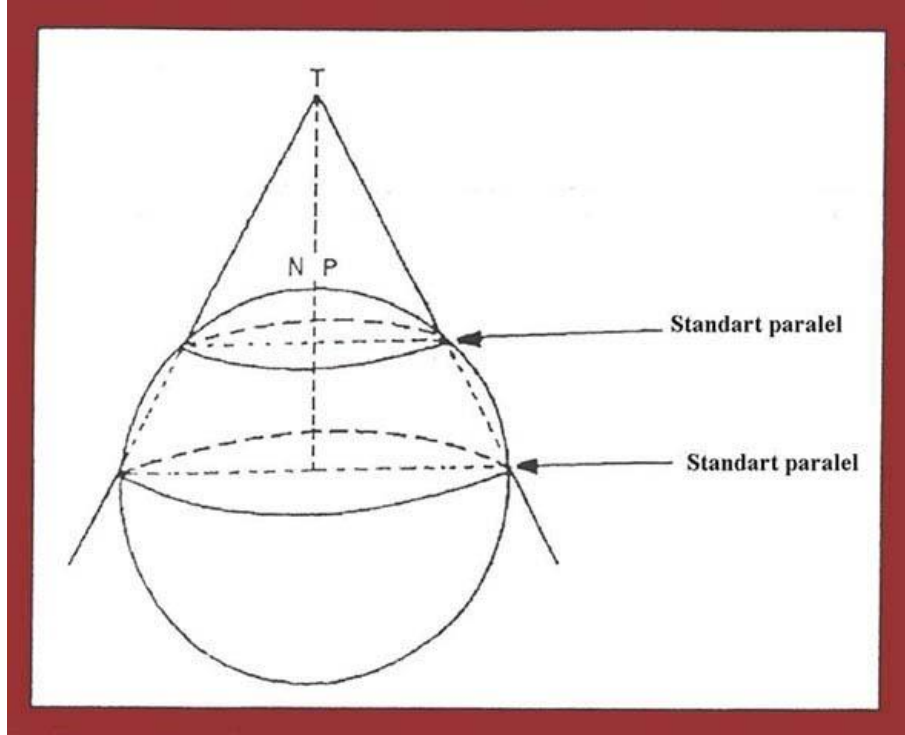
Projeksiyon iki türlü gerçekleştirilebilir.

1. **Tek Standart Paralelli İzdüşüm:** Koni, küreye, koninin tepe noktasının düşeyi kutuptan geçecek şekilde yerleştirilerek işlem yapılır. Böylece koni küreye bir kutuptan bir paralel dairesinde teğet olur ve bu paralele standart paralel denir. Şekil 3.4'de de gösterilen bu projeksiyonda sadece koninin teğet olduğu paralel dairesinin uzunluğu doğrudur.



Şekil 3.4 Tek standart paralelli izdüşüm

2. **Çift Standart Paraleli İzdüşüm:** Bu projeksiyonda koni küreyi şekil 3.5'deki gibi iki paralel dairesinde kesmektedir. Bu paralellere standart paraleller denmektedir.

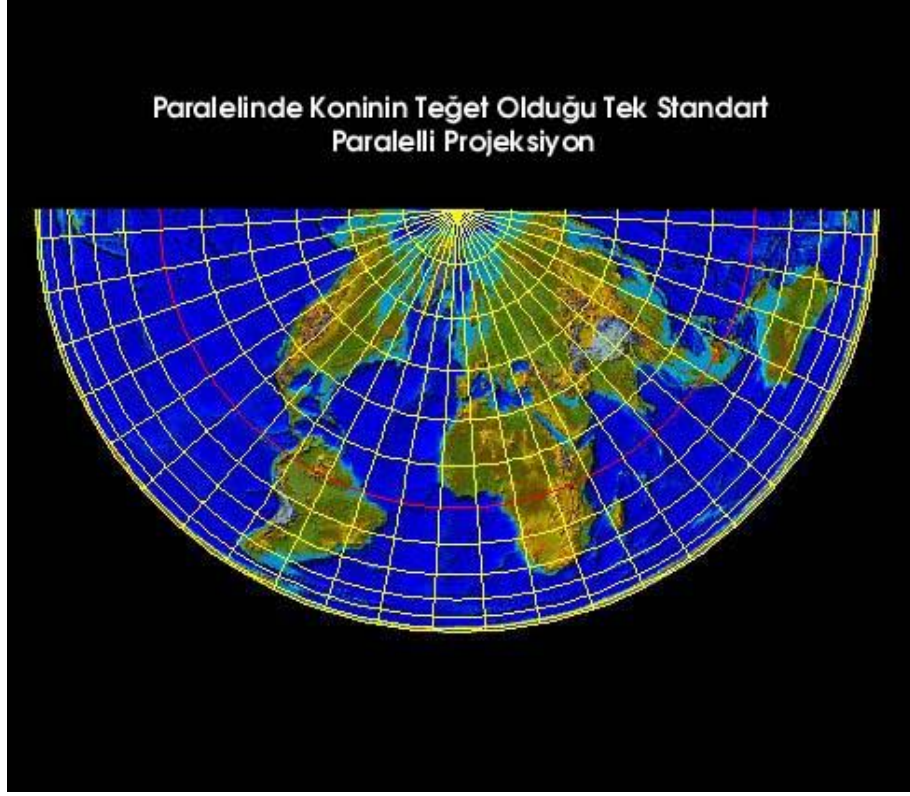


Şekil 3.5 Çift standart paraleli izdüşüm

Projeksiyonda bu iki standart paralelin uzunluğu doğrudur. Kuzeydeki standart paralelden kutba, diğer standart paralelden de ekvatora doğru gidildikçe uzunluk bozulması artarken, iki standart paralel arasındaki paraleller üzerinde uzunluk deformasyonu (bozulması) kısmen küçüktür.

Lambert Konform Konik Projeksiyonda meridyenler tek noktadan yayılan düz çizgiler, paraleller ise gerçek uzaklıkta çizilen iç içe daireler şeklindedir. (Şekil 3.6) Paralel ve meridyenler dik olarak kesişirler ve paralel dairelerin merkezi meridyenlerin birleşim noktasıdır. 1:500 000 ve daha küçük ölçekli haritalarımız bu projeksiyon yöntemiyle yapılmıştır.

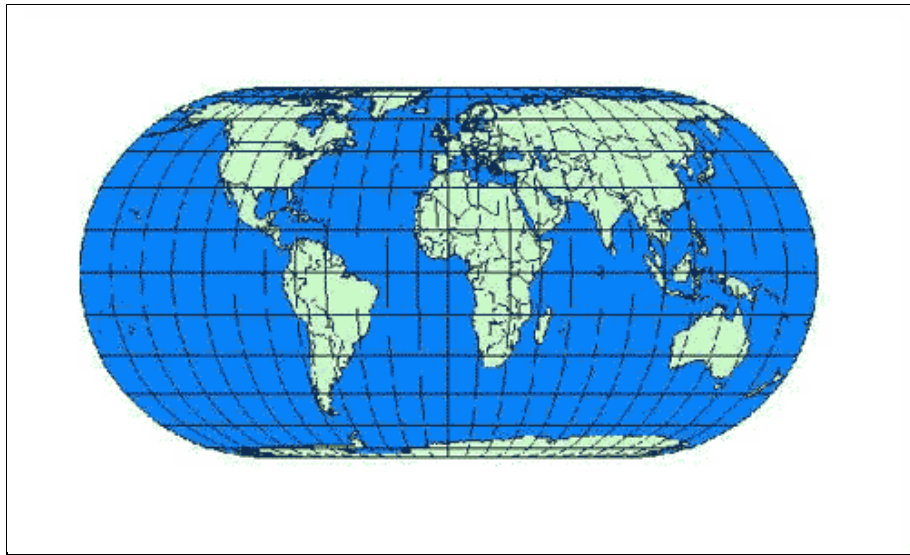
Aşağıda değişik projeksiyonlarda yeryuvarının tümünü aynı ölçekte gösteren dört değişik harita görülmektedir. Örnek olarak seçilen projeksiyonlar ve özellikleri aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.6 Paralelinde koninin teğet olduğu tek standart paralelli projeksiyon

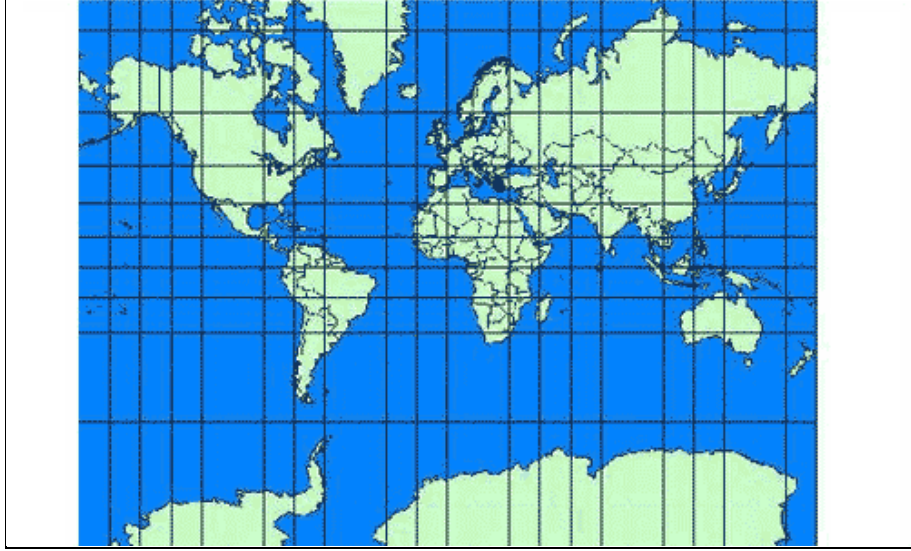
Aşağıdaki haritalar Mapinfo ile hazırlanmıştır.

Eckert IV Projeksiyonu: Alan koruyan bir projeksiyondur. Ancak önemli sayılabilecek şekil bozulmaları söz konusudur. (Şekil 3.7)



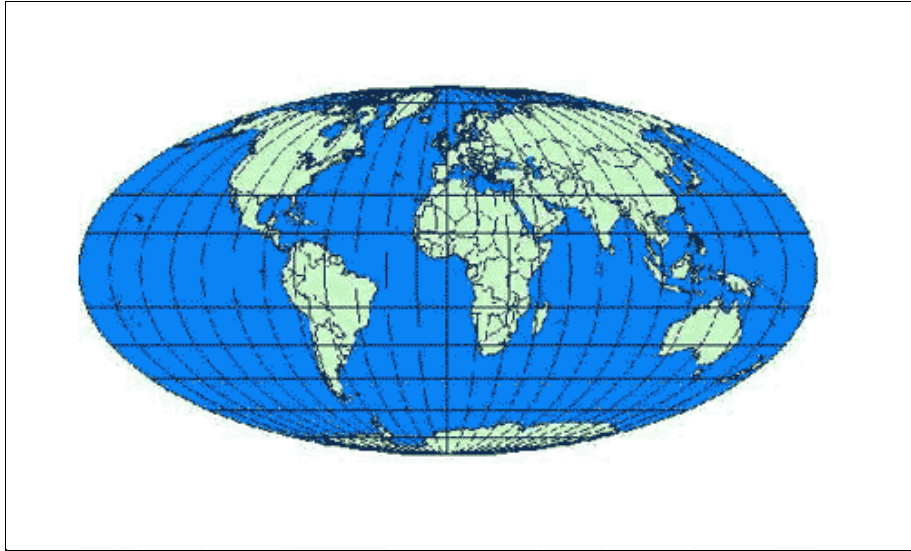
Şekil 3.7 Eckert IV projeksiyonu

Merkator Projeksiyonu: Alan koruma özelliği yoktur. Bu nedenle kıtaların birbirine göre alansal oranları önemli ölçüde bozulmuştur. (Şekil 3.8)



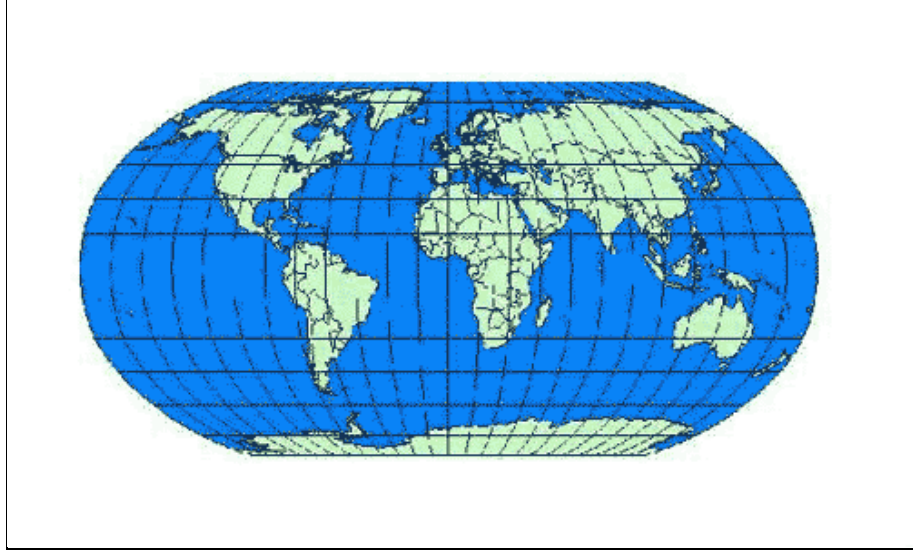
Şekil 3.8 Merkator projeksiyonu

Mollweide Projeksiyonu: Alan koruma özelliğine sahip bu projeksiyonda yeryuvarının küreselliğinin hissedilmesi mümkündür. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9 Mollweide projeksiyonu (Alan koruyan)

Robinson Projeksiyonu: Alan koruma özelliği olmamasına rağmen ana karaların birbirine oranları çok fazla bozulmamıştır. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10 Robinson projeksiyonu

3.4 Harita Üzerinde Yer Alan Bildirim (Referans) Sistemleri

3.4.1 Genel Kavramlar

Bir nokta veya yerin harita üzerin tespit edilmesinde ve harita üzerindeki bir nokta veya yerin bildirilmesinde kullanılan sisteme harita bildirim (referans) sistemi denir. Bildirim sistemleri ya koordinat sistemleri ile aynıdır ya da koordinat sistemlerinden türetilmiştir.

Standart topografik haritalarda iki koordinat sistemi yer almaktadır;

- a. Coğrafi Koordinatlar
- b. Dik koordinatlar (izdüşüm koordinatları)

Coğrafi koordinatlar enlem ve boylamlardan oluşur. Dik koordinatlar ise enlem ve boylam değerlerinin, matematiksel işlemler sonucunda kullanılan izdüşüm sistemine çevrilmesiyle elde edilen değerlerdir. Genelde izdüşüm koordinatları topografik haritalarda gösterilmesine rağmen, küçük ölçekli tematik haritalarda sadece coğrafi koordinatların gösterilmesi yeterli olmaktadır.

Koordinat çizgilerinin haritalarda gösterilmesi, haritanın ölçeğine göre değişmektedir. 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topografik haritalarda coğrafi koordinatlar pafta köşelerine değerleri yazılarak ve kitabe hattı boyunca bölüm çizgileri konularak gösterilirken, ölçek küçüldükçe harita ana bünyesi içerisinde birbirini kesen çizgilerle yer alırlar.

Dik koordinatlar ise ölçek büyüdükçe, haritanın ana bünyesinde birbirini kesen çizgilerle gösterilirken, ölçek küçüldükçe coğrafi koordinat çizgileri ile beraber ve aynı renkte gösterilir, belli bir ölçekten sonra ise artık bunların gösterilmesine ihtiyaç duyulmaz.

3.4.2 Bildirim Sistemleri

Haritalarda 4 türlü bildirim sistemi kullanılmaktadır:

- a. Grid Koordinat Sistemi
- b. Askeri Grid Bildirim Sistemi
- c. Coğrafi Koordinat Sistemi
- d. Georef Sistemi

3.4.2.1 Grid Koordinat Sistemi

UTM izdüşüm koordinatlarının oluşturduğu sistemdir. Sağa ve Yukarı değerlerden oluşur. UNİVERSAL TRANSVERS MERKATOR (UTM) gridi, yeryüzünün 84° kuzey, 80° güney enlemleri arasındaki bölgesinde kullanılmaktadır. UTM gridi (Gauss-Kruger) projeksiyonuna dayalıdır ve bu projeksiyon sistemi açı ve mesafeye sadık bir sistem olarak, topçular, ölçmeciler, havacılar ve denizciler tarafından hakiki açı ve mesafelere çok yaklaşık değerler vermesi nedeni ile tercih edilmektedir.

3.4.2.2 Askeri Grid Referans Sistemi

Özellikle askeri kullanıcılar için, Grid Koordinat sisteminden türetilmiş bir bildirim sistemidir. Dünya üzerindeki bir noktanın hakiki yerini herhangi bir karışıklığa meydan vermeden, çok çabuk olarak tespit edebilmek amacıyla uygulanmaktadır.

Bu sistem biri diğerinin içinde olarak aşağıdaki unsurlardan meydana gelir:

- (1) Grid bölgesi
- (2) 100.000 m lik kareler
- (3) Grid koordinat çizgileri

3.4.2.3 Coğrafi Koordinat Sistemi

Koordinat çizgileri şeklinde, 1/250.000 ve daha küçük ölçekli haritalarda uygulanan ve bir noktanın yerinin başlangıç, enlem ve boylam çizgilerinden olan açı cinsinden uzaklıklarına göre belirten bir sistemdir. Bu sistemde boylam çizgilerinin başlangıcı Greenwich'den geçen boylam çizgisi, enlem çizgilerinin başlangıcı ekvatordur.

Her bir noktadan geçen enlem çizgisinin ekvatordan derece cinsinden uzaklığına o noktanın ENLEM'i, aynı noktadan geçen boylam çizgisinin başlangıç boylam çizgisinden açı cinsinden uzaklığına BOYLAM'ı ve bu değerlerin bir arada ifadesine de COĞRAFİ KOORDİNATI adı verilir. Enlemler 0 ile 90 arasında, boylamlar 0 ile 180 arasında değer alır.

Coğrafi koordinatlar aralarına nokta, virgöl gibi herhangi bir işaret konmaksızın bir sırada yazılır. İlk olarak enlem derece değeri ve N harfi, sonra boylam derece değeri ve E harfi yazılır. Noktanın yeryüzünün güney – batısında olması halinde harfler S(güney), W(batı) şeklinde değişir. Türkiye için N ve E harfleri kullanılır.

Boylamların ifadesinde, bazı kullanıcılar iki veya tek haneli boylam değerinin önüne 0 veya 00 ilave ederek karışıklığı önlemeye çalışırlar. (018° E, 005° W gibi)

3.4.2.4 Georef Sistemi

Coğrafi koordinat sisteminden türetilen bir bildirim sistemidir. Bu sistem daha çok deniz ve hava haritaları ile küçük ölçekli haritalarda kullanılır. Bu sistemde harita projeksiyonun cinsi ne olursa olsun bildirimde sürat ve kolaylık sağlar. Sistem biri birinin içinde üç unsurdan oluşur:

- (1) 15 Derecelik Dörtgenler
- (2) 1 Derecelik Dörtgenler
- (3) Dakika ve ondalıklı değerleri

İster Askeri Grid Bildirim Sistemi olsun, ister GEOREF sistemi olsun, sistemlerin kullanımı harita kenar bilgilerinde örnek kutularla açıklanmaktadır.

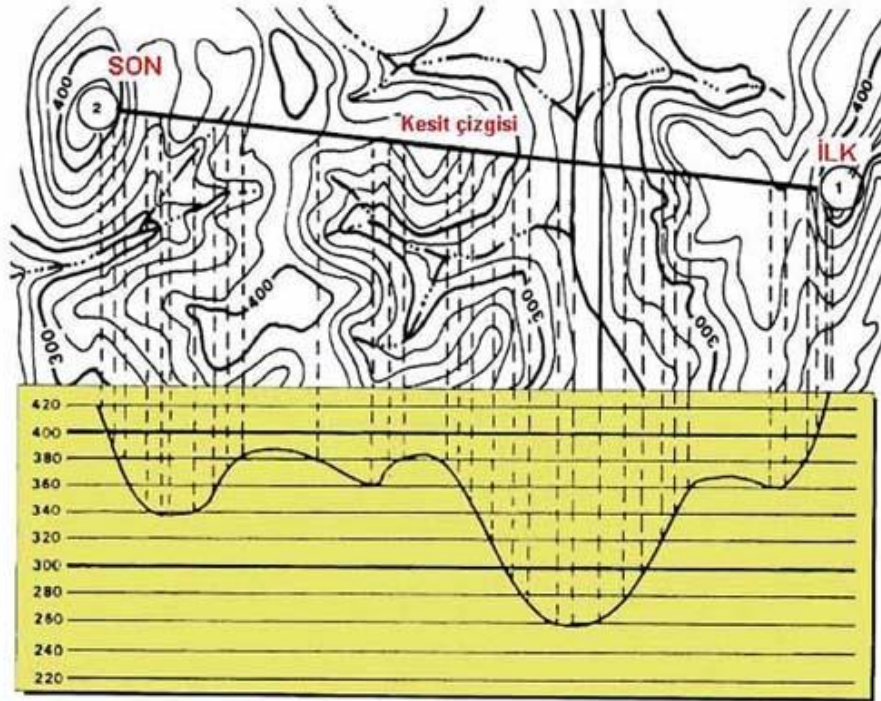
3.5 Haritalarda Kesit Alma

Haritadaki eş yükseklik eğrilerinin durumuna bakılarak arazinin genel yapısı hakkında bilgi edinilebilir. Ancak, doğruluk istenen durumlarda, incelenecek istikametlere ait kesitler çıkarmak gerekir. Belli bir istikamet boyunca araziye en iyi tanımlamanın yolu kesit çıkarılmasıdır.

3.5.1 Kesitin Tanımı

Kesit; harita üzerinde bir doğrultu boyunca, iki nokta arasında veya doğrusal olmayan bir hat boyunca ölçekli yüzey çizgisidir. Bir diğer ifade ile arazi yüzeyindeki kesit hattı boyunca meydana gelen dalgalanmanın (yükselme veya alçalma) sürekli bir çizgiyle ölçekli olarak gösterilmesidir. (Şekil 3.11)

Arazi kesitini ifade eden yüzey eğrisi; kesit doğrultusu veya kesit başlangıç ve bitim noktaları ile dünyanın merkezini içinde bulunduran düşey düzlemin yeryüzü ile arakesitidir. Doğrultu ifade etmeyen kesitlerde ise; izlenen kesit hattı ve dünyanın merkezini içinde bulunduran ondülasyonlu yüzeyin yeryüzü ile arakesitidir. Arazi profillerinin elde edilmesine birçok mühendislik projelerinin etütlerinde gereksinim duyulur. Örneğin: Yol yapım projelerinde, enerji taşıma hatlarının projelendirilmesinde, sulama ve drenaj kanallarının projelendirilmesinde arazi profillerinin bilinmesi zorunluluğu vardır.



Şekil 3.11 Topoğrafik haritadan kesit örneği

3.5.2 Kesit Ölçeği

Kesit işleminde iki farklı ölçek kavramı bulunur. Bunlardan birincisi yatay ölçek, diğeri ise düşey ölçektir. Kesit boyunca yatay ölçeğin harita ölçeğiyle aynı olmasından dolayı sorun yaşanmazken, yüksekliklerin de aynı ölçekte gösterilmeye çalışılması halinde yükseklik farkları kesit çizgisine göze rahat görünecek şekilde yansıyamamaktadır.

Harita ölçeği küçüldükçe, kesit çizgisindeki yükseklik farklarını ifade eden dalgalanma giderek daha da hissedilmez hale gelmektedir.

Belirtilen sakıncayı ortadan kaldırmak üzere harita ölçekleri küçüldükçe yüksekliklere ait ölçek, harita ölçeğinden (yani yatay ölçekten) daha büyük tutulur. Bir diğer ifadeyle yüksekliklerin gösteriminde abartma yapılır. Yatay ölçek küçüldükçe abartmanın oranı artırılır.

Yatay ölçeğin, yükseklikleri daha iyi ifade edebilmek için belirlenen abartma miktarıyla çarpılması sonucunda bulunan ölçek düşey ölçektir. Tablo 3.1’de de gösterildiği gibi düşey ölçek yatay ölçekten her zaman büyük olup, miktarı yapılan abartmanın oranı kadardır. Gerçekte yüksekliklerin kesitte yatay ölçekten farklı olarak abartılı gösteriminde bir kural yoktur. Kesit çıkaranın amacı düşey ölçeğin belirlenmesinde esastır.

Tablo 3.1 Abartma oranları

Yatay Ölçek (Harita Ölçeği)	Mühane Aralıkları	Abartma Oranı		Düşey Ölçek (Yatay ölçek x Abartma Oranı)	
		Hafif Eng.Arz.	Arızalı Arz.	Hafif Eng.Arz.	Arızalı Arz.
1:25000	10 m	2,5 kat	1,25 kat	1:10000	1:20000
1:50000	20 m	2,5 kat	1,25 kat	1:20000	1:40000
1:100000	50 m	4 kat	2 kat	1:25000	1:50000
1:250000	100 m	5 kat	2,5 kat	1:50000	1:100000
1:500000	200 m	10 kat	5 kat	1:50000	1:100000
1:1000000	250 m	10 kat	5 kat	1:100000	1:200000

BÖLÜM DÖRT

MADENCİLİKTE ÜÇ BOYUTLU MODELLEME VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD)

4.1 Giriş

Bilgisayar ortamında bir objenin matematiksel olarak vektörel bir biçimde ortaya çıkarılmasına üç boyutlu modelleme denir. Ortaya çıkan ürün model alınan nesnenin geometrik bir temsildir ve üç boyutlu model (3D model) olarak anılır.

Son yıllarda bilgisayar kullanımının artmasıyla gelişmiş üç boyutlu model yapılabilen bilgisayar programları özellikle mühendislik çalışmalarında kendisine kullanım alanı bulmuştur. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) tabanı altında geliştirilen bu programlar Maden Mühendisliği alanında da özellikle planlama ve cevher modelleme aşamasında uzun ve zahmetli olan hesaplama süresini kısaltmış ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

4.2 Üç Boyutlu Modellemede Sondaj ve Veri

4.2.1 Mühendislikte Sondajın Yeri

İlgi alanı yer bilimleri olan maden, petrol, jeoloji ve jeofizik mühendisleri ile, çalışmalarında yerbilimleri verilerinden yararlanmakta olan inşaat mühendisleri, ziraat mühendisleri, mimarlar ve bunlara yakın diğer mühendislik dallarında sondajların çok önemli bir yeri vardır. İnşaat mühendisleri ve mimarlar, çalışmaları sırasında oldukça büyük oranda “ancak sondajla elde edilebilir” zemine ait verilere gereksinim duyar ve bu verileri problemlerin çözümünde kullanırlar. Petrol, maden, jeoloji mühendisleri ise sadece sondaj verilerine gereksinim duymakla veya bu verileri kullanmakla kalmayıp; bu verilerin elde edileceği sondajları da bizzat yapmak ya da yönetmek durumundadırlar.

Sondajla elde edilen verilerin kullanılmasındaki önemli husus, verilerin hangi inceliklere kadar kullanılacağını bilmesidir. Yani hangi metotlarla elde edilen, hangi verilere, ne dereceye kadar güvenilmelidir. Bu da en azından sondaj uygulama ve yöntemleri hakkında genel bilgi edinilerek sağlanabilecek bir özelliktir.

Sondajlar ana çizgiler halinde belirtilirse, üç amaçla yapılır:

1. Esas çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli önbilgilerin elde edilmesi

Esas çalışma alanı bir büyük yapı (baraj, köprü, gökdelen v.s.), bir maden yatağı ya da bir petrol kapağı olabilir. Amaca dönük çalışmaları yürütebilmek için gerekli veriler sondajlarla elde edilirler.

2. Saptanan aykırılıkların iyileştirilmesi

Kimi zaman sondajla elde edilen veriler; yer altı özelliklerinin, amaçlanan çalışmaya uygun olmadığını gösterebilir. Örneğin zemin, yapılacak yapıya uygun sağlamlıkta değildir; maden yatağında havalandırma problemleri çıkacaktır ve petrol tabakasına ulaşmasında güçlükler vardır. İşte bu uygun olmayan durumlar, sondajlar yapılarak ve sondajlarla birlikte kimi yardımcı işlemler uygulanarak düzeltilebilirler veya iyileştirilebilirler.

3. Üretim yapılması

Üretim, elde edilen bilgilere dayanılarak bulunan yer altı zenginliğinin yerüstüne çıkartılması veya bir başka deyişle işletilmesidir. İşletme doğrudan sondaj yoluyla olduğu gibi, sondajın dolaylı ancak önemle yer aldığı başka biçimlerde de olabilir.

4.2.2 Sondajlarda Derinliğe Göre Sınıflandırma

Çok sığ sondajlar – Derinliği 100 metreden az olan sondajlardır.

Sığ sondajlar – Derinliği 100 metre ile 1000 metre arasında olan sondajlardır.

Derin sondajlar – Derinliği 1000 metre ile 4000 metre arasında olan sondajlardır.

Çok derin sondajlar – Derinliği 4000 metreden daha fazla olan sondajlardır.

Yapılmakta olan sondajın amacı ne olursa olsun, delinen jeolojik yapının ne olduğunun tanınması ve tanımlanması sondajın en önemli hedeflerinden birisidir. Zira sondajların büyük bir kısmı zaten formasyonu tanıma ve tanımlamak için yapılmaktadır. Yani sondajın asıl amacı yer altı yapısını araştırmaktır. Bazı sondaj işlemlerinde formasyonun kimyasal özelliklerinin bilinmesi daha önemli iken bazı sondajlarda fiziksel özelliklerinin bilinmesi daha önemlidir.

Karotlu sondajlar, maden arama ve rezerv saptama çalışmalarında çok kullanılan sondaj türlerinden birisi ve başlıcalarıdır. Silindirik biçimli “karot örnek” almak amacıyla ve “karot alıcı” özel gereçler kullanılarak yapılan sondaj işine veya ara işlemine “karotlu sondaj” denir.

4.2.3 Numune Alma ve Önemi

Örnek alma ve formasyon tanımlama konusunda aşağıdaki hususlar önemle uygulanmalıdır.

- Her sondaj işinde, öncelikle “formasyon tanıma ve tanımlamanın” “nicelik ve boyutları belirlenmeli; hangi özelliklerin, hangi sınırlar içerisinde saptanacağına ekonomik kriterler ışığında karar verilmelidir.
- Saptanan formasyon tanıma ve tanımlama işi için, en uygun ve ekonomik “örnek alma” yöntemi seçilmelidir.
- Saptanan örnek alma yöntemi ile alınan “örnekler” üzerinde tanıma ve tanımlama çalışmaları yapılırken, sadece “işle ilgili özelliklere” değerin yer verilmeli, gereksiz bilgileri saptama ile uğraşılmamalıdır.
- Her örnek alma işleminde ve buna bağlı olarak formasyon tanıma ve tanımlama işinde, belirli bir “yanılgı payı” bulunacaktır. Nerelerde hata yapılabileceği iyi bilinerek, “hataları yardımcı yöntemlerle giderebilme” yolları aranmalıdır. Bu yapılırken, hataların esas işi nasıl etkileyeceği de göz önünde bulundurulmalıdır.
- “Sondaj parametreleri” ve “jeofizik ölçümler”, formasyon tanıma ve tanımlamada, örnekler üzerindeki çalışmalara ışık tutabilecek en önemli

göstergelerdir. Bu husus unutulmamalı ve bunlardan ileri derecede yararlanma yolları aranmalıdır.

- Formasyon tanımlama formlarında, işe yarar her bilgi ve detay bulunmalı, gereksiz bilgilere ise hiç yer verilmemelidir.
- Örnek alınamadan geçilmiş bir seviyeden, örnek almak için sondajı yinlemek gerektiği unutulmamalıdır.
- Örnek almada işler son derece doğrulukla yapılmalı, herhangi bir nedenle bir seviyeden örnek alınamamışsa, bu açıklıkla ve içtenlikle belirtilmelidir.

4.3 İstatistik

4.3.1 Giriş, Veri Analizi

Veri analizi, çok sayıda veri içeren sayı topluluklarının temel istatistiksel özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin özet bir şekilde sunulmasıdır. Deneysel (empirical) birikimli dağılım fonksiyonu (dbdf), bir rastlantı değişkeninin birikimli dağılım fonksiyonunun örneklem karşılığıdır. Histogramlar, bir rastlantı değişkeninin yoğunluk fonksiyonunun örneklem karşılığıdır. Gerek dbdf ve gerekse histogramlar verilerin toplu bir şekilde grafiksel gösterimine olanak sağlarken verilerin merkezi değeri, yayılımı gibi özellikleri hakkında yeterli bilgi vermezler. Böyle durumlarda, veri dağılımının özellikleri çok daha basit bir şekilde sayısal olarak gösteren ortalama, varyans gibi değerler kullanılır. Bu gibi değerler istatistik olarak adlandırılır.

İstatistikler genel olarak üç gruba ayrılabilir;

- Lokasyon İstatistikleri
- Yayılımı Ölçen İstatistikler
- Şekil Ölçen İstatistikler

4.3.2 Lokasyon İstatistikleri

Bir dağılımın çeşitli bölümlerinin nerede bulundukları konusunda bilgi verirler. Örneğin, ortalama, ortanca (medyan) ve mod gibi istatistiksel bu gruba girer ve dağılımın merkezini tanımlarlar. Dağılımın diğer bölümleri quartile değerler ile tanımlanır.

Ortalama; verilerin aritmetik ortalamasıdır. Medyan; küçükten büyüğe doğru sıralandığında verilerin orta noktasıdır. Verilerin yarısı medyan değerinin altında yer alırken, diğer yarısı da üstünde yer alır. Mod; bir dağılımda en sıklıkla gözlenen değerdir. Mod, bir dağılımın merkezi değerini belirlemede ortalama ve ortanca değere göre daha az kullanılır. Minimum ve maksimum ifadeleri veriler için en küçük ve en yüksek değerlere karşılık gelir. Alt ve üst çeyrek değer ise ortanca değer, verileri iki eşit parçaya böldüğü gibi çeyrek değerlerde dört eşit parçaya böler. Eğer veriler, en küçükten en büyüğe doğru dizilmişse verilerin ilk dörtte birlik bölümü, birinci ya da alt çeyrek değerinin üstünde, son dörtte birlik bölümü ise üçüncü ya da üst çeyrek değerinin altında kalır. Alt çeyrek değer Q_1 , üst çeyrek değer ise Q_3 ile gösterilir.

4.3.3 Yayılım İstatistikleri

Varyans, standart sapma ve çeyrek (quartile) değerler aralığı bu gruba giren istatistiklerdir ve verilerin değişkenlik derecesini ifade ederler.

Varyans, bir dağılımın ortalamaadan ne kadar saptığının göstergesidir. Standart sapma varyansın kareköküne eşittir. Değişim aralığı en büyük veri değeri ile en küçük veri değeri arasındaki farktır.

Çeyrek değerler aralığı verilerin değişkenlik derecesini ölçen diğer bir istatistiktir. IQR ile gösterilir ve üst ve alt çeyrek değerler arasındaki farka eşittir ($IQR=Q_3-Q_1$). IQR, varyans ve standart sapma gibi dağılımın merkezi olarak ortalamayı kullanmadığından anormal veri değerlerinden etkilenmez.

4.3.4 Şekil Ölçen İstatistikler

Çarpıklık (skewness) katsayısı ve değişim katsayısı ile tanımlanır. Çarpıklık katsayısı dağılımın simetrisi, değişim katsayısı ise belli dağılım tipleri için kuyruk uzunluğu hakkında bilgi verir.

Çarpıklık katsayısı önceden değinilen istatistikler, dağılımın simetrisi hakkında hiçbir bilgi vermezler. Simetri derecesinin belirlenmesinde kullanılır. Hesaplamasındaki küp alma işleminden dolayı diğer bütün istatistikler içinde anormal veri değerlerinden en çok etkilenen istatistiktir. Bu nedenle simetri derecesini belirlemede çarpıklık katsayısının değerinden çok işaretine bakılır. Pozitif işaret, dağılımın sağa çarpık; negatif işaret ise sola çarpık olduğunu gösterir.

Değişim katsayısı dağılımın şeklini tanımlamada çarpıklık katsayısına alternatif olarak kullanılan bir istatistiktir. CV ile gösterilir. Genel olarak çarpıklık katsayısının ve bütün değerlerinin pozitif olduğu dağılımlar için kullanılır. Değişim katsayısı, standart sapmanın ortalamaya oranına eşittir.

4.4 Jeostatistik

Jeostatistik, George Matheron tarafından Fransa’da bulunan Centre de Morphologie Mathematique’de geliştirilmiştir. Ana amacı bir maden yatağındaki tenör değişikliklerini incelemek olan “Uygulamalı İstatistik” bilim dalıdır. (Matheron, 1970; Dorsel and La Breche, 1997). Maden yataklarının değerlendirilmesinde örneklenmiş noktalarda belirli bir bölgeye özgü değişimleri göz önüne alır ve ilgili değişkenlerin olasılık dağılımlarını inceler.

Uygulamalı İstatistik (Ekonometri, Biyoistatistik vb.) bilim dallarında temel amaç, incelenen değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığını değerlendirmektir. Böyle bir ilişki bulunabilirse, ilişkiyi analiz etmek sureti ile araştırılan değişkenin varyansını düşürülür ve tutarlı tahminlere ulaşılır. Jeostatistiksel yöntemlerde, değişkenlerin birbiriyle ilişkisi, uzamsal bir ilişki olabileceği gibi farklı madenlerin

tenör değerleri arasında bir ilişki de olabilir. Örneğin, bir arazide yapılan maden arama sondajlarında elde edilen tenör değerleri, sondajlar arasındaki “h” uzaklığına bağlı olarak değişir. “h” değeri azaldıkça tenör değerleri birbirine yaklaşacak, “h” değeri büyüdükçe tenör değerleri birbirinden uzaklaşacaktır (Journel, 1983).

Tenör değerlerindeki farkların uzaklığa bağlı bir modelinin oluşturulmasında en gerçekçi yaklaşım, ilgili yatağın verilerini kullanan ve yatağın özelliklerini yansıtan bir yaklaşımdır. Jeostatistik bu türden bir yaklaşımdır ve tenör değerlerindeki farkların uzaklığa bağlı değişimini dikkate alır.

Tenör değerlerinin birbirinden uzaklaşması, aralarındaki ilişkinin azalması anlamında yorumlanır. Bu ilişkiyi ortaya koyan variogram modeli ile bilinen tenör değerlerinin bilinmeyen tenör değerini tahmin ederken ne kadar bilgi taşıdığı ortaya konulur. Bu ilişki, bilinmeyen tenör değerinin tahmininde, bilinen değerlerin ağırlıklandırılmasında (weighting) kullanılır. Bu ağırlıklar yardımıyla, düşük varyanslı kriging tahmini yapılır (Deutsch and Journel, 1992).

Matematiksel olarak, bir maden yatağının u noktasındaki tenör değerini $z(u)$ ve bu noktadan h kadar uzaklıktaki tenör değerini $z(u+h)$ olarak gösterildiğinde, bu iki noktadaki tenör değerleri arasındaki fark $f(h)=z(u)-z(u+h)$ olacak ve h uzaklığına bağlı bir fonksiyon olarak ifade edilebilecektir. Ancak jeostatistiksel çalışmalarda $(z(u))$, rastsal değişken olarak kabul edilmekte ve belirli bir olasılık dağılımına uygun değerler aldığı varsayılmaktadır. Bu olasılık dağılımı yardımıyla simülasyon yapılır, yani bir arazinin istatistiksel karakteristiğini ortaya koyan muhtemel bir veri üretilir.

Uzaklığa bağlı ilişki, rezerv hesaplarında klasik (deterministik) ve jeostatistiksel yöntemler arasındaki en önemli farktır.

Klasik rezerv hesaplama yöntemleri, çalışma alanı içerisindeki her noktada tenörün aynı olduğunu ve noktalar arası uzaklığa (h) göre değişmediğini varsayar. Cevherleşmenin devamlılığı tamamen tahminler veya varsayımlar üzerine yapılmaktadır. Aslında tenörler arasındaki uzaklığa bağlı olan bu ilişkinin aynı yatak

içinde bile farklı yönlerle göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Saraç ve Tercan, 1996).

Bir havzada, koordinatları belli bir noktadaki değerlerle uzaklığa bağlı bir modelin oluşturulmasındaki en gerçekçi yaklaşım, ilgili yatağın verilerini kullanan ve yatağın özelliklerini yansıtan jeostatistiksel bir yaklaşımdır.

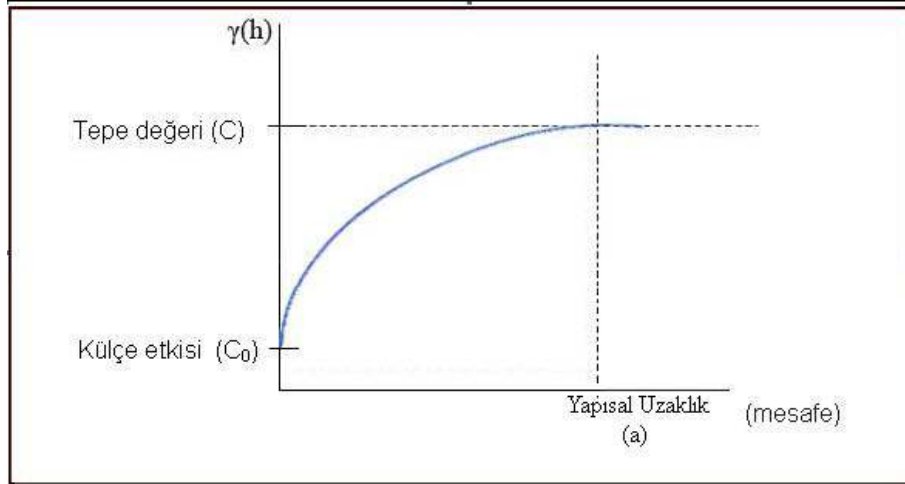
4.4.1 Uzaklığa Bağlı İlişki Fonksiyonu (Variogram)

Maden yataklarının değerlendirilmesinde kullanılan tenör, kalınlık gibi değişkenlerin temel bir özelliği bunların belirli bir bölgeye özgü olmaları ve en azından bir koordinatla ifade edilebilmeleridir. Bu özelliğinden dolayı bu tür değişkenler bölgesel değişkenler olarak adlandırılır. Bölgesel değişkenlerin değerleri arasındaki fark, bu değişkenler arasındaki uzaklığın bir fonksiyonudur (Matheron, 1970; Journel, 1986). Jeostatistik'te, bölgesel değişkenlerin uzaklığa bağlı değişimleri variogram fonksiyonu ile belirlenir ve bu fonksiyon birbirinden h kadar uzaktaki iki değişken arasındaki farkın varyansı olarak ifade edilir. Değişkenler arasındaki uzaklığın artması ile değişkenlerin değerleri arasında gözlenen farklılıklar artacak, dolayısı ile varyans da artacaktır. Varyansın artması, aralarındaki ilişkinin azalması şeklinde yorumlanabilir. Bir başka deyişle iki nokta arasındaki farkın varyansının büyüklüğü noktalar arasındaki mesafenin büyüklüğüne bağlıdır (Deutsch and Journel, 1992).

Variogram fonksiyonu (γ) bilindiğinde incelenen değişkenin homojenlik ve izotropluk dereceleri, düzenliliği ve bir örneğin etki mesafesi sayısal olarak belirlenebilir (Tercan ve Saraç, 1998).

Belirli bir h uzaklığından sonra değişkenler arasında doğrusal bir ilişki kalmaz ve kovaryans sıfıra yaklaşır. Böylece variogram da sabit bir sayıya yaklaşır. Diğer bir ifade ile belirli bir h uzaklığından sonra variogram değerinin sabit kaldığı kabul edilir.

Bu değere Tepe değeri (C), variogramın bu değeri aldığı uzaklığa da yapısal uzaklık (a) denir. Bu uzaklıkta kovaryans sıfır olur ve fiziksel olarak bir örneğin etki zonunun bittiği yer anlamına gelir. Etki zonu dışında örneklerin birbirleriyle korelasyonu yoktur ve birbirinden bağımsızlardır. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Tepe değeri ve yapısal uzaklık

Uzaklığın sıfıra eşit olduğu ($h=0$) durumda variogramın değeri de sıfıra eşittir. Bunun yanında uzaklığa bağlı değişimin verilerden belirlenebileceği sınır bir uzaklık bulunmaktadır. Bu da bütün örnekler içinde, birbirine en yakın iki örnek arasındaki uzaklığa eşittir. Veri bulunmadığı için bu uzaklıktan daha küçük mesafelerde variogram değeri belirlenemez ve böylece variogramın orijininde bir süreksizliğe neden olur. Orijindeki süreksizliğin bir başka nedeni de, örnekleme ve analiz hatalarıdır. Sıfırdan farklı bir değer, örnek alımındaki hataları gösterir (C. Saraç, 2007).

Süreksizliğe yol açan bu kaynakları birbirinden ayırmak mümkün değildir. Bu durum, variogramda “Külçe Etkisi” (Nugget Effect) şeklinde belirtilir ve C_0 simgesi ile gösterilir. İdeal olarak aynı noktadan alınmış iki örneğin, değerleri aynı olacağından külçe etkisinin de sıfır olması gerekir (Tercan ve Saraç, 1998).

Özellikle değerlerin geniş bir alanda ve seyrek biçimde bulunduğu arazilerde, variogram tahmini için yeteri kadar sıralı ikili elde edebilmek amacıyla lag uzaklığını

büyük seçmek gerekir. Dolayısı ile böyle durumlarda külçe etkisi değeri de yüksek olur.

Genel olarak variogramlar dört ana yönde hesaplanır. Bu yönler genellikle K/G, D/B, KB/GD ve KD/GB'dir. Eğer, 4 yönde de variogramlar aynıysa, bölgesel değişken izotropik; aynı değilse anizotropik olarak adlandırılır. Anizotropinin olduğu durumlarda aynı tepe değerlerine karşılık farklı yapısal uzaklık değerleri varsa anizotropi "geometrik anizotropi" olarak adlandırılır (Journel, 1979).

Araziden elde edilen deneysel variogramlarda, variogram değerleri belirli uzaklıklar için hesaplanır ve bunun dışındaki uzaklıklarda variogram değerleri bilinmemektedir. Belirli uzaklıklar için hesaplanan bu variogram değerleri, istatistiksel açıdan bir örneklem gibi düşünülür. İstatistiksel çalışmaların amacı, bir örnekleminden (sample) yola çıkarak elde edilen istatistikler doğrultusunda, kitle (population) için çıkarımlar yapmaktır.

4.4.2 Variogram Modelleri

Elde edilen uzamsal değişkenlik ölçütlerinden yola çıkarak tüm arazi için tanımlı ve sürekli bir kitle modelinin oluşturulması amaçlanır. Variogram pozitif değerler aldığından seçilecek fonksiyonun da pozitif tanımlı bir fonksiyon olması gerekmektedir. Günümüzde kullanılan variogram modelleri tepe değerinin olup olmamasına göre iki gruba ayrılır (Journel and Huijbregts, 1978):

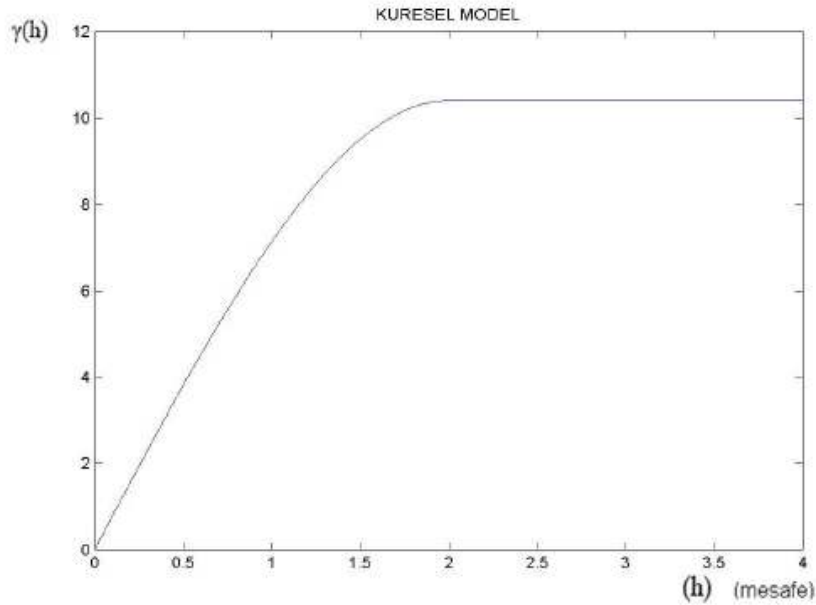
- Tepe Değerli Modeller
- Tepe Değeri Olmayan Modeller

Tepe değerli modeller küresel model, üssel model, gauss modeli ve power modeli olarak tanımlanmıştır. Modelde külçe etkisi bulunduğunda, ham modele C_0 sayısı eklenerek model C_0 birim yukarı kaydırılmış olur. Böylece, külçe etkili model elde edilir. Tepe değeri olmayan modellere ise doğrusal model örnek olarak verilebilir.

4.4.2.1 Küresel Model

Bu model tüm variogram modelleri içinde en yaygın şekilde kullanılan variogram modelidir.

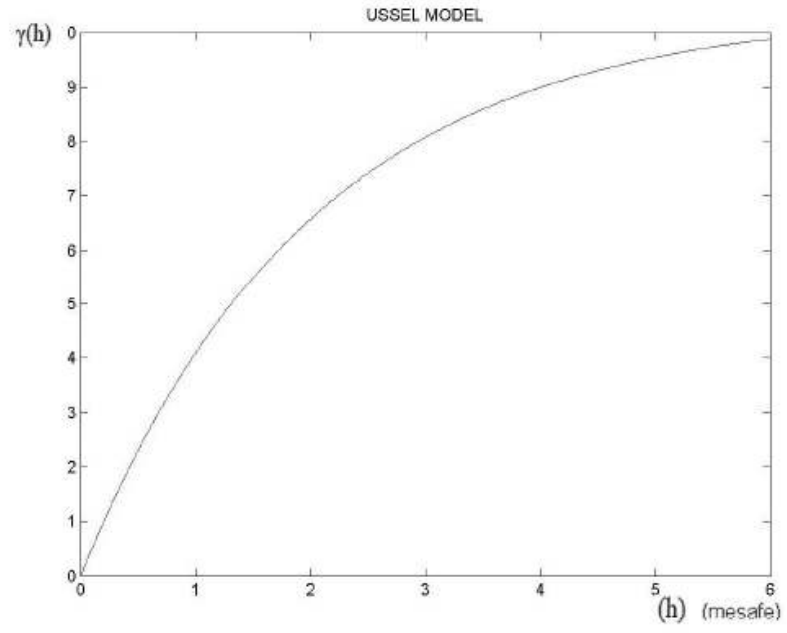
Küresel variogram, orijinden başlayarak artan h uzaklığı ile artar. Yapısal uzaklığa ulaştığında artışı durur ve bu uzaklıkta, variogram değeri C 'ye eşittir (Isaaks and Srivastava, 1989). $C=10,4$ ve $a=2$ için örnek küresel model Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Küresel model variogram

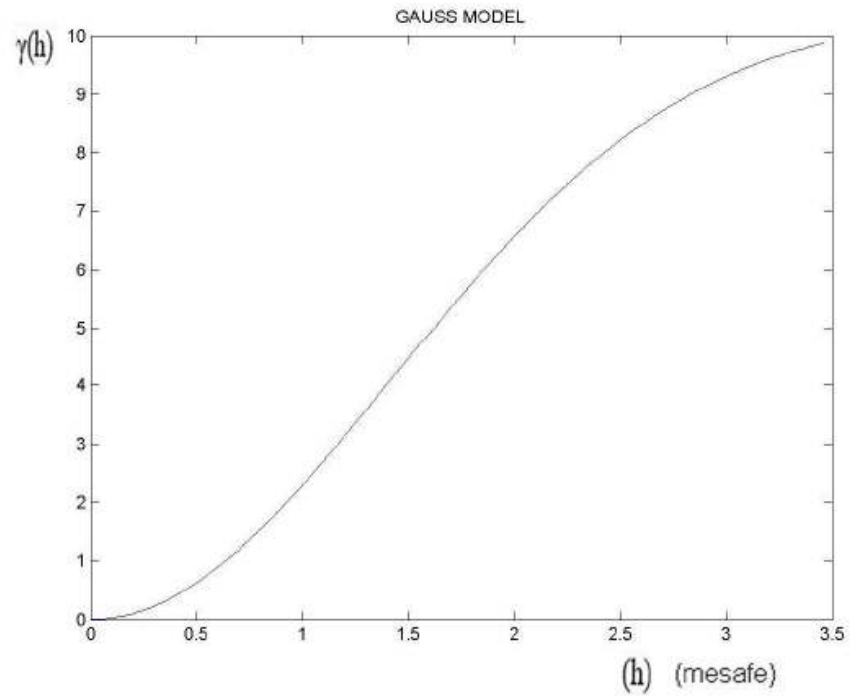
4.4.2.2 Üssel Model

Bu model ilk basta doğrusal iken tepe değerine teğetsel olarak ulaşır. Model, tepe değerine dereceli ulaştığı için gerçek yapısal uzaklık, teorik yapısal uzaklığın yaklaşık 1/3'ü kadardır (Clark, 1979). Pratikte variogramın tepe değerine yaklaştığı uzaklık, yapısal uzaklıktır. $C=10,4$ ve $a=2$ için örnek üssel model Şekil 4.3'te gösterilmiş olup üssel model, bu dört model içerisinde tepe değerine en yavaş yaklaşan modeldir.



Şekil 4.3 Üssel model variogram

4.4.2.3 Gauss Modeli



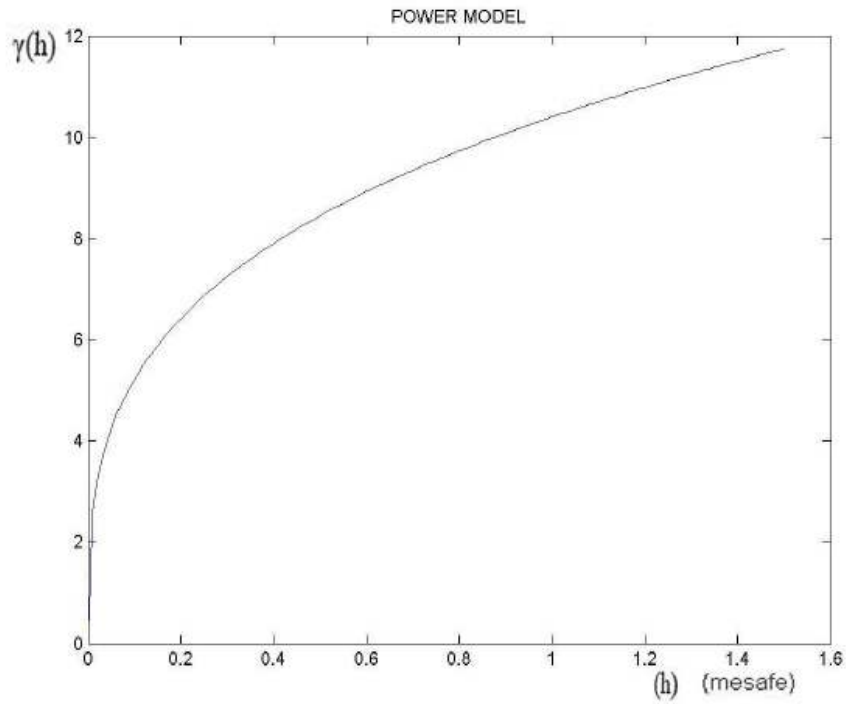
Şekil 4.4 Gauss model variogram

Etkin yapısal uzaklık (effective range) $a\sqrt{3}$ olarak tanımlıdır (Deutsch and Journel, 1992). Gauss modeli orijinde parabolik davranış gösteren tek variogram modelidir (Clark, 1979). $C=10,4$ ve $a=2$ için örnek gauss modeli Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

Gerçek yapısal uzaklık, teorik yapısal uzaklığın kök üç katı olduğundan, $\sqrt{2}.a = 2,5$ şeklindedir. Parabolik yaklaşım, şekilden de gözlenebilmektedir.

4.4.2.4 Power Modeli

Power model, bu dört model içerisinde tepe değerine en hızlı yaklaşan modeldir . $C=10,4$ ve $a=0.3$ için örnek power model Şekil 4.5'te gösterilmektedir



Şekil 4.5 Power model variogram

4.4.3 Variogramlardan Elde Edilen Sayısal Bilgilerin Anlamı

Variogramdan elde edilen sayısal bilgilerin anlamı görelidir. Pratikte, $Z(u)$ değerlerinin yeniden ölçeklendirilmesi, sayısal bilgilerin görelî değerini

değiştirmeyeceği için kabul edilir. Böylece variogram değerleri bilgisayarın hesaplama duyarlılığını asmamış olur (Deutsch and Journel, 1992).

Variogram, cevherleşmenin devamlılığının ölçülmesinde oldukça önemlidir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Kısa mesafelerde $\gamma(h)$ değerinin başlangıç noktasına göre artış oranı mesafe açıldıkça azalabilir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Eğrinin yavaşça ve düzenli olarak artış göstermesi cevherleşmenin düzgün olarak devam ettiğini gösterir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Aksi bir durum uç değerlerin fazla olduğunu ve bu nedenle cevherleşmenin düzensiz bir özellik gösterdiğini ortaya koyar.

Herhangi bir yönde bölgesel değişkenin sürekli olduğu alan Etki Alanı olarak tanımlanır (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Örnekler, belirli mesafeden sonra birbiri üzerine herhangi bir etki etmeyecek noktaya varırlar ve bu mesafenin ötesindeki değerler o örnek için bilgi taşımamaktadır (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Yapısal uzaklık ile farklı yönlerde seçilen aralık sondajların nasıl planlanması ve ne kadar aralıklar ile yapılması gerektiği konusunda kararlar verilir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Etki mesafesi bazı yataklarda, yatağın doğrultusu boyunca fazla olurken ona dik istikamette daha az olabilir ve bu heterojen yapıyı ortaya koyar (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Variogram analizi ile etki alanı içinde farklılıklar ve mineralojik değişimlerin boyutu saptanabilir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Variogram fonksiyonu, h Öklid uzaklığını 2γ ilişkisizlik (dissimilarity) uzaklığına esleyen, artan bir fonksiyon olarak yorumlanabilir. Bu yorum doğrultusunda variogram analizinin en önemli özelliklerinden biri, kriging tahmini için bir ön çalışma oluşturmastır. Şöyle ki, variogram analizi ile elde edilen sonuçlarla, örneklenmemiş değerlerin kriging tahmini için, örneklenmiş değerlere verilecek ağırlıklar (**weight**) tespit edilir. Tahmin edilmek istenen örneklenmemiş değerin h uzaklığına bağlı olarak, variogram değeri yüksek değerlere düşük ağırlıklar, variogram değeri düşük değerlere yüksek ağırlıklar verilir.

4.4.4 Kriging Yöntemi

Kriging, uygulamalı istatistik bilimlerinde sıkça kullanılan “Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon” tekniğinin jeoistatistiksel uygulamasıdır (Deutsch and Journel, 1992). Kriging tekniği oldukça fazla sayıda işlem içerdiğinden bilgisayar gerektirir. Bu amaç için hazırlanan bilgisayar programları mevcuttur.

Çok değişkenli doğrusal regresyonda amaç, bağımsız değişkenlerin bulunduğu doğrusal bir istatistiksel modelden yola çıkarak, değeri bilinmeyen bir değişkeni tahmin etmek ve bu değişkendeki değişimi açıklamaya çalışmaktır. Sözgelimi bir biyoistatistikçi, geliştirilen bir ilacın tedavi edici etkisini, hastanın yaşına, geçmişte geçirdiği benzer hastalıkların sayısına, hastalığa bakış açısına ilişkin psikolojik durumuna ve beslenmesine bağlı olarak açıklamak isteyebilir. Burada tahmin edilmek ve değişimi açıklanmak istenilen bağımlı değişken, ilacın tedavi edici etkisidir. Modeldeki bağımsız değişkenler ise yaş, geçmişteki hastalıkların sayısı, psikolojik durum ve beslenme olur.

Örneklenmemiş bir değerın değişken değerini, bu rastsal değerin etrafındaki, değişken değerleri bilinen örneklerden yararlanarak tahmin etme tekniğine “Kriging” adı verilir (Matheron, 1971). Bu tahmin, Çok Değişkenli Regresyon (Multiple Linear Regression) analizi ile yapılır. Burada, tahmin edilmek ve değişimi modele bağlı açıklanmak istenen değişken, değeri bilinmeyen örneklenmemiş değerdir. Modeldeki bağımsız değişkenler ise, örneklenmiş değerler olur.

Kriging teorisini derinlemesine açıklamak için, “İstatistiksel tahmin teorisi” ve “Regresyon modelleri” alt başlıklarını incelemek gerekir.

4.4.4.1 Kriging Teorisi

Kriging tekniği, en küçük kareler tekniğini kullanarak en iyi doğrusal denklem sisteminin oluşturulmasıyla hata varyansının minimuma indirilmesi şeklinde özetlenebilir. Bu da Kriging’i diğer tekniklerden üstün kılan önemli bir özelliktir.

Deterministik bir yöntem olan “mesafenin tersinin karesi” yönteminin yerini alarak; örnek etki alanının bilinmezliğini, blokların boyutunun hesaba katılmamasını ve blok değerlerinin tahmin edilirken hatalarının bilinemez olusunu ortadan kaldırmıştır (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Kriging yönteminde tahminin doğruluk derecesi:

- Verilerin kalitesine (ince ve ölçülmüş olmasına),
- Örneklerin sayısına,
- Verilerin konumuna (verilerin homojen devamlılık göstermesine),
- Örneklerin değerleri ile değeri tahmin edilmesi istenen blok arasındaki mesafeye

bağılıdır (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

4.4.5 Anizotropi

Veri kümesi içindeki verilerin belirli yönlerde devamlılık gösterirken, belirli kısımlarda genel ortalamadan sapmalar göstermesine Anizotropi denir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Anizotropi, yönsel anizotropi ve zonal anizotropi olmak üzere ikiye ayrılır. Yönsel anizotropi durumunda, örneklerin etki mesafeleri farklı olur, zonal anizotropi durumunda ise farklı tepe değerleri (sill değerleri) elde edilir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Eğer bölgesel değişken, homojen bir değişim göstermiyorsa (anizotropi varsa), yani ortalama değer alansal olarak farklılıklar gösteriyorsa verinin belirli bir trende sahip olduğu bir durum söz konusudur (Tüysüz ve Yaylalı, 2005). Bu durum semi variogramda parabolik bir fonksiyon olarak kendini gösterir. Yönlerin çoğunda parabolik eğri görünmesi yönsel trendin varlığını gösterirken bu eğri etki mesafesinin dışındaysa ihmal edilir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

BÖLÜM BEŞ

MADENCİLİKTE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS - GIS)

5.1 Giriş

Modern anlamda CBS'nin ilk tanımı Burrough (1998) tarafından yapılmıştır. Burrough'a göre CBS, belirli bir amaç ile yeryüzüne ait gerçek verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür. Burada iki unsur tanımlamayı etkilemektedir. Birincisi, CBS'yi kullanan farklı disiplinler (kent planlaması, coğrafya, mimarlık, mühendislik, çevre bilimleri ve diğerleri) kendi uygulama alanlarına göre CBS'yi farklı tanımlayabilmektedirler. İkinci unsur ise, bu disiplinlerde çalışan uzmanların kendi çalışmalarını daha iyi ve sağlıklı yapabilmeleri için birçok araçtan oluşan CBS'yi kullanma ihtiyaçlarıdır. CBS, ortaya çıkan her yeni teknolojinin sağladığı olanaklar gibi (iş daha kolay, hızlı ve anlamlı yapmak için) harita bilgileri ve grafik olmayan açıklayıcı verilerle çalışan uzmanların daha etkili ve verimli çalışmalarına imkân veren araçları sağlamaktadır.

Star ve Estes (1990) CBS'yi konumsal veya coğrafi koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmaları dizayn eden bir bilgi sistemi olarak tanımlamaktadır. Grimshaw (1994) ise CBS'yi işletmelerdeki faaliyetleri desteklemek amacıyla konumsal olan ve olmayan verilerin girişini, depolanmasını, sorgulanmasını, haritalanmasını ve coğrafi analiz edilmesini sağlayan bir grup işlemler olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlama, daha çok CBS'nin ticari ağırlıklı uygulamaları için geçerlidir, denebilir.

İngiltere'de CBS'nin kullanılmaya başlanmasına ve yerel yönetimlerin uygulamalarına önyak olan Çevre Bakanlığı (DOE, 1987) için hazırlanan Chorley raporu CBS'yi dünya üzerindeki coğrafi koordinatları referans alan verileri elde etmeyi, depolamayı, kontrol etmeyi, entegre etmeyi, manipüle etmeyi, analiz etmeyi ve görüntülemeyi sağlayan bir sistem olarak tanımlamaktadır.

Yapılan tanımlamalardan anlaşılacağı üzere, yeryüzü referanslı verileri analiz etme ve saklama bütün CBS tanımlamalarının temel karakteristiğini oluşturmaktadır. Verilerin elde edilmesi, düzenlenmesi ve görüntülenmesi tanımlamaları farklı terminolojiler kullanarak vurgulamıştır. Genel bir tanım yapılırsa CBS, coğrafi içeriği olan problemleri çözmede yardımcı olan bir sistemdir.

Coğrafi bilgi sistemlerinin aşağıdaki şekillerde değişik yönlü tanımlamaları yapılmaktadır;

- CBS, belli bir amaç ile yeryüzüne ilişkin bilgilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, aktarımı ve görüntülenmesi işlevlerini yapan araçların toplamıdır.
- CBS, genel harita malumatlarını görüntülemeyi sağlayan bilgi yönetim sisteminin bir şeklidir.
- CBS, coğrafi malumatları bir bilgisayar ortamında stoklayan ve çözümleyen bir araçtır.
- CBS, konumsal veya coğrafi koordinatları kaynak alan ve bu bilgilerle çalışmayı planlayan bir bilgi sistemidir.
- CBS, yeryüzü referanslı bilgileri toplayan, stoklayan, denetleyen, işleyen, çözümleyen ve görüntüleyen bir sistemdir.

5.2 CBS Bileşenleri

CBS'nin şekil 5.1'de de gösterildiği gibi beş temel bileşeni vardır.

Bunlar;

- Donanım (Hardware)
- Yazılım (Software)
- Veri (Data)
- İnsanlar (People)
- Yöntemler (Methods)



Şekil 5.1 CBS'nin temel bileşenleri

5.2.1 Donanım

CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector) gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. Bugün birçok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok değişik donanımlar mevcuttur.

5.2.2 Yazılım

Yazılım (software), diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarıdır. Yazılımların pek çoğunun ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir. Coğrafi bilgi sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır;

- Coğrafik veri/bilgi girişi ve işlemi için gerekli araçları bulundurması,
- Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak,
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli,
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara-yüz desteği olmalıdır.

5.2.3 Veri

CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak ta görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir.

5.2.4 İnsan

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına ve konuma bağlı her türlü analiz için CBS'yi kullanabilme yeteneklerini artırmaya ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olabilecektir.

5.2.5 Yöntem

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir.

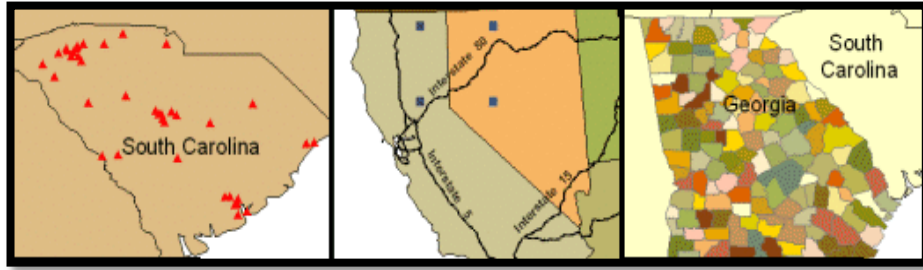
Coğrafi Bilgi Sistemi kısaca, dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunlarının çözümüne yönelik mekana/konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemler bütünüdür.

5.3 CBS Nasıl Çalışır?

CBS’de iki farklı konumsal ver modeli bulunmaktadır. Bunlar “vektörel (vector)” ve “hücresel (raster)” veri modelleridir.

5.3.1 Vektörel Veri Modelleri

CBS’lerde vektör olarak tanımlanan veri, herhangi bir koordinat sisteminde nokta, çizgi ve alanlardan oluşan veridir. İdeal olan, tüm grafik verilerin tek bir koordinat sisteminde tanımlanmış olmasıdır. Farklı koordinat sistemlerindeki verilerin ise, tek bir koordinat sistemine dönüştürüleceği dönüşüm katsayılarının yeterli duyarlılıkta belirlenmiş olması gerekir. Vektör olarak ele alınan gösterimde ve depolamada başlangıç ve bitiş noktaları ile tanımlı olan ve devamlılık gösteren çizgiler kullanılır. Vektörler, çalışma ortamını nokta, çizgi ve alan gibi topolojik özellikler takımına böler. Çizgilerin başlangıç ve bitiş noktalarının konumu, verinin topolojisini gösteren vektörleri tanımlar.



Nokta Veri

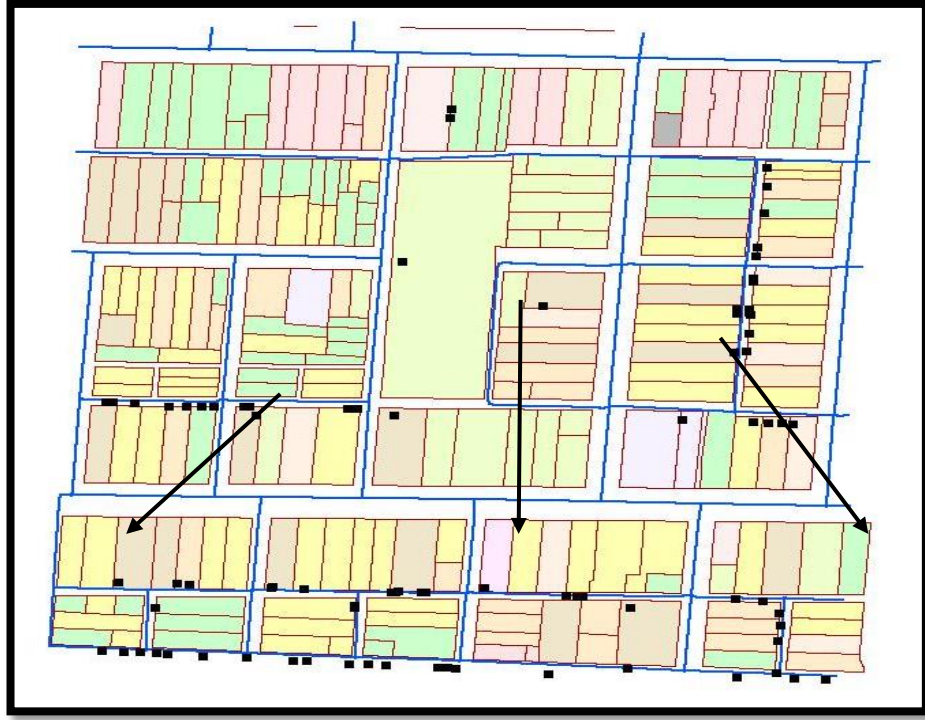
Çizgi Veri

Poligon Veri

Şekil 5.2 Vektör tabanlı CBS (NAOO-NSC,2006)

Vektörel model coğrafi varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.

Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de vektörel veri örnekleri gösterilmiştir.



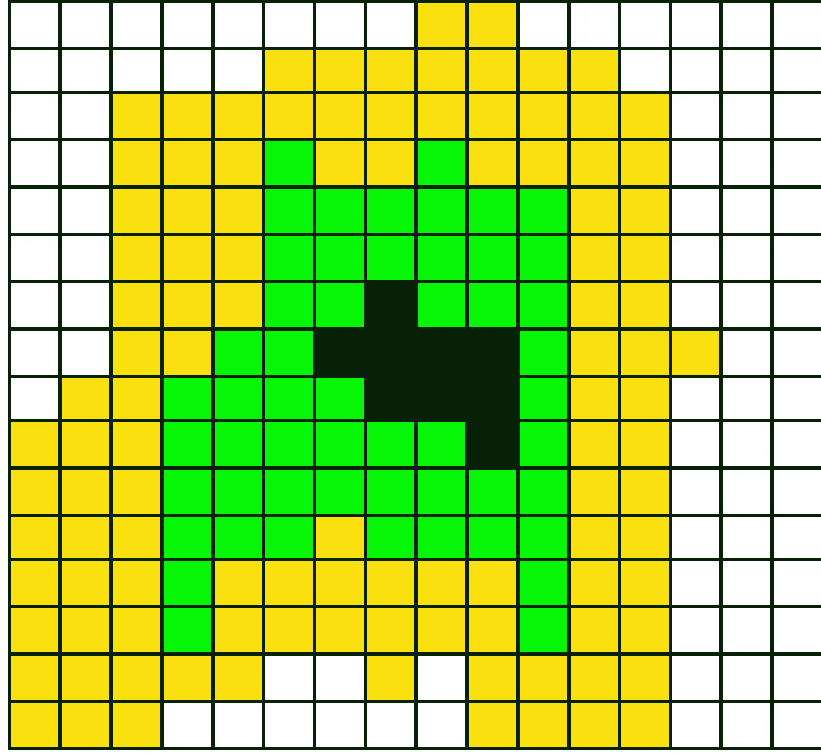
NOKTA	ÇİZGİ	POLİGONLAR
(Elektrik direkleri vb)	(Yollar, akarsular, eşyüksekti eğrileri vb)	(Parsel alanı, orman alanı vb)

Şekil 5.3 Vektörel veri modelleri

5.3.2 Raster (Hücresel) Veri Modelleri

Hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. CBS'lerde raster olarak tanımlanan veri, belirli sayısal, harf veya renk olarak değerleri olan hücrelerin (pixel) bir araya gelmesiyle oluşan görsel bilgiyi kapsamaktadır.

Hücre noktalardan oluşur. Hücre içinde kalan her noktanın kod değeri aynıdır. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip olan raster modeller, genellikle uydu görüntüsü, fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler.



Şekil 5.4 Raster tabanlı CBS (Sprague et. al. , 2007)

Şekil 5.4'deki renklerin anlamı;

- Siyah: Şehir sınırları
- Yeşil: 5 dakika içinde ulaşılabilecek bölgeler
- Sarı: 10 dakika içinde ulaşılabilecek bölgeler
- Beyaz: Diğer bölgeler

Vektör ve raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde artık her iki model bir arada kullanılabilir. Bu tür bir kullanım şekli CBS'de hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir.

Raster veri ve vektör verinin farkları şunlardır:

- Vektör veri; gerçek durumu iyi yansıtır.
- Raster veri; piksel büyüdükçe veri kaybı olur.
- Vektör veri; veri yapıları karmaşıktır.

- Raster veri; veri yapıları çok basittir.
- Vektör veri; farklı topolojik yapı yüzünden simülasyonu zordur.
- Raster veri; pikseller aynı boyutta olduğundan simülasyonu kolaydır.
- Vektör veri; grafik gösterimin ölçeğe bağlı doğruluğuna sahiptir.
- Raster veri; veri hacmi geniştir.

5.3.3 Temel İşlevler

Coğrafi bilgi sistemlerinin sağlıklı bir şekilde çalışması aşağıdaki temel işlevlerin yerine getirilmesine bağlıdır. Bunlar;

- Veri toplama (data collection)
- Veri yönetimi (data management)
- Veri işlem (data manipulation)
- Veri sunumu (data display)

5.3.3.1 Veri Toplama

Coğrafi veriler toplanarak, CBS’de kullanılmadan önce mutlaka sayısal yani dijital formata dönüştürülmelidir. Verilerin kâğıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülmesi işlemi sayısallaştırma (digitizing) olarak bilinir.

5.3.3.2 Veri Yönetimi

Küçük boyutlu CBS projelerinde coğrafi bilgilerin sınırlı boyuttaki basit dosyalarda saklanması mümkündür. Ancak, veri hacimlerinin geniş ve kapsamlı olması, bunun yanında birden çok veri gruplarının kullanılması durumunda Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (Data Based Management Systems) verilerin saklanması, organize edilmesi ve yönetilmesine yardımcı olur. Birçok yapıda tasarlanmış veri tabanı yöntem sistemi vardır, ancak CBS için en kullanışlı ilişkisel (relational) veri tabanı sistemidir.

5.3.3.3 Veri İşlem

Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması bunu gerektirebilir. Örneğin, konumsal bilgiler farklı ölçeklerde mevcut olabilir. (yol verileri 1/100.000, nüfus dağılımı verileri 1/10.000, bina verileri 1/1.000 gibi). Tüm bu bilgiler birleştirilmeden önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm görüntü amacıyla geçici olabileceği gibi bir analiz işlemi için sürekli ve kalıcı da olabilir.

5.3.3.3. Veri Sunumu

Görsel işlemler yine CBS için önemli bir işlevdir. Birçok coğrafi işlemin sonunda yapılanlar harita veya diğer grafik gösterimlerle görsel hale getirilir. CBS kartografya biliminin hızlı gelişmesine de katkıda bulunan yeni ve daha etkili araçları sunmaktadır. Haritalar, yazılı raporlarla, üç boyutlu gösterimlerle, fotoğraf görüntüleri ve çok-ortamlı (multimedia) ve diğer çıktı çeşitleriyle birleştirebilmektedir.

5.4 Madencilikte CBS ve Yardımcı Teknolojiler

CBS'nin doğal kaynaklara dayalı endüstrilerde kullanımı oldukça yaygın iken, madencilikte kullanımı diğer disiplinlerde kullanımından daha az yaygındır. Bunun en önemli nedeni madenciliğin tasarım aşamasında daha çok bilgisayar destekli yazılım (CAD – computer aided design) kullanımının oldukça yaygın olması ve bu yazılımların madencilik için tasarlanmış özel yazılımlar (söz gelimi, TECHBASE, Vulcan, MineSight, SURPAC) ile entegre olarak çalışarak pek çok madencilik problemine çözüm bulmasıdır. Ancak CBS'nin yaygınlaşması ile birlikte yukarıda sözü edilen CAD – Madencilik yazılımı ikilisine CBS de katılmıştır. Şekilde görülebileceği gibi CBS grafik ve öznitelik verilerini aynı anda kullanabilme özelliği nedeni ile madencilik birimleri arasındaki eşgüdümü pekiştirmek amaçlı olarak sisteme entegre olmuştur. Ayrıca madenciliğin hemen hemen tüm safhalarında grafik ve öznitelik verilerinin aynı anda kullanımına duyulan ihtiyaç ve pek çok verinin

mekânsal bir nitelik taşıması da CBS'nin madencilikte kullanımını gün geçtikçe arttırmaktadır.

CBS'nin madencilik uygulamalarında kullanımı çoğunlukla CBS'yi destekleyen teknolojilerin CBS'ye entegre edilmesi ile olmaktadır. Uzaktan algılama CBS'ye en önemli girdi sağlayan teknolojilerden birisidir. Küresel Konumlama Sistemi(KKS; GPS, Global Positioning Systems) ise daha çok verinin doğruluğunun kontrolünde ve navigasyon sistemlerinin etkili kullanımında yer almaktadır.

Maden arama faaliyetleri, madenciliğin yanında, jeoloji, jeofizik gibi yerbilimlerin diğer kollarının göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, arama faaliyetlerinde farklı disiplinlerce toplanan verinin CBS ortamında analizi büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca maden arama faaliyetlerinde çok çeşitli verinin analiz edilerek anlamlı bir bilgi çıkarılması, çalışmaların başarısını etkileyen en önemli faktörlerdendir. CBS arama faaliyetlerinde kullanılacak verilerin (söz gelimi; jeoloji haritaları, uydu görüntüleri, topoğrafik haritalar, jeofizik görünüm ve veriler) birlikte analiz edilip yorumlanacağı en ideal platformdur. CBS'nin maden aramalarında kullanımına örnek olarak Khatediya ve Verma'nın Hindistan'da uygun kimberlit arama alanlarının seçilmesi çalışması verilebilir. Bu çalışmada jeolojik, tektonik katmanlar ile IRS uydusundan alınan görüntünün işlenerek kayanın kimyasal içeriğini veren katmanlar, CBS'de bulanık mantık analizi yöntemi ile birleştirilerek uygun arama bölgeleri saptanmıştır.

Madenciliğin işletme operasyonları sırasında CBS ve destekleyici teknolojilerin kullanımı çok çeşitlilik göstermektedir. Çoğunlukla yer altı madenciliğinde CBS yalnız başına ve değişik operasyonların eşgüdümü için kullanılırken, açık ocak madenciliğinde CBS, UA ve GPS ile entegre edilmiştir. CBS'nin yer altı madenciliğinde en yaygın kullanım alanlarından biri de madenin 3 boyutlu görselleştirilmesi ve madene ait çizelgesel bilgi ile eşleştirilmesidir.

Açık ocak işletmeciliğinde şev duyarlılığı ve dekapaj hesapları gibi analizlerde son yıllarda CBS'nin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. CBS ve UA

entegrasyonunun madencilik faaliyetlerindeki diğer yaygın kullanımı da kaya mekaniği uygulamalarıdır. Koçal (2004)'ün çalışması bunun bir örneğidir. Bu çalışmada yüksek çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak çizgisellikler otomatik olarak bulunmuş daha sonra CBS yardımı ile yol, parsel sınırları gibi yapay çizgisellikten ayıklanarak süreksizlik haritası elde edilmiştir. CBS ve UA entegrasyonunun kaya mekaniğinde kullanımı ayrıntılı olarak Karpuz (2005)'te tartışılmıştır.

Madencilikte GPS kullanımı delme-patlatma ve kamyon-ekskavatör eşleşmesi işlemlerinde yaygındır. Delme-patlatma işlemleri sırasında patlatmanın verimliliğini arttırıcı etkisi olan deliklerin doğru delinmesi işlemi GPS yardımı ile kontrol edilir. Açık ocak madenciliğinde üretimin performansını etkileyen faktörlerden biri olan kamyon-ekskavatör eşleşmesi işlemi, GPS ve kablosuz bilgi teknolojileri (IT, Information Technology) yardımı daha etkili hale dönüşmüştür.

Sonuç olarak; Günümüzde, CBS ve yardımcı teknolojileri daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sebebi, CBS ve yardımcı teknolojilerin kullanımıyla madencilikte denetim ve takip uygulamalarının daha etkili duruma gelmesidir. CBS ve UA'nın ülkemiz madenciliğinde şu ana kadar henüz uygulama olanağı bulamadığı, ancak büyük katkılar sağlayacağı alanlar şöyle sıralanabilir:

- Madencilik faaliyetlerinin hepsini içeren bir bilgi sisteminin oluşturulması (Maden Bilgi Sistemi, MBS)
- Maden yönetiminin tüm madencilik faaliyetlerini toplu halde bir sistemde görmesi, gerekli sorgulamaların ve analizlerin yapılması
- Üretim planlamasının yapılması
- Jeolojik yapıların üretime etkilerinin gözlenmesi
- Tüm ocak içi yolların ve yollara ait bilgilerin sorgulanması, ilişkili tematik haritaların hazırlanması
- Maden kazalarının ocak haritasında işlenmesi ve bu haritadan yararlanılarak olası risk haritasının elde edilmesi

- Personale ait veri tabanının oluşturulması ve personelin çalıştığı bölümler ile ilişkilendirilmesi
- Ocak ile ilgili istenilen her türlü tematik haritanın hazırlanabilmesi
- Madene ait her türlü değişim ve ölçümlerin bilgisayar ortamında kısa zamanda güncellenmesi

5.5 Örnek CBS Yazılımları

Aşağıda dünyada yaygın olarak kullanılan CBS yazılımları hakkında genel bilgi verilmiş bulunmaktadır. (Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımları, (b.t.). 20 Nisan 2012, <http://cografyabilimi.net/cbs-yazilimleri/>)

5.5.1 ArcInfo (ESRI) Yazılımı

ArcInfo en üst düzey GIS yazılımıdır.

ArcInfo ileri düzey GIS sistemleri oluşturabilmeniz ve yönetebilmeniz için gerekli tüm fonksiyonlara sahiptir. Bu fonksiyonlara özelleştirilebilir bir arayüzden erişebilirsiniz. Ayrıca modeller, scriptler, programlar kullanılarak arayüz geliştirilebilir.

Profesyonel GIS kullanıcıları veri üretimi, harita görüntüleme, modelleme ve analiz işlemlerinin tümü için ArcInfo kullanırlar.

GIS profesyonelleri için asıl önemli olan standartları sunar. ArcView, ArcEditor ve ArcReader'in tüm fonksiyonlarını içermektedir ve bunlara ek olarak üst uç kartografik araçlar, yaygın veri kullanımı ve gelişmiş mekânsal analizler yapma imkânı sağlamaktadır.

ArcInfo, haritalar ve yer küre modelleri, veri, üst veri, coğrafik veri tabanı ve iş akış modellerinin tümünü kapsayan akıllı GIS yapım ve yönetim araçlarının tamamını sağlar. Bu fonksiyonlara modeller, metin yazıları ve uygulamalarla

uyarlanabilir ve uzatılabilir olan kolay kullanılan bir arayüz aracılığıyla ulaşılmaktadır.



Şekil 5.5 ArcGIS Desktop yazılımı

Profesyonel GIS kullanıcıları veri üretimi, harita görüntüleme, modelleme ve analiz işlemlerinin tümü için ArcInfo kullanırlar.

ArcInfo, mevcut olan en eksiksiz ve en geliştirilebilir GIS yazılımıdır.

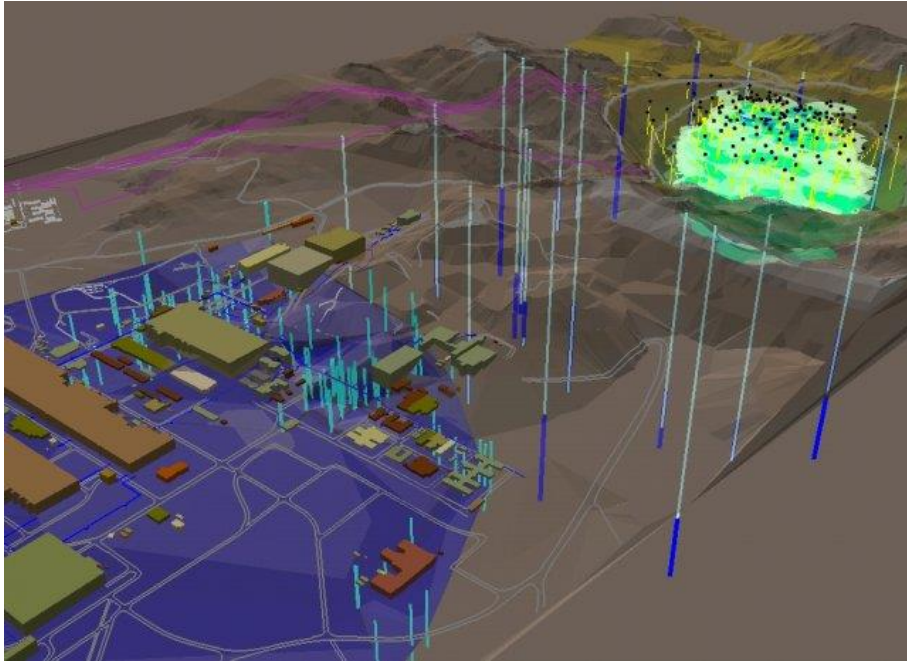
ArcInfo, ArcView ve ArcEditor'e ait tüm fonksiyonları içerir. (Şekil 5.5) Bunlara ek olarak ileri düzey geoprocessing ve veri dönüşüm kabiliyetlerine de sahiptir.

Arc/Info harita otomasyonu, veri dönüşümü, veri tabanı yönetimi, harita çakıştırma, konumsal analiz, etkileşimli görüntüleme ve sorgulama, grafik, tanıs

veri girişi ve düzeltme, adres haritalama ve kodlama, ağ analizi, harita üzerine niteliklerin yazılması ve topografik analiz işlemlerinde etkin     mler sunmaktadır. Yazılım, AML (Arc Macro Language) adi verilen bir makro programlama diline sahip olup, WindowsNT, UNIX, LINUX v.b. de çalışan, donanımdan bağımsız bir programdır.

5.5.2 ArcView GIS (ESRI) Yazılımı

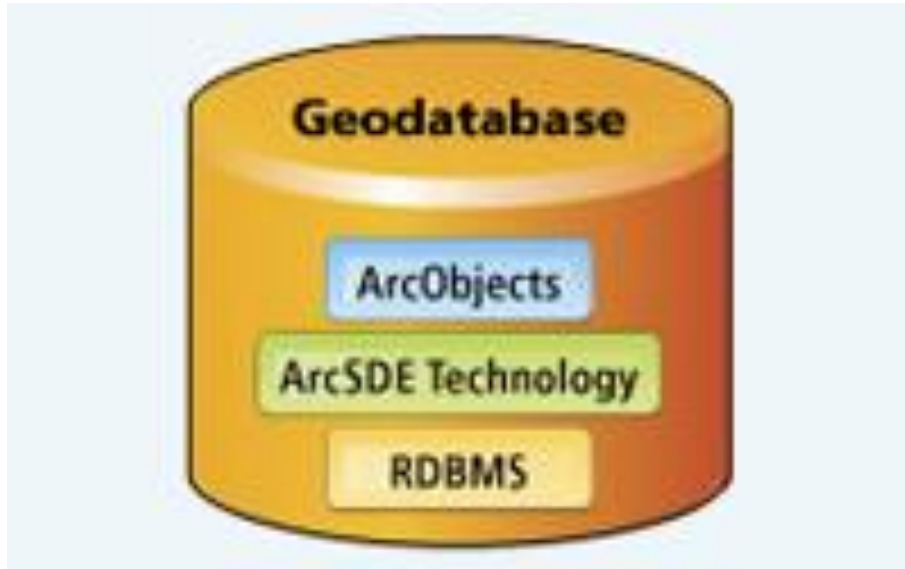
ArcView yazılımı, vektör ve raster kökenli coğrafi veri tabanlarından geometrik ve geometrik olmayan verinin sorgulanmasına olanak veren, bir masaüstü haritalama ve coğrafi bilgi sistemleri yazılımıdır. Is istasyonları, PC ve Macintosh'lerde çalışabilen ArcView yazılımı, coğrafi veri tabanlarına tüm kullanıcılar tarafından erişim imkanı sağlamakta, değişik formatlardaki (dxf, dgn, dbf, txt, tif, bmp,.. vb.) verilerin kolayca seçilmesi ve görüntülenmesine olanak tanımaktadır. Bu yazılım ESRI'nin CBS  r nlerinin ürettiği konumsal veriyi direkt olarak kullanarak sorgulama ve görüntüleme islerini yapabilir. ArcView GIS (ESRI) yazılımına ait örnek görüntü şekil 5.6'da gösterilmiştir.



şekil 5.6 ArcView GIS (ESRI) yazılımından örnek görüntü

5.5.3 SDE (ESRI) Yazılımı

SDE (Spatial Database Engine), konumsal verinin (vektör, görüntü ve CAD) ticari bir veri tabanı yönetim sistemi içinde depolanması ve yönetimi için tasarlanmış bir yazılımdır. Ticari kullanıcı/sunucu mimarisini kullanan RDBMS'lerde (Oracle, MS SQL Server, Sybase, IBM DB2 ve Informix) kullanılabilir. Küçük gruplardan büyük ölçekli gruplara değişen ortamlarda, konumsal veriyi baksa bir konumsal olmayan veriyle bütünleştirme olanağı tanır. Sorgulama, konumsal ve topolojik tabanlı veri çıkarma olanağı sağlayan konumsal sorgu fonksiyonları kütüphanesi içerir. Çok kullanıcılı bir ortamda çok miktardaki konumsal verinin depolanması ve yönetimi için dizayn edilecek sistemlerde, açık veri erişimi gereksinimi olan herhangi bir çalışma ve proje uygulamasında SDE'den yararlanılabilir. SDE, TCP/IP protokolü ve XDR kullanarak, Unix, Windows sistemlerini içeren ağlarda, hızlı bilgi girişine ve bilgilerin geri çağırılmasına olanak verir. Arc/Info geliştiricilere C, C++ ile arayüz programcılığı için Visual Basic gibi süratli uygulama geliştirici (RAD) araçları arasında seçim yapma ya izin verecek şekilde kurulabilir. SDE, tüm haritalama uygulamalarında kullanılmakta olan diğer bilgi teknolojisi ürünleri ile bütünleşmeye uygun çözümler sunmaktadır.

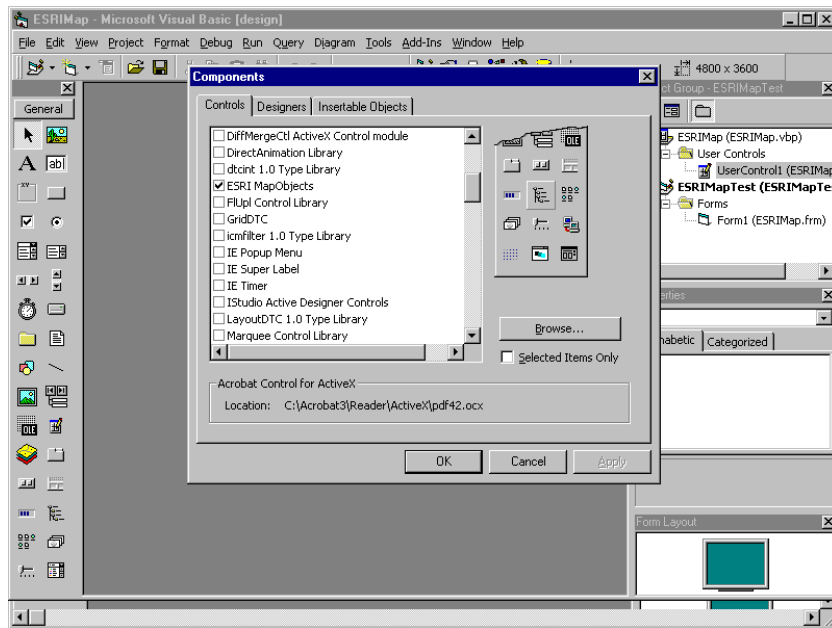


Şekil 5.7 SDE (ESRI)

Kavramsal anlamda, ArcSDE konumsal verileri (geodatabase); en üst veri depolama katmanlı uygulamalarda gelişmiş mantık ile hareket eden çok katmanlı mimariye sahiptirler. Veri depolama katmanları veritabanı yönetim sistemi (DBMS – database management system) yazılımından oluşurken, uygulama katmanları ArcObjects ve ArcSDE teknolojilerinden oluşur. ArcSDE konumsal veritabanları tablolarda bilgi depolamak ve yönetmek için bir DBMS gibi basit ve biçimsel veri modeli kullanmaktadır. Ayrıca DBMS geliştiricisi çok kullanıcıli işlemler için de destek sağlar. (Şekil 5.7)

5.5.4 MapObjects (ESRI) Yazılımı

MapObjects, masaüstü haritacılık ve CBS’de, çözüm üretmek için özelleşmiş araçları sağlar. Var olan uygulamaları geliştirmek için haritacılık araçları eklemek, veri görüntülemesi için uygulamalar inşa etmek, özel işleri ve ihtiyaçların yerine getirilmesi için CBS programları üretmek, CBS çözümleri ile üretilmiş veriye kolaylıkla erişim sağlayan basit sorgu tabanlı uygulamalar geliştirmek MapObjects ile karşılanabilecek gereksinimlerdir. MapObjects (ESRI) yazılımından örnek görüntü şekil 5.8’de gösterilmiştir.



Şekil 5.8 MapObjects (ESRI)

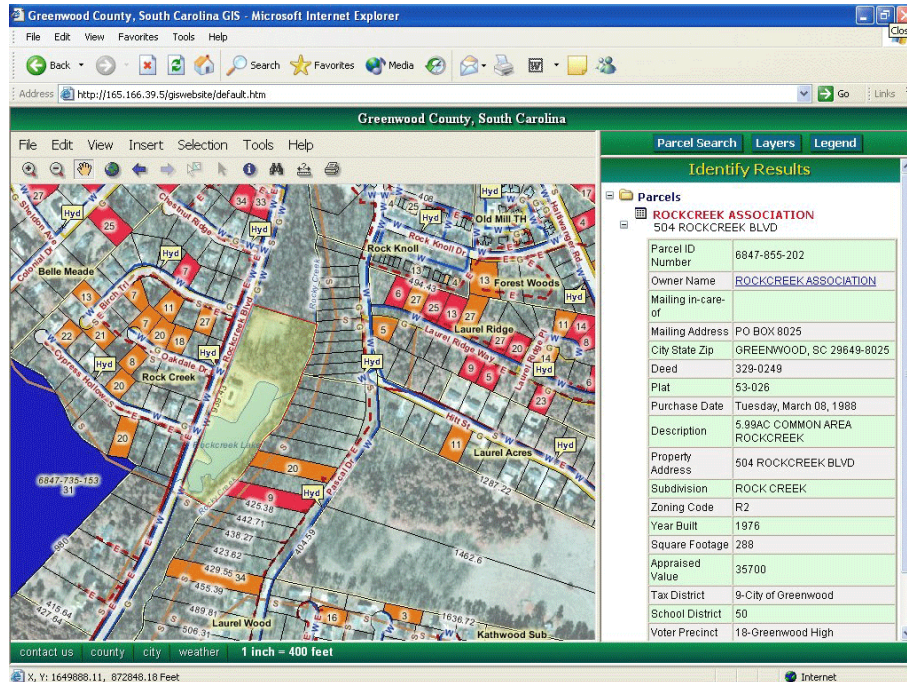
5.5.5 ArcIMS (ESRI) Yazılımı

ArcIMS, CBS ve harita ile ilgili servislere Internet yoluyla veri gönderim olanağı sağlar.

ArcIMS, sistem kullanıcısı için

- veri kaynaklarının görüntülenmesine,
- sorgulanmasına,
- analiz edilmesine olanak verir.

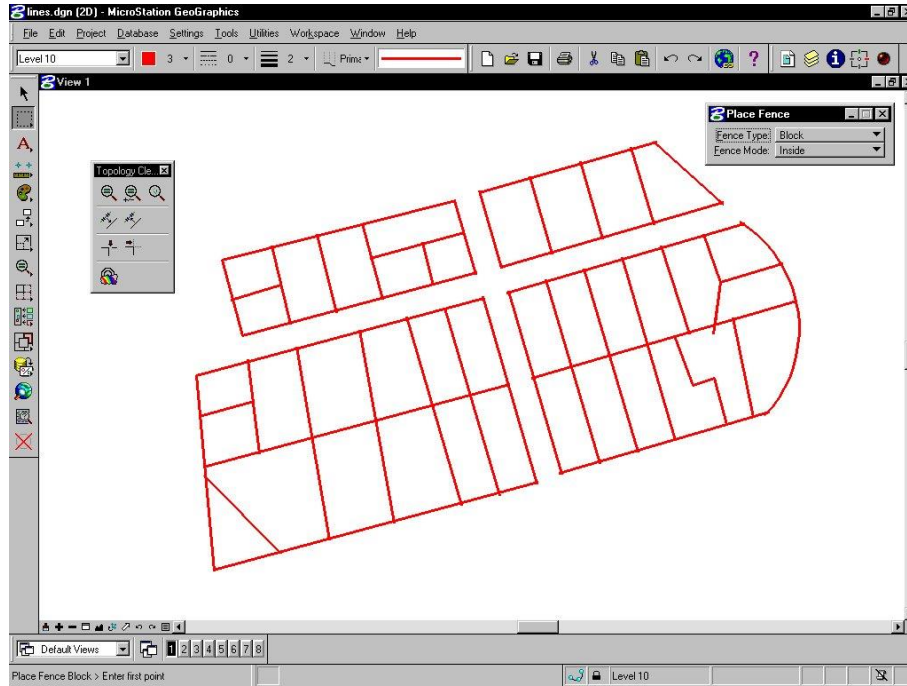
Arc IMS yazılımı ile kullanıcı Internet ortamında CBS verisine erişebilir ve etkileşimli olarak kullanabilir. Internet ortamı, harita geliştirme veya bu ortamda mevcut haritaları dinamik olarak doğrudan veri tabanına eriştirerek kullanabilme özelliğine sahiptir. Günümüzde hemen tüm büyük projelerde kullanılan ArcIMS, daha önce yine ESRI tarafından üretilmiş olan Internet Map Server (IMS) ürününün yeni bir versiyonudur. ArcIMS (ESRI) yazılımından örnek görüntü şekil 5.9’da gösterilmiştir.



Şekil 5.9 ArcIMS (ESRI)

5.5.6 Microstation GeoGraphics Yazılımı

Diğer yazılımlarda olduğu gibi temel konumsal analiz fonksiyonlarını yerine getirir. Microstation GeoGraphics, Bentley sistemlerinin ana CBS modülüdür. Microstation Java ve CAD birleştirerek geliştirmiştir. Bu kategorideki mühendislik ürünleri Enterprise Engineering Modeling (EEM) olarak adlandırılmaktadır. Şekil 5.10'da Microstation GeoGraphics yazılımından örnek bir görüntü gösterilmiştir.



Şekil 5.10 Microstation GeoGraphics

5.5.7 GeoEngineering Yazılımı

Microstation, harita projelerinde grafik verileri üreten, yöneten, değişiklik yapan geniş tabanlı bir CAD yazılımıdır.

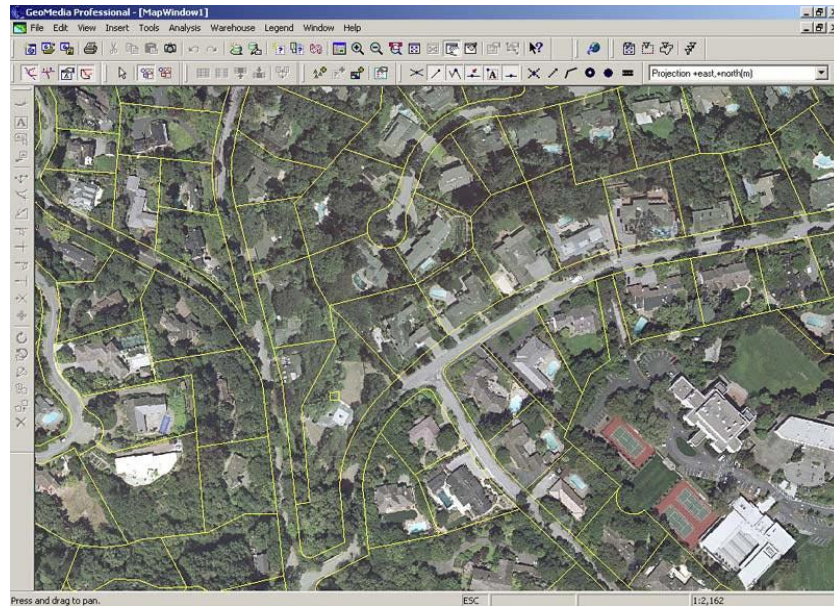
Bunun yanında CBS, konumsal planlama, problem çözme ve karar verme gibi tasarım tabanlı analizleri ortaya çıkarmayı sağlar. Microstation GeoGraphics'te CAD/CBS eleman yapısı tanımlanmıştır.

5.5.8 Intergraph MGE: Modular GIS Environment Yazılımı

Modüler bir CBS ortamı olan MGE? ; Basic Nucleus (veri sorgulama ve inceleme), Base Mapper (veri koleksiyonu), Basic Administrator (veri tabanı kurma ve bakımı) olmak üzere çeşitli yazılım parçalarından oluşmaktadır. NT ve UNIX işletim sistemlerinde çalışabilmektedir. MGE, grafik verinin üretimi ve düzenlenmesi için MicrostationCAD ürününü kullanır. MGE, konumsal olmayan, öznitelik verilerinin kullanımı için Intergraph'ın İlişkisel Veritabanı Sistemi (RIS-Relational Interface System) ile altı veritabanı yazılımına (Informix, Oracle, Ingres, DB, SYBASE, MS SQL Server) ve ODBC (Open Database Standart) uyumlu dillere doğrudan erişim olanağı sunar.

5.5.9 GeoMedia Yazılımı

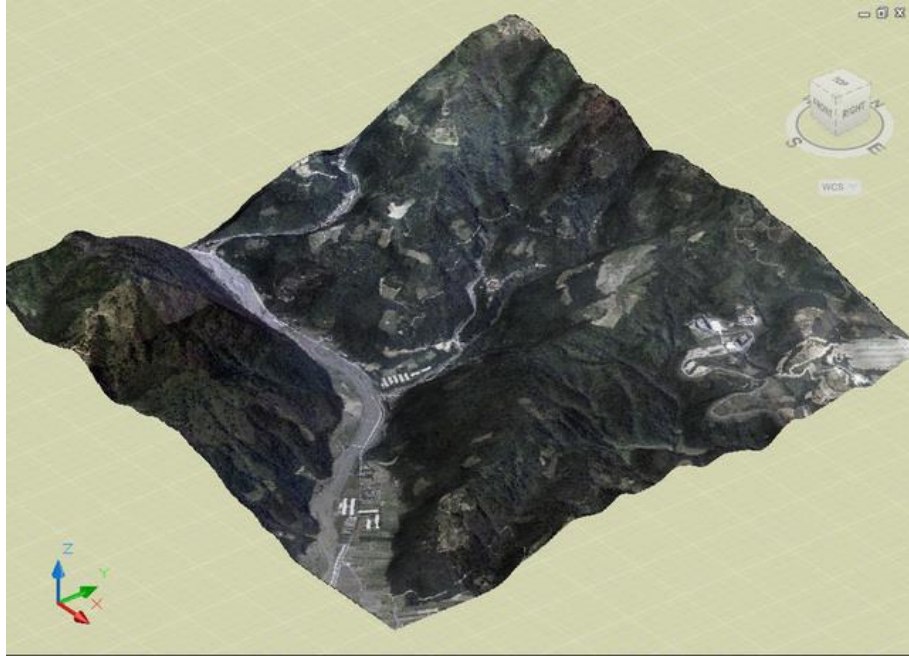
GeoMedia ürün grubu GeoMedia tabanlı uygulamaların geliştiricilerine ve GeoMedia ürün ve nesnelerini, gelişim, danışma, sistem bütünlemesi ya da veri temini için kullananlara yönelik geliştirilmiştir. Bazı GeoMedia ürünleri olarak GeoMedia Professional ve GeoMedia Web Map verilebilir. GeoMedia yazılımından örnek bir görüntü şekil 5.11'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11 GeoMedia

5.5.10 AutoCAD MAP Yazılımı

AutoCAD Map, AutoCAD'in haritacılık ve CBS uygulamaları için geliştirilmiş bir üründür. Belediye gibi hizmet üreten kuruluşlarda, doğal kaynaklar veya çevreyle ilgili kuruluşların harita grubunda, telekomünikasyon şirketleri, gaz dağıtım organizasyonları, bakanlıkta veya kamu kuruluşlarında, haritayla ilgili çalışan her türlü kurumda coğrafi bilgi amaçlı harita üretimi, istenen geometrik doğruluk ve kalitede çıktı alınmasında AutoCAD Map kullanılabilir. Şekil 5.12'de AutoCAD MAP yazılımından örnek bir görüntü gösterilmiştir.



Şekil 5.12 AutoCAD MAP

5.5.11 MapInfo Yazılımı Ürünleri

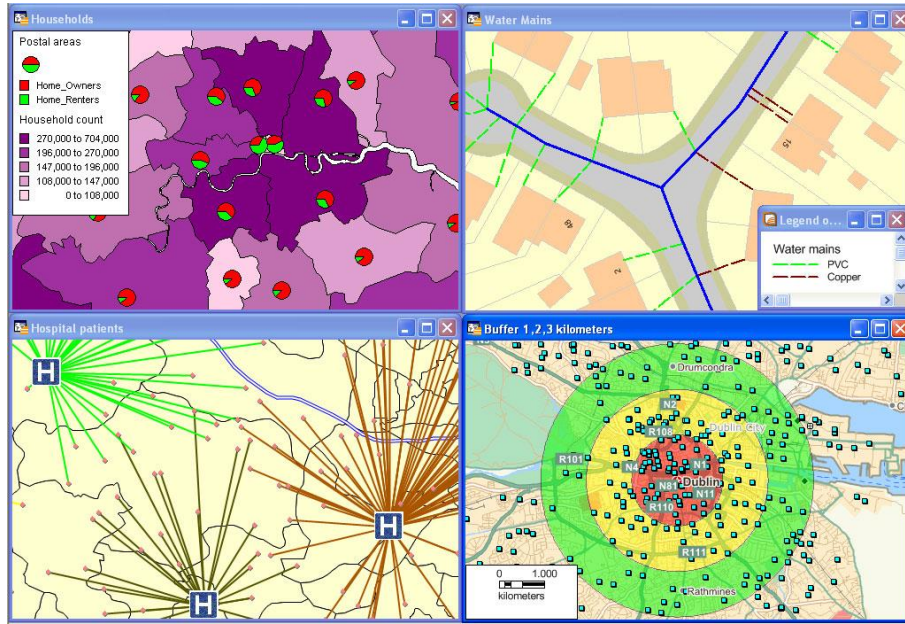
Yazılım geniş uygulama çeşitliliğine sahiptir ve DOS, Windows, Macintosh altında çeşitli Unix, Linux gibi platformlarda çalışabilir. MapInfo, coğrafi, ekonomik, politik, kültürel ve endüstriyel uygulamalar içeren kaynaklara yardım hizmeti sunmaktadır. MapInfo, farklı uygulamalar için birçok CBS ürününe sahip olup, bunlardan bazıları aşağıdaki şekildedir.

5.5.12 MapInfo Professional Yazılımı

MapInfo Professional; haritacılık ve mekânsal analiz işlevleri için, etkili ticari uygulamalarda ve karar vermede daha iyi sunumlar, analiz ve strateji sağlar.

5.5.13 MapInfo MapBasic Yazılımı

MapInfo ortamı için tasarlanmış olan uygulama geliştirme ortamıdır. MapBasic, MapInfo Professional üzerinde, uygulama geliştirmeye yarayan visual basic tabanlı bir programlama dilidir. MapInfo yazılımına ait çeşitli görüntüler şekil 5.13’de gösterilmiştir.



Şekil 5.13 MapInfo Professional

5.5.14 MapX Yazılımı

VB, Delphi gibi RAD ortamlarında, temel CBS uygulamalarını gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır. MapX kullanılarak geliştirilmiş görsel uygulamalar, MapInfo ve MapBasic olmadan her makinede çalışabilmektedir. Bu sayede kullanıcı sayısı 20’yi aşacak uygulamalar için çok etkin ve hesaplı bir ortam hazırlamak mümkündür.

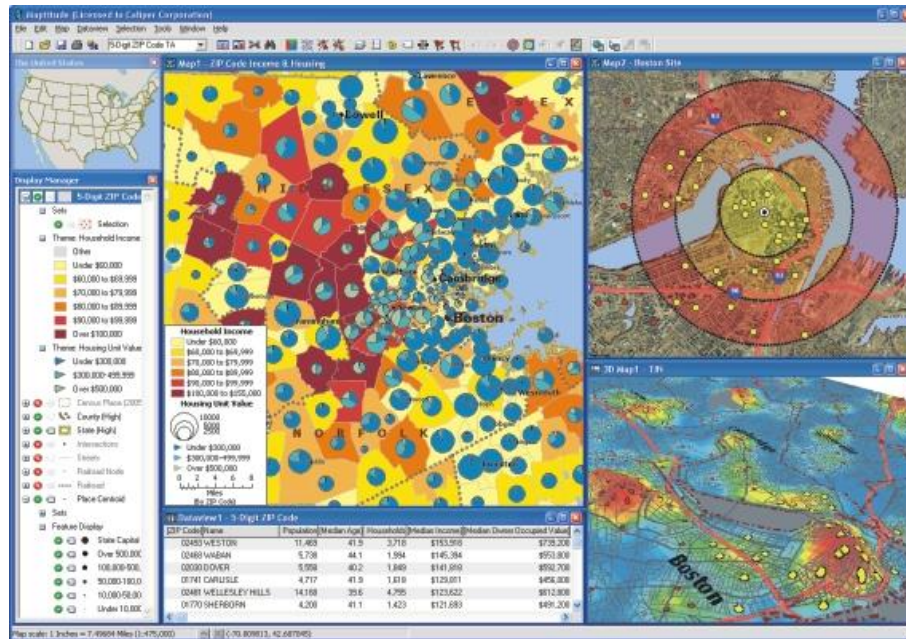
5.5.15 SpatialWare Yazılımı

Kurumsal CBS kullanıcıları için merkezi bir CBS veritabanı hizmeti sunan yazılım ortamıdır.

5.5.16 Maptitude Yazılımı

Maptitude Windows ortamında çalışan CBS yazılımıdır. Ticaret, kamu ve eğitim sektörlerinde haritacılık çözümü sunar.

Maptitude programına ait örnek görüntü şekil 5.14’de gösterilmiştir.



Şekil 5.14 Maptitude

5.5.17 Landmarks Graphics Yazılımı

Landmarks Graphics, konumsal keşif ve üretim endüstrisine; yazılım uygulamaları, veri yönetimi teknolojileri, danışma servisleri, eğitim ve destek içeren konularda bilgi teknoloji çözümleri sağlar.

5.5.18 ARGUS Yazılımı

ARGUS, bir organizasyondaki teknik disiplinler ve yönetim düzeyleri için veri girişi araçları sağlayan jenerik bir kullanıcı arayüzüdür. Nesne tabanlı ve bağımsız mantıksal veri modellidir.

Yönetici Bilgi Sistemi ve coğrafi Bilgi Sisteminin özellikleri ARGUS'a gerçek-zaman modunda birleşik veriyi sorgulama ve sorgu sonuçlarını gösterme olanağı tanır. WindowsGUI kullanıcıya masaüstü bilgisayarlardaki kelime işlemci, hesap tablosu gibi yayın uygulamaları ARGUS ile bütünleştirme olanağı sağlar. ARGUS Script Language, temel bir programlama dili sağlamak için harita arayüzüyle bütünleştirilmiştir.

5.5.19 Geo-dataWorks Yazılımı

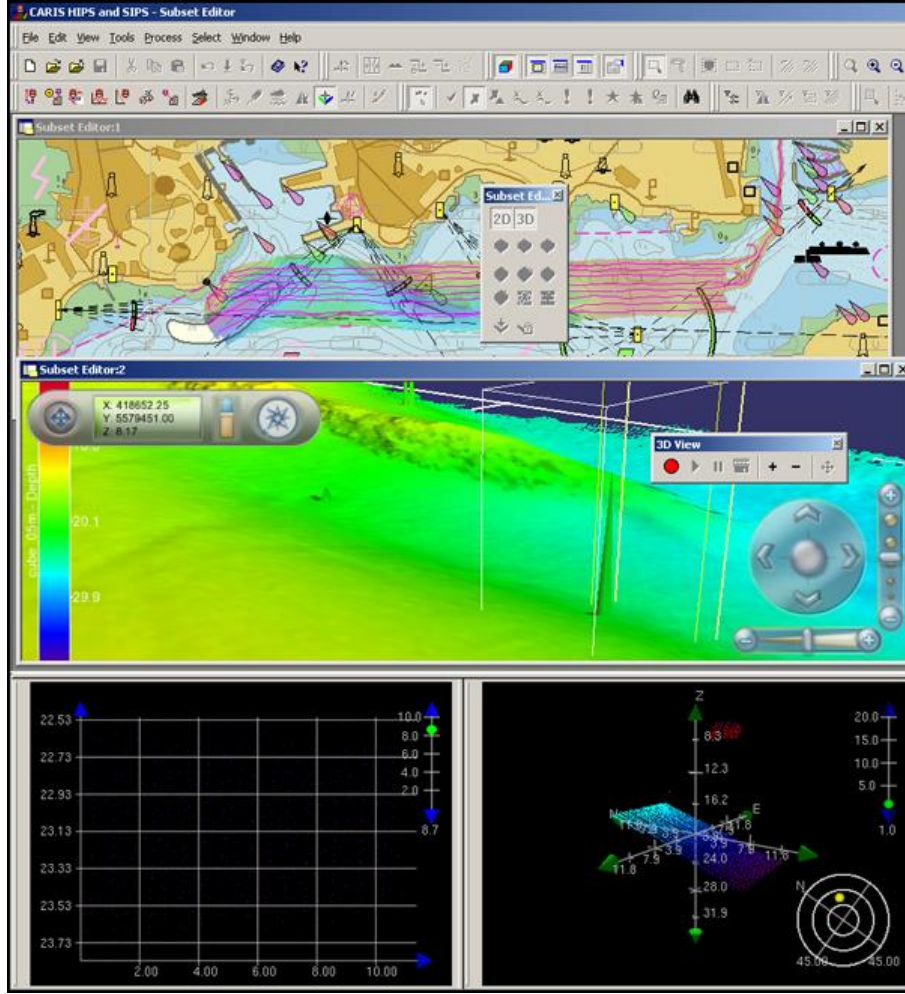
Geo-dataWorks grafiksel proje yönetimi sağlar.. Geo-dataWorks ile, etkileşimli bir harita tabanından grafik sorgulama ve seçim yapılabilir.. kullanıcı dünya haritasını kullanarak seçilen bölgeye iliksin profil bilgilerini rapora dönüştürebilir.

5.5.20 Caris Yazılımı

CARIS, ürünleri dört temel konuda uzmanlaştırmıştır. Bunlar; CARISMarine Information Systems, CARIS LIS/GIS, CARIS Spatial Components, CARIS Projects'tir. Şekil 5.15'de Caris yazılımına ait örnek görüntü gösterilmiştir.

5.5.21 CARIS LIS/GIS Yazılımı

CARIS GIS, verinin üretimi, yönlendirilmesi, analizi ve sunulması için bütünleşik bir CBS çözümü sunar. Windows ve Unix işletim sistemleri üzerinde çalışabilir unix istasyonları ile erişebilir konumda olan masaüstü bilgisayarlarda CARIS kullanılabilir.



Şekil 5.15 Caris

5.5.22 SMALLWORLD Yazılımı

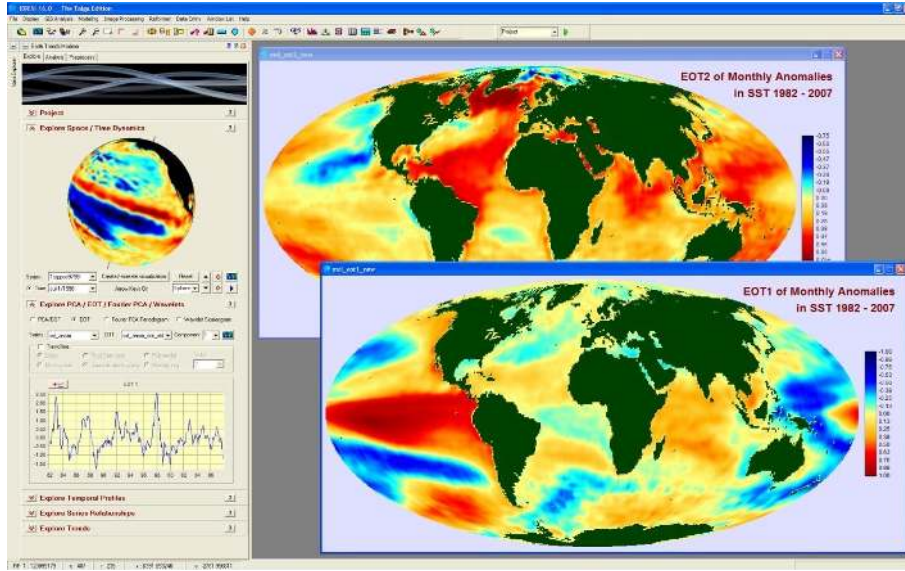
Smallworld ticari anlamda konumsal veri ihtiyacı olan ve bu verileri amaçları doğrultusunda analiz etmek isteyen firmalara genelde CBS tabanlı özel uygulamalar geliştirmektedir.

WINDOWS NT, UNIX, LINUX v.b. sistemlerde çalışabilir. Uluslararası kabul edilen formatlardan giriş ve çıkış işlemlerini gerçekleştirebilir.

Ayrıca Arc Info gibi programlarla birlikte çözüm üretmeye yönelik çalışmaların yapılmasını sağlar.

5.5.23 IDRISI Yazılımı

IDRISI kullanımı kolay inşa edilmiştir ve profesyonel düzeyde CBS sağlamamaktadır. Görüntü işleme ve konumsal analiz, DOS ve Windows tabanlı kişisel bilgisayarlar üzerinde kullanılabilir.. Bir grafik kullanıcı arabirimi, esnek kartografik yazı olanakları ve analitik araç setleri ile bir veritabanı yönetim sistemi bütünleştirilmiştir. Değişiklik için özel programlar ve time-seri analizleri, konumsal karar- destek, belirsizlik ve birleşme analizleri içerir. Şekil 5.16'da IDRISI programına ait örnek görüntü gösterilmiştir.



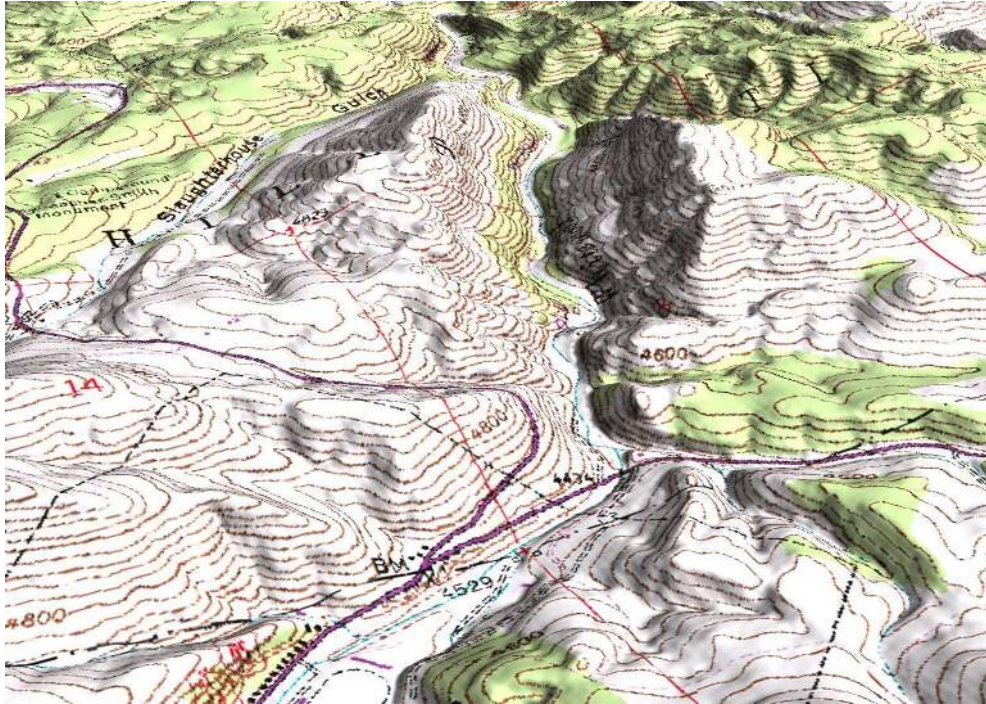
Şekil 5.16 IDRISI

5.5.24 GRASS Yazılımı

GRASS genel kamusal kullanım (GNU) lisansı ile ücretsiz olarak kullanıma açık bir veri yönetimi, görüntü işleme, grafik üretim, konumsal modelleme ve veri görselleştirme coğrafi Bilgi Sistemi olarak adlandırılmaktadır. Dünyanın çeşitli yerlerinde uluslar arası bir ekip tarafından GRASS için destek, araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Standart bir komut satiri girişi ve/veya Tcl/Tk grafik kullanıcı arabirimi ile kullanılabilir. Değişik işletim sistemi ve işlemci mimarilerinde kullanılabilen GRASS açık kodlu bir sistem olarak 800'den fazla CBS fonksiyonuna sahip olmasının yanında kısa programlar yardımıyla kolaylıkla yeni

uygulamaların yaratılmasına da açıktır. 2 ve 3 boyutlu raster veri formatının yanında nokta ve topolojik vektör veri tipleri ve özelleştirilebilir bir çok projeksiyon ve elipsoide desteklenmektedir. Bilinen hemen hemen tüm bilimsel ve ticari raster ve vektör formatları program tarafından okunabilmekte ve diğer programlar tarafından kullanmak üzere kaydedilebilmektedir. GRASS her türlü mekansal analizi yapabilme, harita üretme, sayısal arazi modelleri üzerinde ölçme ve analizler yapabilme, veri görselleştirme ve depolama özelliklerinin yanında ilişkisel veri tabanı yönetim programlarına bağlı olarak çalışabilmektedir.

Şehir ve bölge planlama basta olmak üzere mühendislik, hidroloji, jeoloji, fizik, istatistik, uzaktan algılama alanlarında geliştirilen ve kullanılan GRASS, kullanıcıya hızla ve kolayca veriyi analiz etme, depolama güncelleme, modelleme ve görüntüleme olanaklarını sağlamaktadır. Dünyadaki tüm kullanıcı ve geliştiricilere GNU lisansı ile açık kodlu sunulan GRASS her kullanıcının kendi özelleştirmelerine ve mevcut modüllere kolayca ekleme yapabilmesine olanak sağlayan gerekli tüm kütüphane ve kullanım kılavuzları ile birlikte kullanıma sunulmaktadır. Şekil 5.17’de GRASS yazılımından örnek görüntü verilmiştir.



Şekil 5.17 GRASS

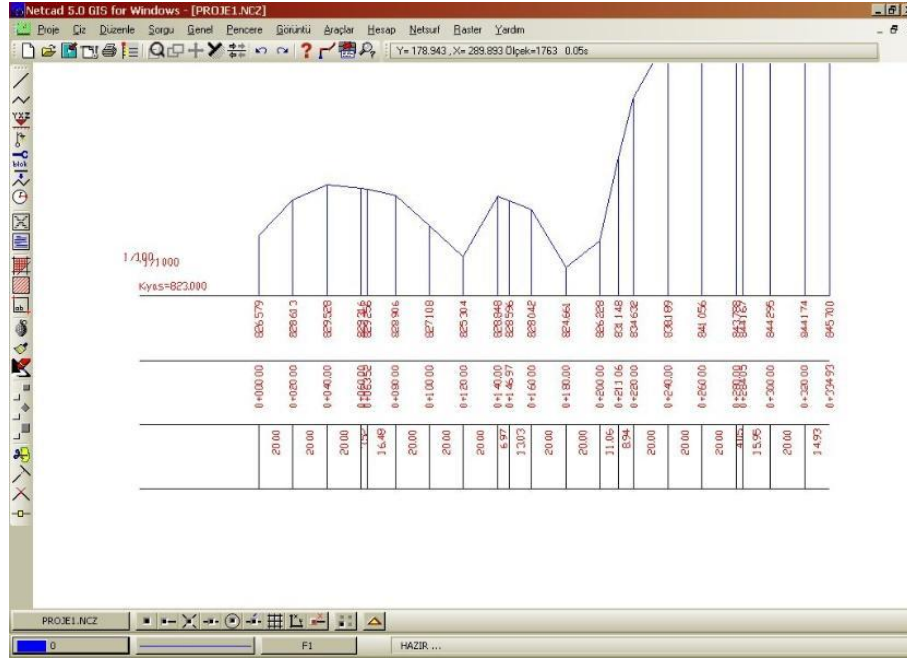
5.5.25 NETCAD Yazılımı

Modüler yapıya sahip NETCAD, Harita, Planlama, Peyzaj, İnşaat, Mimarlık Firmaları, Belediye ve Kamu Kurumları, tasarım/Çizim gereksinimi olan tüm mühendisler tarafından kullanılabilecek özelliklere sahip CAD fonksiyonlarına dayalı, ana modül ve özel ihtiyaçlar için çeşitli diğer modüllere sahiptir.

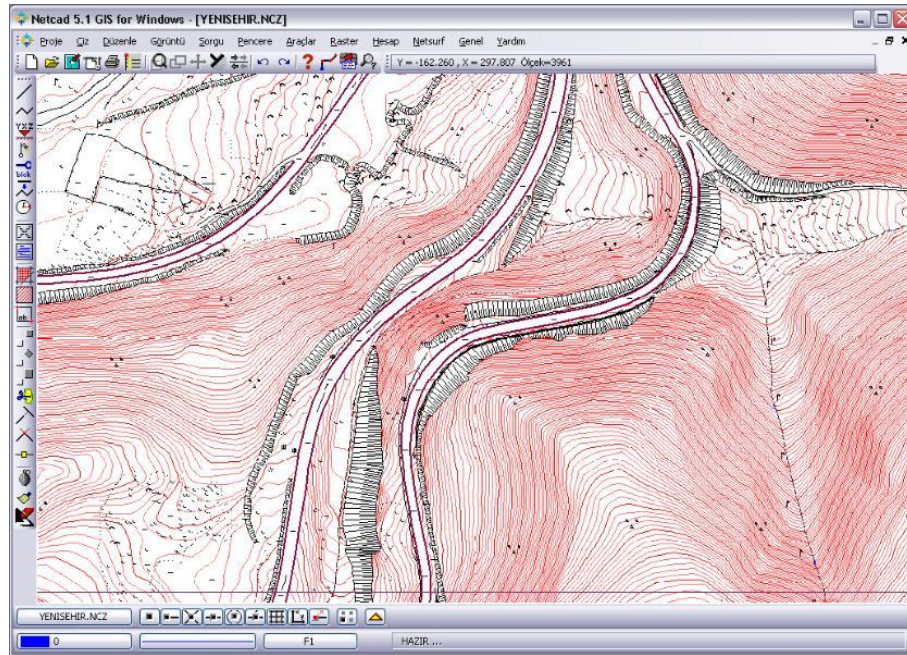
Madencilik ile ilişkin her tür yer üstü projenin mevzuatlarına uygun yapıda tüm aşamaları ile baştan sona iki ve üç boyutlu olarak oluşturulabilir.

- Projelerin gerektirdiği uygun harita parametrelerini tanımlayabilir.
- Projelerin gerektirdiği uygun projeksiyon parametrelerini tanımlayabilir.
- Şevler, eş yükseklik eğrileri ve arazi modelini iki ve üç boyutlu olarak oluşturabilir.
- Maden projelerinin gerektirdiği rölyef, eğim, bakı, yükseklik analizlerini iki ve üç boyutlu olarak oluşturabilir.
- Üretim planına esas olacak güzergahını oluşturabilir ve bu güzergah üzerinde gerekli enkesit ve profil alımlarını yapabilir.
- Üretime yönelik rezerv ve kübaj hesaplamalarını yapabilir.
- Yapılan hesaplamaların raporları alınabilir.
- Maden sınırları mevzuata uygun sembolojide oluşturulabilir.
- Maden açık ocak projeleri tüm aşamalarıyla gerçekleştirilebilir.
- Maden bölge izin haritaları ve diğer maden ilişkin projeleri MİGEM'e uygun yapıda baştan sona gerçekleştirebilir.
- Projeleri MİGEM standartlarına uygun çıktı aşamasına getirebilir.
- Projeleri üç boyutlu – 3D olarak modelleyebilir.
- Oluşturulan projeleri Google Earth'e aktarabilir.

Şekil 5.18 ve şekil 5.19'da Netcad GIS programına ait örnek görüntüler gösterilmiştir.



Şekil 5.18 NETCAD GIS 5.0



Şekil 5.19 NETCAD GIS 5.1

5.5.26 EGHAS Yazılımı

Arazi çalışmalarını ilgilendiren tüm disiplinlere yönelik olarak geliştirilen EGHAS, çeşitli modüllerden oluşmakta ve Windows 95/98/NT/2000 platformları

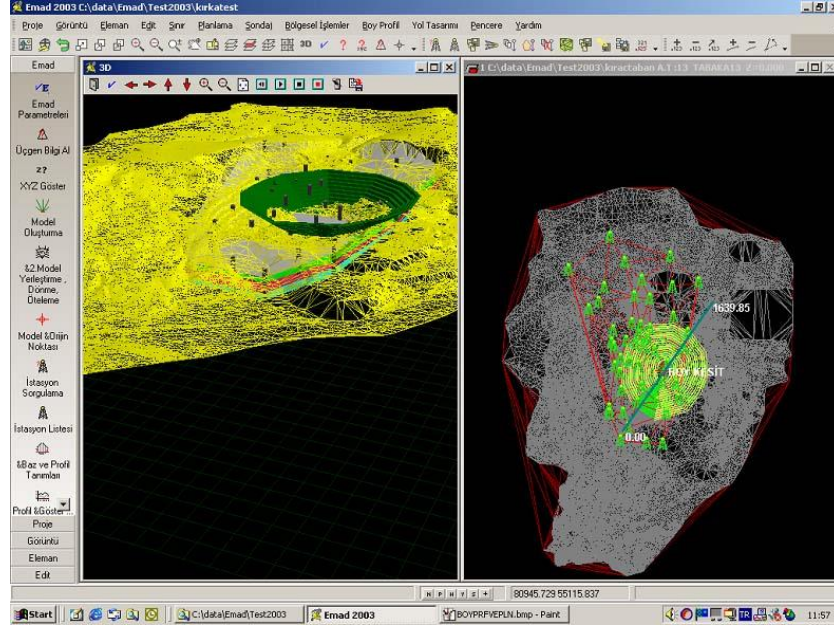
altında çalışabilmektedir. EGHAS aynı anda birçok görüntü ile çalışabilir ve bir ekranda yapılan işlem diğer ekranlardan takip edilebilir. EGHAS komutları ile Basic dilinin birleşimi kullanılarak etkin yeni fonksiyon ve komutlar oluşturulabilir. EGHAS, diğer programlar ile veri iletişimi için DXG ve DGN formatlarını okuyup yazabilmektedir. Windows ortamında sürücüsü bulunan tüm yazıcı, çizici ve sayısallaştırıcıları destekler.

EMAD Modülü EGHAS'ın Açık Maden İşletmeciliği için geliştirdiği madencilğe yönelik bir paketidir. Şekil 5.20 ve şekil 5.21'de EGHAS yazılımından örnek görüntüler verilmiştir.

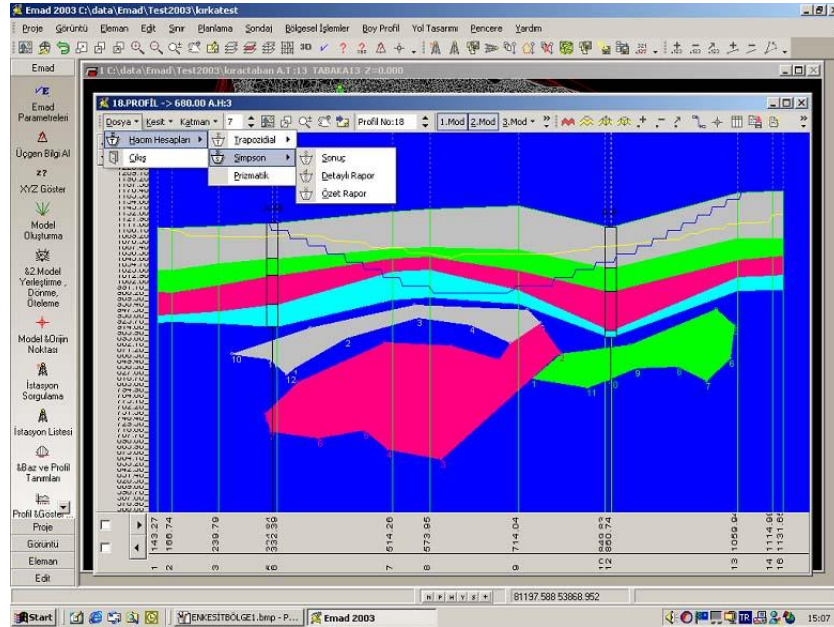
Çeşitli Hacim Hesabı yöntemlerini aynı anda kullanma sağlar. Arazi hacim hesaplarında yöntemlerin hepsi enterpolasyona dayanır. Bunun sonucu olarak hangi yöntemin daha iyi sonuç verdiği sürekli tartışılır. EMAD bu yöntemlerden; doğrudan prizmatik, karşılaştırmalı prizmatik, baz hattına bağlı kesit hatları oluşturarak ve Simpson-Trapezoidal yöntemlerini kullanır.

- Dik ve eğik sondaj veri girişleri veya Excel çıkışlarını doğrudan okuma özelliğine sahiptir.
- Otomatik etki sahası özelliği vardır.
- Kesit noktaları üzerinde bir Maden Mühendisinin serbest yorum yapma özelliği vardır.
- Sınırsız tabaka ekleme özelliğine sahiptir (Kesitlerde istenilen tabakalar arasında rezerv hesapları).
- Kesit hattı üzerinden fay ve kırık tarifi yapılabilir.
- Otomatik arazi modellemesi vardır.
- Modeli aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya projelendirme özelliği vardır.
- Global Eğim Kontrolü özelliği.
- Projede farklı eğim, palye ve genişlik tarifleri.
- Maden yollarının projelendirilmesi.
- Tumba (Döküm Sahası) projelendirilmesi.

- Üç boyutlu rezerv, arazi ve sondaj görüntüleri.
- Tüm hesaplama yöntemleri için detaylı rapor çıkartır. İster kesit hatları, ister üçgen metotları olsun, her türlü detay rapor yazıcıdan alınabilmektedir. Böylelikle hesapların kontrolü detaylı bir biçimde yapılabilir.



Şekil 5.20 EGHAS EMAD



Şekil 5.21 EMAD

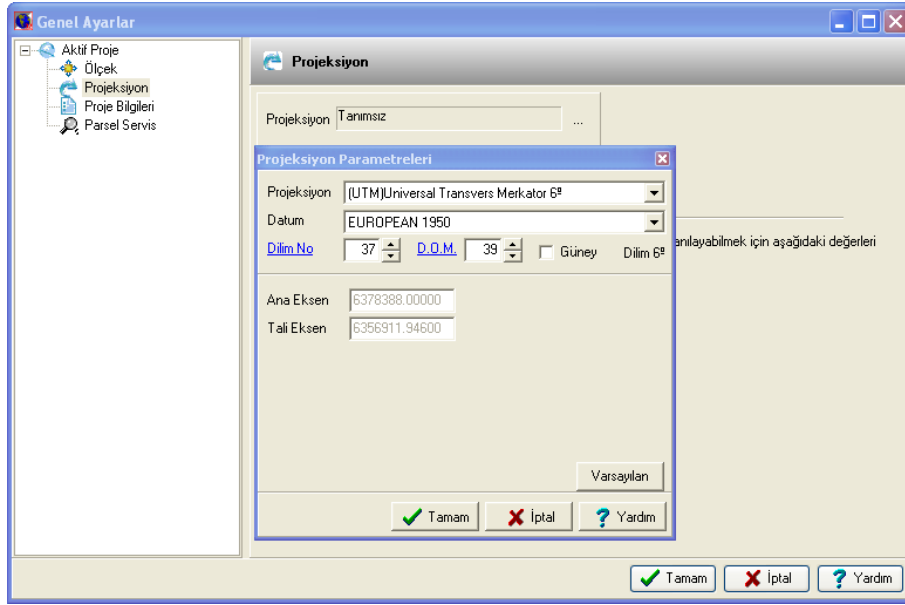
BÖLÜM ALTI

UYGULAMALAR

6.1 Netcad GIS Yazılımı

6.1.1 Netcad Projeksiyon Tanımlaması

Proje – Özellikler – Genel Ayarlar açılır. (Şekil 6.1)



Şekil 6.1 Netcad Gis genel ayarlar

Projeksiyon ve datum tanımlaması yapıldıktan sonra; dilim numarasını bulmak için, üstünde çalışılacak olan haritanın bulunduğu yer Türkiye haritasından işaretlenir. (Şekil 6.2) Türkiye Harita Genel Komutanlığına ait olan 1/25.000'lik haritalar UTM 6° projeksiyonunda ve ED-50 Datumundadır. Projeksiyon ayarlarını yaparken dikkat edilmesi ve unutulmaması gereken nokta haritamızın ölçeğine bağlı olarak belirtilen tanımlamadır. 1/25.000 ve daha küçük ölçekli haritalarda 6° tanımlaması yapılırken, 1/25.000'den daha büyük ölçekli haritalarda (örneğin 1/4.000) 3° tanımlaması yapılır. Eğer haritamızı projeksiyon parametrelerini girmeden tanımlarsak, haritamız farklı bir yerde ve hatalı bir pozisyonda karşımıza çıkar.



Şekil 6.2 Netcad Gis UTM 6° lik Türkiye haritası

Netcad programında 1/25.000’lik paftalar sınır çizgileriyle birlikte mevcut haldedir. Örneğin yan yana olan Malatya – L41-A3 ve L41-A4 paftaları şu şekilde gösterilir. Hesap menüsünden – StpPafta Editörüne girilir. (Şekil 6.3) F4 tuşu ile pafta adı yazılır ve Gör tuşuna basılır.

Pafta Editörü

Dosya ▼ Pafta ▼ Gör Yenile Kadastro İller Bankası

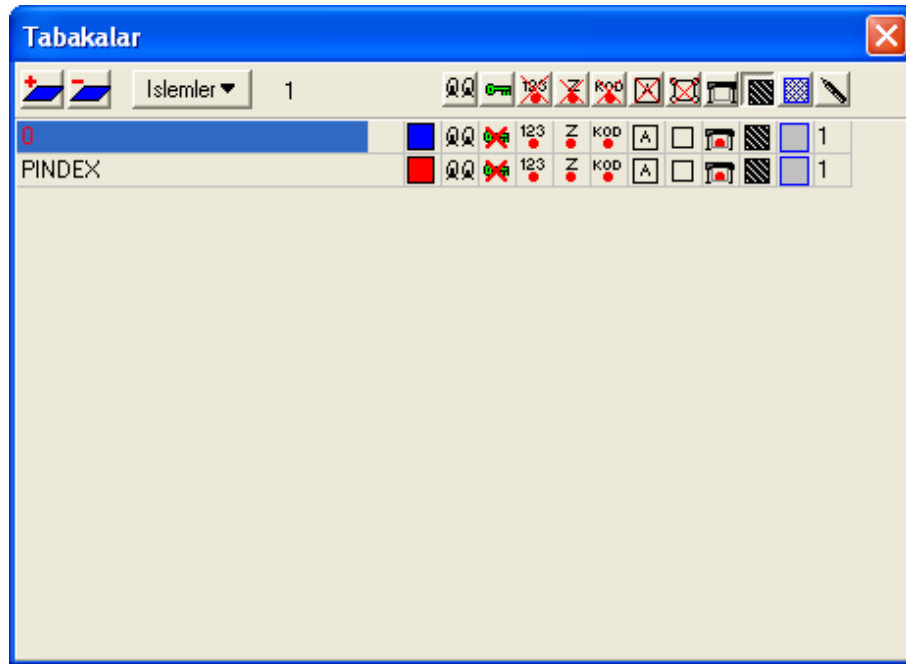
Sıra	Pafta Adı	Ölçek	DOB	Sol Alt	Sag Ust
1	L41-A3	25000	390	38.625,38.250	38.750,38.375
2	L41-A4	25000	390	38.625,55.000	38.750,38.375

F4:Edit F3:Ekle F2:Değiştir

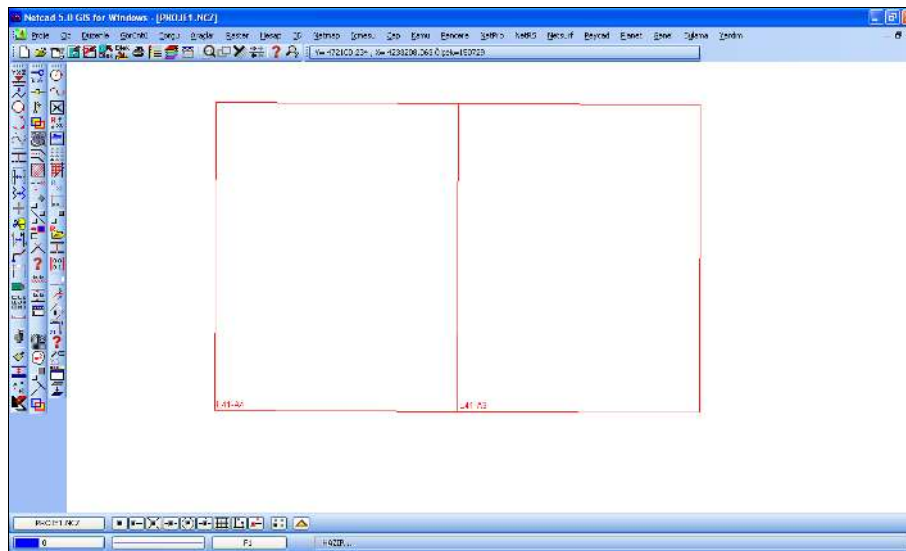
Çık İptal Yardım

Şekil 6.3 Netcad Gis pafta editörü

Yüklediğimiz L41-A3 ve L41-A4 paftaları ekrana gelmiştir. Bu paftaların görünürlüğünü arttırmak için sol alt köşedeki Aktif Tabaka sekmesi açılır. PINDEX tabakasının rengi kırmızı olarak ayarlanır. (Şekil 6.4)

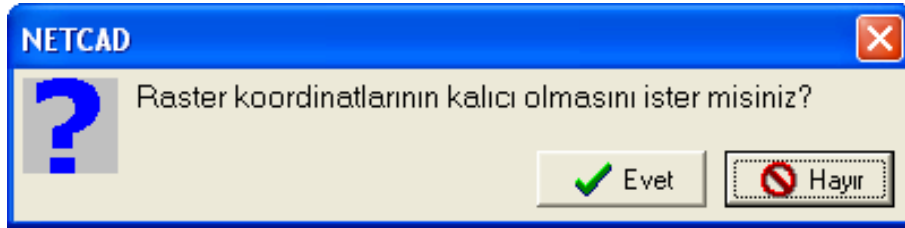


Çerçeve rengimizi kırmızı yaptığımız için Şekil 6.5'deki gibi bir görüntü karşımıza gelir.

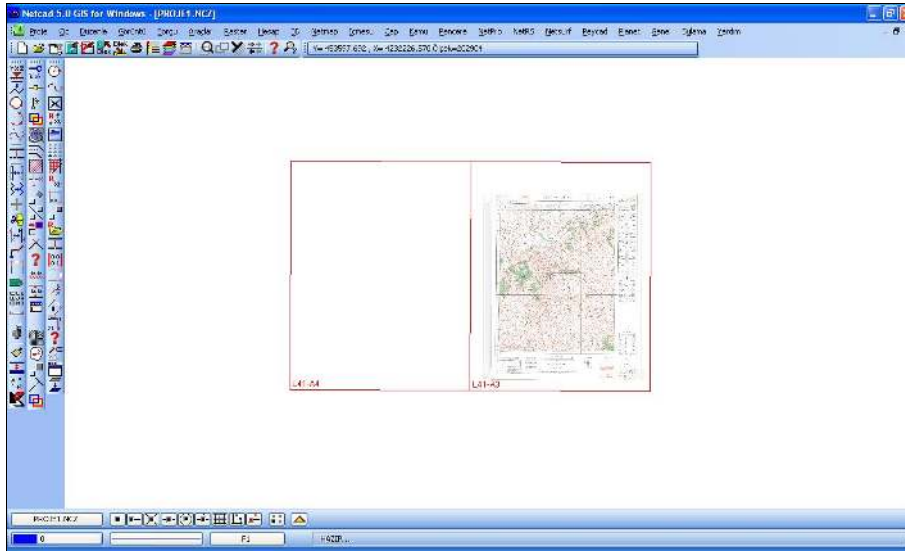


Elimizde görüntü dosyası (tiff, jpeg, bmp vb.) olarak bulunan 1/25.000'lik haritamızı sayısallaştırma işlemi.

Raster menüsünden – Register (2 Nokta) açılır ve çalışacak olduğumuz paftaya ait görüntü dosyası seçilerek açılır. Pafta indexinin içinde kalacak şekilde, sol alt köşeden sağ üst köşeye doğru harita ekrana yüklenir. Karşımıza aşağıdaki soru gelir. Görüntü dosyamızda herhangi bir koordinat tanımlaması yapmadığımız ve daha sonra yapacağımız için Şekil 6.6'daki gibi Hayır işaretlenir. Şekil 6.7'deki gibi ekran karşımıza çıkar.



Şekil 6.6 Netcad Gis koordinat tanımlaması onay ekranı



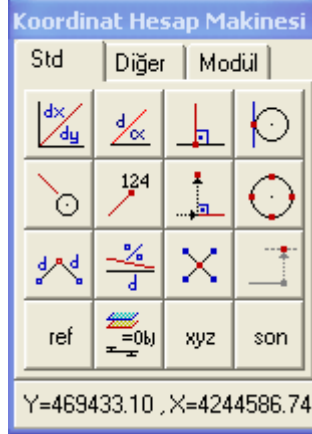
Şekil 6.7 Netcad Gis haritanın paftaya oturtulması

Programda raster dönüştürme işlemi, yani görüntü formatındaki haritanın koordinatlarını oturtma işlemi 2 farklı şekilde yapılabiliriz.

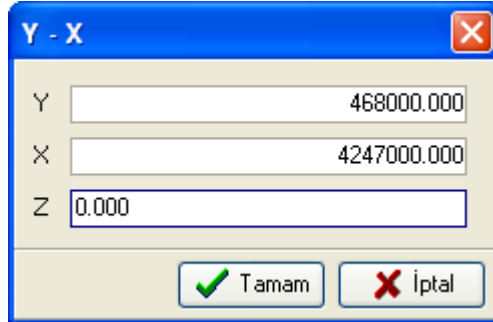
1. Yöntem

Raster – Raster Dönüştür'e girilir. Noktalar kısmında sağ tuş ile Nokta Ekle seçilir. Haritanın 4 köşesinde bulunan noktaları tanımlamamız gerekir. Mümkün

olduğu kadar köşe koordinatları tanımlamamız hata oranının minimuma inmesini sağlar. Harita üzerindeki köşeler fare ile seçildikten sonra SPACE tuşuna basılır ve Koordinat Hesap Makinesi açılır. (Şekil 6.8) Buradan Verilen Koordinata Git butonu seçilir.



Şekil 6.8 Netcad Gis koordinat hesap makinesi ekranı

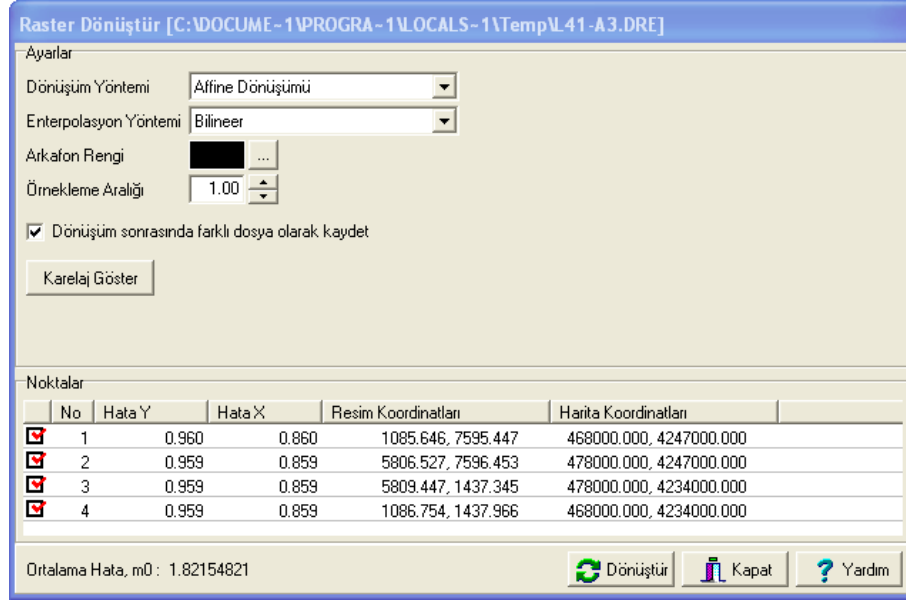


Şekil 6.9 Netcad Gis koordinat girme ekranı

Şekil 6.9'daki menü ekrana gelir ve seçtiğimiz noktaya ait y ve x değerleri girilir. Netcad programında y sağa değer, x ise yukarı değer olarak tanımlıdır. Yaptığımız işlem haritanın diğer köşelerindeki noktalar için de tekrarlanır. En az 4 nokta tanımlaması yaptıktan sonra farenin sağ tuşu ile işlem sonlanır.

Seçtiğimiz 4 noktaya ait koordinatlar ve hata miktarı görünür. 1/25.000 ölçekli çalıştığımız bu haritada hata oranı 5m'den küçük ise problem yoktur.

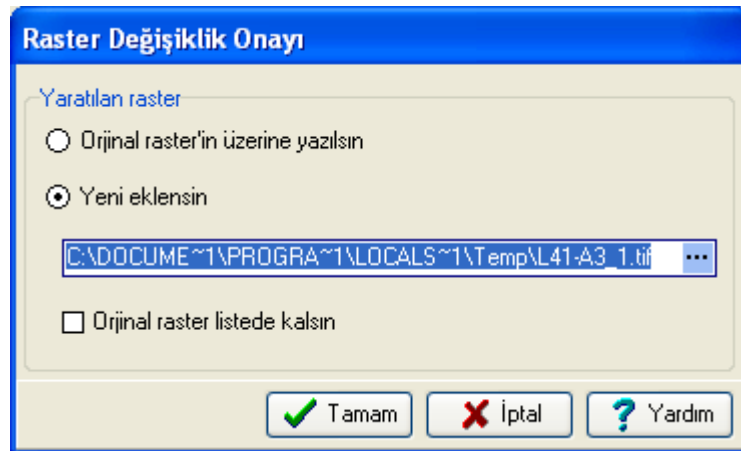
$$(\text{Hata oranı} < \text{Göz Yanılması Sabiti} [0.2] \times \text{Ölçek Sabiti} [25.000])$$



Şekil 6.10 Netcad Gis affine dönüşümü ekranı

Dönüşüm işlemlerini yaparken Dönüşüm Yöntemi olarak Affine Dönüşümü yöntemini kullanırız. (Şekil 6.10) Eğer hata oranı yüksek ise IDW yöntemi hata oranını minimize etmek için Affine veya Polinom Dönüşümlerinden sonra kullanabiliriz.

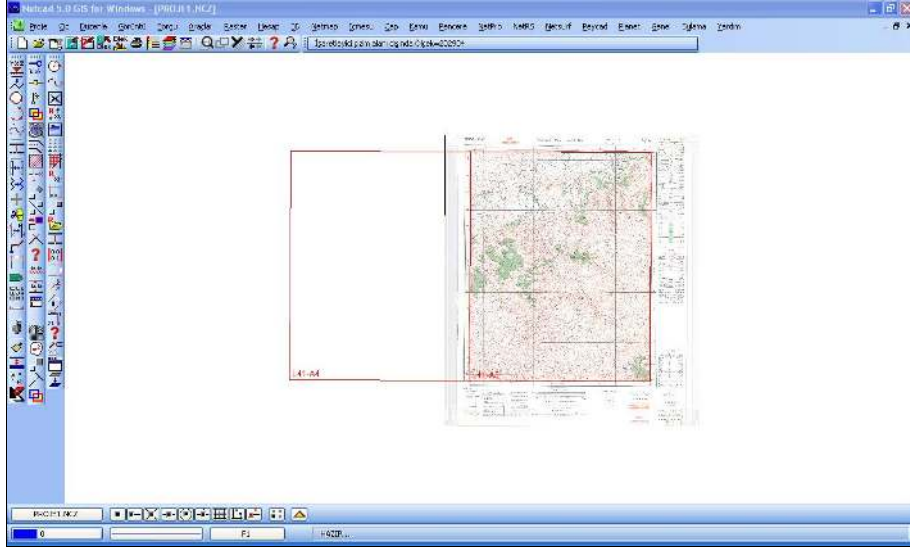
Enterpolasyon yöntemi olarak da Bilineer yöntemi idealdir. Diğer seçenekler en yakın komşu (en hızlı) ve cubic spline (en yavaş) yöntemleridir. Cubic spline en yavaş yöntem olmakla birlikte hata oranı en düşük olan yöntemdir. Dönüştür tuşuna basılır ve hata oranı uyarısı tamam denilerek geçilir. (Şekil 6.11)



Şekil 6.11 Netcad Gis raster değişiklik onay ekranı

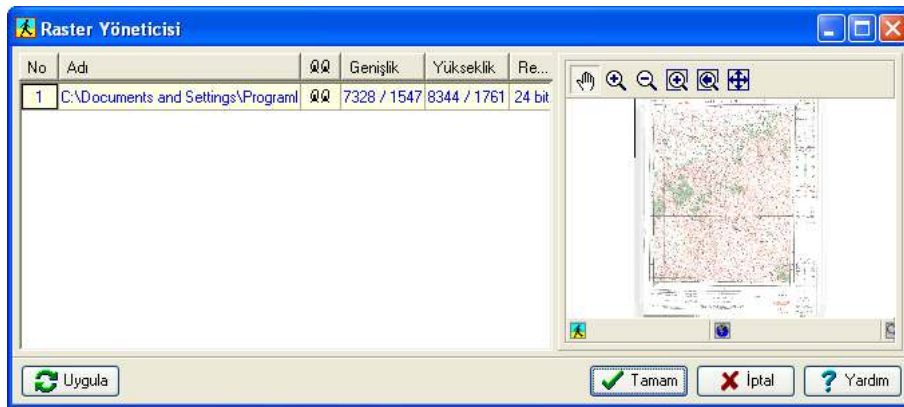
Dönüştüreceğimiz dosyanın formatını ve kayıt yerini seçtikten sonra Tamam denilir.

Görüntü dosyasındaki haritamız şekil 6.12’deki gibi yerine oturmuştur.



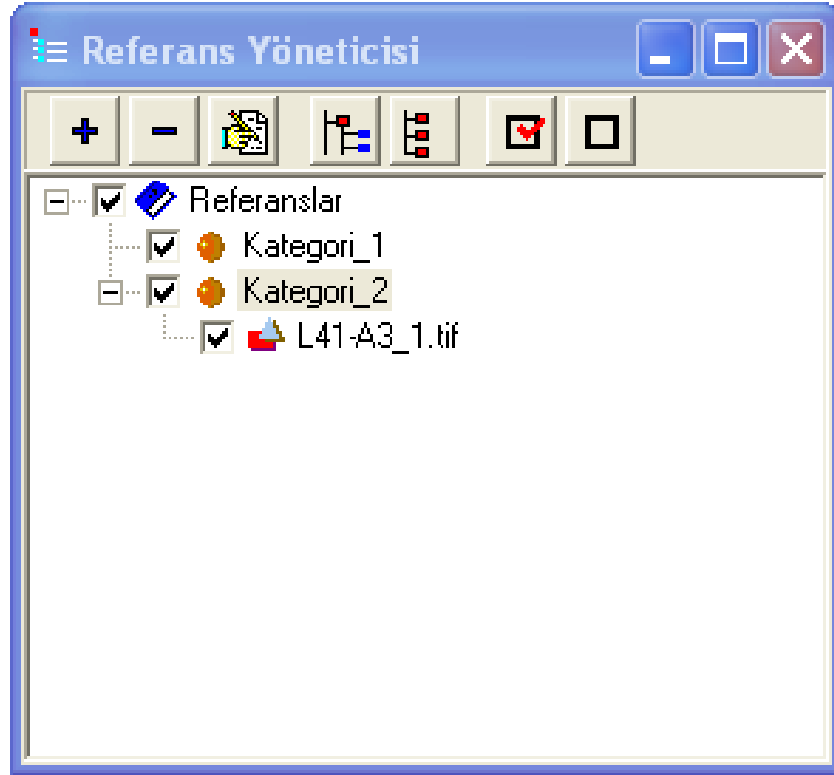
Şekil 6.12 Netcad Gis rasterlanmış harita görüntüsü

Şekilde görülen kenarları silmek için Raster – Raster Yöneticisi’ne girilir. (Şekil 6.13) Sağ tuş ile Referans Yap seçeneği işaretlenir. Referans yapılan dosyalar daha hızlı çalışmaktadırlar.



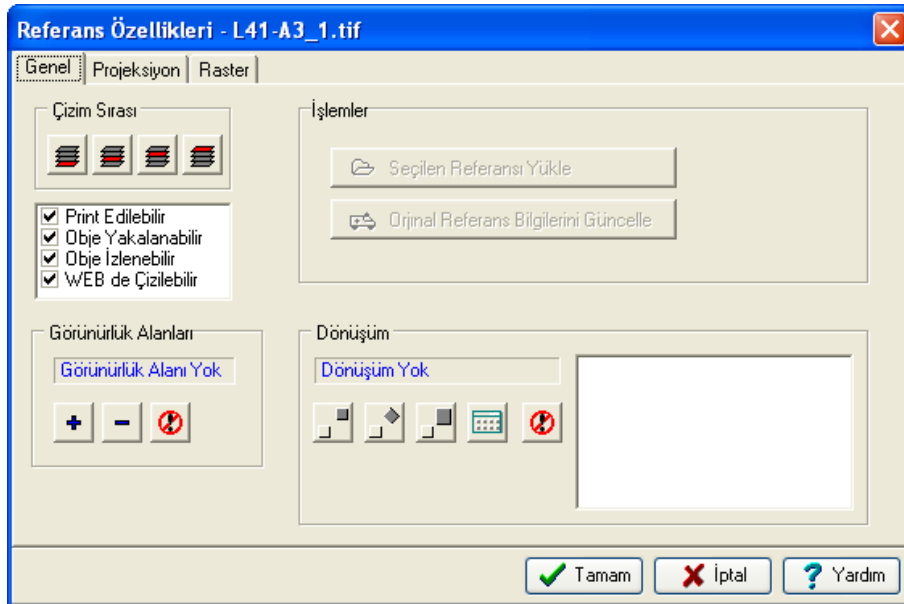
Şekil 6.13 Netcad Gis raster yöneticisi ekranı

Araçlar – Referans Yöneticisinden baktığımızda referans yaptığımız dosyayı görebiliriz. (Şekil 6.14)

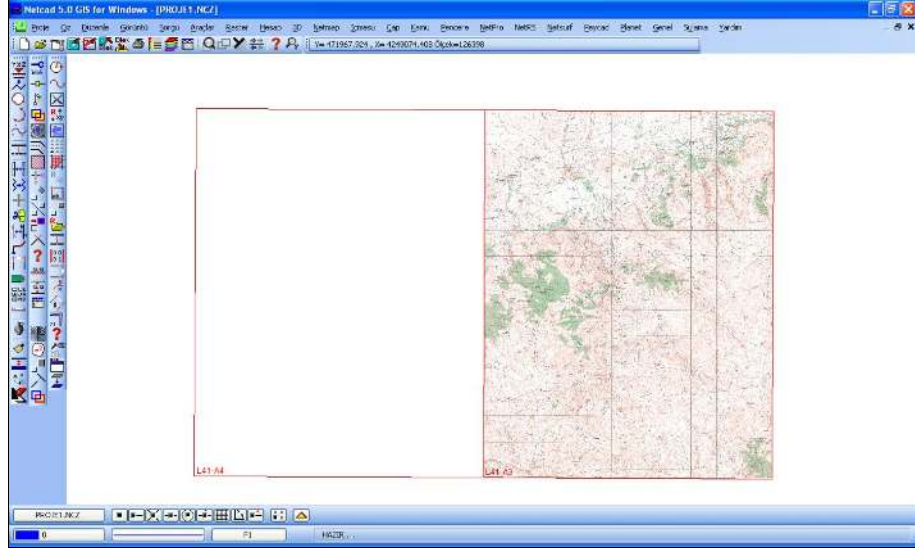


Şekil 6.14 Netcad Gis referans yöneticisi ekranı

Dosyamıza sağ tuşla basarak Şekil 6.15’deki özellikler bölümüne gireriz. Görünürlük Alanları bölümündeki “+” seçilir, ekranın sağ alt köşesindeki F3: Seç butonu ile pafta seçilir ve paftanın kenarları silinir. (Şekil 6.16)



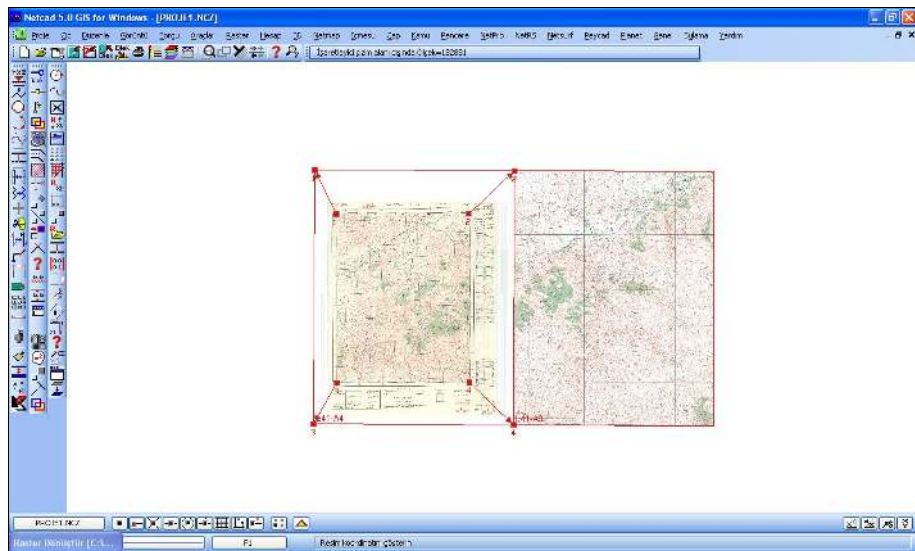
Şekil 6.15 Netcad Gis referans özellikleri ekranı



Şekil 6.16 Netcad Gis 1/25.000’lik haritanın uygun paftaya atanmış ekran görüntüsü

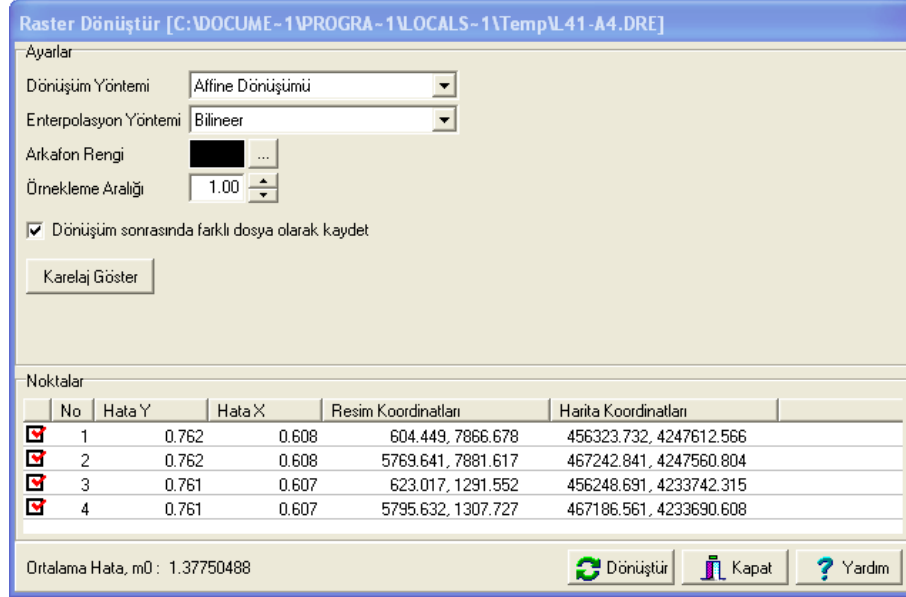
2. Yöntem

Harita sağ alt ve sol üst köşe belirtilerek yüklendikten sonra Raster – Raster Dönüştür girilir ve sağ tuş ile Nokta Ekle butonuna basılır. Haritanın en köşe noktaları seçilir ve nokta yakalama seçeneklerinden Son Nokta Yakala seçeneği açık bırakılarak pindex dosyamızın köşesi seçilir. Bir sonraki noktaya geçildiğinde haritanın üzerinde köşe noktayı işaretleyebilmek için Son Nokta Yakala seçeneğinin kapatılması unutulmaması gerekir.



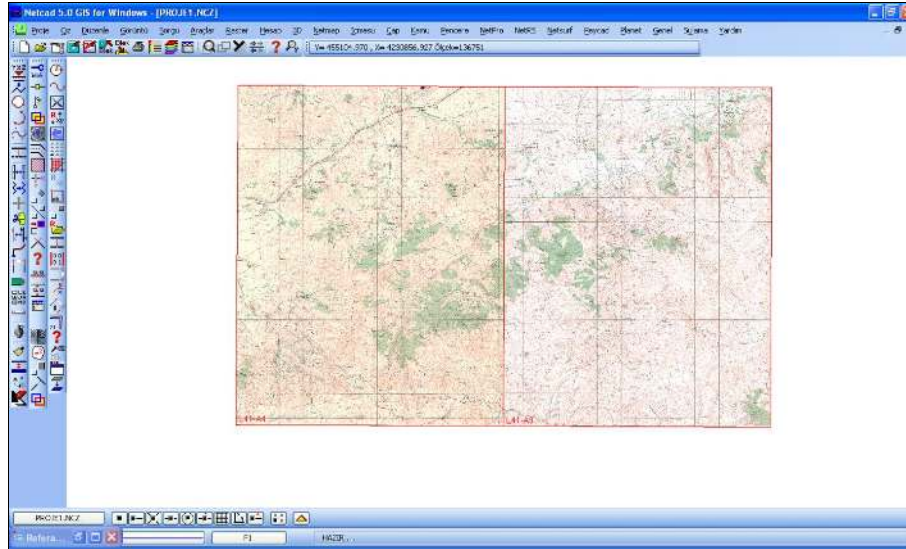
Şekil 6.17 Netcad Gis nokta yakalama ekran görüntüsü

4 köşe noktası şekil 6.17'deki gibi belirtildikten sonra sağ tuş ile şekil 6.18'deki Raster Dönüştür menüsüne geri dönülür. Dönüştürme işlemi yapılır ve kaydedilir.



Şekil 6.18 Netcad Gis affine dönüşümü ekranı

Kesim işlemleri yapıldıktan sonra ortaya çıkan görüntü şekil 6.19'daki gibidir.



Şekil 6.19 Netcad Gis 1/25.000'lik haritaların uygun paftalara atanmış ekran görüntüsü

Proje – Yardımcı işlemler – Oku seçeneğinden istediğimiz dosyaları okuyabiliriz. Microsoft Excel verileri almak istediğimizde bunu seçeriz ve projeye eklensin

kısmını işaretleyerek tamam deriz. Koordinatların bulunduğu satır ve sütunlar tanıtıldıktan sonra nokta verilerimiz projeye ekleriz. (Şekil 6.20)



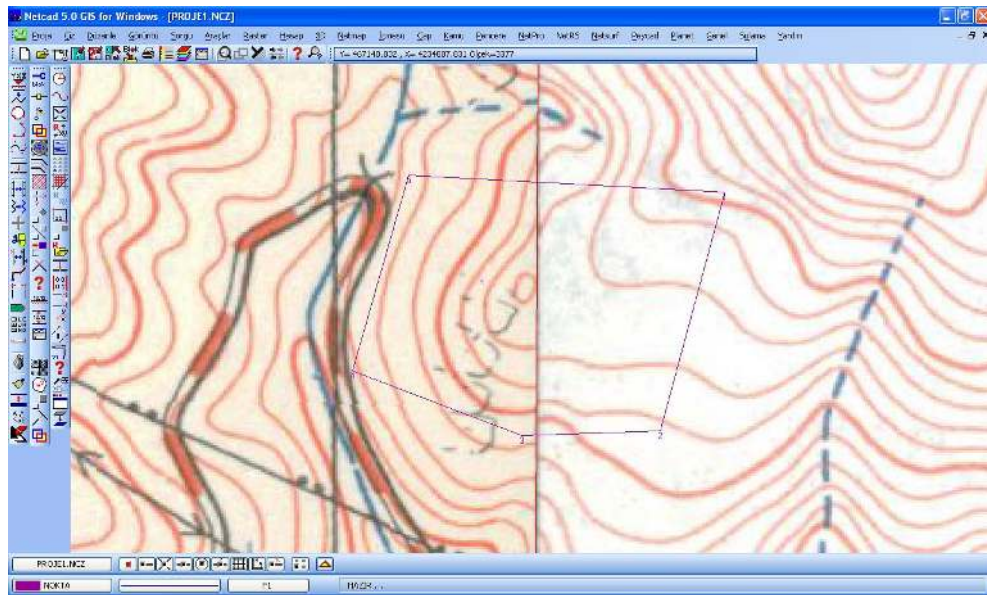
The dialog box titled "Excel Koordinat Bilgileri" (Excel Coordinate Information) is used to define the structure of an Excel file containing coordinate data. It includes the following fields:

Excel tablosu satır / sütun bilgileri	
Veri Başlangıç Satırı (*):	2
Nokta Adı Kolonu:	1
Y Kolonu (*):	2
X Kolonu (*):	3
Z Kolonu:	0
Nokta Kodu Kolonu:	0
GIS Sınıfı Kolonu:	0
GIS Bağlantı Kolonu:	

At the bottom, there are two buttons: "Tamam" (OK) with a green checkmark and "İptal" (Cancel) with a red X.

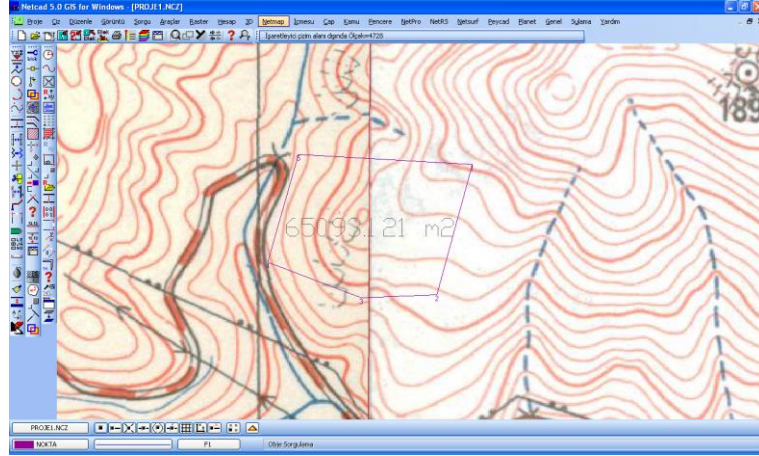
Şekil 6.20 Netcad Gis koordinat bilgileri girme ekranı

Nokta yakala seçeneği açık iken Çiz – Çoklu Doğru Çiz seçeneği ile noktalar seçilerek şekil 6.21’deki gibi kapalı bir alan oluşturulur. Seçilen bu alan bizim ruhsat sahamızın sınırlarıdır.



Şekil 6.21 Netcad Gis mevcut ruhsat sahası

Ruhsat sahamızın alanını yazdırmak için Çiz – Röleve – Alan Yaz seçeneğini kullanırız ve alan yazılacak olan kapalı alanı seçeriz. (Şekil 6.22)



Şekil 6.22 Netcad Gis mevcut ruhsat sahası alanı

Sorgu – Obje Özellikleri Sor ile yazımız ile ilgili değişiklikler yapabiliriz. (Şekil 6.23) Düzenle seçeneğinin altından da objeleri kaydırma, döndürme, ölçekleme işlemleri ayrı olarak yapılabilmektedir.

A screenshot of the 'YAZI' (Text) object properties dialog box in Netcad 5.0 GIS. The dialog box has a title bar with 'YAZI' and a close button. It contains a table with various properties and their values. At the bottom, there are three buttons: 'Tamam' (OK), 'İptal' (Cancel), and 'Yardım' (Help).

Obj. Özellikleri	
Tabaka	ROL_CEPHE
Renk	32
GIS Sınıfı	
GIS Bağlantı Ana...	
Çizgi Kalınlığı	0
Yazı	65093.121 m2
Font	F1.NCF
Yazı Özellikleri	Orta
Boy	30
Dönüklük	0
Genişlik Çarpanı	1
Uygulama Y	467195.335
Uygulama X	4234664.6
Uygulama Z	0
SolAlt Y	467050.335
SolAlt X	4234649.6

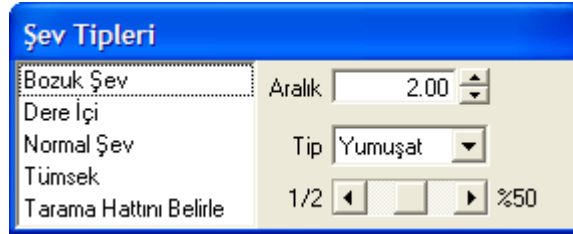
Şekil 6.23 Netcad Gis obje özellikleri ekranı

6.1.2 Netcad – Netsurf Modülü

Netsurf menüsü altında madencilikteki kullanımı çok yaygın olan şev taramaları, en kesit ve profil çizimleri, kübaj hesapları yapabilir; bu işlemleri yapmamızı sağlayan üçgenleme işlemlerini yapabiliriz.

Şev taramaları yapılmasının iki farklı yöntemi vardır:

Birinci yöntem “Netsurf – Şev Taramaları – Normal Şev Taraması seçilir. (Şekil 6.24) (Şevin şekline ve oluşumuna göre değişik gösterir, “Höyük tipi – Kokurdan Şev” de tarama seçenekleri arasındadır.) Program bizden “ŞEV ÜSTÜNÜN İLK NOKTASINI GÖSTER”, “ŞEV ALTININ İLK NOKTASINI GÖSTER” şeklinde şev üstünü ve altını bizden göstermemizi ister. Şev üstü noktaları seçildikten sonra farenin sağ tuşuna basıldıktan sonra şev altı noktaları seçilir. Tekrardan sağ tuşa bastığımız zaman aşağıdaki pencere karşımıza gelir. Buradan bize uygun şev tipi seçilir. Seçildikten sonra şev üstü ve şev altı taramalarının oluştuğunu görebiliriz.

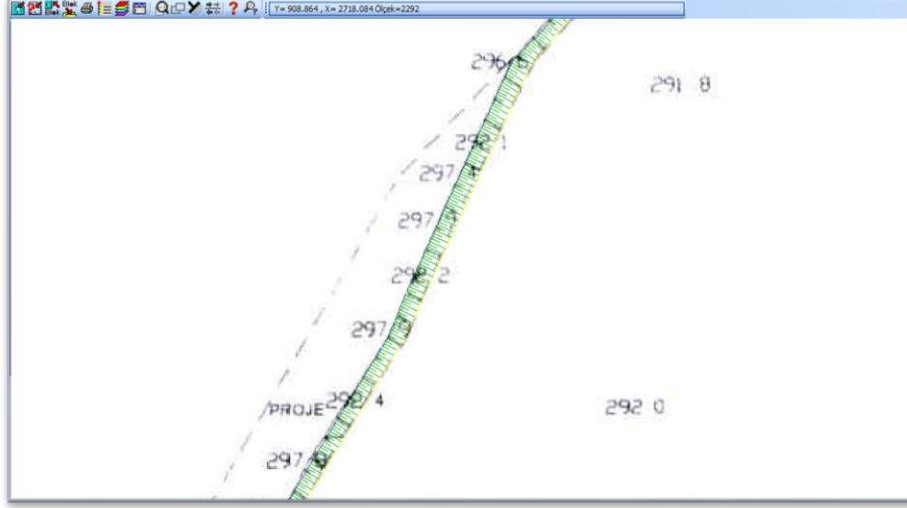


Şekil 6.24 Netsurf şev tipi seçme ekranı

İkinci yöntem “Çiz – Çoklu Doğru Çiz” seçeneği ile şev altını ve şev üstünü çizmek ve daha sonra “Netsurf – Şev Taramaları – 2 Doğru Arasını Tara” seçeneği ile şev taramasını gerçekleştirmektir.

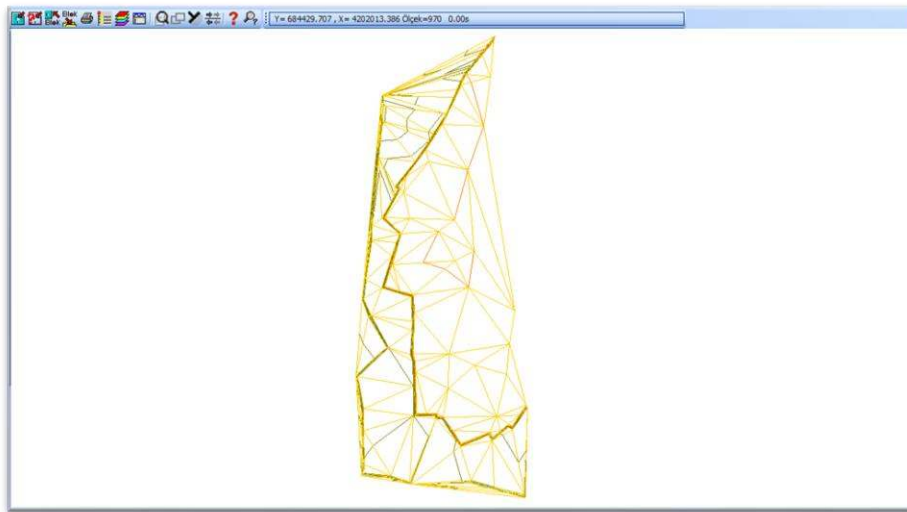
Üçgenler oluşturmak için programın noktalara ihtiyacı vardır. Şev üstünü ve altını oluşturduktan sonra basamak genişliklerinde ve arazide noktalar bulunmadığından buralara noktalar atmak gerekir. “Arazi_Noktaları” şeklinde katman oluşturduktan sonra “Çiz – Ardışıl Nokta At” seçeneği seçilir ve uygun “Z kotu” yazıldıktan sonra noktalar atılmaya başlanır. “Tabaka Modları” seçeneğinden “Kotları” seçeneği

işaretili olduğu takdirde attığımız noktaların kotları Şekil 6.25'deki gibi görülebilmektedir.



Şekil 6.25 Netsurf şev taramaları

“Netsurf – Üçgen Oluştur” seçeneğine girilir. “Noktalar” ve “kırık hatları seç (şevler için)” işaretlenir. Nokta seç – tümünü seç ile hepsi seçilir. “Üçgenle” seçeneği ile üçgenler oluşturulur. Üçgenlemeyi yaptıktan sonra tabakalardan – “Bozuk üçgen” in görünürlüğü kapatıp uygun bir üçgenleme ile karşılaşıyoruz. (Şekil 6.26)



Şekil 6.26 Netsurf üçgenleme

6.1.3 Kesit Alma

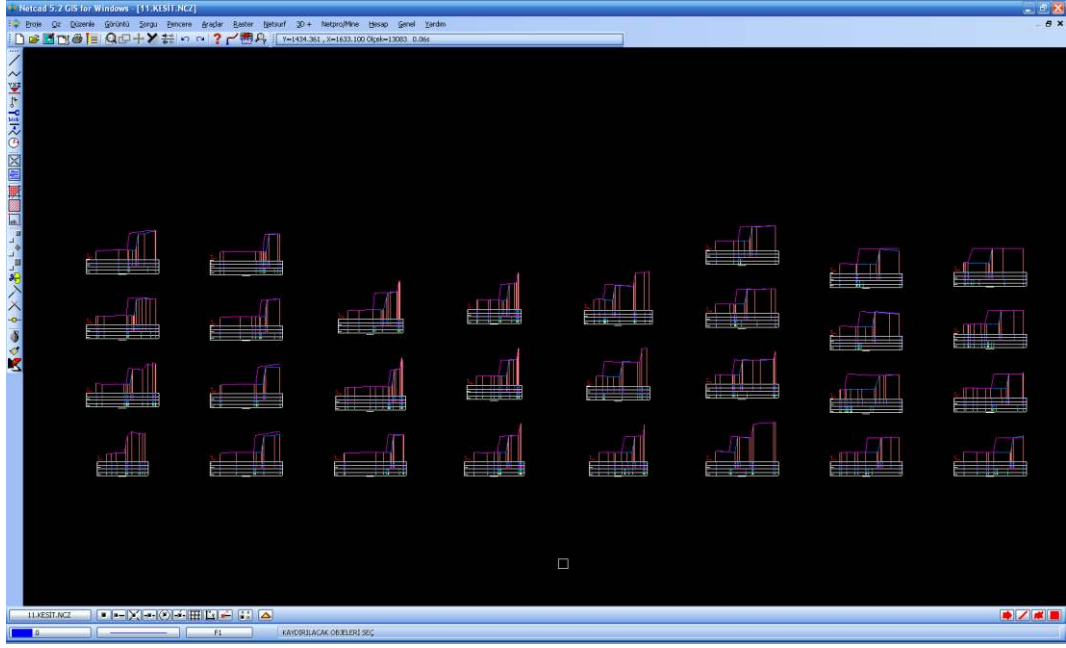
Kesit alma işlemlerini yapabilmek için bir güzargah dosyası oluşturmamız gerekmektedir. Bunun için tabakalara girip “yeni tabaka ekle” seçeneği ile “GUZARGAH” tabakası oluştururuz. “Çiz – Çizgi Çiz” ile kesitini görmek istediğimiz güzargahı çizeriz.

“Netsurf – Enkesit İşlemleri – Güzargah Tanımla” seçeneğine girdiğimizde karşımıza güzargah oluştur ekranı gelir. Bu ekrandaki “... (üç nokta)” tuşuna basar ve oluşturulacak güzargah adını yazarak kaydet tuşuna basar, someler yöntemini seçerek tamam deriz. Güzargah çizimimizi seçer ve sağ tuş ile hazır hale getiririz. “.ktb” uzantılı dosyamız kaydedilir.

“Netsurf – Enkesit İşlemleri – Enkesit Oluştur” seçeneği ile “.kse” uzantılı enkesit dosyasını oluşturabilir, “Netsurf – Enkesit İşlemleri – Enkesit Çizimi” seçeneği ile 2. Enkesit seçimini iptal ederek “Enkesit Çizimi” parametrelerini girerek ilk kesitin orta noktasının yerleştirileceği noktayı gösterdikten sonra enkesitlerimizi oluştururuz. (Şekil 6.28)

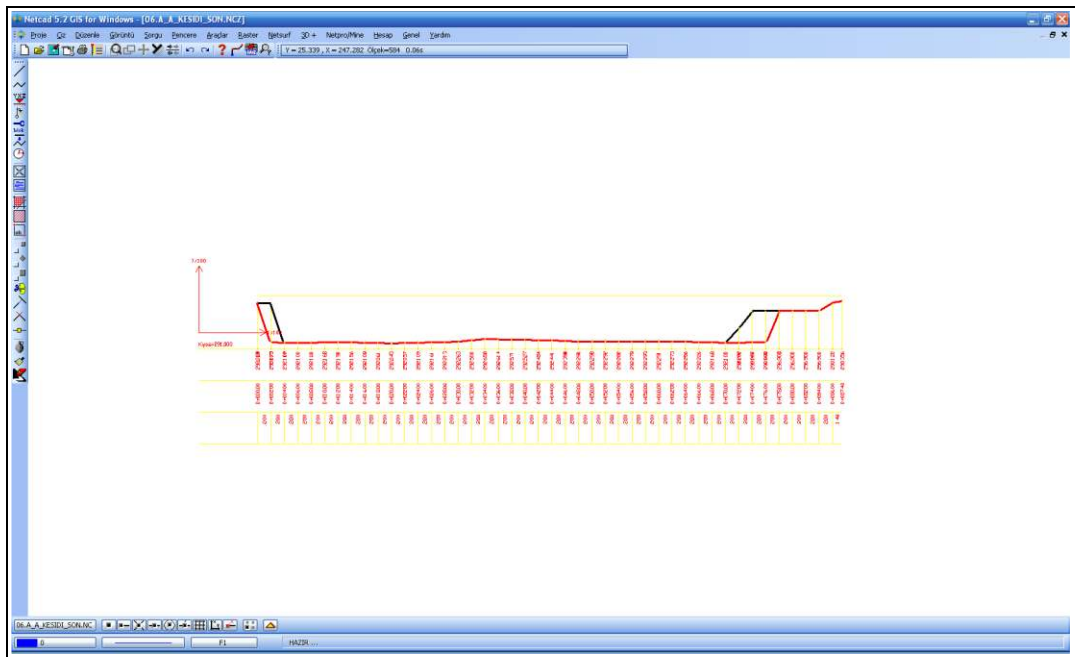
Kilometre Süzgeci	
Yatay Ölçek	100
Düşey Ölçek	100
Kesitler Arası Yatay Mesafe	50.000
Kesitler Arası Düşey Mesafe	5.000
Yazı Boyu[mm]	1.500
Kağıt Eni [mm]	850.00
☒ Değerler Kutuda	
☐ Aktif Fontu kullan	
<input checked="" type="button" value="Tamam"/> İptal	

Şekil 6.27 Netsurf enkesit çizimi ayar ekranı

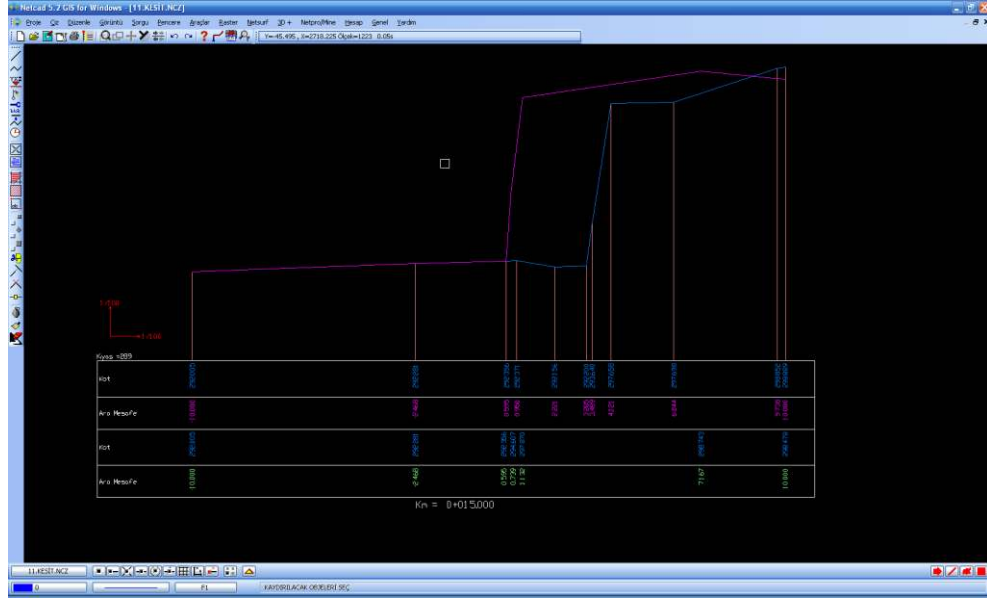


Şekil 6.28 Netsurf enkesit görüntüleri

Profil çizimi için enkesitlerdeki gibi enkesit oluştur işleminden sonra “Netsurf – Enkesit İşlemleri – Profil İşlemleri” seçeneği ile oluşturduğumuz “.kse” dosyasını seçerek istediğimiz ölçek ve yazı boyutunu girdikten sonra Şekil 6.29 ve Şekil 6.30’daki profil görüntümüzü oluştururuz.



Şekil 6.29 Netsurf profil görüntü



Şekil 6.30 Netsurf yakınlaştırmış profil görüntü

Kübaj hesabı için “Netsurf – Enkesit İşlemleri – Enkesitlerden Kübaj” seçeneği ile sonraki ve önceki enkesitlerimizi (örneğin sonraki enkesit 2010_A_A kesiti ile önceki enkesit 2009_A_A kesitleri arasındaki kübaj için), TCK Yöntemi ile (Karayolları kullanmaktadır.) grafik seçeneği işaretli olarak yapabiliriz. (Şekil 6.31)

Şekil 6.31 Netsurf kübaj hesap raporu

Projeyi autocad dosyası olarak farklı kaydedebilir ve autocad ortamında da çalışabiliriz.

Her yıl Nisan ayı sonuna kadar teslim edilmesi gereken imalat haritalarının hazırlanmasında çoğunlukla kullanılan NETCAD programı; hazırlayanlara büyük kolaylık sağlamaktadır.

Aşağıdaki olması gereken verileri haritamız üzerine uygulamalarımızdaki gibi işleyebilir ve haritamızı kolaylıkla hazırlayabiliriz.

İmalat haritası 6 bölümden oluşmaktadır:

1. Başlık; (İli, ruhsat no, ait olduğu yıl, ölçümün yapıldığı tarih gün ay yıl olarak yazılacaktır.)
2. Ocaklar; (Şev alt, şev üstü, galeri ağzı ve galeri içi kotları ölçeğe uygun aralıklarda olacak. Eski, yeni ve tasarlanan üretimler ayrı ayrı gösterilecek. İki adet röper noktası tesis edilecektir)
3. Ruhsat ve işletme izin sınırı; (saha sınırı ile işletme izin sınırı uygun ölçekle çizilecek, üretim yapılan alan rumuz olarak gösterilecektir.)
4. Kesitler; (En az iki kesit olacak ve birisi yılın üretiminden geçirilecektir. Üretimler kesitte eski, yeni ve tasarlanan olmak üzere ayrı ayrı gösterilecektir)
5. Lejant; (Açıklamalar) (Eski üretim, yılın üretimi ve tasarlanan üretim ayrı ayrı gösterilecektir.)
6. İmzalar; (Haritayı yapan teknik eleman, Teknik Nezaretçi ve ruhsat sahibi tarafından imzalanacaktır.)

NOT: Üretim yapılmayan yıllar için çizim ve harita verilmez. (Maden Kanunu Uyg Yönt. Mad.34)

6.2 Gemcom Surpac Yazılımı

6.2.1 Programda Kullanılacak Olan Verilerin Microsoft Office – Excel ile Hazırlanıp Microsoft Office – Access Dosyası Oluşturulması

Programın zorunlu olarak kabul ettiği collar ve assay tabloları oluşturulmalıdır. Bu çalışmada kullanılması için zorunlu olmayan Litoloji ve Analiz tabloları da oluşturulmuştur.

Excelde sayfa sayfa tablolarda olması gereken üst başlıklar örneklerle Tablo 6.1, Tablo 6.2, Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'deki gibidir.

Tablo 6.1 Collar tablosu başlıkları

Collar Tablosu					
hole_id	x	y	z	max_depth	hole_path
SK01	752167.387	4313088.980	1225.193	14	CURVED

Tablo 6.2 Survey tablosu başlıkları

Survey Tablosu			
hole_id	depth	dip	azimuth
SK01	14	-90	0

Tablo 6.3 Litoloji tablosu başlıkları

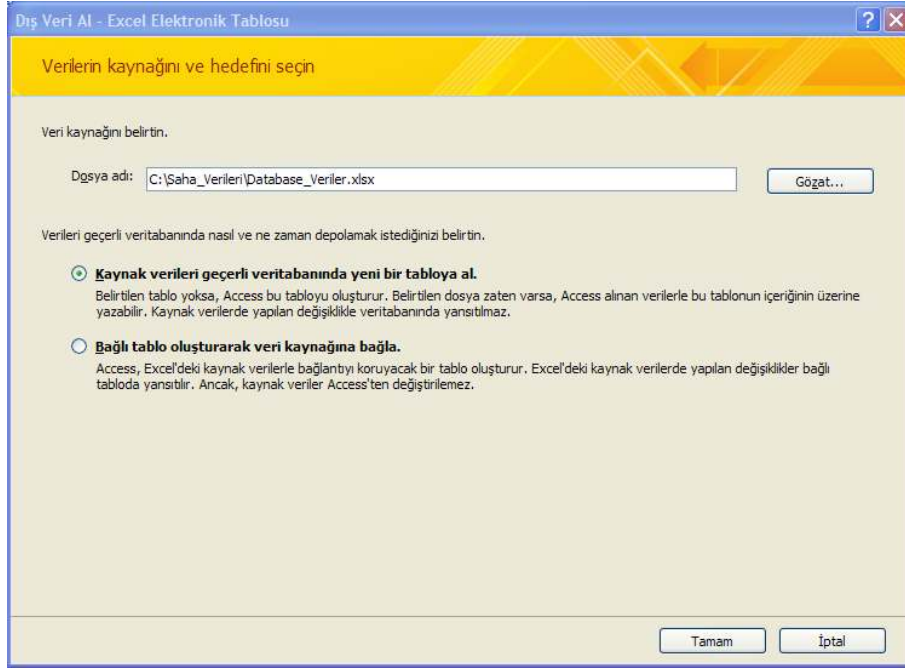
Litoloji Tablosu			
hole_id	depth_from	depth_to	rock
SK01	0	3	Silisifiye_Kaolin

Tablo 6.4 Analiz tablosu başlıkları

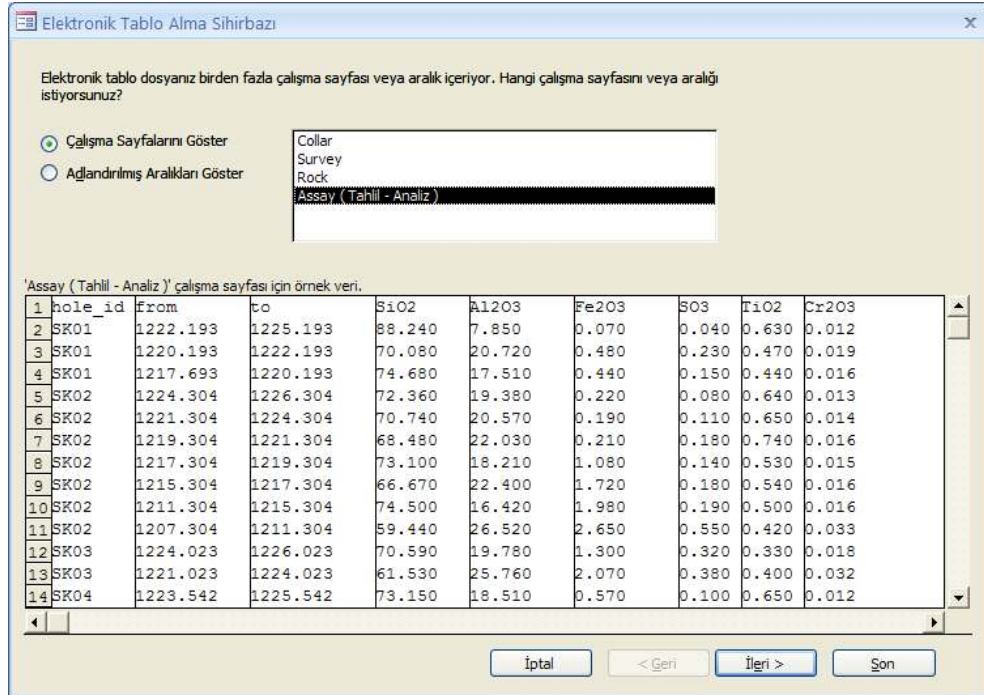
Analiz Tablosu								
hole_id	depth_from	depth_to	SiO2	Al2O3	Fe2O3	SO3	TiO2	Cr2O3
SK01	0.000	3.000	88.240	7.850	0.070	0.040	0.630	0.012

Örneklerde 1 nolu sondaj kuyusuna ait bazı veriler bulunmaktadır.

Program elimizdeki sahaya ait olan verileri Excel dosya biçimiyle okuyamadığı ve Access Database dosyasını okuyabildiği için öncelikle exceldeki verilerimizin access'e aktarılması gerekmektedir. (Şekil 6.33, Şekil 6.34, Şekil 6.35, Şekil 6.36)



Şekil 6.32 Access veritabanı dış veri alma veri kaynağını belirtme ekranı



Şekil 6.33 Access elektronik tablo alma ekranı

Elektronik Tablo Alma Sihirbazı

Microsoft Access tablonuzda alan adları olarak sütun başlıklarını kullanabilir. İlk satır sütun başlıklarını içeriyor mu?

☒ İlk Satır Sütun Başlıklarını İçerir

	hole id	from	to	SiO2	Al2O3	Fe2O3	SO3	TiO2	Cr2O3
1	SK01	1222.193	1225.193	88.240	7.850	0.070	0.040	0.630	0.012
2	SK01	1220.193	1222.193	70.080	20.720	0.480	0.230	0.470	0.019
3	SK01	1217.693	1220.193	74.680	17.510	0.440	0.150	0.440	0.016
4	SK02	1224.304	1226.304	72.360	19.380	0.220	0.080	0.640	0.013
5	SK02	1221.304	1224.304	70.740	20.570	0.190	0.110	0.650	0.014
6	SK02	1219.304	1221.304	68.480	22.030	0.210	0.180	0.740	0.016
7	SK02	1217.304	1219.304	73.100	18.210	1.080	0.140	0.530	0.015
8	SK02	1215.304	1217.304	66.670	22.400	1.720	0.180	0.540	0.016
9	SK02	1211.304	1215.304	74.500	16.420	1.980	0.190	0.500	0.016
10	SK02	1207.304	1211.304	59.440	26.520	2.650	0.550	0.420	0.033
11	SK03	1224.023	1226.023	70.590	19.780	1.300	0.320	0.330	0.018
12	SK03	1221.023	1224.023	61.530	25.760	2.070	0.380	0.400	0.032
13	SK04	1223.542	1225.542	73.150	18.510	0.570	0.100	0.650	0.012
14	SK04	1221.042	1223.542	67.480	22.650	0.530	0.150	0.690	0.014

İptal < Geri İleri > Son

Şekil 6.34 Access elektronik tablo alma başlıkların tanımlanmış görüntüsü

Elektronik Tablo Alma Sihirbazı

Microsoft Access, yeni tablonuz için bir birincil anahtar tanımlamanızı önerir. Birincil anahtar, tablonuzdaki her kaydı benzersiz biçimde tanımlamak için kullanılır ve verileri daha kolay bulmanızı sağlar.

☐ Access birincil anahtarı eylesin.

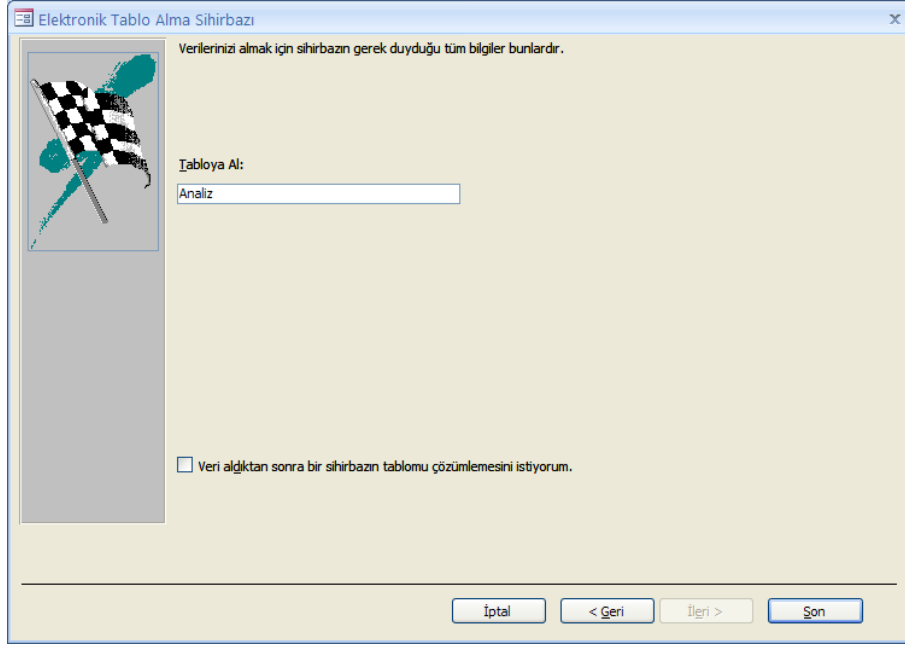
☐ Birincil anahtarı ben seçeceğim.

☒ Birincil anahtar olmasın.

	hole id	from	to	SiO2	Al2O3	Fe2O3	SO3	TiO2	Cr2O3
1	SK01	1222.193	1225.193	88.240	7.850	0.070	0.040	0.630	0.012
2	SK01	1220.193	1222.193	70.080	20.720	0.480	0.230	0.470	0.019
3	SK01	1217.693	1220.193	74.680	17.510	0.440	0.150	0.440	0.016
4	SK02	1224.304	1226.304	72.360	19.380	0.220	0.080	0.640	0.013
5	SK02	1221.304	1224.304	70.740	20.570	0.190	0.110	0.650	0.014
6	SK02	1219.304	1221.304	68.480	22.030	0.210	0.180	0.740	0.016
7	SK02	1217.304	1219.304	73.100	18.210	1.080	0.140	0.530	0.015
8	SK02	1215.304	1217.304	66.670	22.400	1.720	0.180	0.540	0.016
9	SK02	1211.304	1215.304	74.500	16.420	1.980	0.190	0.500	0.016
10	SK02	1207.304	1211.304	59.440	26.520	2.650	0.550	0.420	0.033
11	SK03	1224.023	1226.023	70.590	19.780	1.300	0.320	0.330	0.018
12	SK03	1221.023	1224.023	61.530	25.760	2.070	0.380	0.400	0.032
13	SK04	1223.542	1225.542	73.150	18.510	0.570	0.100	0.650	0.012
14	SK04	1221.042	1223.542	67.480	22.650	0.530	0.150	0.690	0.014

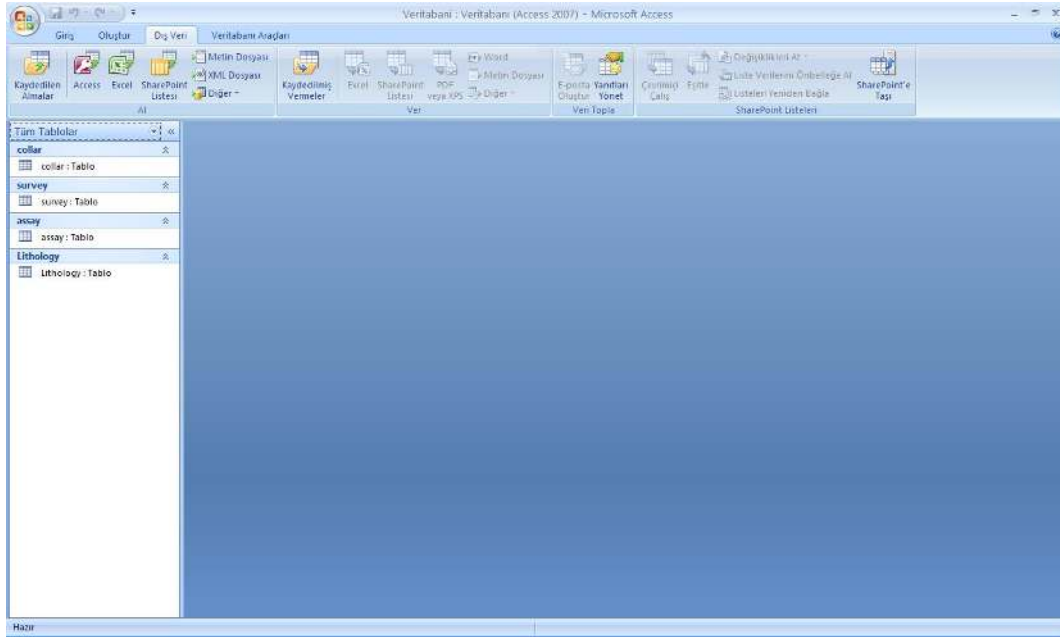
İptal < Geri İleri > Son

Şekil 6.35 Access elektronik tablo alma birincil anahtar tercih ekranı



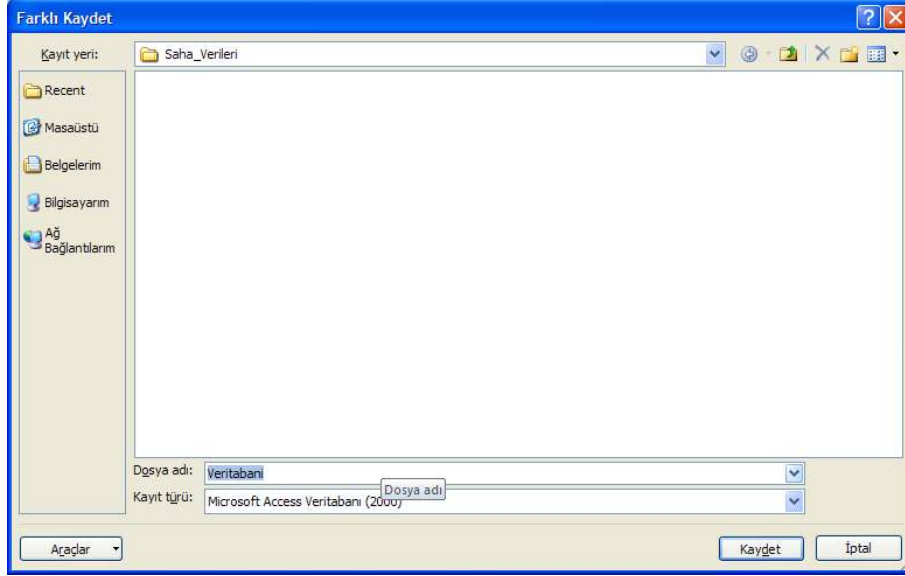
Şekil 6.36 Access elektronik tablo alma tablo ismini oluşturma

Tüm verilerimizi aldığımızda Şekil 6.37’de solda görülen tablolar oluşmaktadır.



Şekil 6.37 Access veritabanı tabloları

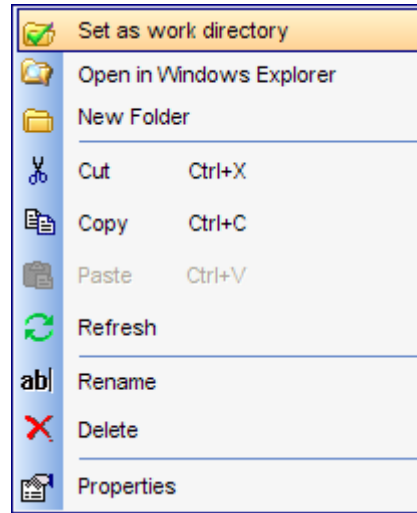
Veriler alındıktan sonra veritabanını kaydederken dosyanın kayıt türünün Microsoft Access Veritabanı (2000) şeklinde olmasına dikkat etmeliyiz. (Şekil 6.38) Zira program diğer uzantıları kabul etmemektedir.



Şekil 6.38 Access veritabanını (2000) olarak kaydetme

6.2.2 Gemcom Surpac Programının Kullanılması

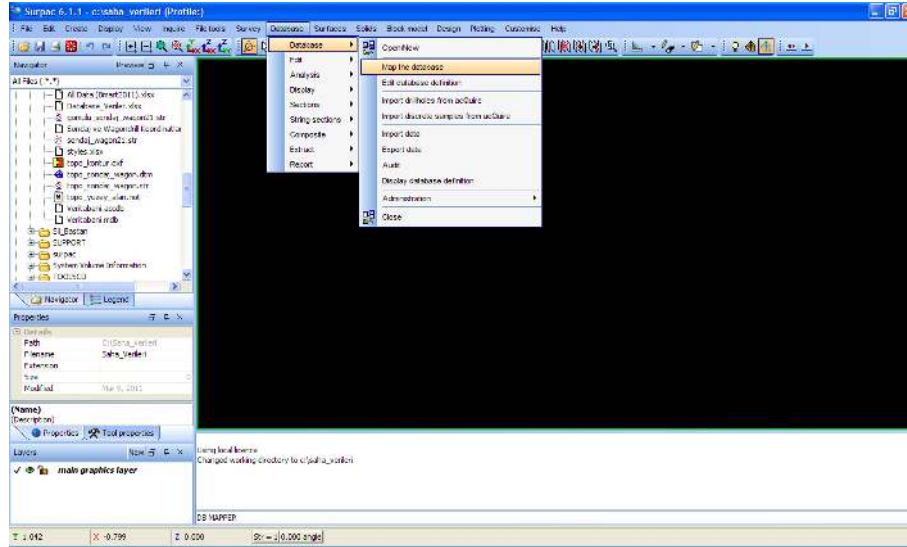
Programı açar açmaz sol kısımdan çalışmak istediğimiz klasörü “Set as work directory” seçeneği ile belirtmeliyiz. (Şekil 6.39)



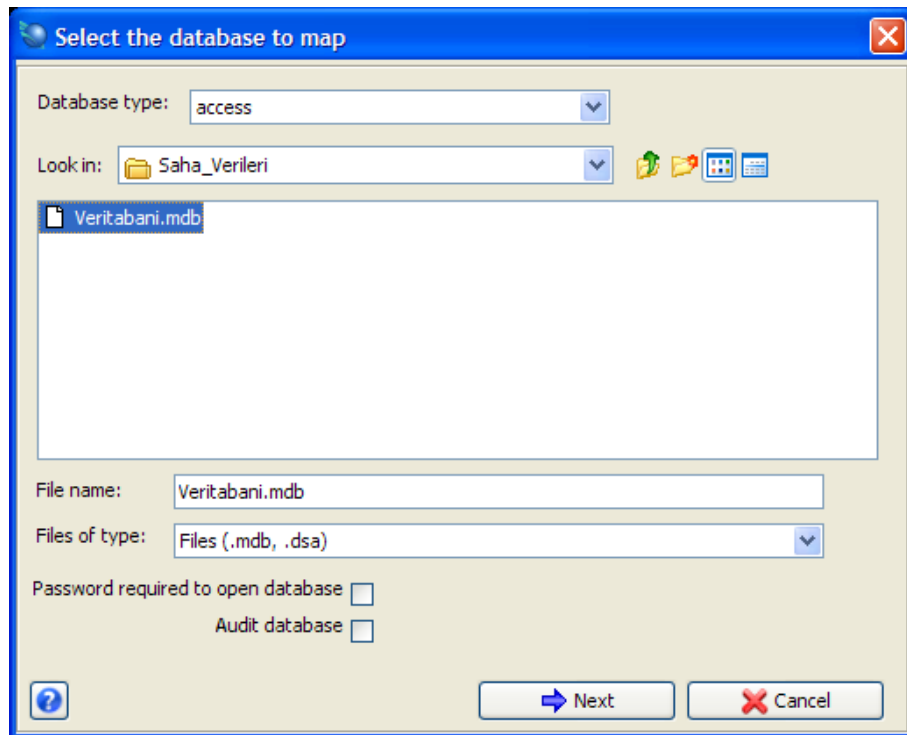
Şekil 6.39 Surpac ana çalışma ve kayıt klasörü belirleme ekranı

Hazırladığımız verileri almak için elimizdeki bu verileri programa tanıtmamız gerekmektedir. Bunun için “Database – Map the database” komutu kullanılır (Şekil

6.40) ve Microsoft Access ile hazırladığımız veritabanı dosyasını (Şekil 6.41) tanıtırız.



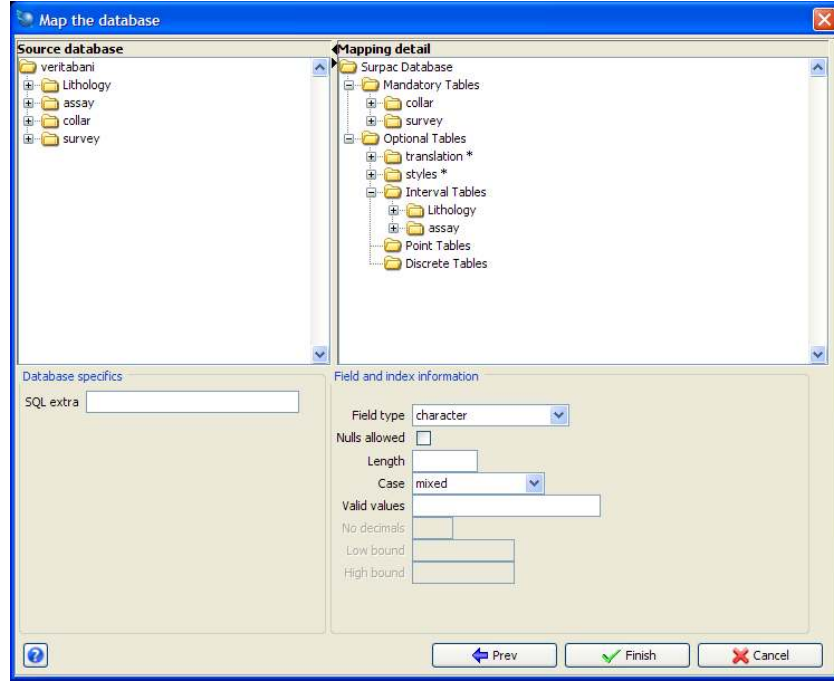
Şekil 6.40 Surpac veritabanı ulaşım ekranı



Şekil 6.41 Surpac veritabanı seçme ekranı

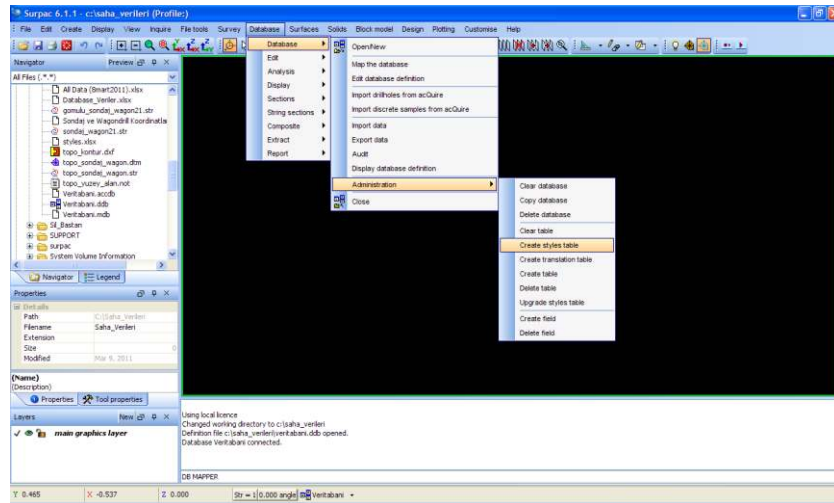
Oluşturduğumuz ve excelden aktardığımız access veritabanı dosyasında translation ve styles klasörleri bulunmadığı için mapping detail menüsünde

yanlarında görünen tanımlama problemini ifade eden yıldız işaretleri bulunmaktadır. (Şekil 6.42) Tanımlamadan kaynaklanan uyumsuzluk sorunlarını bu sistemden düzeltmemiz gerekmektedir.



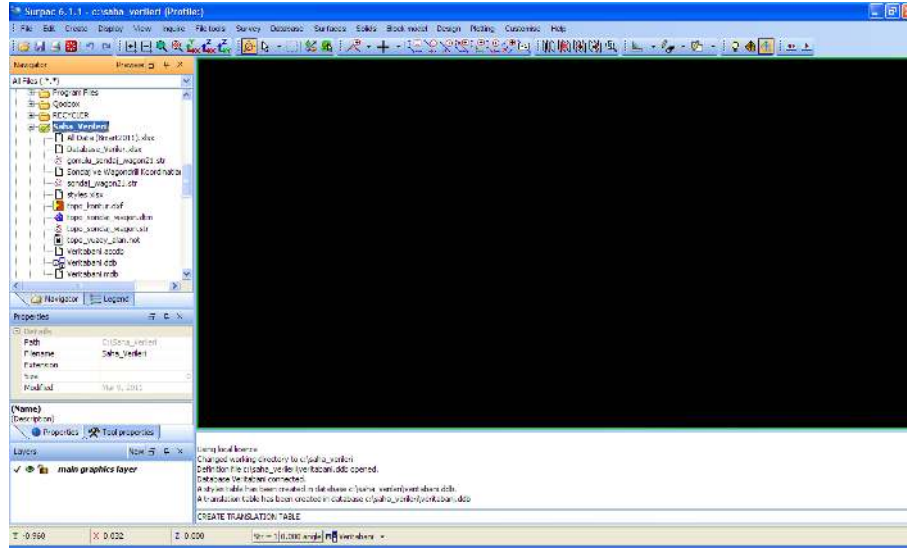
Şekil 6.42 Surpac veritabanı eşleştirme ekranı

Database menüsü altındaki administration – create styles table, create translation table seçenekleri ile eksik tabloları Access veritabanı dosyasında oluştururuz. (Şekil 6.43)



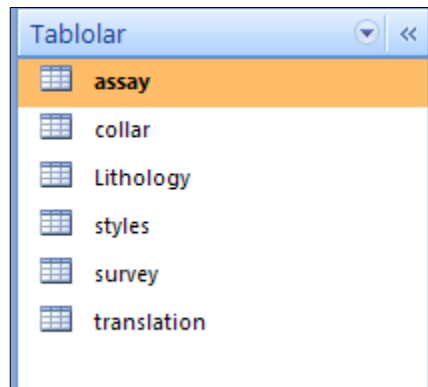
Şekil 6.43 Surpac zorunlu veritabanı tabloları oluşturma ekranı

Tablolarımızın oluşturulduğunu program ekranının alt kısmında bulunan komut satırı bölümünden takip edebiliriz. Herhangi bir problem olması durumunda buradaki ekranda veya verdiğimiz işlem komutunun gerçekleşmemesi durumunda da burada görülmektedir. İşlemde olan database dosyası Şekil 6.44’de ekranın alt kısmında veritabanı ismiyle görülmektedir.



Şekil 6.44 Surpac zorunlu veritabanı tablolarının oluşturulduğuna dair onay ekranı

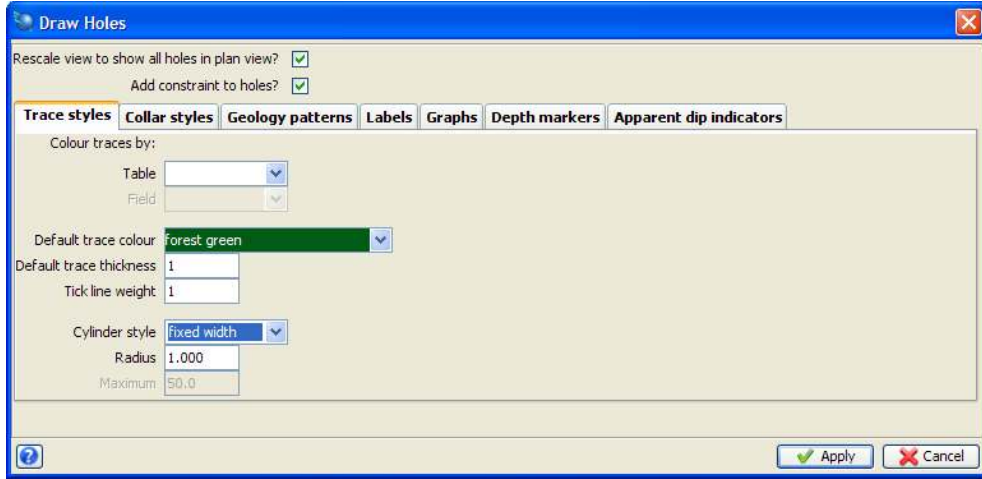
Oluşturduğumuz styles ve translation tablolarının aynı zamanda Access dosyamızda oluşturulduğu da görülmektedir. (Şekil 6.45)



Şekil 6.45 Surpac veritabanı tabloları bütünü

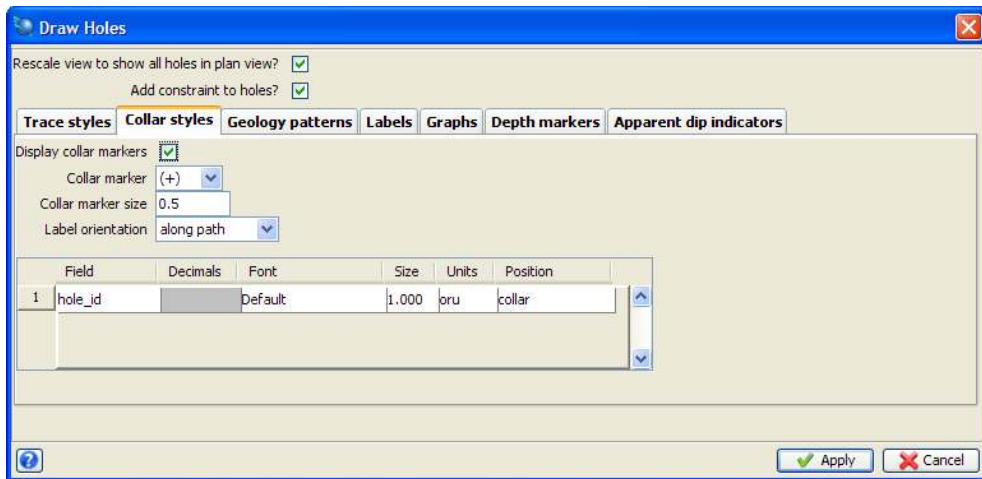
Database – display drillholes seçeneği ile verilerini girdiğimiz sondaj karotlarını inceleme imkânımız bulunmaktadır. Şekil 6.46’daki Trace styles bölümünden sondaj

deliklerinin görüntü renkleri, yarıçapları, kalınlıkları ve gösterim şekilleri belirlenmektedir. Örneğin analiz tablosundan sio2 değerine göre cylinder style – variable width ile sadece sio2 verilerine dayalı istediğimiz alan görülebilmektedir.



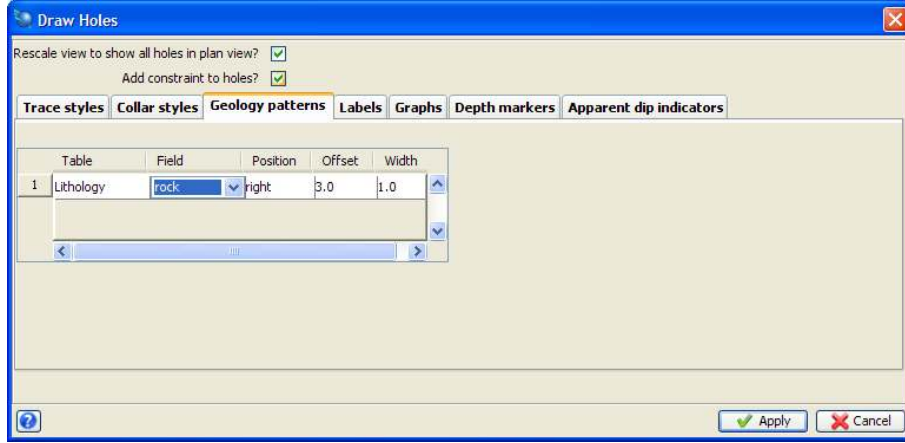
Şekil 6.46 Surpac sondaj deliklerinin işaretlenmesi

Şekil 6.47'deki Collar styles bölümünden sondaj kuyusu ile ilgili örneğin sondaj kuyusunun adı gibi istediğimiz ana başlık şeklinde yazılabilmekte, boyutu, gösterim işaretçisi, yazının yönü belirlenebilmektedir.



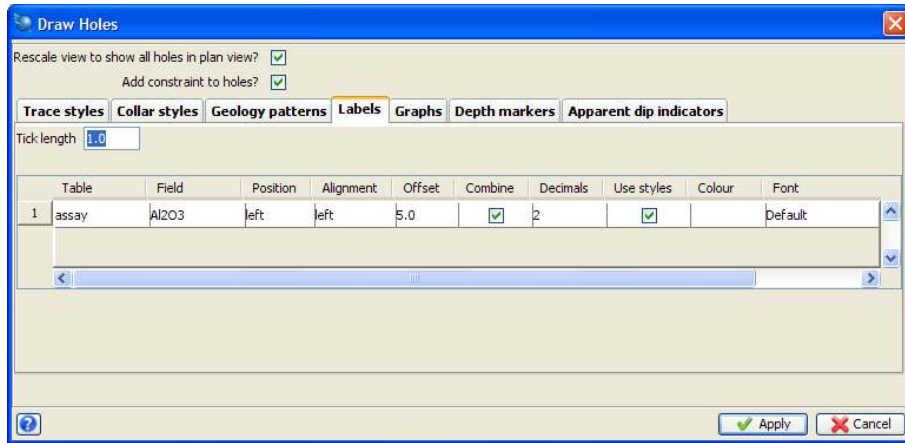
Şekil 6.47 Surpac sondaj deliklerinin isimlendirilmesi

Şekil 6.48'deki Geology pattern ile litoloji tablomuzda oluşturduğumuz kayaçların tabaka yapıları görülebilmektedir.

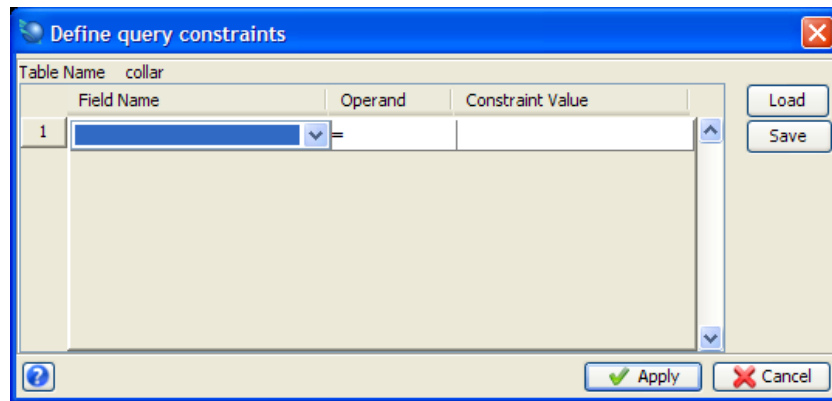


Şekil 6.48 Surpac sondajların litolojisi

Şekil 6.49'daki Labels seçeneğinde de kayaç isimlerini, analiz değerlerini görüntüye istediğimiz şekil, boyut, renk ve yazı karakteriyle yerleştirebiliriz. Bir isimlendirme, etiketlendirme seçeneğidir.

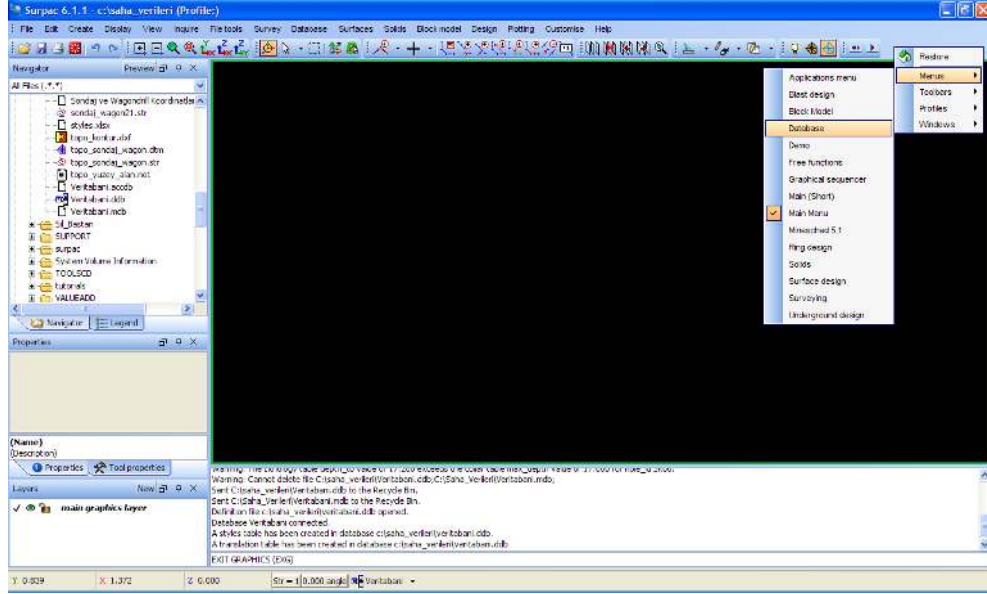


Şekil 6.49 Surpac sondaj analiz değerlerinin gösterimi



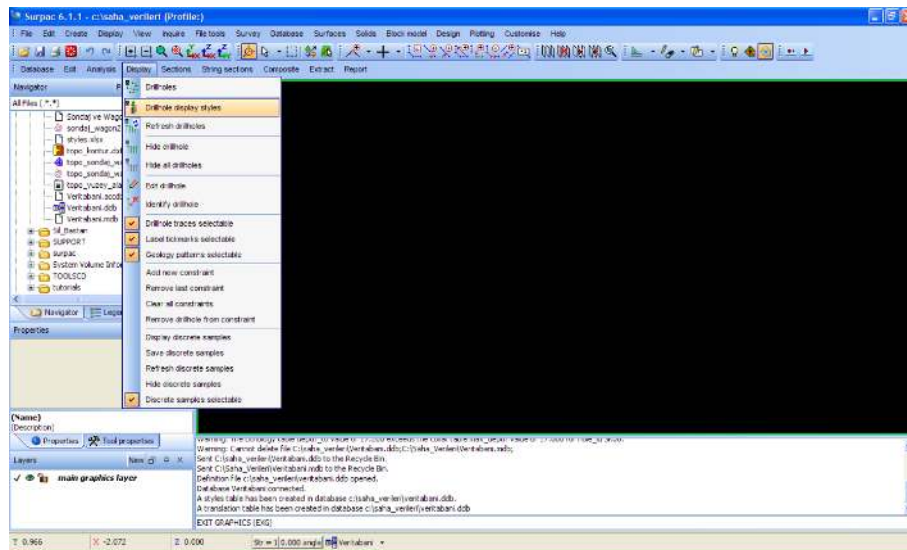
Şekil 6.50 Surpac sondaj kısıtları girme ekranı

Görmek istediğimiz verileri nasıl görmek istediğimizi ayarladıktan sonra apply tuşuna basarız. Eğer bir kısıtımız var ise (constraint) belirtiriz. (Şekil 6.50) Bir kısıt belirtmemiz durumunda kısıtlarımıza uyan kısım tablo halinde önümüze gelecektir. (Şekil 6.51)

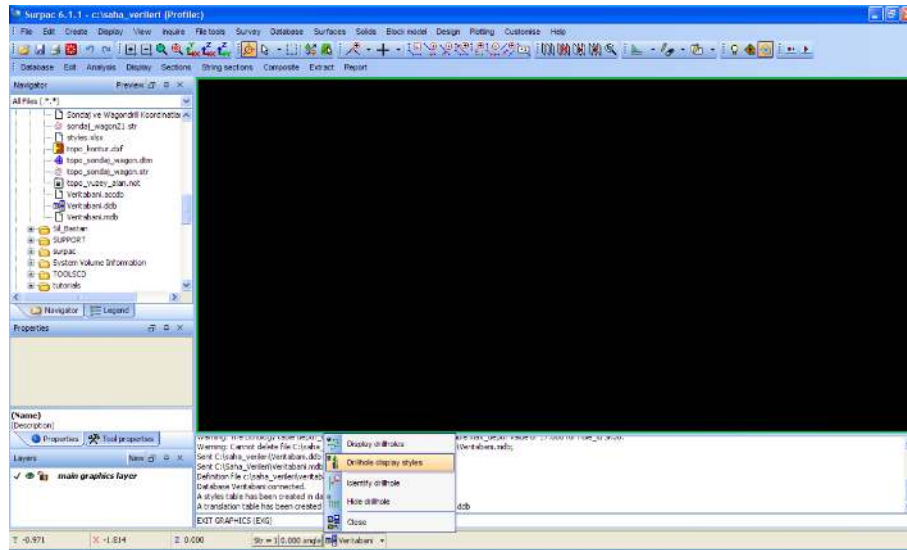


Şekil 6.51 Surpac veritabanı yüklenmiş ekran görüntüsü

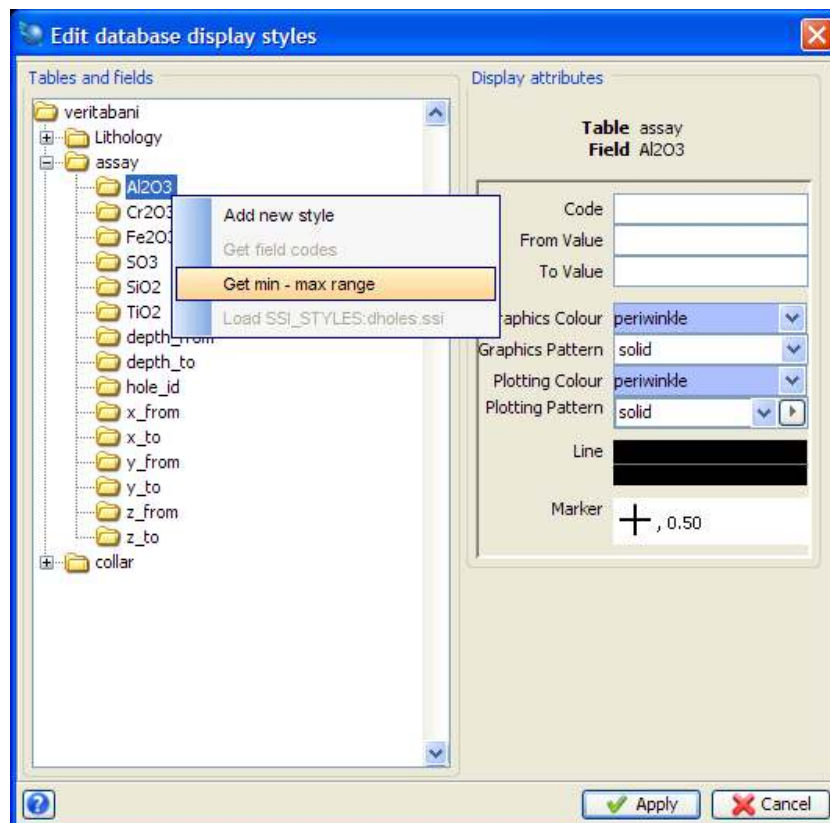
Database – display drillhole styles ile elimizdeki tablolara ait verilerin belirli değerlerde renklendirmesini yapabiliriz. (Şekil 6.52, Şekil 6.53, Şekil 6.56)

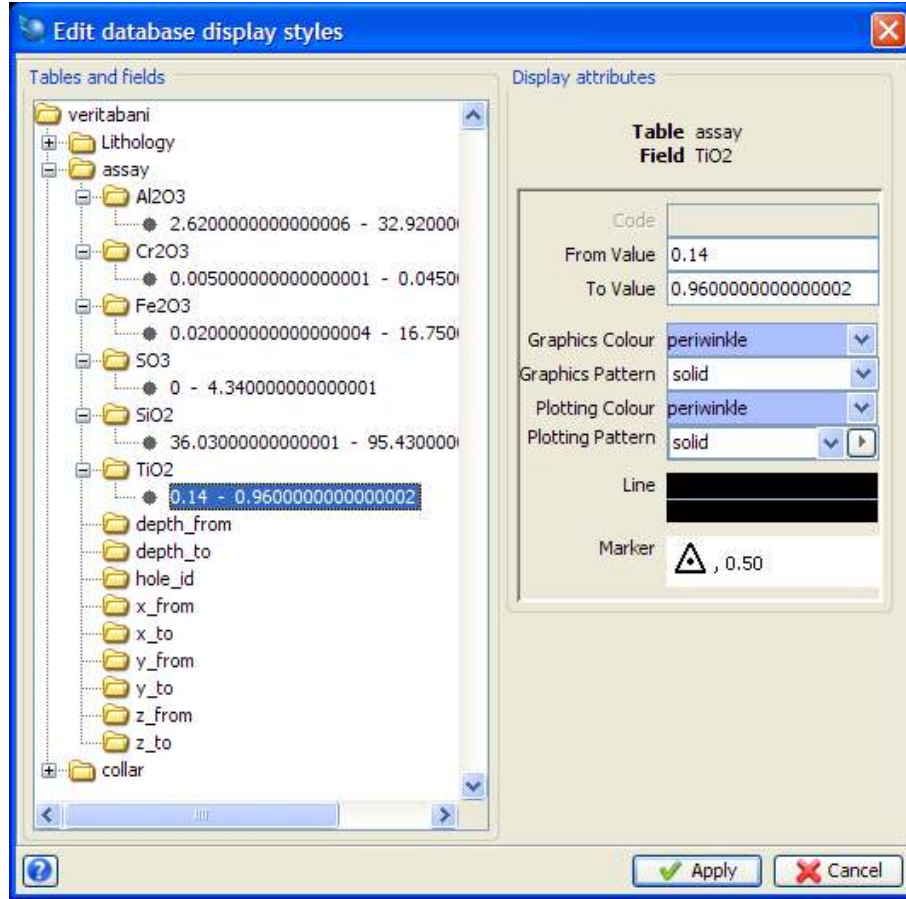


Şekil 6.52 Surpac display menüsü sondaj biçim ekranı

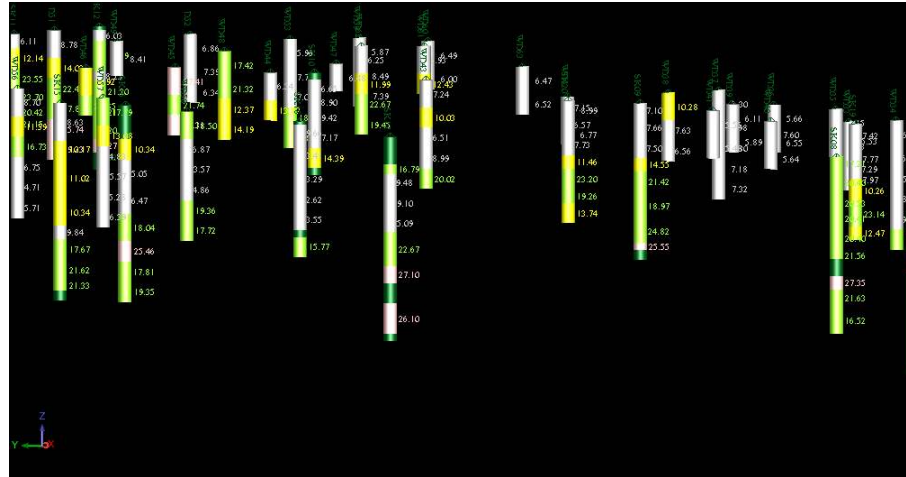


Assay altındaki değerlere sağ tuş ile Şekil 6.54’de görülen Get min-max range seçeneği ile o veriye ait değerler çekilir. From value – to value ile hangi değer aralıklarının hangi renklendirmelerle yapılacağı belirlenir. (Şekil 6.55)



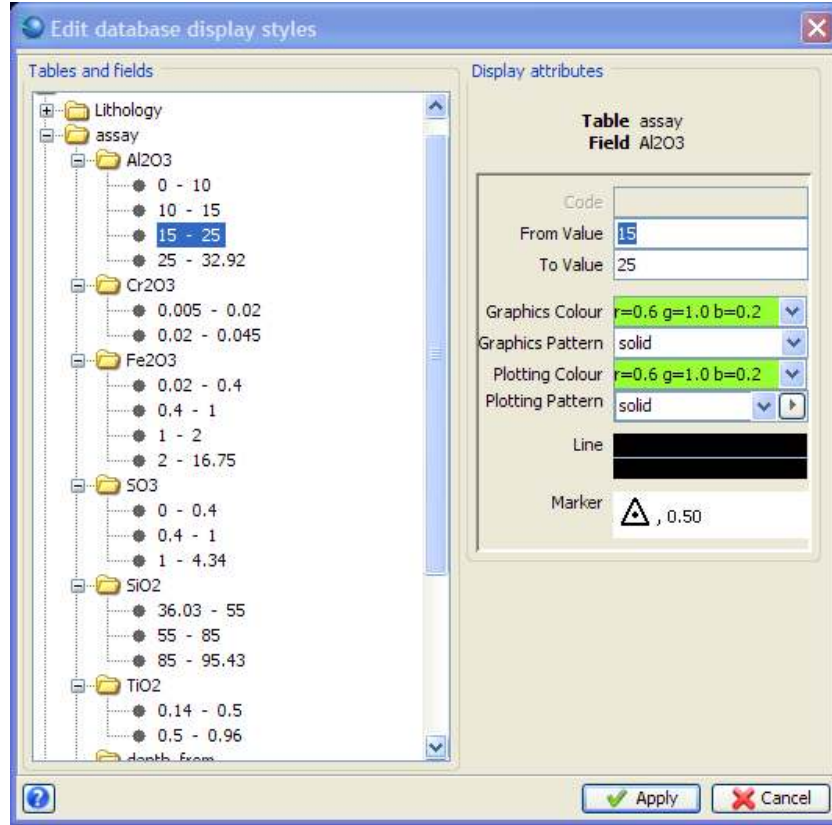


Şekil 6.55 Surpac analiz verilerinin düzenlenmesi

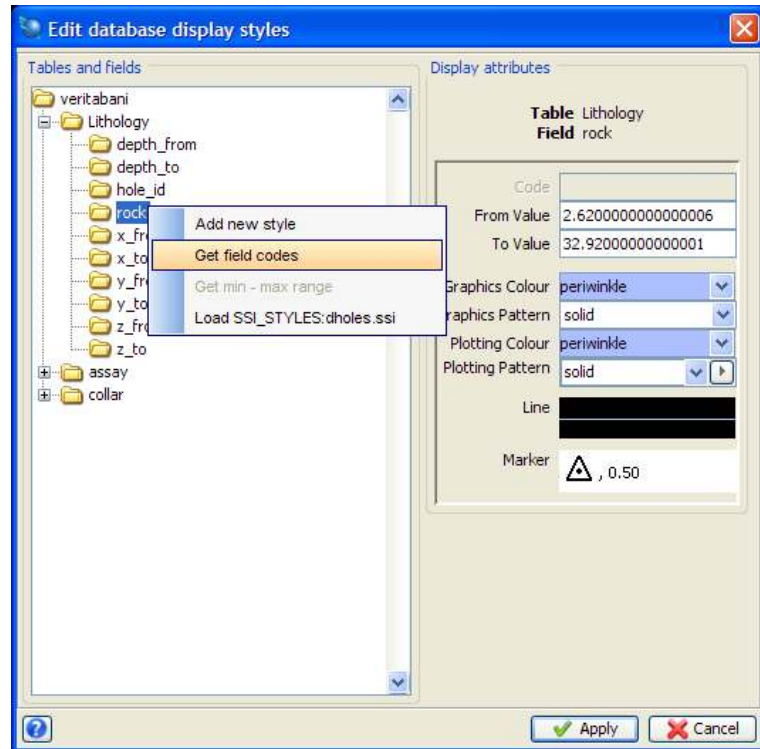


Şekil 6.56 Surpac analiz verilerinin sondaj deliklerinde gösterilmesi

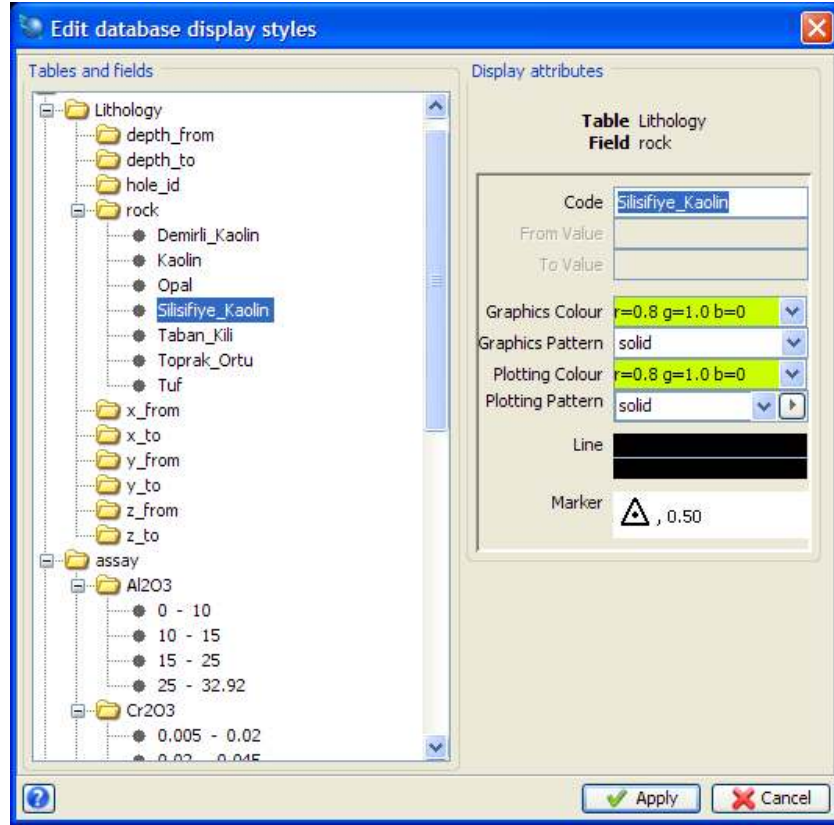
Lithology altındaki rock seçeneğine sağ tuş yapılarak Get field codes komutu kullanılarak Rock altındaki mineraller ortaya çıkar ve istediğimiz renklendirmeyi yapabiliriz. (Şekil 6.57, Şekil 6.58, Şekil 6.59, Şekil 6.60)



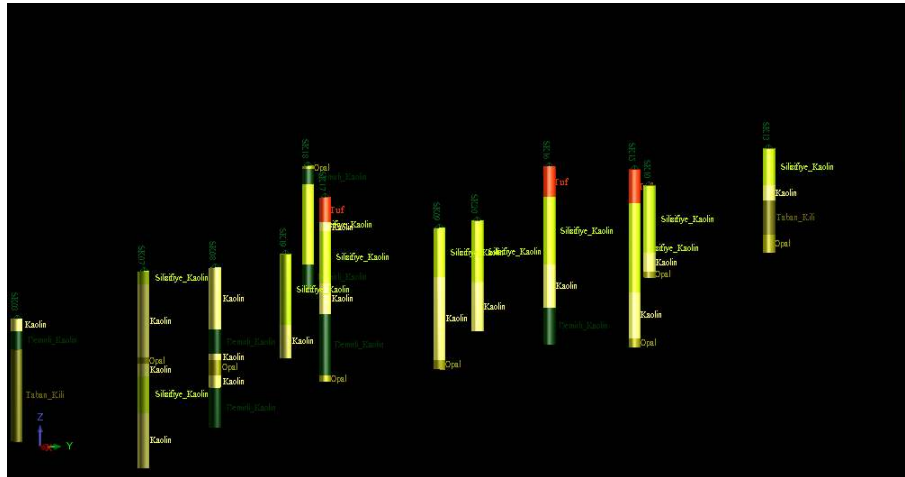
Şekil 6.57 Surpac analiz verilerinin renklendirilmesi



Şekil 6.58 Surpac litoloji verilerinin veritabanından okunması



Şekil 6.59 Surpac litoloji verilerinin düzenlenmesi

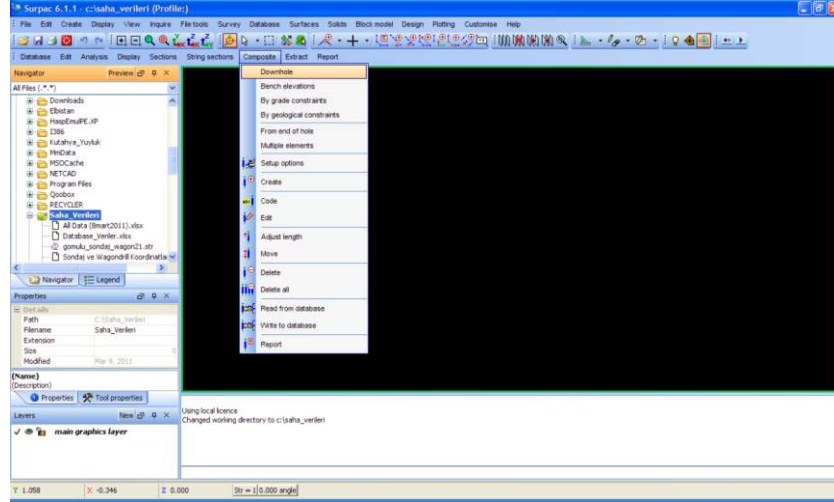


Şekil 6.60 Surpac litoloji verilerinin sondaj deliklerinde gösterilme

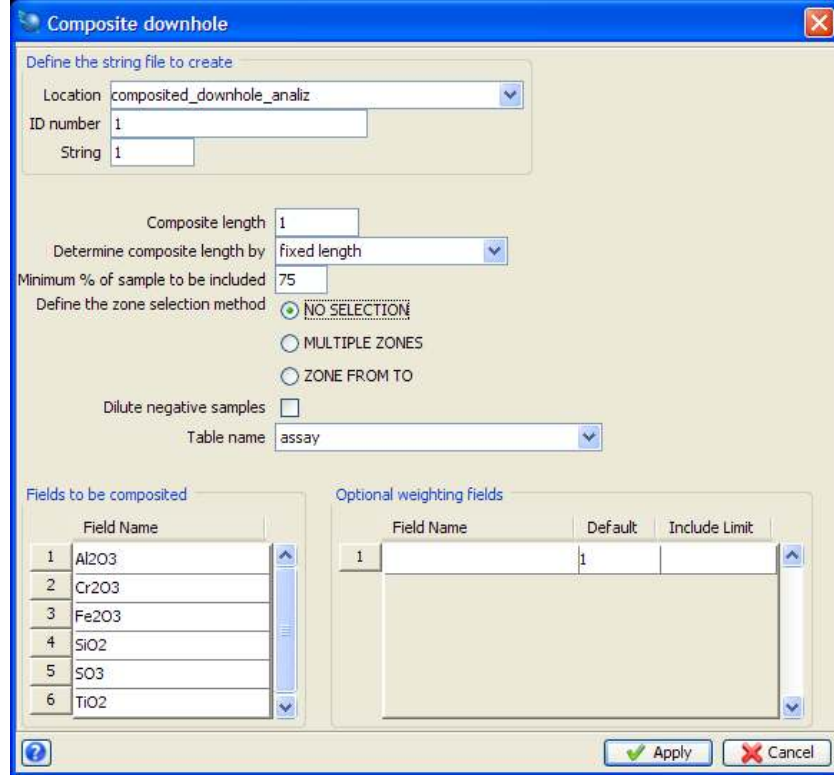
6.2.3 Blok Model Oluşturma

Verilerimiz bir string dosyası şeklinde olmayıp string şeklinde import etmediğimiz ve access üzerinden veritabanı yaratarak veri girişini sağladığımız için

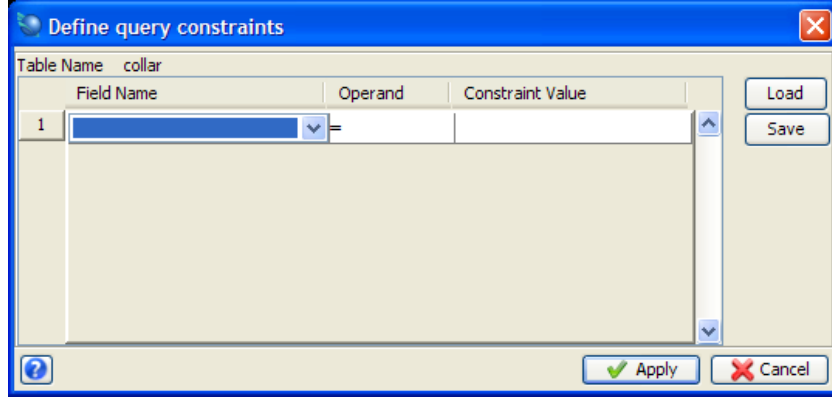
bir string dosyası oluşturmamız gerekmektedir. Şekil 6.61'deki Database – Composite – Downhole seçeneği ile istediğimiz biçimde düzenli aralıklarla verilere sahip bir string dosyası oluşturabiliriz. (Şekil 6.62) İstediğimiz verilere ait string dosyalarını ayrı veya toplu bir şekilde oluşturabiliriz. (Şekil 6.63)



Şekil 6.61 Surpac composite menüsü

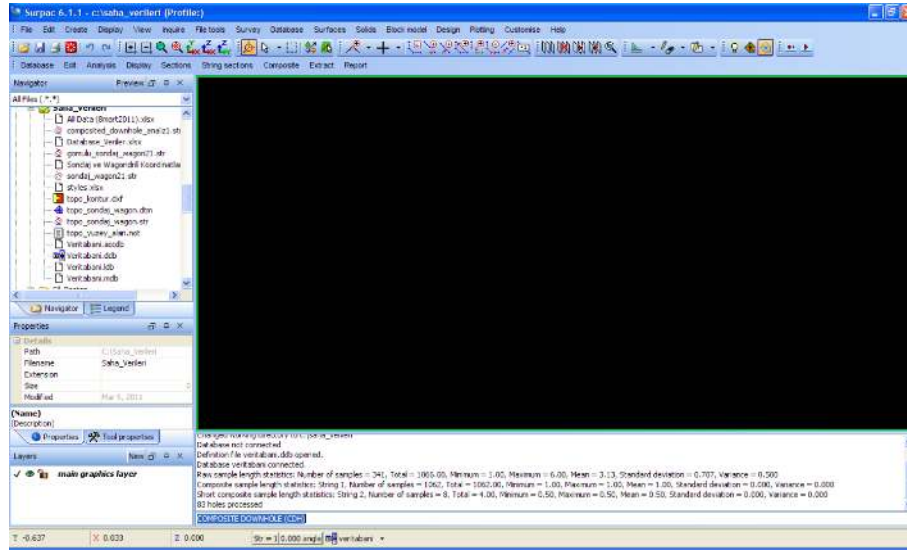


Şekil 6.62 Surpac sondaj veritabanını dosyasından string dosyası oluşturma



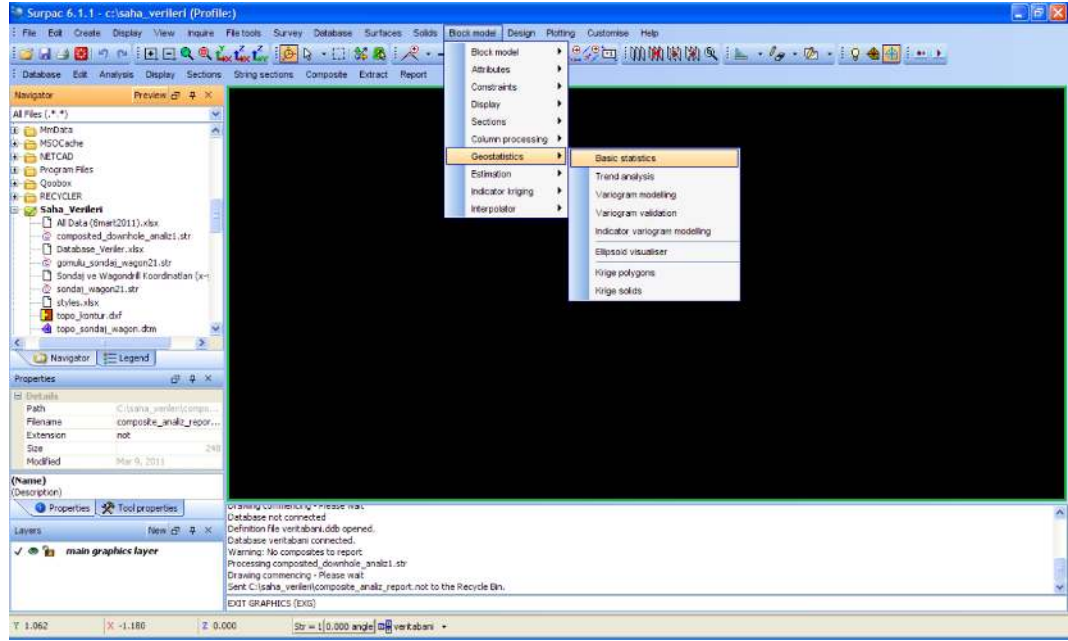
Şekil 6.63 Surpac sondaj veritabanı kısıt belirleme ekranı

Komut – mesaj ekranına baktığımızda oluşturduğumuz string dosyasında bulunan toplam örnek sayısını, toplam sondaj uzunluklarını, verilerin minimum ve maksimum değerleri gibi istatistiksel bilgilerini görebiliriz. (Şekil 6.64)



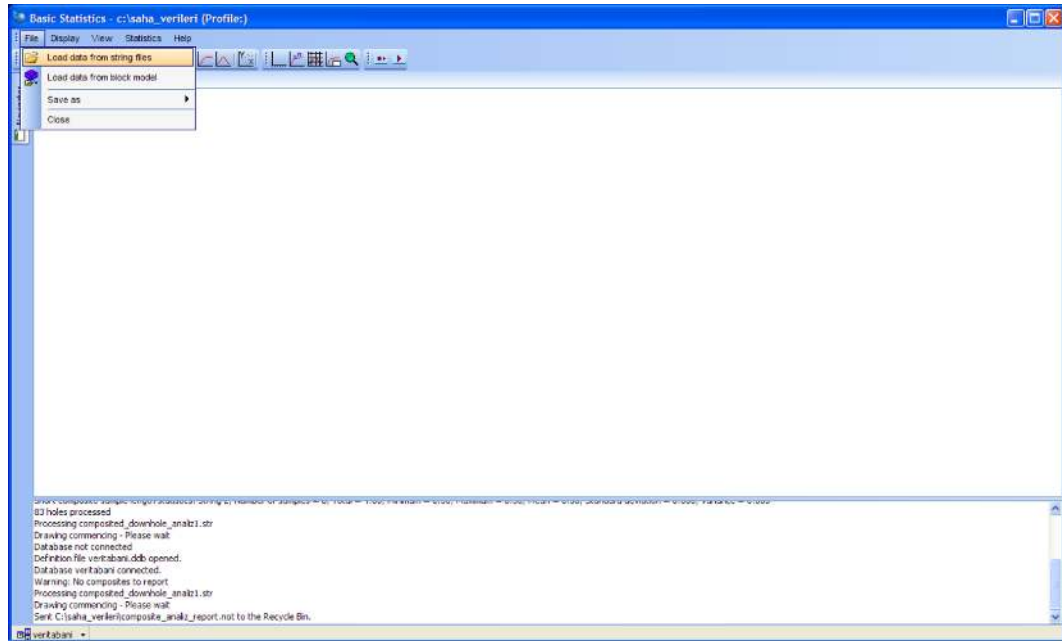
Şekil 6.64 Surpac sondaj veritabanını dosyasından string dosya oluşturma sırasındaki veriler

String dosyasını oluşturduktan sonra jeostatistik ve blok model işlemlerine başlayabiliriz. İlk olarak sondajlarımıza ait analizlerin temel istatistik verilerini incelemek için Şekil 6.65’deki block model – geostatistics – basic statistics menüsüne girilir.



Şekil 6.65 Surpac temel istatistikler

File – Load data from string files seçeneği ile oluşturduğumuz string dosyası Şekil 6.66'daki gibi seçilir.



Şekil 6.66 Surpac temel istatistikler arayüzü string dosyasını yükleme ekranı

D1, D2, D3 ... istediğimiz field değerleri Şekil 6.67'deki gibi girilir. Field isimlerini, minimum ve maksimum değer aralıklarını yazmamız karışıklık olmaması adına faydalı olacaktır.

Basic statistics

Basic **Advanced**

Location: **composited_downhole_analiz**

Id range: **1**

String range:

Description Fields for Data

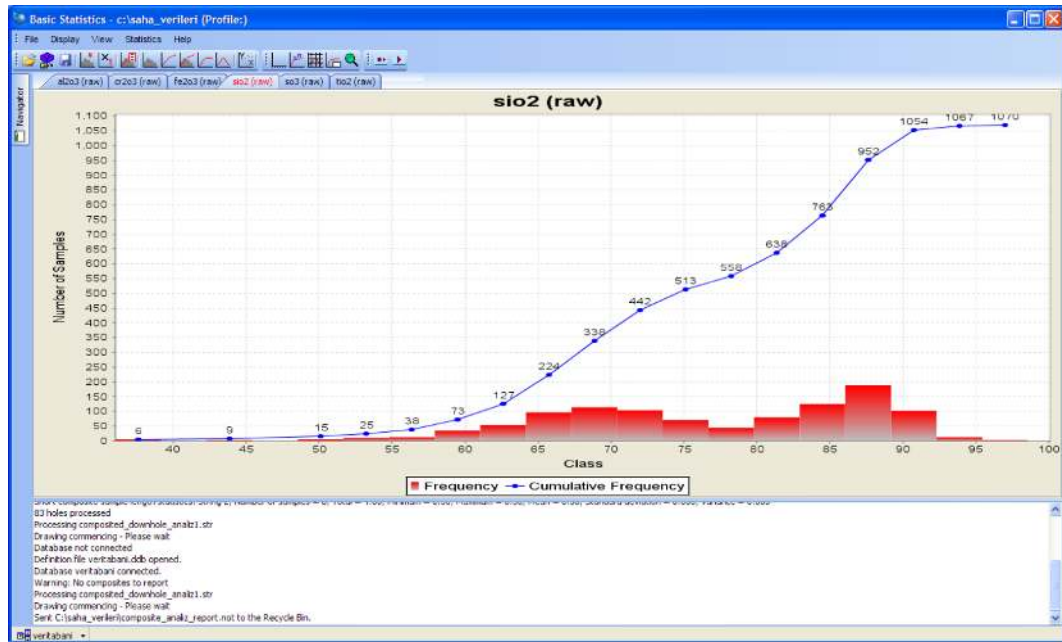
	D Field	Name	Minimum value	Maximum value
1	D1	al2o3		
2	D2	cr2o3		
3	D3	fe2o3		
4	D4	sio2		

Histogram Bins
Number: **20**
Width: **2**

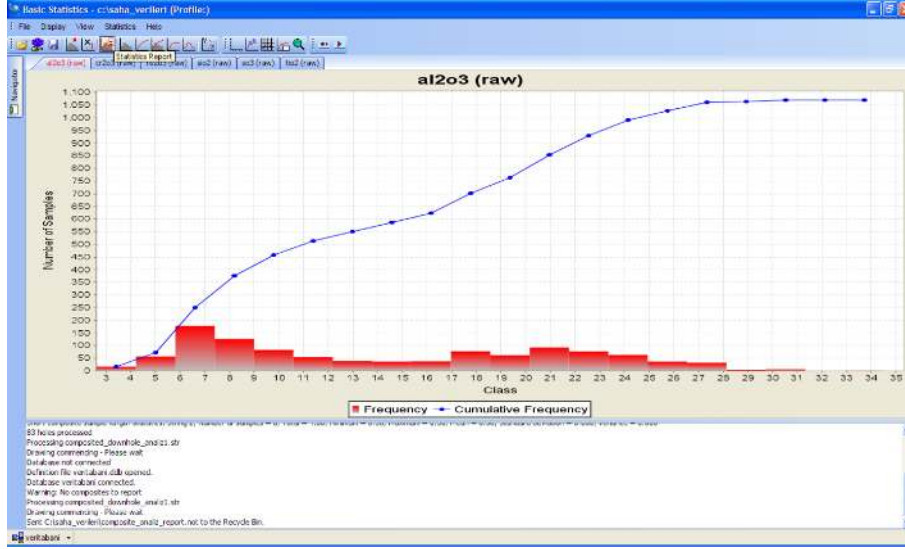
Include Coordinate Graphs? ☐

Apply **Cancel**

Şekil 6.67 Surpac histogram verileri tanımlanması



Şekil 6.68 Surpac mevcut sondajların SiO₂ histogramı

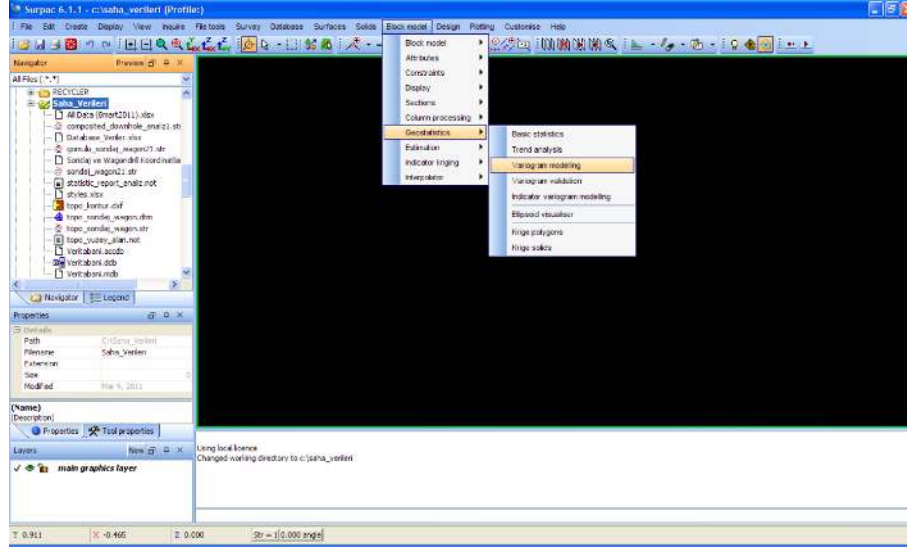


Şekil 6.69 Surpac mevcut sondajların Al₂O₃ histogramı

Elimizdeki verilerin histogramını Şekil 6.68 ve Şekil 6.69'daki gibi görebilir, istatistiksel verilerini Şekil 6.70'deki gibi Statistics – Report seçeneği ile rapor olarak alabiliriz.

Şekil 6.70 Surpac dağılım yüzdeleri aralıklarına göre raporlama

Verilerimize ait maden yatağındaki bilinmeyen bölgeleri bilinir hale getirmek için öncelikle bir variogram modeli oluşturmamız gerekir. Bunun için Block model – Geostatistics – Variogram modelling komutu kullanılır. (Şekil 6.71)



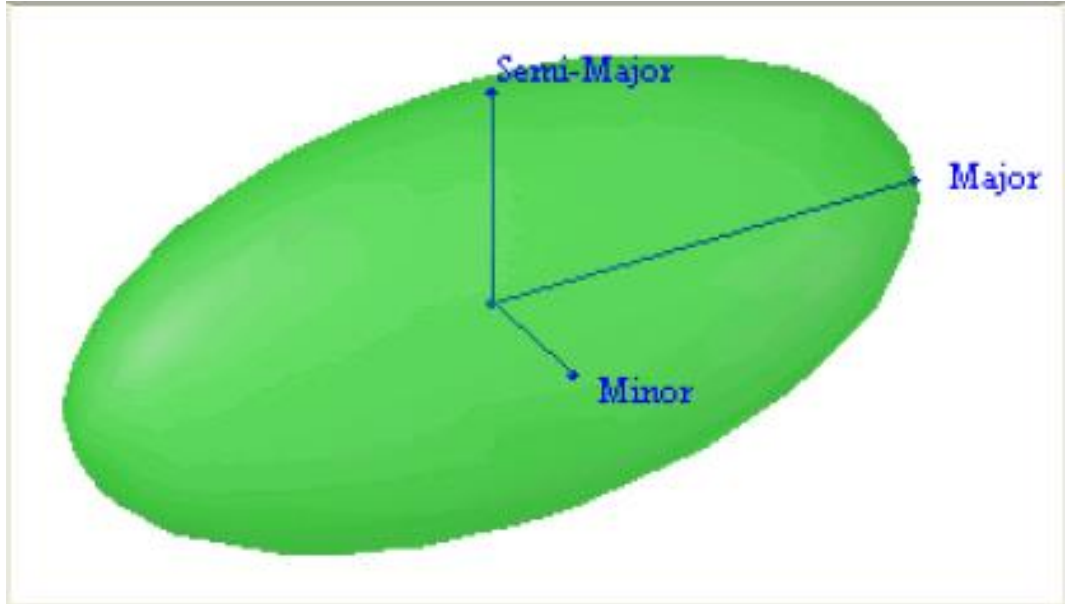
Şekil 6.71 Surpac variogram model ekranı

File – New – String file variogram seçeneği ile tahmin etmek istediğimiz veriye ait string dosyası ve alanı (field) seçilir. Minimum value ve maximum value değerlerini sınırlandırmak istersek sınırlandırdığımız değerler girilir. Analiz sonuçlarımız yüzde olarak ifade edildiğinden dolayı 0-100 değerlerini girmek uygun olacaktır.

Sahamızın izotropik veya anizotropik olmasına bağlı olarak gireceğimiz açı ve uzaklık parametreleri de değişim gösterecektir. Eğer sahamız izotropik bir saha ise değerler aşağıdaki gibi olacaktır. Değerlere bakıldığında yöne bağlı herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

- Bearing of Major Axis : 0
 - XY düzlemindeki major eksenin azimuthudur.
 - Min: 0
 - Max: 360
- Plunge of Major Axis : 0
 - Yatay düzlem üzerindeki veya altındaki dalım açısıdır.
 - Min: -90
 - Max: 90

- Dip of Semi-Major Axis : 0
 - Semi major eksenin major eksen etrafında dönme eğimidir.
 - Min: -90
 - Max: 90
- Major/Semi-Major Anisotropy Ratio : 1
 - Major ve semi-major eksenler arasındaki orandır.
- Major/Minor Anisotropy Ratio : 1
 - Major ve minor eksenler arasındaki orandır.

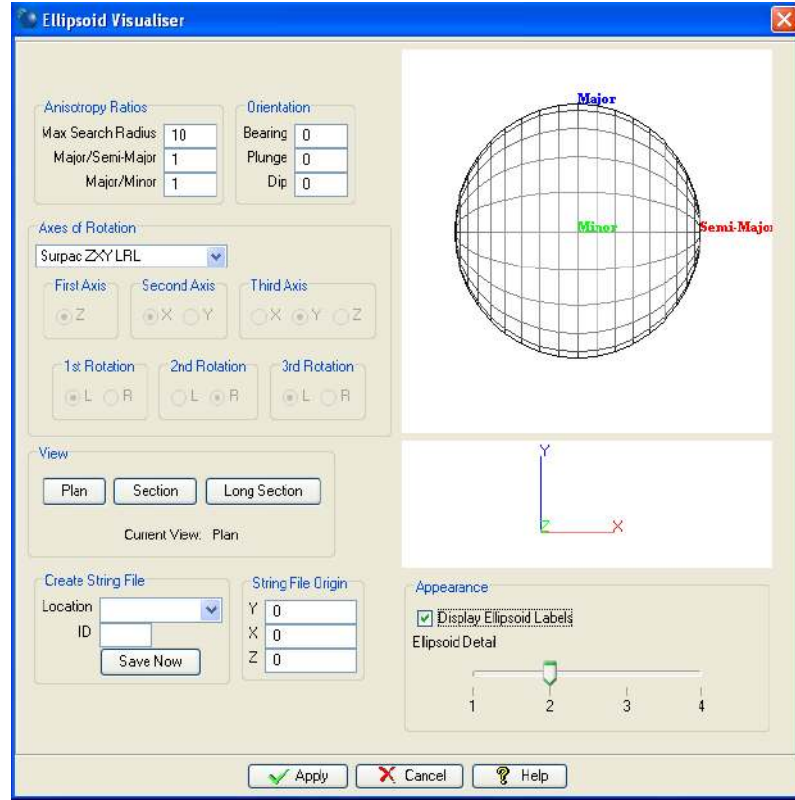


Şekil 6.72 Blok modelde kullanılacak anizotropi elipsoide ait büyüklükler

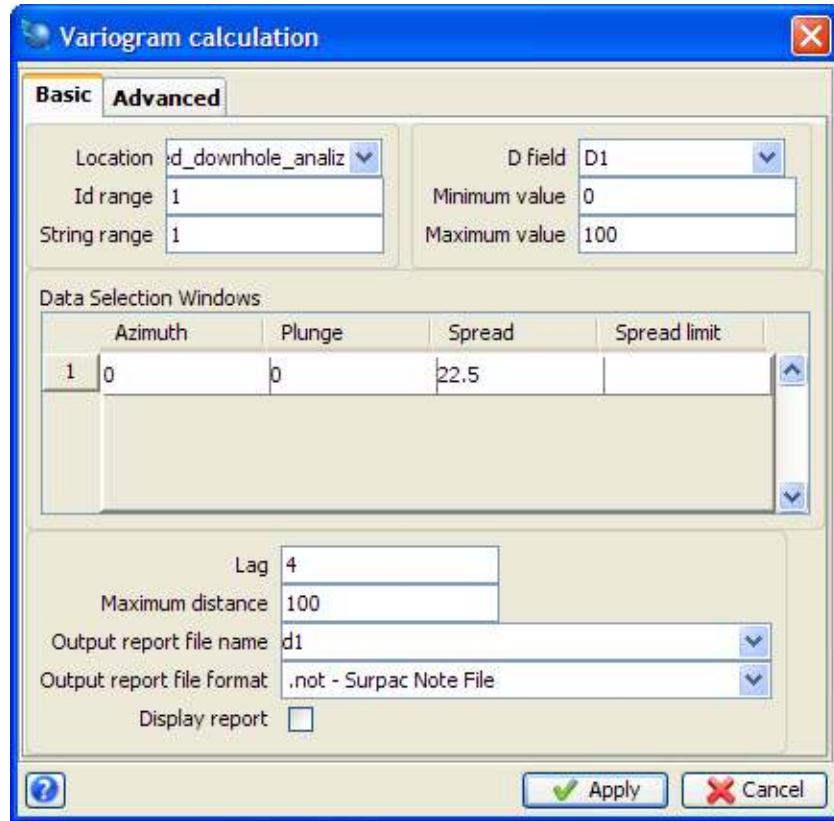
Şekil 6.72'deki en uzun eksen;

- major axis,
- ikinci uzun eksen semi-major axis,
- düşey yöndeki kısa eksen ise minor axis olarak tanımlanmaktadır.

Eksenler görsel olarak Block Model – Geostatistics – Ellipsoid Visualiser seçeneğiyle Şekil 6.73'deki gibi görüntülenebilmektedir.

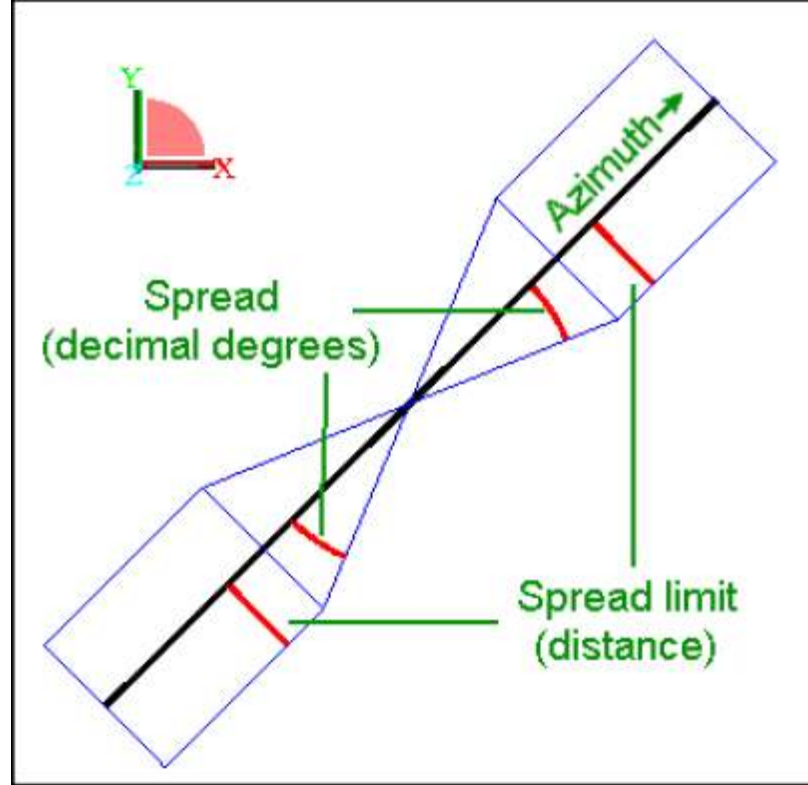


Şekil 6.73 Surpac elipsoid görüntüsü



Şekil 6.74 Surpac variogram parametreleri

Şekil 6.75’de Spread yayılım açısını, spread limit ise yayılım mesafesini ifade eder. Lag variogramımızın adım aralıklarını anlatır. Lag için sondajlar arası mesafeyi girmek uygundur. Maximum distance ise alınacak örneklerin maksimum etki mesafesini anlatır.



Şekil 6.75 Surpac variogram verileri

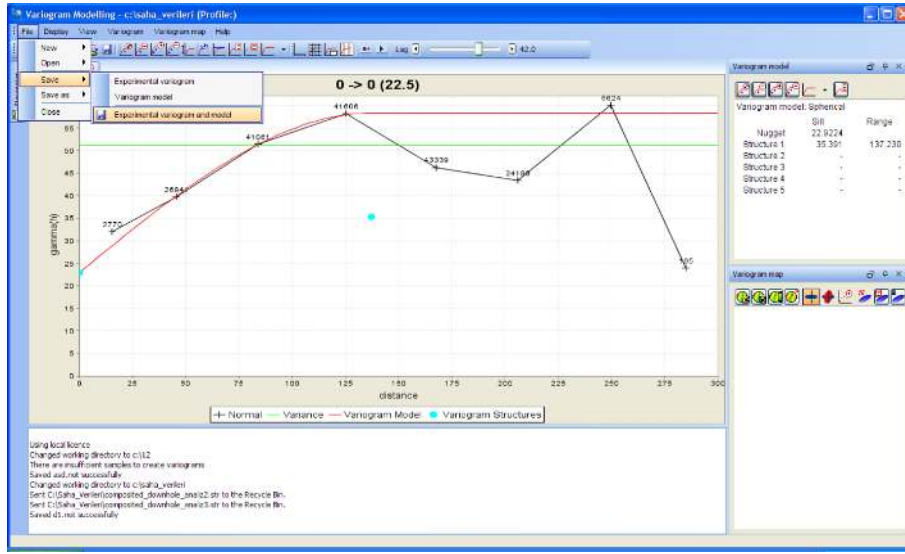
Variogram model type seçilir.

- Spherical
- Exponential
- Gaussian
- Hole effect

Variogram modeli seçildikten sonra; Model variogram seçeneği ile nugget, sill, range değerleri grafikteki mavi noktalar yardımıyla uygun olana kadar değiştirilir. Display / Hide Number of Pairs seçeneği ile örnek sayıları görünmektedir. Lag mesafesini arttırdıkça mesafeler arttığı için örnek sayılarının da arttığı görülecektir. Önceki bölümlerde de aktarıldığı gibi nugget değeri 0’a ne kadar yakın çıkıyorsa,

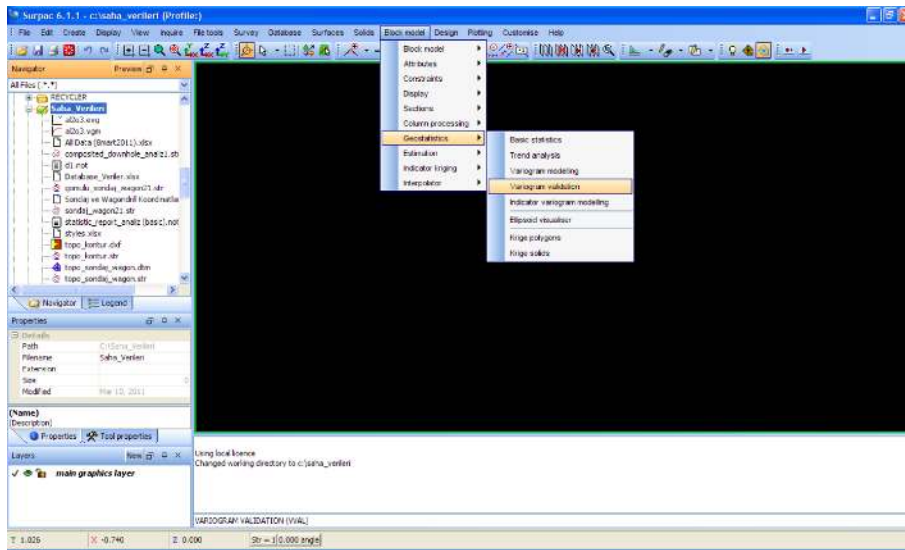
modelimizin doğruluğu o kadar yüksek olacaktır. Sondaj sayısı, yani veri sayısı ne kadar artarsa yapacağımız değerlendirme o kadar doğru olacaktır.

Uygun model oluşturulduktan sonra File – Save – Experimentel Variogram and Model seçeneği ile kaydı yapılır. (Şekil 6.76)



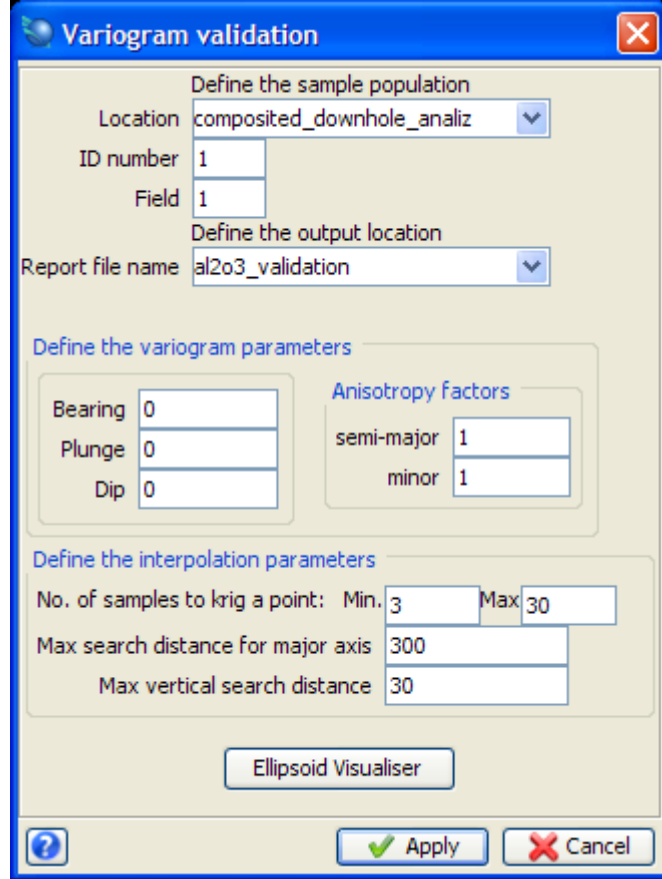
Şekil 6.76 Surpac 22,5 derecelik yayılım açısıyla oluşan variogram

Oluşturduğumuz variogramın doğruluğunu kontrol etmek için Block Model – Geostatistics – Variogram Validation seçeneğine gireriz. (Şekil 6.77)



Şekil 6.77 Surpac variogram doğrulama

Mevcut analize ait string dosyasını seçer, field boşluğuna yapacağımız örneğe göre giriş yaparız. (Şekil 6.78) Maden yatağımızın yöne bağlı olarak değişim gösterip göstermemesine göre parametrelerimizi gireriz. Örnekleme sayısını ve yatay – dikey arama mesafelerini girdikten sonra Apply tuşuna basarız.

The image shows a 'Variogram validation' dialog box with a blue title bar and a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections. The first section, 'Define the sample population', contains a 'Location' dropdown menu set to 'composited_downhole_analiz', an 'ID number' text box with '1', and a 'Field' text box with '1'. The second section, 'Define the output location', has a 'Report file name' dropdown menu set to 'al2o3_validation'. The third section, 'Define the variogram parameters', is further divided into two sub-sections. The left sub-section has 'Bearing', 'Plunge', and 'Dip' text boxes, all set to '0'. The right sub-section, titled 'Anisotropy factors', has 'semi-major' and 'minor' text boxes, both set to '1'. The fourth section, 'Define the interpolation parameters', contains three text boxes: 'No. of samples to krig a point: Min.' set to '3', 'Max.' set to '30', 'Max search distance for major axis' set to '300', and 'Max vertical search distance' set to '30'. At the bottom of the dialog is an 'Ellipsoid Visualiser' button. The bottom right corner has three buttons: a help button (question mark), an 'Apply' button with a green checkmark, and a 'Cancel' button with a red X.

Şekil 6.78 Surpac variogram parametreleri

Variogram modelling seçeneğiyle oluşturduğumuz modeli hızlıca seçeriz veya külçe etkisi(C_0), tepe değeri(C) ve mesafeleri(A) manuel olarak yazar devam ederiz.

Örnek sayıları ve değerleri grafiksel olarak görünür. (Şekil 6.79 ve Şekil 6.80)

Display Xy Scatter Diagram seçeneği ile gerçek değerler ve hesaplanan değerler arasında, Linear Regression seçeneği seçili olarak grafik oluşturulur. (Şekil 6.81)

Variogram model

Variogram file name: al2o3.vgm

Define the variogram model: Spherical

Nugget (Co): 0

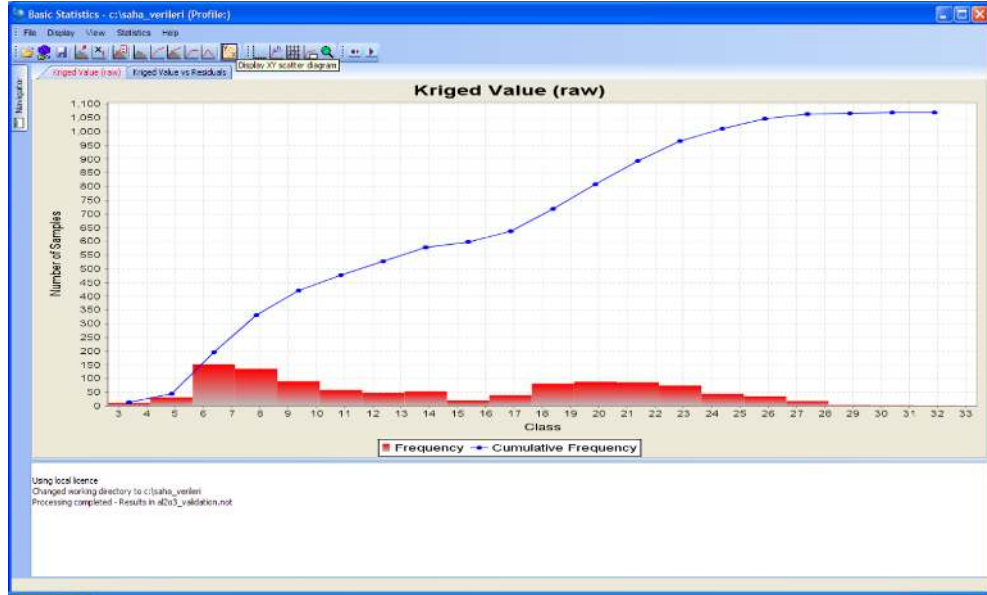
C(#):

1	48.293492
2	
3	
4	
5	

Range (A(#)): 67.637

Apply Cancel

Şekil 6.79 Surpac variogram modeli



Şekil 6.80 Surpac tahmin yapılmış veriler

Xy plot

X Variable: Kriged Value

Y Variable: Grade

Transform: None

Constant: 1

Draw as: ☐ Lines ☒ Markers

Q-Q plot: ☐

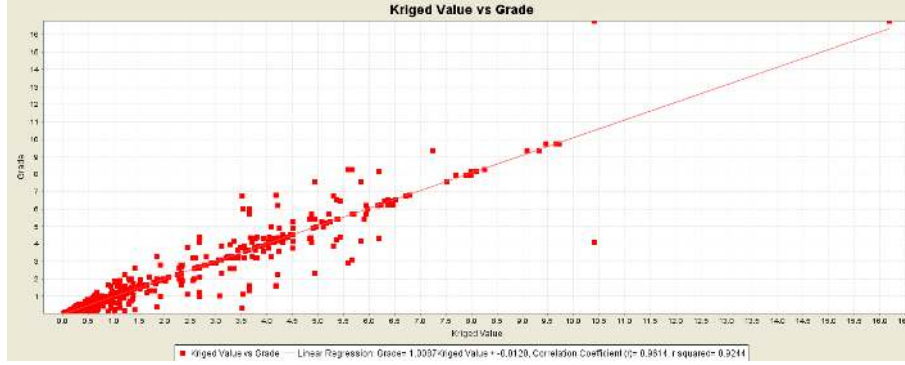
Quantile type: 100

Linear Regression: ☒

Apply Cancel

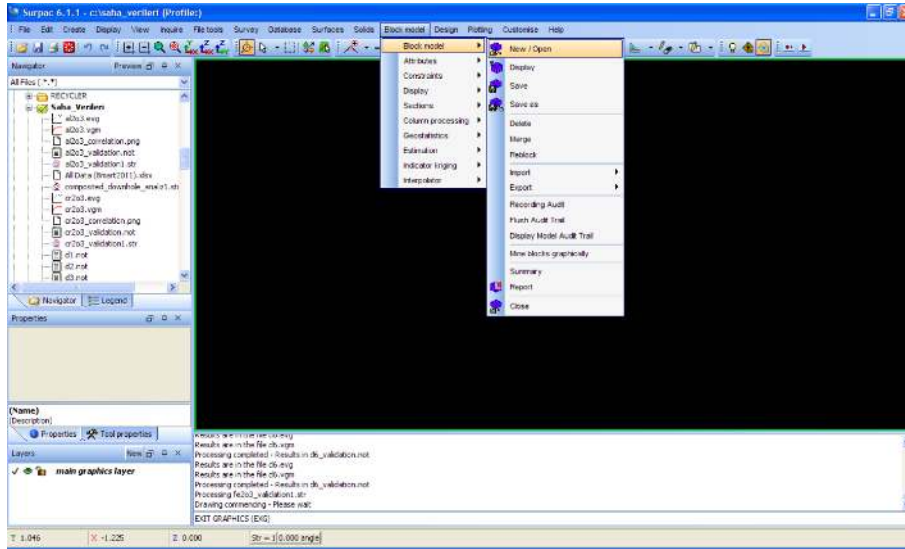
Şekil 6.81 Surpac tahmin ve gerçek verilerin kıyaslanması

Şekil 6.82'deki gibi korelasyon katsayısı ne kadar yüksek ise oluşturduğumuz model o kadar doğrudur ve bizi o kadar iyi yönlendirecektir. %70 katsayı ve üzeri yeterli görülebilmekle beraber hassas tenörlerin olduğu ve özellikle anizotropik cevherlerde derecenin yükselmesi büyük önem taşımaktadır.



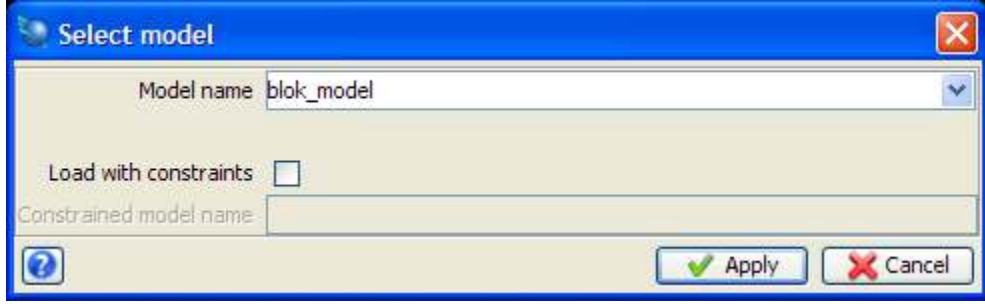
Şekil 6.82 Surpac gerçek ve tahmini verilerin uyumu

Jeoistatistiksel verilerimizi oluşturduktan sonra bu verilere paralel olarak blok modelimizi oluşturabiliriz. Bunun için Block Model – Block Model – New / Open seçeneğini kullanırız. (Şekil 6.83)

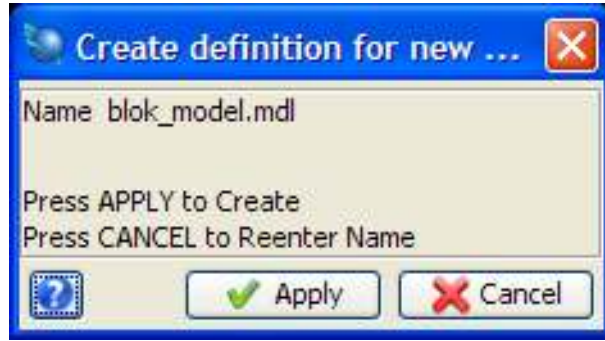


Şekil 6.83 Surpac blok model menüsü

Karşımıza gelen ekrana oluşturacağımız blok modelin ismini yazar (Şekil 6.84) ve Apply tuşuna basarız.



Şekil 6.84 Surpac blok model seçimi



Şekil 6.85 Surpac uzantılı blok model dosyası oluşturma

Girdiğimiz ismi Şekil 6.85'deki gibi Apply ile tekrar onayladıktan sonra blok modelimizi oluşturmamız için gerekli parametreleri girmemiz gerekir.

Oluşturacağımız modelin hangi koordinat değerleri arasında olduğunu ve blok boyut bilgilerini girmemiz gerekir.

Koordinat değerlerini manuel olarak girebilir ya da Get extents from string file seçeneği ile extents string – Location ile direk olarak atamasını yapabiliriz. (Şekil 6.86) Örneğin daha önce oluşturduğumuz ruhsat sınırimıza ait topoğrafyanın string dosyasını seçebiliriz. Böylece blok model sadece bu sınırlar dahilinde oluşturulur.

Verilen koordinat değerlerinde oluşturacağımız blokların x-y-z boyutlarına göre kaç adet blok oluşacağı program tarafından bildirilir. (Şekil 6.87)

Create model seçeneği ile blok modelimiz oluşturulur.

Creating new block model definition

Model name: blok_model.mdl

Description:

Define model using: ☒ Min/Max coords ☐ Origin coords/ extents

Extents **Rotation**

☐ Get extents from string file ?

Coordinate extents

	Minimum coordinates		Maximum coordinates		User block size
Y	4312881.016	Y	4313467.763	Y	5
X	751875.465	X	752508.408	X	5
Z	1180	Z	1260.000	Z	5

Sub blocking:

☒ Maintain audit trail

Şekil 6.86 Surpac blok model tanımlamaları

Model confirmation

Model name: blok_model.mdl

Description:

This model extends from Y 4312881.016 to Y 4313471.016
X 751875.465 to X 752510.465
Z 1180 to Z 1260

The block model extents have been adjusted so that the extents fall on a boundary of a block of user block size

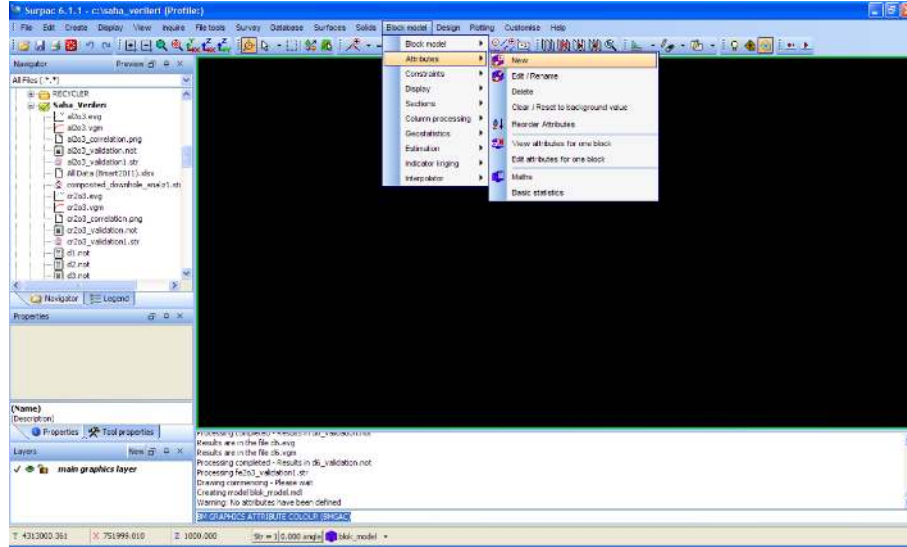
Block Model Geometry

User block Size	Y 5	X 5	Z 5
Min. block Size	Y 5	X 5	Z 5
Rotation	Bearing 0	Dip 0	Plunge 0

Possible extents adjustments :
4313471.016,752510.465,1260 - 3169 blocks will be created

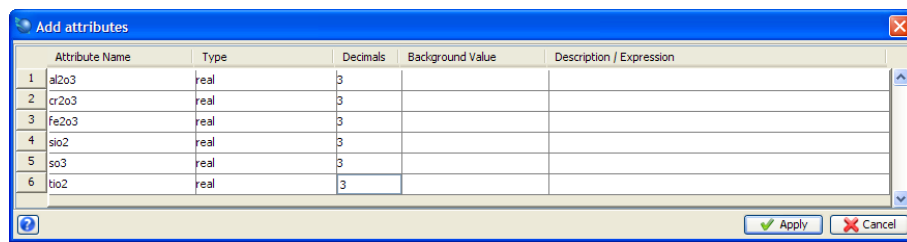
Şekil 6.87 Surpac blok boyutları ve açıları

Oluşturduğumuz blok model boş bloklardan oluşmaktadır. Bu bloklara elimizdeki analizlerine ait değerleri atamamız gerekmektedir. Bunun için Block Model – Attributes – New komutu kullanılır. (Şekil 6.88)



Şekil 6.88 Surpac blok model kısıtları

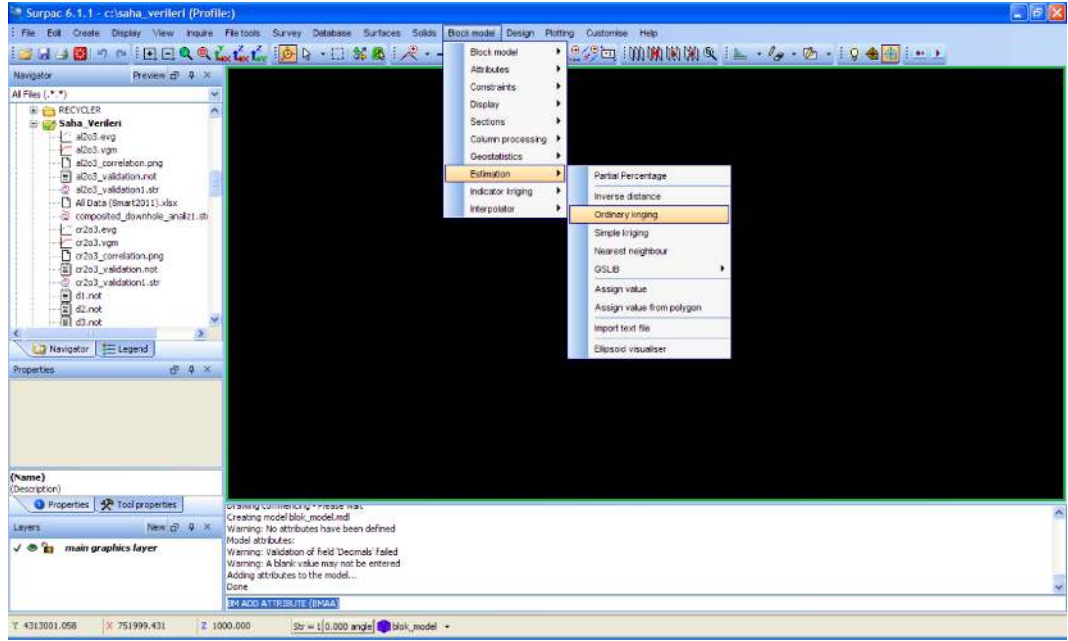
Blok modelimizde görmek istediğimiz kimyasal veya fiziksel özelliklerin mevcut olduğu değerlerin isimleri aşağıdaki gibi yazılır. Fare ile sağ tuş yapıp add seçeneği ile yeni parametreler eklenebilir. Type; verilerin çeşidini, decimals ise verilerin kaç basamaklı olacağını belirtir. (Şekil 6.89)



Şekil 6.89 Surpac blok model analiz kısıtları

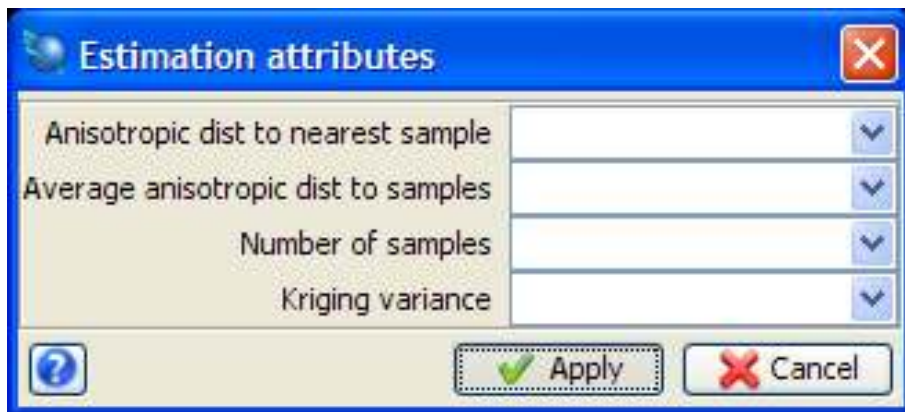
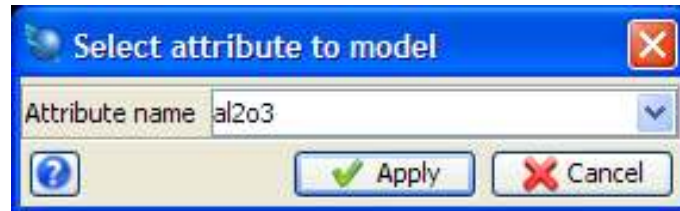
Block Model – Estimation ile jeoistatistiksel yöntem ve veriler doğrultusunda tahmini atamalar yapılır.

Bu uygulamada Ordinary Kriging yöntemi seçilmiştir. (Şekil 6.90)



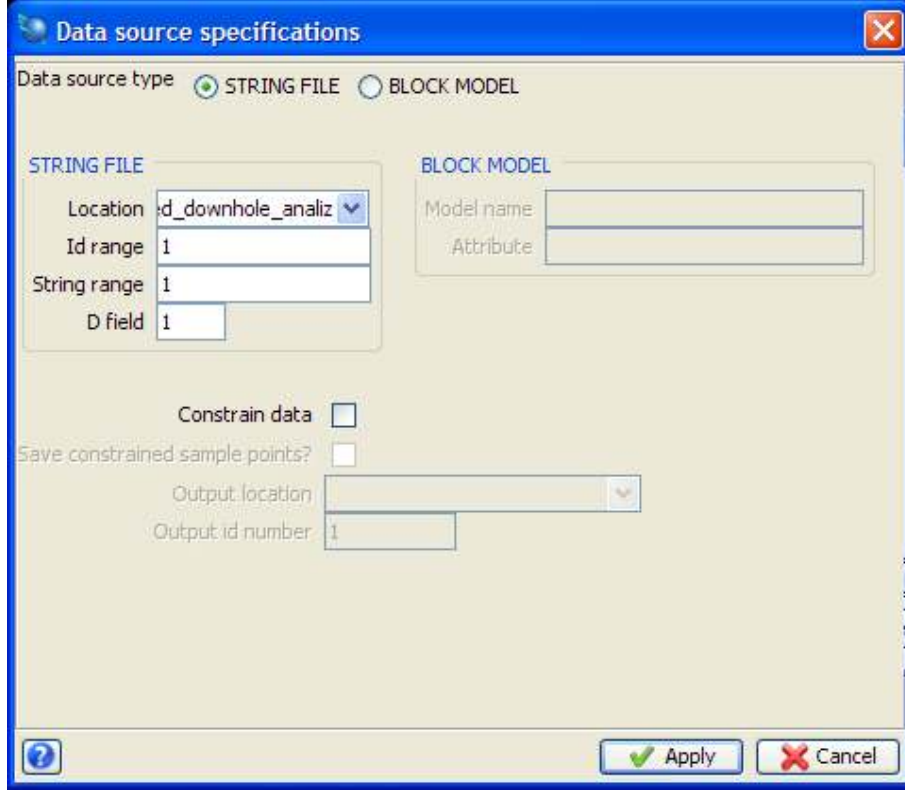
Şekil 6.90 Surpac ordinary kriging yöntemi

Kriging yapacağımız, daha önce oluşturduğumuz nitelik attribute seçilir. (Şekil 6.91)



Şekil 6.91 Surpac Al_2O_3 analizlerine ait tahmin

Özelliklerini atama yaptığımız string dosyası Şekil 6.92’deki gibi seçilir ve hangi özelliği seçmiş isek onu temsil eden D field numarası girilir.



Şekil 6.92 Surpac analize ait string dosyası seçimi

Variogramlarını oluştururken belirlediğimiz veriler ve maksimum arama çapı, maksimum derinlik arama çapı gibi parametreler girilerek kriging uygulaması gerçekleştirilir. (Şekil 6.93)

Block Model – Display – Colour Model by Attribute seçeneği ile daha önce oluşturduğumuz niteliğe ait istediğimiz veri aralıklarında renklendirmeler yapabiliriz. (Şekil 6.94)

Attribute to colour by seçeneğinden veri seçimini yapar Scan tuşuna basarız. Ranges for colour selection kısmına istediğimiz aralıkları gireriz.

Search parameters

Search type ☒ Ellipsoid ☐ Octant

Minimum number of samples to select: 3

Maximum number of samples to select: 30

Maximum search radius: 300

Maximum vertical search distance: 30

Constrain by drill hole? ☐

Desc field: D2

Maximum number of samples per drill hole: 15

Search Ellipsoid Specifications

Ellipsoid Orientation

Bearing: 0

Plunge: 0

Dip: 0

Anisotropy Ratios

major / semi-major: 1

major / minor: 1

Rotation Convention: Surpac ZXY LRL

☐ Z ☐ X ☐ Y ☐ X ☐ Y ☐ Z

☐ L ☐ R ☐ L ☐ R ☐ L ☐ R

Ellipsoid Visualiser

Apply Cancel

Şekil 6.93 Surpac ordinary kriging arama parametreleri

Block Colours

Load styles: al2o3.ssi

Default Face: pink

Default Edge: blue

Attribute to colour by: al2o3

Ranges for colour selection: 0;10;15;25;33

Reload Scan

Colour Transition

Apply transition when scanning: ☒

First colour: red

Last colour: r=0.6 g=1.0 b=0.2

Refresh

Legend

Number of decimal places: 2

Transparency

Apply Transparency: ☐

0% 100%

Save styles? ☐

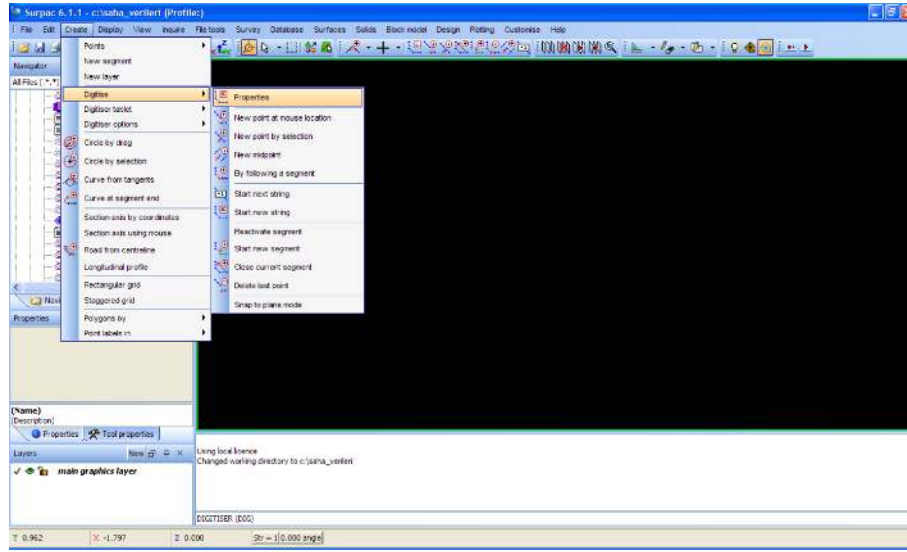
Colour	Attribute values
1 r=0.8 g=0.8 b=0.8	0.00 -> 10.00
2 yellow	10.00 -> 15.00
3 r=0.6 g=1.0 b=0.2	15.00 -> 25.00
4 r=1.0 g=0.8 b=0.8	25.00 -> 33.00

Apply Cancel

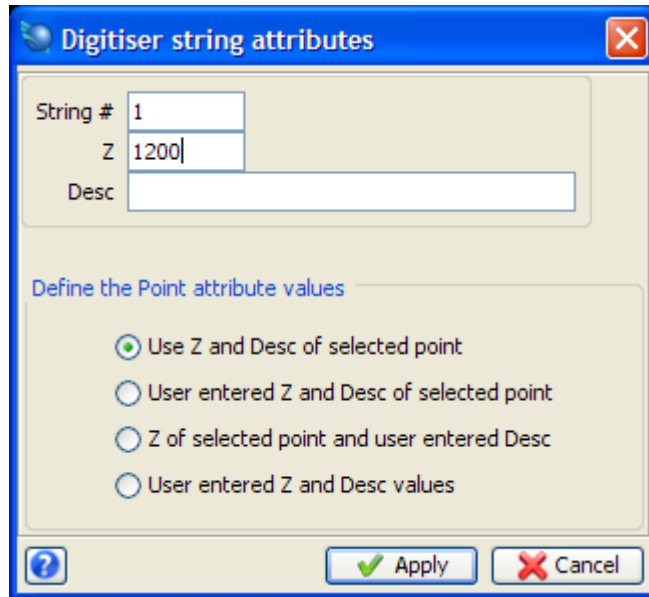
Şekil 6.94 Surpac blok renklendirmesi

6.2.4 Açık İşletme Tasarımı

Elimizdeki ruhsat sınırı, topoğrafya durumu ve cevherin durumuna göre bir açık ocak planlaması yapmamız gerekir. Şekil 6.95’de Create – Digitise – Properties seçeneği ile çizim yapacağımız kotu Şekil 6.96’daki gibi belirler ve sadece o kotta çizim işlemlerimizi gerçekleştiririz.

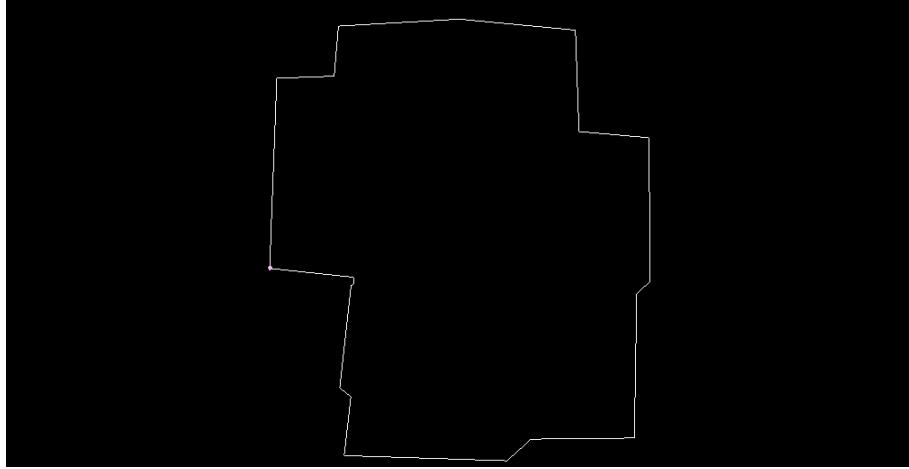


Şekil 6.95 Surpac digitize menüsü



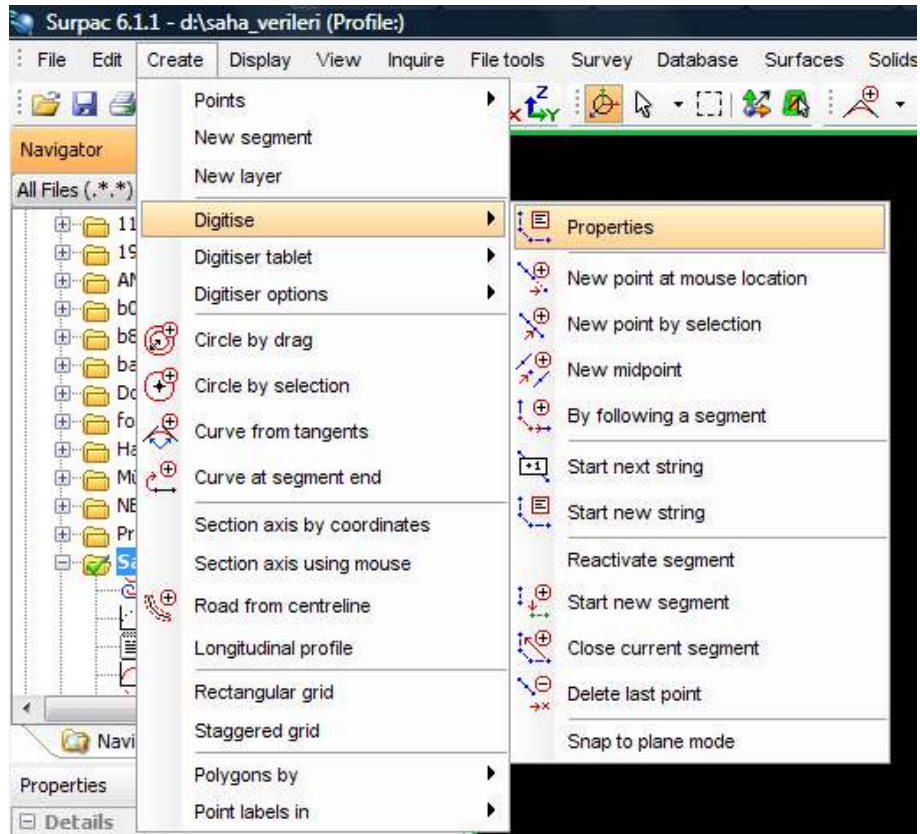
Şekil 6.96 Surpac belirli kotta çizim yapabilme

Örneğin Şekil 6.97’deki sınır 1200 kotunda çizilmiştir.



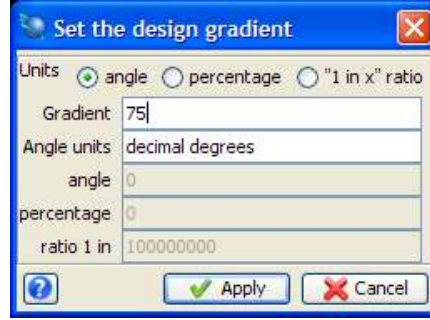
Şekil 6.97 Surpac 1200 kotunda çizilmiş dış saha sınırı

Çizim işlemleri için Create – Digitise altındaki komutlar kullanılır. (Şekil 6.98)



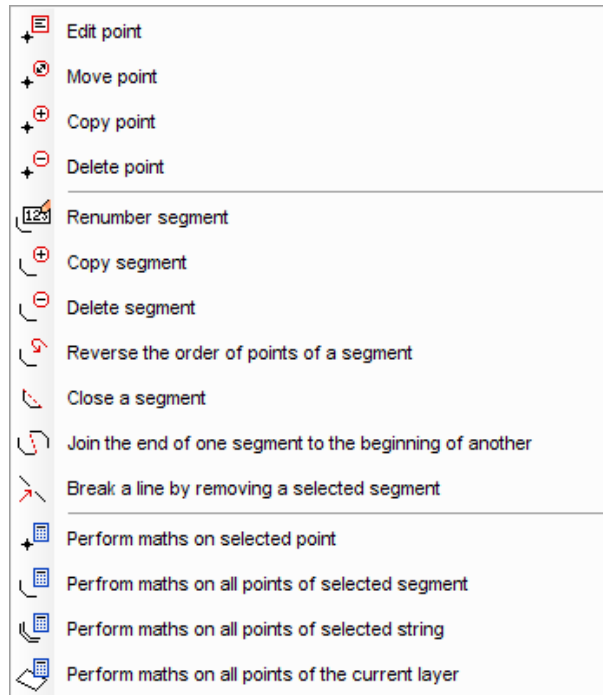
Şekil 6.98 Surpac çizim – nokta yakalama görüntüleri

En üst veya en alt basamak kotumuzu belirleyip sınır çizimimizi yaptıktan sonra açık işletme basamak şev açısını Şekil 6.99'daki gibi programa tanıtmamız gereklidir. Program daha sonra çizeceğimiz basamakları bu açı doğrultusunda çizecektir. Bunun için Design – Pit Design – Set slope gradient komutu kullanılır. Uygun basamak şev açısı girildikten sonra Apply komutuna basılır.



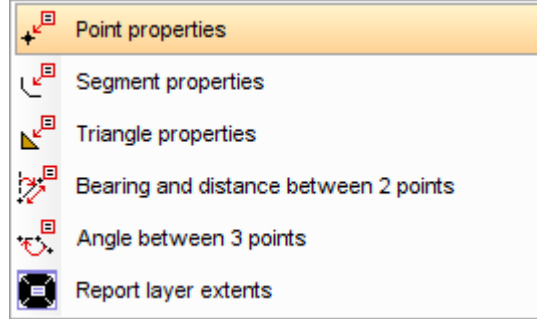
Şekil 6.99 Surpac basamak şev açısı belirleme ekranı

Display – Point – Markers seçeneği ile çizdiğimiz çizgilerin nokta halindeki işaretçilerini görmemizi sağlar. Böyle yapmamız herhangi bir düzenleme işleminde bize görsel olarak rahatlık ve işlem kolaylığı sağlar. Bu düzenleme işlemlerini Edit (düzenleme) altındaki komutlardan yapmamız mümkündür. (Şekil 6.100)



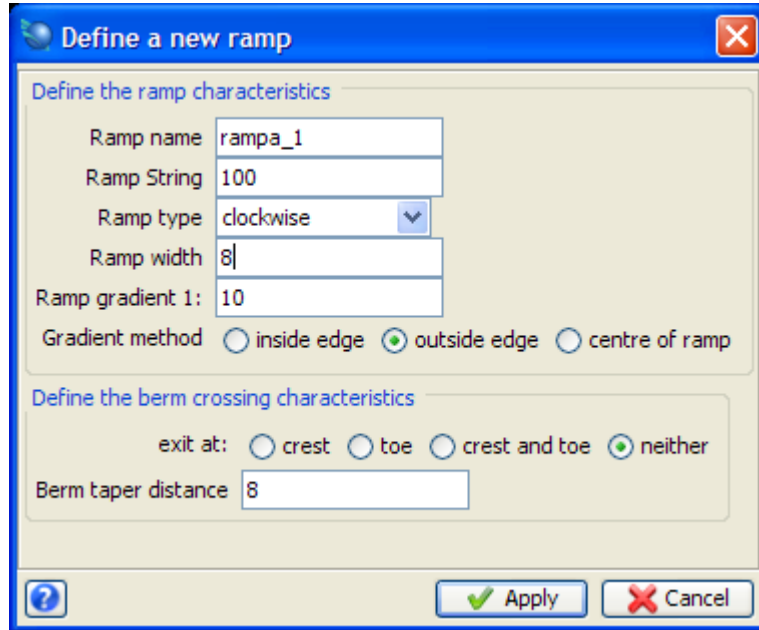
Şekil 6.100 Surpac nokta ve segment düzenleme

Çizimlere ait nokta, segment, mesafe, açı gibi sorgulama işlemlerini de Inquire altındaki komutlardan yapabilmemiz mümkündür. (Şekil 6.101)



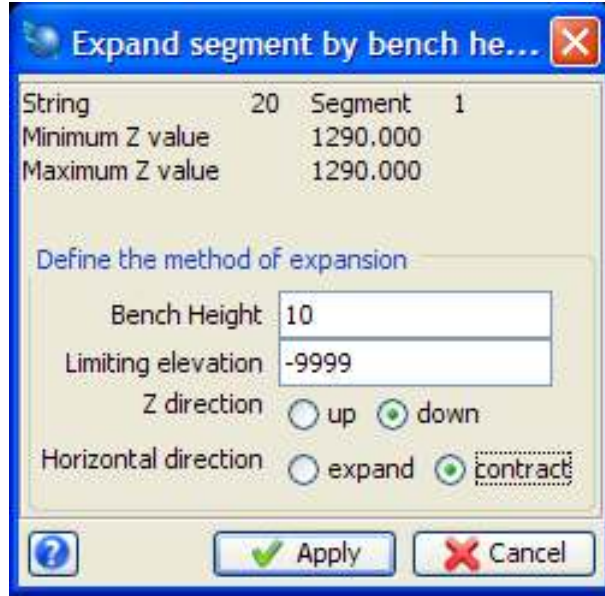
Şekil 6.101 Surpac çizim sorgulama ekranı

Basamak yükseklik ve genişlik işlemlerini yapmadan önce basamak rampa verilerini girmemiz programın otomatik olarak rampa yapması için önemlidir. (Şekil 6.102)



Şekil 6.102 Surpac yol tasarımı

Design – Expand Segment – By Bench Height seçeneği ile basamak yüksekliği ayarları yapılır. (Şekil 6.103) Basamak yüksekliği, basamak yüksekliğinin aşağı veya yukarıya doğru olacağı ve genişleyerek mi daralarak mı ilerleyeceği belirlenir.



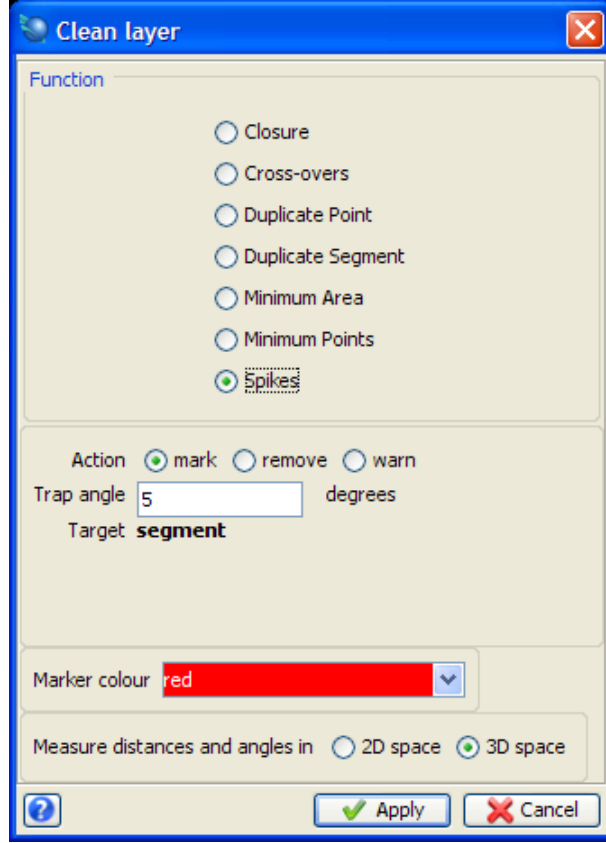
Şekil 6.103 Surpac basamak yüksekliği



Şekil 6.104 Surpac otomatik basamak ve yol oluşturulmuş görüntüsü

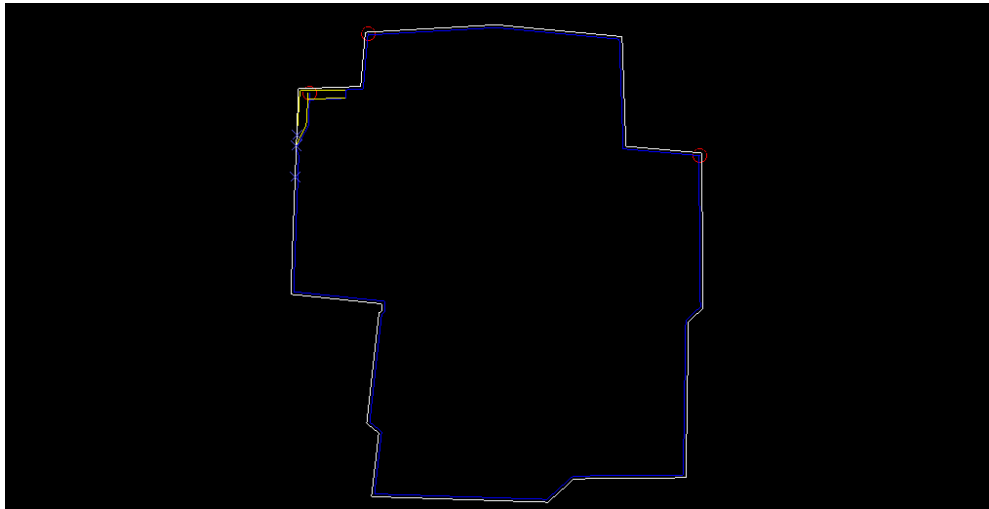
İşlemleri gerçekleştirirken program Şekil 6.104'deki gibi otomatik olarak basamaklar çizdiği için çizimlerde çıkıntılar (spike) gibi problemler olabilmektedir.

Bu tip hataların olduğu durumlarda program hata vermekte ve basamak çizimine imkan tanımamaktadır. Bu hataları Edit – Layer – Clean seçeneği altında bulabilmemiz mümkündür.



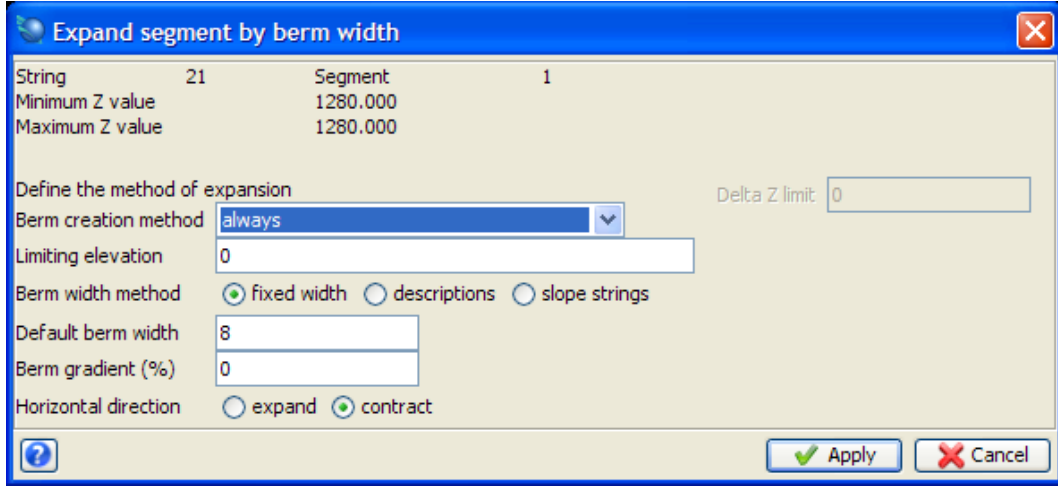
Şekil 6.105 Surpac hata belirleme ekranı

Şekil 6.105’de Clean Layer seçeneği altında Spike seçili, mark seçili iken çizim sırasında oluşan hatalar Şekil 6.106’daki gibi görülebilmektedir. Bu hataları manuel olarak veya remove seçeneği ile gidermemiz mümkündür.



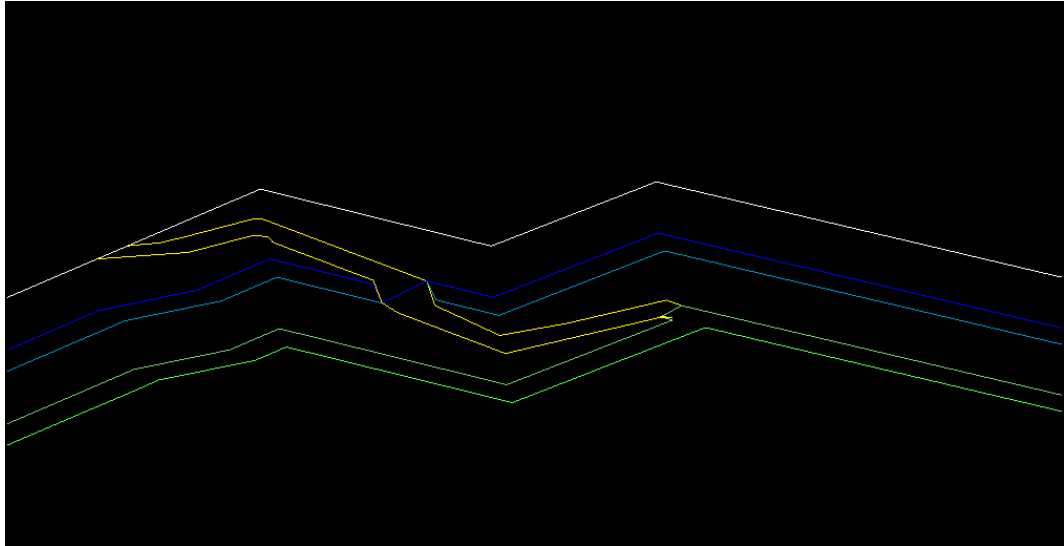
Şekil 6.106 Surpac otomatik basamak yol çizimi sırasında oluşan kırık noktaların görünümü

Design – Expand Segment - By Berm Width seçeneği ile basamak genişliği ayarları yapılır. (Şekil 6.107) Basamak genişliği içeri veya dışarı doğru olacağı ayarları yapılır.



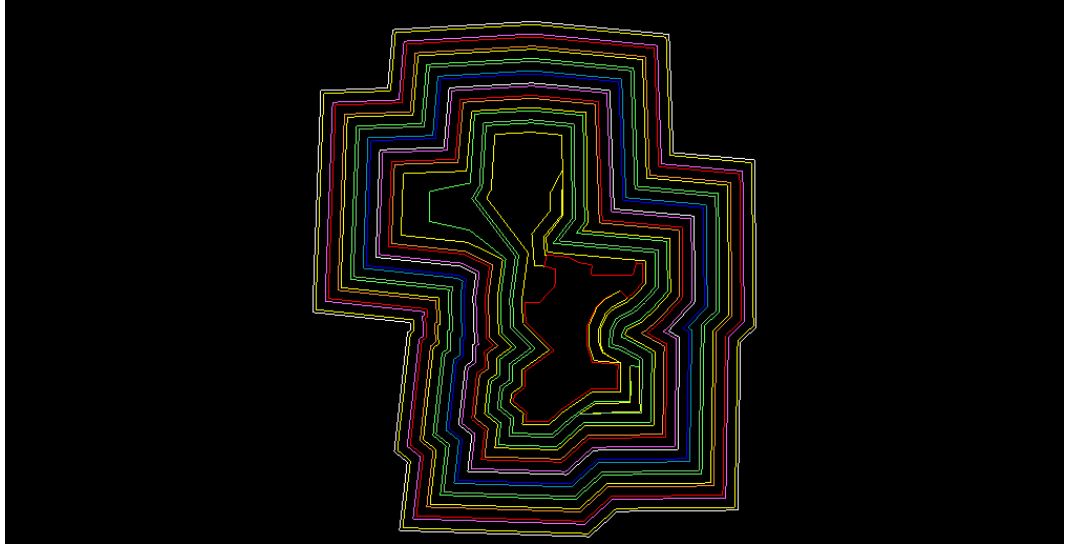
Şekil 6.107 Surpac basamak genişliği

Basamaklar Şekil 6.108'deki gibi görülmektedir.



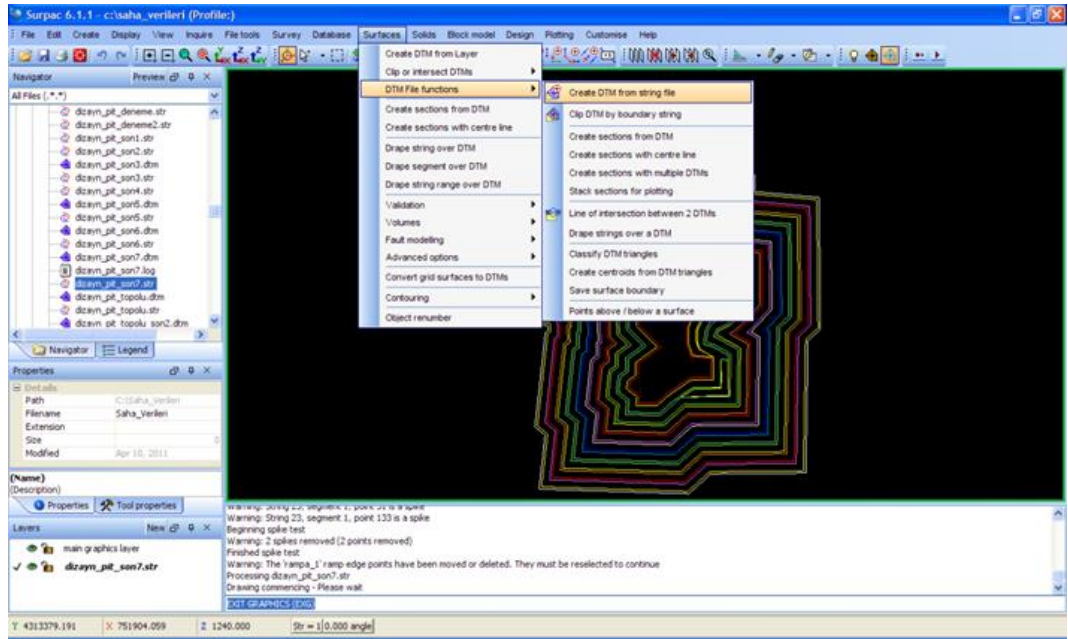
Şekil 6.108 Surpac basamak görüntüsü

Açık işletme tasarımı aşağıdaki gibi oluşmaktadır. File – Save – String/DTM komutu ile çizimlerimizi .str (string) veya yüzelsel bir katı model ise .dtm (dtm) olarak kaydetmemiz gerekmektedir.

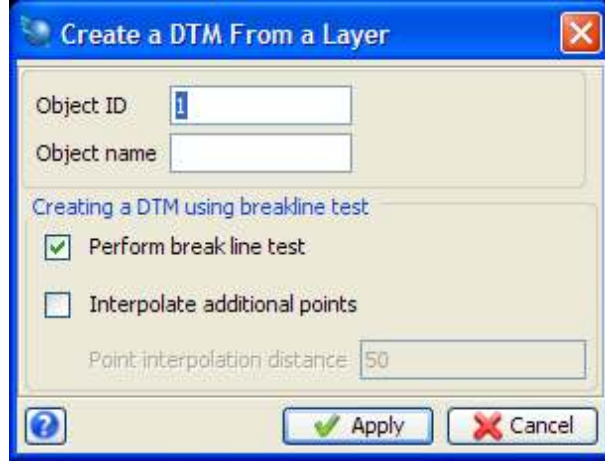


Şekil 6.109 Surpac açık işletme basamak dizaynı

Şekil 6.109'daki gibi oluşturduğumuz açık işletme 2 boyutlu çizimini 3 boyutlu hale bir yüzey olarak getirmek için çizimimizi dtm formatına getirmemiz gerekmektedir. DTM uzantılı yüzeyi oluşturmak için “Surfaces – Create DTM from layer” (Şekil 6.111) veya “Surfaces - DTM File Functions – Create DTM from string file” (Şekil 6.110) seçeneklerinden biri kullanılır. Üçgenleme mantığı ile noktalar arasında üçgenler oluşturmakta ve bunlara yüzey ataması yapmaktadır.

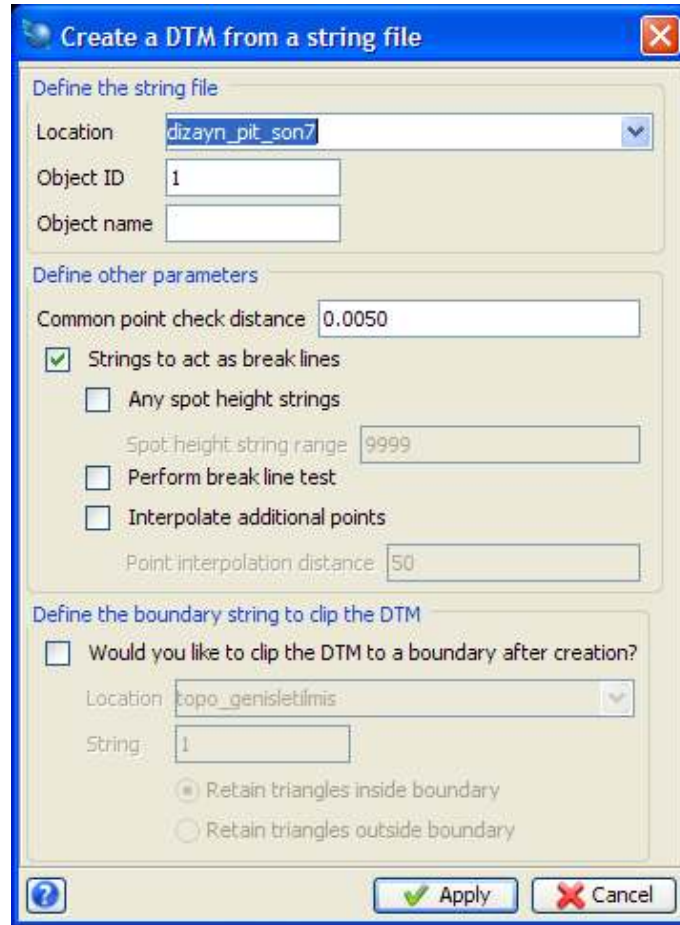


Şekil 6.110 Surpac string dosyasından yüzey oluşturma



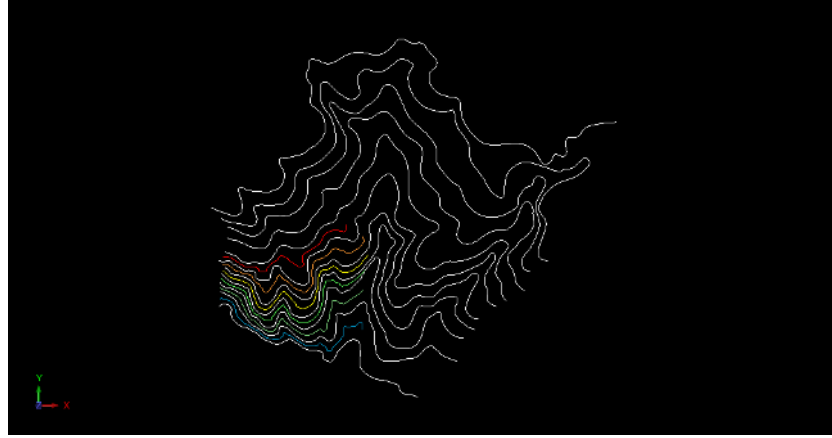
Şekil 6.111 Surpac ana ekrandan yüzey oluşturma

Her iki durumda da “Interpolate additional points” seçeneğinin açık olması üçgenleme sırasında oluşabilecek hatalı yüzey oluşmasını engellemek için araya ek noktalar ilave eder ve görüntü daha düzgün hale gelir. (Şekil 6.112)



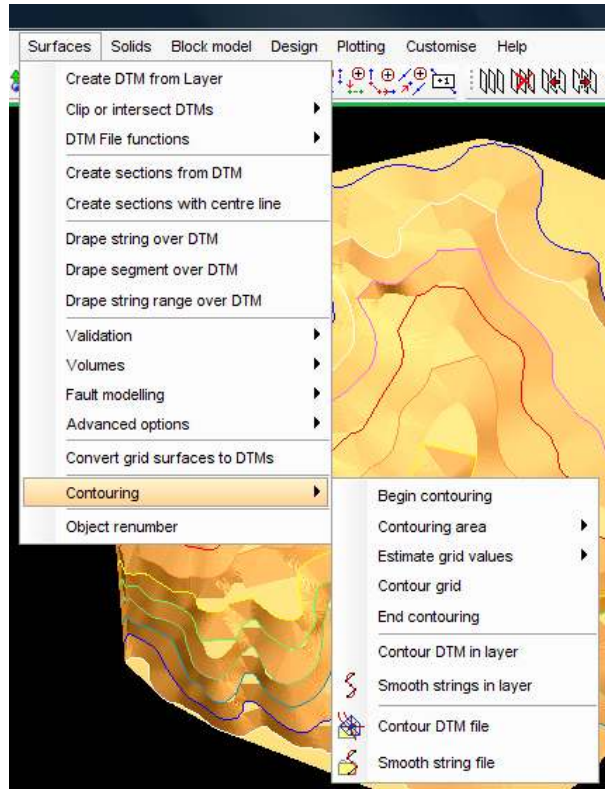
Şekil 6.112 Surpac string dosyasını tanımlama ve parametreleri

Mevcut topoğrafya Didger 4 programı ile Şekil 6.113'deki harita eşyükselti eğrilerinin digitize edilerek kontur çizgilerine eşyükseltilerini tanımlama ile gerçekleştirilmiştir. Konturler Surfaces komutuyla dtm haline getirilmiştir.



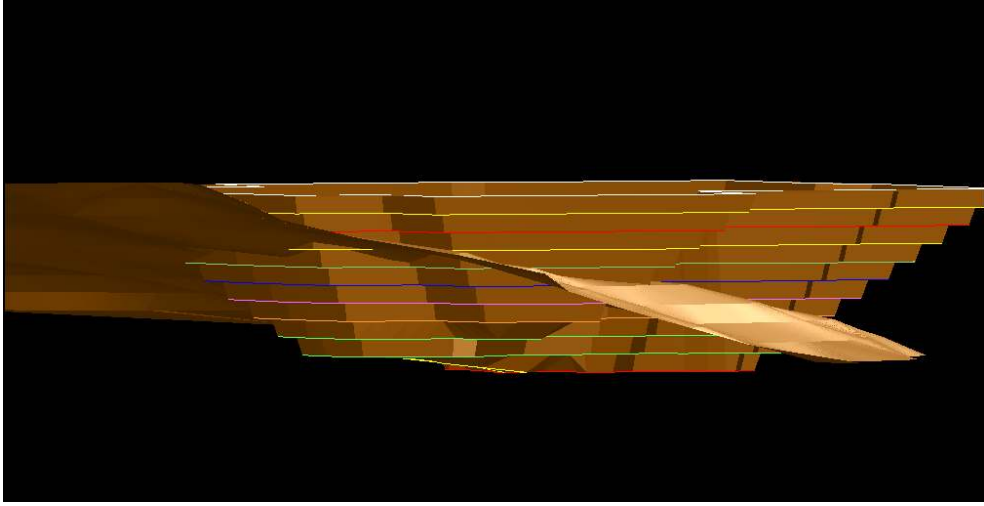
Şekil 6.113 Surpac eşyükselti eğrileri

Eşyükselti eğrilerini herhangi bir dtm dosyasında Surfaces – Contouring seçeneği altından yapmak mümkündür. (Şekil 6.114)

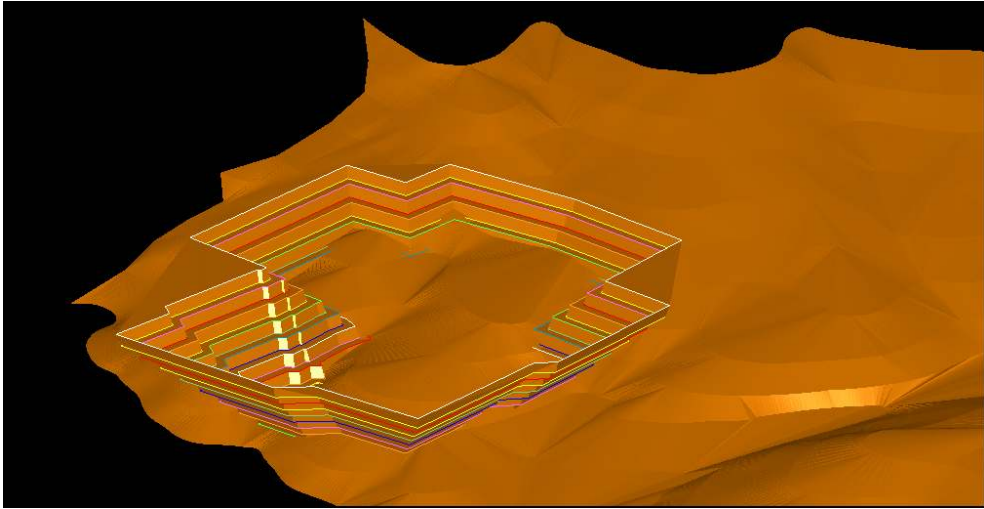


Şekil 6.114 Surpac eşyükselti eğrileri katı modeli

Mevcut açık işletme tasarımı ve topoğrafya görüntüsü Şekil 6.115 ve Şekil 6.116'daki gibidir.



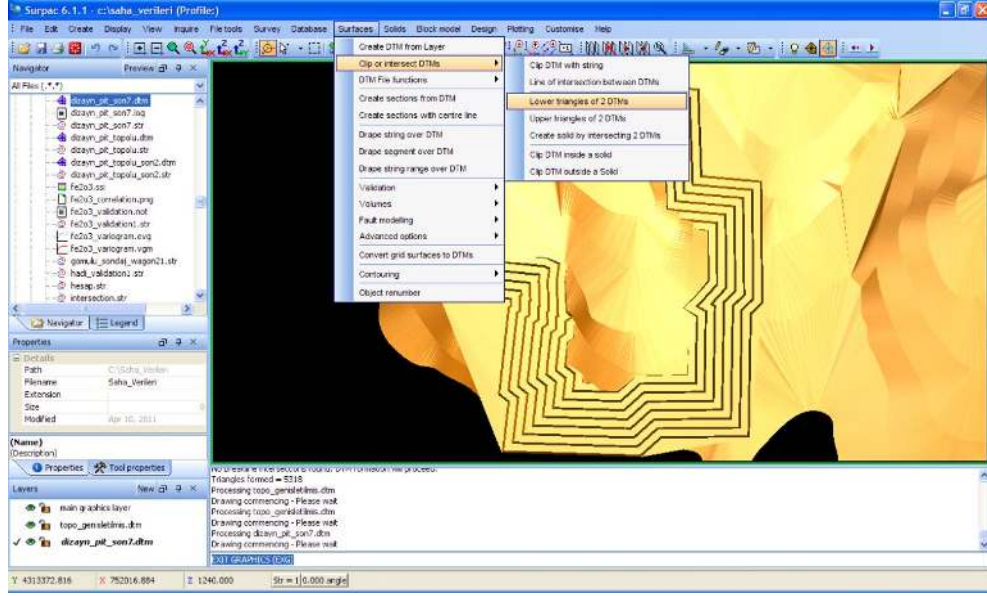
Şekil 6.115 Surpac topoğrafya ve açık işletme yan görünümü



Şekil 6.116 Surpac topoğrafya ve açık işletme üst görünümü

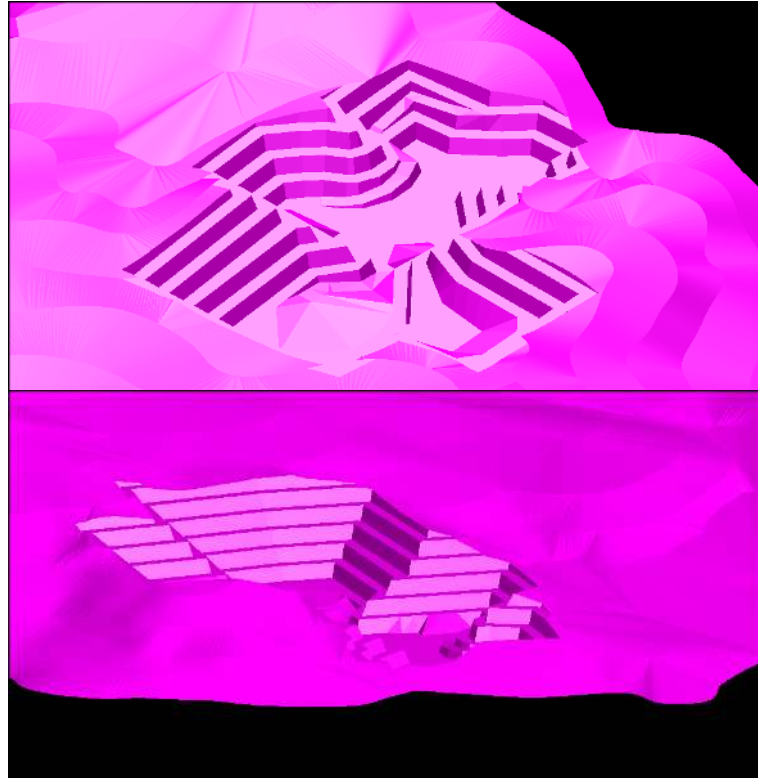
Açık işletme dizaynı mevcut topoğrafyaya göre yapılmayıp, eşyükselti değerlendirmeye alınmayıp basamaklar sadece belirli bir Z kotunda yapıldığı için topoğrafyanın üzerinde de basamaklar görülmektedir.

Mevcut topoğrafyanın üzerindeki bu basamakları atmak için Surfaces- Clip or Intersect DTMs seçeneği kullanılır. (Şekil 6.117)

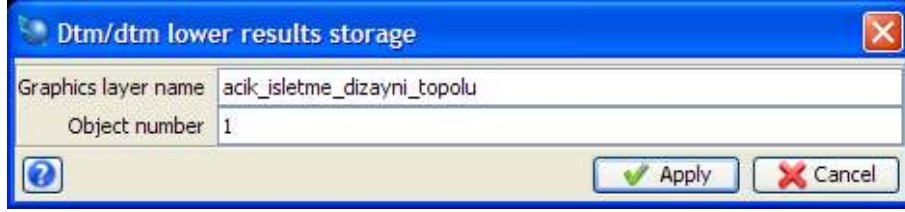


Şekil 6.117 Surpac iki katı arasındaki kesişim bölgelerinin düzenlenmesi

Şekil 6.119'deki gibi; oluşturacağımız yeni şekil için layer ismini belirledikten sonra ilk olarak basamaklarımızı daha sonra mevcut topoğrafyayı seçtikten sonra Şekil 6.118'deki nihai görüntüye ulaşabilmemiz mümkündür.

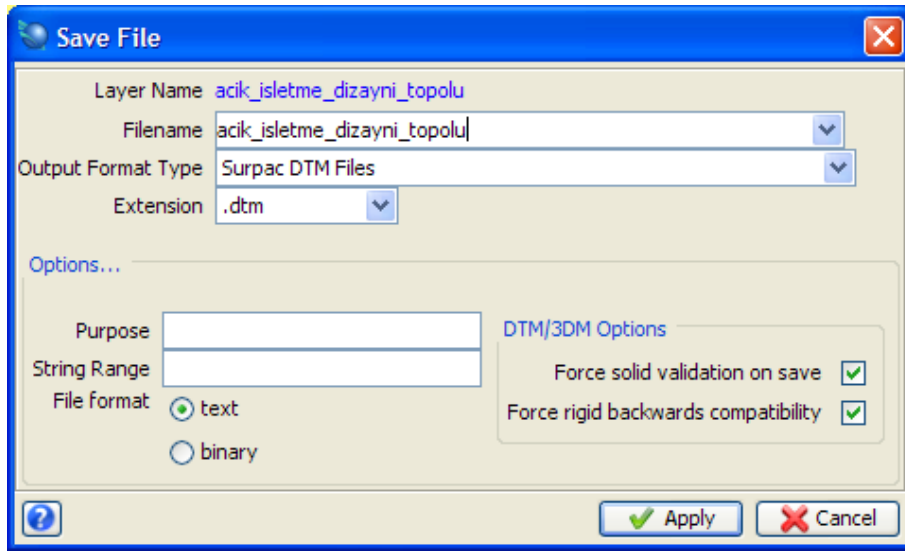


Şekil 6.118 Surpac açık işletme görüntüsü



Şekil 6.119 Surpac yeni oluşturulacak tabaka ismi tanımlaması

Yeni layer yani yeni katmana oluşturduğumuz bu veriyi .dtm uzantılı bir dosya olarak kaydetmek için File – Save – String/DTM komutunun kullanılması unutulmamalıdır. (Şekil 6.120)

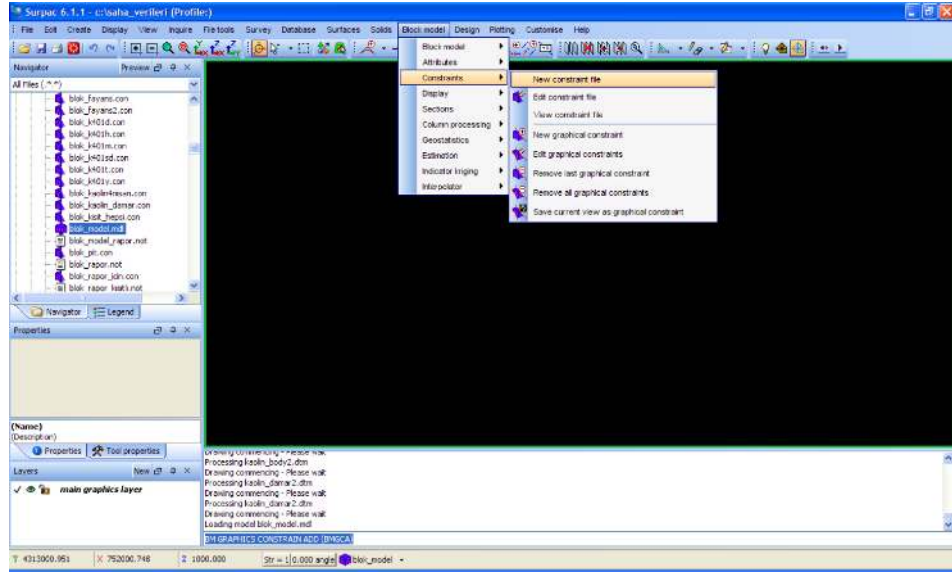


Şekil 6.120 Surpac mevcut katmandaki katıyı kaydetme ekranı

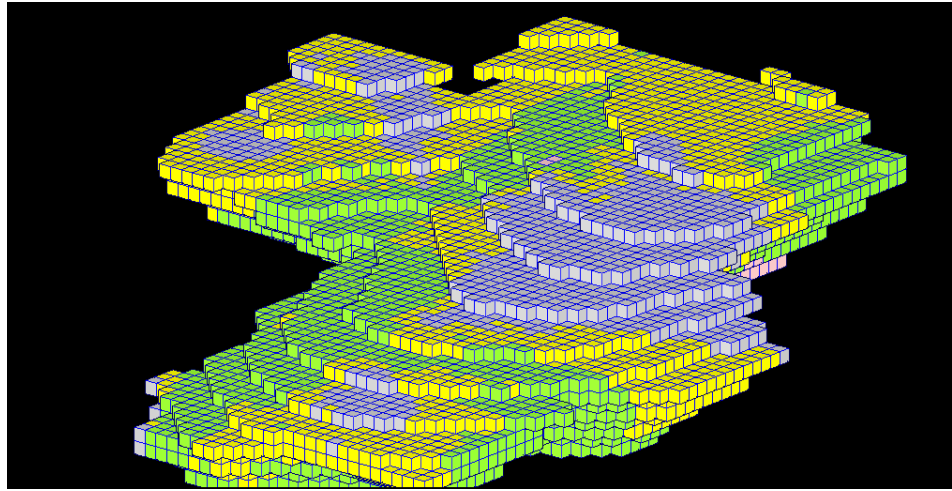
Oluşturduğumuz blok modelin bizim için anlamlı olabilmesi için belirli kısıtlar dahilinde blokları sınırlandırmamız önemlidir. Bunun için “Block Model – Constraints – New Constraint file” komutu kullanılır. (Şekil 6.121)

Blokları renklendirilmiş açık işletmemizin iç kısmının kısıt olarak tanıtıldığı görüntü Şekil 6.122’deki gibidir. Kısıt değerlerinin girilmiş örneği Şekil 6.123’de gösterilmiştir.

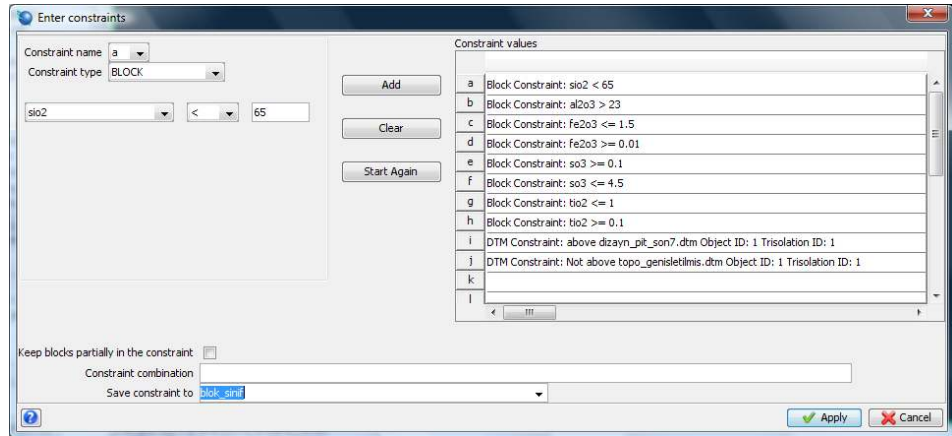
Farklı kısıtlardaki görüntüler ise Şekil 124, Şekil 125, Şekil 126’daki gibidir.



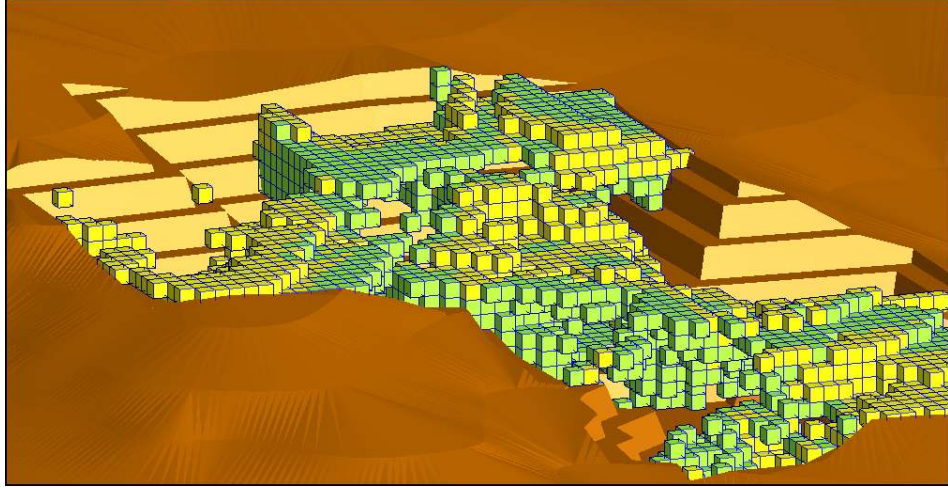
Şekil 6.121 Surpac blok model kısıt menüsü



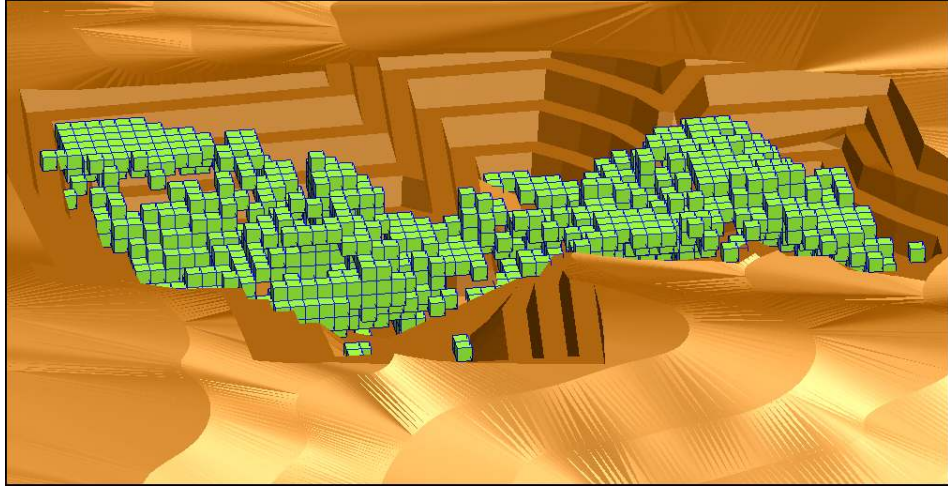
Şekil 6.122 Surpac açık işletme blok modeli



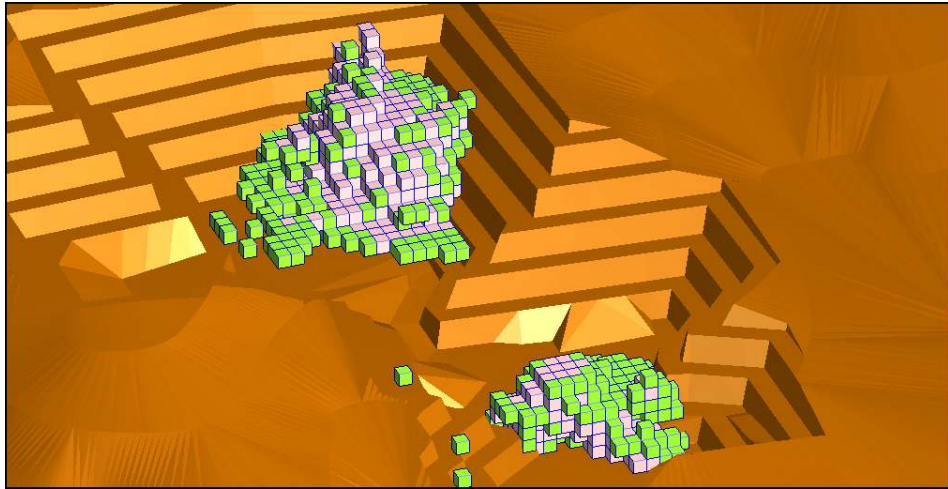
Şekil 6.123 Surpac blok model kısıtları



Şekil 6.124 Surpac blok model kısıt 1

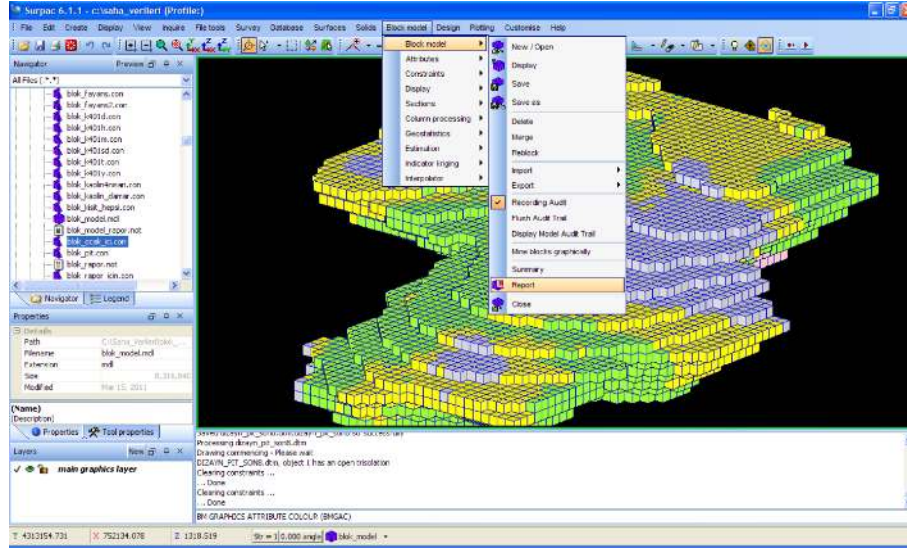


Şekil 6.125 Surpac blok model kısıt 2



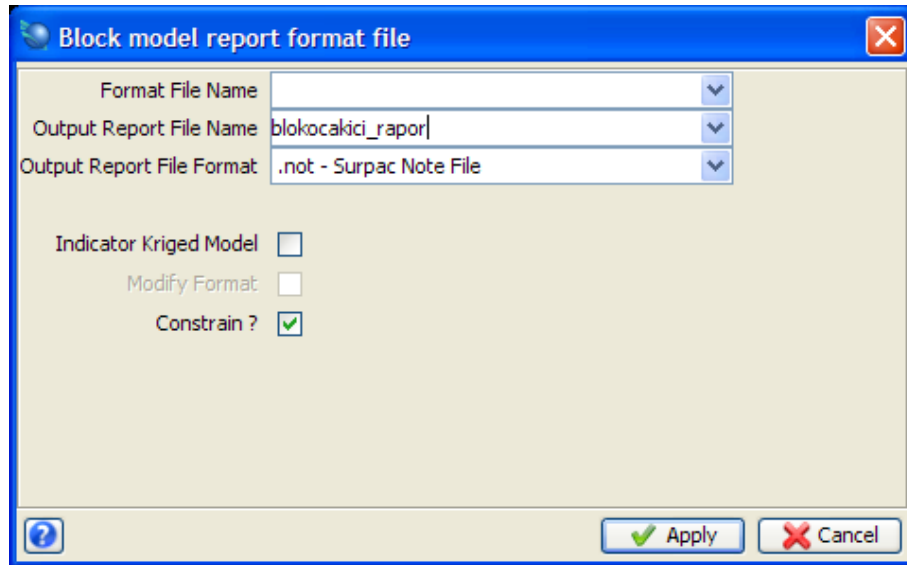
Şekil 6.126 Surpac blok model kısıt 3

Şekil 6.127'deki Block Model – Report seçeneği ile oluşan bu kısıtlı modelin raporunu almamız mümkündür. Raporlama bütün çalışmalarımızın sonucunda oluşturduğumuz mevcut modele göre elde edilen veri topluluğudur.



Şekil 6.127 Surpac blok model raporlama

Oluşacak raporun ismi Şekil 6.128'deki gibi girildikten sonra Apply komutu ile devam edilir. Constrain seçeneğinin seçili olması oluşturduğumuz kısıtları (.con uzantılı dosyalar) kullanabilmemizi sağlar.



Şekil 6.128 Surpac blok model raporlama işlem ekranı

Report attributes seçeneği raporlamada görmek istediğimiz mevcut verilerimiz Şekil 6.129'daki gibi girilir. Bu örnekte 2.6 yoğunluktaki bir kütlenin 1180 ve 1280 kotları arasındaki 10'ar 10'ar gruplandırılmış biçimde olan raporlaması gösterilmiştir.

Block model report

Report description

☒ Format headers?
☐ Remove lines with zero volume?
Report volume and tonnes to: 0 decimal places

	Report attributes	Display?	Low cut	Upper cut	Weight by	Report	Expression
a	al2o3	☒			Mass	Average	
b	cr2o3	☒			Mass	Average	
c	fe2o3	☒			Mass	Average	
d	sto2	☒			Mass	Average	

Volume adjustment
☐ Use volume adjustment?
Attribute: al2o3

Density adjustment
☐ None
☐ Attribute
☒ Value: 2.6

Geometric grouping
Group geometrically: None

	Grouping attributes	Numeric range
1	z	1180,1280,10

☐ Fill all cells for the group attribute?

☐ Use partial percentages?
Precision: 3

Apply Cancel

Şekil 6.129 Surpac blok model raporlama seçenekleri

Şekil 6.130'da .con uzantılı kısıtlama dosyası da seçildikten sonra Apply komutu ile belirlenen kot aralıklarındaki hacim, tonaj ve analiz ortalamaları rapor elde edilir.

Enter constraints

Constraint name: b
Constraint type: CONSTRAINT
Constraints file: BLOK_OCAK_IJI.CON
Inside: ☒

Add
Clear
Start Again

	Constraint values
a	Constraint File: inside BLOK_OCAK_IJI.CON
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	
i	
j	
k	
l	
m	

Keep blocks partially in the constraint: ☐

Constraint combination
Save constraint to:

Apply Cancel

Şekil 6.130 Surpac raporlama blok model kısıt tanımlama

blokcakici_rapor - Not Defteri

Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

Gemcom Software International Block model report Apr 11, 2011

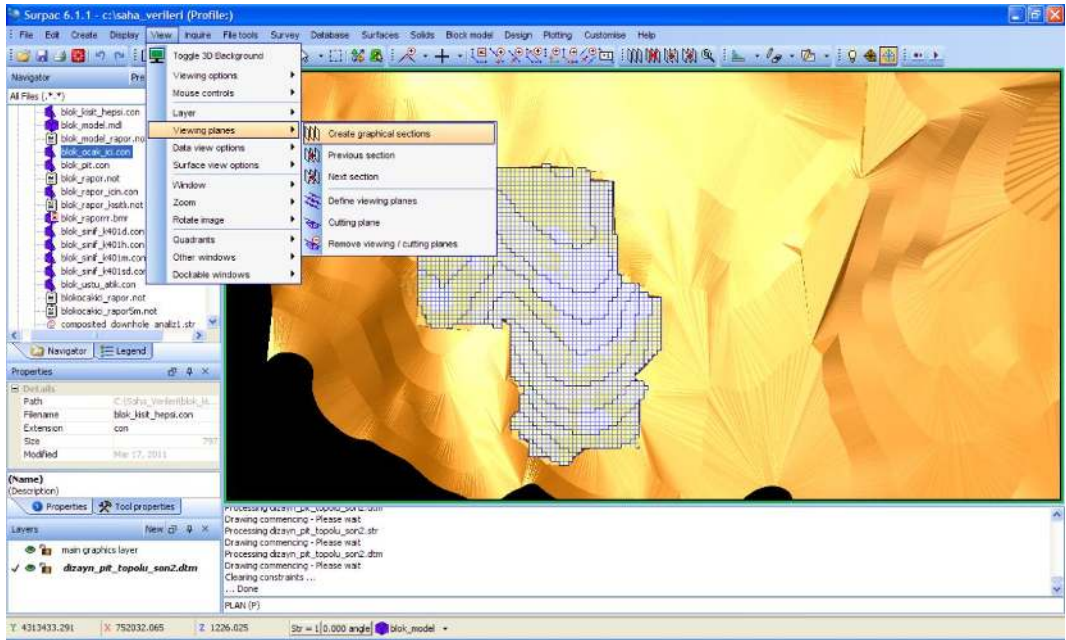
Constraints used
a. INSIDE CONSTRAINT BLOK_OCAK_ICI
Keep blocks partially in the constraint : False

	Z	volume	Tonnes	Al2o3	Cr2o3	Fe2o3	SiO2	So3	Tio2
1180.0 -> 1190.0		0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1190.0 -> 1200.0		103250	268450	19.979	0.017	0.838	70.798	0.209	0.480
1200.0 -> 1210.0		246375	640575	19.254	0.018	0.836	71.190	0.228	0.530
1210.0 -> 1220.0		351250	913250	18.991	0.018	1.014	71.417	0.240	0.560
1220.0 -> 1230.0		383750	997750	17.081	0.017	0.925	74.353	0.191	0.571
1230.0 -> 1240.0		325375	845975	14.461	0.015	0.975	78.006	0.145	0.569
1240.0 -> 1250.0		234250	609050	13.373	0.014	1.252	79.036	0.149	0.558
1250.0 -> 1260.0		53875	140075	12.676	0.016	2.010	78.602	0.133	0.559
1260.0 -> 1270.0		0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1270.0 -> 1280.0		0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Grand Total		1698125	4415125	16.814	0.016	1.014	74.551	0.191	0.555

1/1

Şekil 6.131 Surpac blok model raporu

“View – Viewing plains – Create graphical sections” seçeneği ile belirleyeceğimiz parametrelere göre kesitler almamız mümkündür. Kesiti belirleyeceğimiz iki nokta arasında alabilmemiz mümkündür.



Şekil 6.132 Surpac kesit alma

Çizdiğimiz düzlemin önünde ve arkasındaki mesafe miktarları, bir sonraki kesite geçişteki adım mesafesi belirlendikten sonra kesit alma işlemi gerçekleştirilir.

Define slicing planes width

Zoom to section plane to show all drillholes? ☒

Show section planes? ☒

Interactive Method? ☐

Section Method **Section Block Model** **Section Objects**

Section definition method: Graphically select section line

Distance forward of plane: 25

Distance backward of plane: 25

Section by: ☒ Interval ☐ Range

Step distance: 25

Section range: 0

Confirm selected endpoints: ☐

Confirm section details: ☐

Şekil 6.133 Surpac kesit alma aralıkları

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR

Madencilikte CBS'den yararlanılan en önemli sahalara; maden arama etkinlikleri, alan seçimi ve dizaynı, çevresel etki değerlendirmesi, imalat, emniyet, maden sahasının iyileştirilmesi iken, Üç boyutlu modellemenin kullanım alanları; üç boyutlu görüntüleme, kesit-dilim alma, sayısallaştırma, katı modelleme, blok modelleme, kestirim ve ocak tasarımıdır.

Bu çalışmada madencilik, madencilikteki bilgisayar kullanımı, harita bilgisi, üç boyutlu modelleme ve coğrafi bilgi sistemleri hakkında genel bilgilendirme yapılmış bir Coğrafi Bilgi Sistemi programı olan Netcad GIS ve bir üç boyutlu modelleme madencilik programı olan Gemcom Surpac programının kullanımı bazı örneklerle gösterilmiştir.

1/25.000'lik haritaların eşyükseltileri Golden Software Didger 4 programı ile digitize edilerek sayısallaştırılmıştır. Netcad GIS programı ile harita projeksiyon tanımlaması, alan çizim ve hesaplamaları, açık işletme şev altı – şev üstü, kesit alma işlemleri gösterilmiştir. Gemcom Surpac programı ile de elimizdeki sondaj verileriyle database oluşturma, sondaj lokasyonlarını gösterme, mevcut sondajların litolojik gösterimi, sahanın blok modelini oluşturma, açık işletme basamak ve yol tasarımı, raporlama işlemleri gösterilmiştir.

Konuma dayalı her türlü veriyi toplama, depolama, işleme ve görüntüleme görevlerini yerine getiren coğrafi bilgi sistemleri programları madencilikte genel olarak harita uygulamalarında kullanılırken, madencilik için özel olarak tasarlanan Surpac gibi üç boyutlu modelleme programları katı model oluşturma, rezerv hesabı, tenör, açık işletme dizaynı, üretim planlama ve raporlama uygulamaları açısından daha işlevseldir. Bu uygulamaların yaygınlaşmasıyla beraber madencilik projeleri daha kısa sürede, daha kesin sonuçlarla ve daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilecektir. Bu bakımdan çalışmalar devam ettirilmeli, konuya önem

gösterilmeli ve gereken eğitim verilerek mevcut uygulamaların geliştirilerek devam edilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Bektaş, M. (2008). *Bilgisayar destekli açık işletme projesi*, Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Coğrafi Bilgi Sistemleri. (b.t.). 20 Mart 2011, <http://www.cografya.gen.tr/cbs/>

Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları. (b.t.). 20 Nisan 2012, <http://cografyabilimi.net/cbs-yazilimleri/>

Doğan, E. (2007). *Narlıca Altın Yatağı bilgisayar destekli tasarım ve planlaması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eskikaya, Ş., Karpuz, C., Hindistan, M.A. ve Tamzok N. (Ed.) (2008). *Maden Mühendisliği açık ocak işletmeciliği el kitabı*. (2. Baskı). Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları.

Geographical Information Systems. (b.t.). *Coğrafi Bilgi Sistemi*, 10 Ekim 2010, http://gis.cevreorman.gov.tr/sayfalar/ana_sayfa.html

Göksuner, E. (2010). *Bilgisayar destekli maden işletme tasarımının kalker ocaklarına uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Harita Genel Komutanlığı. (b.t.). *Harita projeksiyon sınıflandırılması*, 21 Mart 2011, http://www.hgk.msb.gov.tr/egitim/konular/hrt_pro/hrt_pro.htm#6

Harita Genel Komutanlığı. (b.t.). *Haritanın tanımı, özellikleri, sınıflandırmalar*, 21 Mart 2011, <http://www.hgk.msb.gov.tr/hgk/genel/genelharitacilik.pdf>

Harita Genel Komutanlığı. (b.t.) *Kesitin tanımı, kesitin ölçeği*, 21 Mart 2011, <http://www.hgk.msb.gov.tr/egitim/konular/kesit/kesit.htm>

İmzalı, C. (2004). *Coğrafi Bilgi Sistemleri*, Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Maden İşleri Genel Müdürlüğü (b.t.). *İmalat haritası*, 6 Ocak 2012, <http://www.migem.gov.tr/links/duyurular/genel/İmalat/imalat.htm>

Nasuf, E. ve Topuz, E. (Haziran 1987). *Madencilik endüstrisinde bilgisayar uygulamalarının evrimi ve geleceği*. Madencilik, , Cilt XXVI, Sayı 2, 37-42.

Netcad Portal. (b.t.). 25 Mart 2012, <http://www.netcadportal.com>

Surpac Tutorials. (b.t.) 01 Mart 2011, <http://www.gemcomsoftware.com>

Tecim, V. (2008). *Coğrafi Bilgi Sistemleri harita tabanlı bilgi yönetimi (1. Baskı)*. Ankara: Renk Form Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.

Tercan, A E. ve Saraç, C. (1998). *Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeostatistiksel yöntemler*. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları

Yalçın, E. (2000). *Sondaj yöntemleri ve uygulamaları. (3. Baskı)*. Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları.