

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EUAŞ SEYİTÖMER LİNYİTLERİ İŞLETMESİ**  
**MÜDÜRLÜĞÜ S-49 PANOSU KÖMÜR**  
**OCAĞININ BİLGİSAYAR YAZILIMI İLE**  
**PLANLANMASI**

**Mehmet ÇAKMAK**

**Haziran, 2015**

**İZMİR**

**EUAŞ SEYİTÖMER LİNYİTLERİ İŞLETMESİ  
MÜDÜRLÜĞÜ S-49 PANOSU KÖMÜR  
OCAĞININ BİLGİSAYAR YAZILIMI İLE  
PLANLANMASI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden İşletme Programı**

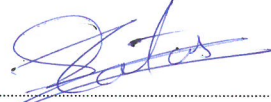
**Mehmet ÇAKMAK**

**Haziran, 2015**

**İZMİR**

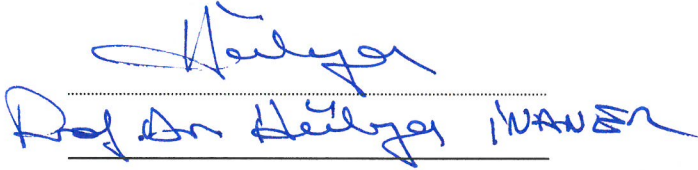
## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MEHMET ÇAKMAK, tarafından YRD. DOÇ. DR. ÇELİK TATAR yönetiminde hazırlanan “EUAŞ SEYİTÖMER LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜ S-49 PANOSU KÖMÜR OCAĞININ BİLGİSAYAR YAZILIMI İLE PLANLANMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

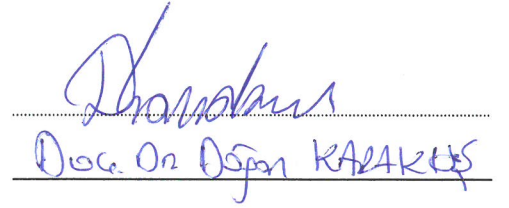


Yrd. Doç. Dr. Çelik TATAR

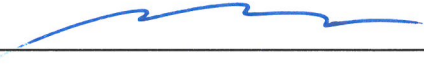
Yönetici



Jüri Üyesi



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR  
Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım sırasında bana her türlü imkanı sağlayan, yardımlarını esirgemeyen Danıőman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Çelik TATAR'a, ayrıca gerek teorik bilgilerin temini gerekse programın uygulama aőamasındaki yardımlarından dolayı Sayın Hocam Doç. Dr. Doğan KARAKUŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca beni her zaman gönülden destekleyen aileme ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çocuk Geliőimi Bölümü'nü bitiren kız arkadaőım Ebru PASAT'a ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışan arkadaőım Mehmet ÖZDEMİR'e sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet ÇAKMAK

**EUAŞ SEYİTÖMER LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜ S-49  
PANOSU KÖMÜR OCAĞININ BİLGİSAYAR YAZILIMI İLE  
PLANLANMASI**

**ÖZ**

Madencilik büyük yatırımlar gerektiren ve büyük riskler taşıyan bir operasyondur. Böyle bir işe girişilmeden önce işletmeyi karlı kılacak olan işletme sınırlarının ve işletilebilir cevher miktarının belirlenmesi gerekir. Bu yaptığım çalışmanın amacı; çoğu maden şirketleri tarafından da kullanılan gelecekte de çok geçerli olacak olan Surpac programının Seyitömer Linyitleri İşletmesi'ne bağlı S-49 Panosuna uygulanmasıdır. Bu çalışma sondaj verilerinin değerlendirilmesi, linyit damarlarının üç boyutlu dizaynını, rezerv hesaplarını, her linyit damarı için kontur çizgilerinin oluşturulması ve üç boyutlu basamak dizaynının yapılmasını içermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Surpac, sondaj verilerinin değerlendirilmesi, linyit damarlarının üç boyutlu dizaynı, rezerv hesapları, her linyit damarı için kontur çizgilerinin oluşturulması ve üç boyutlu basamak dizaynı.

# PLANNING OF EUAŞ SEYİTÖMER LIGNITES COMPANY S-49 BOARD WITH A USE OF COMPUTER PROGRAM

## ABSTRACT

Mining is requires large investments and is an operation that carries big risks. Before considering such an operation one must know the form of the ultimate surfaces and the amount to mine for having a beneficial operation. The aim of this study is most of the mining companies will be available in the future, which is also used by surpac program application of Seyitömer Lignite Business S-49 Board to connected. This study includes evaluation of drilling data, 3-D (three dimension) design of seam, the reserve estimation, creating the contour of seam, the beach design with three dimensions.

**Keywords:** Surpac, evaluation of drilling data, 3D (three dimesion) design of seam, reserve estimation, creating the contour of seam, 3D (three dimensions) bench design.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
TABLOLAR LİSTESİ.....	xvi

### **BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1**

### **BÖLÜM İKİ - MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE BİLGİSAYAR KULLANIMI. 3**

2.1 Madencilikte Bilgisayar Kullanımının Evrimi .....	3
2.2 Madencilikte Bilgisayarların Kullanım Alanları.....	4
2.2.1 Maden Tesis Yönetimi ve Organizasyonu (Mine Management).....	5
2.2.2 Kaynakların Değerlendirilmesi (Resource Evaluation).....	5
2.2.3 Maden Tasarımı (Mine Design).....	5
2.2.4 Ölçme ve Kontrol (Monitoring and Control).....	6
2.2.5 Madencilik İşlemleri (Mining Operations).....	6
2.2.6 Kömür Hazırlama (Coal Preparation).....	7
2.2.7 Ekonomik Değerlendirme (Economic Evaluation) .....	7
2.3 Entegre Madencilik Yazılımları .....	7
2.3.1 Veri Tabanı Yönetimi.....	8
2.3.2 Yüzeylerin Modellenmesi ve Haritalanması .....	8
2.3.3 Maden Yatağının Modellenmesi.....	8
2.3.4 Rezerv Hesaplama .....	9
2.3.5 Maden İşletmesinin Planlanması ve Üretimin Optimizasyonu .....	10
2.3.6 Çevre Modelleme.....	11
2.4 Bilgisayar Uygulamalarının Geleceği .....	11

## BÖLÜM ÜÇ - MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE ARAMALAR VE PLANLAMA

..... 13

3.1 Giriş .....	13
3.2 Madencilikte Sondaj .....	13
3.3 Sondaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	14
3.4 Maden Yatağının Rezervi.....	16
3.5 Damar Kalınlığının Bulunması .....	17
3.6 Rezervin Hesaplanması .....	19
3.6.1 Kalınlık ve Alanın Bulunması .....	19
3.6.2 Şekilsiz Bir Yatağın Rezervinin Bulunması .....	20
3.6.2.1 Standart Yöntemler .....	20
3.6.2.1.1 Ortalama Alan Eşitliği.....	20
3.6.2.1.2 Piramit Eşitliği.....	21
3.6.2.1.3 Kesik Koni Eşitliği.....	23
3.6.2.1.4 Prizmatik Eşitlik.....	23
3.6.2.2 Lineer Yöntemler .....	24
3.6.2.3 Eşdeğer Çizgiler Yöntemi.....	25
3.6.3 Sondajların Cevherleri Farklı Derinliklerde Kesmeleri.....	25
3.6.3.1 Poligon Yöntemi .....	26
3.6.3.2 Üçgen Yöntemi .....	27
3.7 Mesafenin Tersiyöntemiyle Değerlendirme .....	28
3.7.1 Mesafe Üssünün (Ağırlık Faktörü) Belirlenmesi .....	29
3.7.2 Yöntem .....	29
3.7.3 Mesafenin Tersiyönteminin Uygulanması.....	30
3.7.3.1 Etki Alanı .....	30
3.7.3.2 Mesafe Üssü.....	31
3.7.3.3 Etki Açısı .....	32
3.8 Optimum Açık İşletme Sınırının Belirlenmesi.....	33
3.8.1 Bilgisayar Yardımıyla Optimum Açık İşletme Sınırının Belirlenmesi ...	33
3.8.2 Whittle Üçüncü ve Dördüncü Boyut .....	36

**BÖLÜM DÖRT - MADENCİLİKTE ÜÇ BOYUTLU MODELLEME  
AŞAMALARI ..... 39**

4.1 Madencilikte Modelleme.....	39
4.2 String (Çizgi) Modelleme Tekniği .....	39
4.2.1 Nokta Kavramı.....	40
4.2.2 String (Çizgi) Kavramı .....	40
4.2.3 Çizgi Çeşitleri .....	41
4.2.3.1 Açık Çizgi .....	41
4.2.3.2 Kapalı Çizgi .....	41
4.2.4 Çizgilerin Kullanılması.....	42
4.2.5 ½ B Çizgi Modelleme.....	44
4.2.6 Çizgilerin Jeolojik Kullanımları .....	45
4.2.7 Solid (Katı Yüzey) Modelleme Tekniği .....	46
4.2.8 DTM (Sayısal Yüzey Modelleme).....	46
4.2.9 Üç (3) DM (Üç Boyutlu Modelleme) .....	47

**BÖLÜM BEŞ - SURPAC YAZILIMI..... 49**

5.1 Surpac Hakkında Genel Bilgi.....	49
5.2 Surpac İle Açık Ocak Tasarımı .....	50
5.2.1 Menüler.....	51
5.2.2 Araç Çubuğu.....	51
5.2.3 Navigator .....	52
5.2.4 Grafik Ekranı .....	52
5.2.5 Özellikler Penceresi .....	52
5.2.6 Tabakalar .....	52
5.2.7 Mesaj Penceresi .....	52
5.2.8 Durum Çubuğu .....	52
5.3 Surpac Çalışma Prensipleri.....	52
5.4 Veritabanı Oluşturma (Database).....	53

5.4.1 Collar Tablosu .....	54
5.4.2 Geology Tablosu.....	55
5.4.3 Sample Tablosu .....	56
5.4.4 Survey Tablosu .....	57

## **BÖLÜM ALTI - İŞLETMEYLE VE ÇALIŞMA YAPILACAK PANOYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER..... 59**

6.1 İşletmenin Kuruluşu ve Tarihçesi.....	59
6.2 İşletmenin Coğrafi Konumu .....	59
6.3 Sahanın Jeolojik Yapısı .....	60
6.3.1 Genel Jeoloji .....	60
6.3.1.1 Kumtaşı-Konglomera Üyesi .....	61
6.3.1.2 Çamurtaşı-Kiltaşı Üyesi (Kaide Kili) .....	61
6.3.1.3 Laminallı Şeyl Üyesi (Yanııcı Marn).....	62
6.3.1.4 Silisli Kireçtaşı Üyesi .....	63
6.3.1.5 Tüfit Seviyeli Killi Kireçtaşı.....	63
6.3.2 Yapısal Jeoloji ve Tektonik .....	63
6.3.3 Linyit Rezerv Durumu .....	66
6.4 İşletme Hakkında Bilgiler ve Faaliyetler.....	68

## **BÖLÜM YEDİ - SURPAC YAZILIMININ S-49 PANOSU KÖMÜR OCAĞINA UYGULANMASI..... 76**

7.1 Çalışma Klasörü Seçimi .....	76
7.2 Veri Tabanı (Database) Oluşturma.....	76
7.3 Database Dosyasına Veri Girişi .....	80
7.4 Sondajların Ekranda Gösterilmesi.....	83
7.5 String Dosyalarının Oluşturulması.....	89
7.6 DTM Dosyalarının Oluşturulması.....	92
7.7 Kontur Çizgilerini Oluşturulması.....	96
7.8 Açık Ocak Dizaynı .....	98

7.8.1 Ocak Parametrelerinin Belirlenmesi ve Surpac Çizim Araçları .....	98
7.8.2 Açık Ocak Basamak Çizimi.....	100
7.9 Rezerv Hesaplama .....	103
<b>BÖLÜM SEKİZ - SONUÇLAR.....</b>	<b>106</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>107</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1 Damarın doğrultusu ve eğiminin bulunuşu.....	14
Şekil 3.2 A-B kesitinin alınması .....	15
Şekil 3.3 C-B kesitinin alınması .....	15
Şekil 3.4 Yatay, düşey ve gerçek kalınlıklar.....	17
Şekil 3.5 Damar kalınlığının doğrultuya çapraz olması.....	18
Şekil 3.6 Damar yatımı ve sondajın uyumlu olmaması hali .....	19
Şekil 3.7 Yamuklara ayırma yöntemi ile alan bulunması .....	20
Şekil 3.8 Prizma şeklinde yatak hacminin bulunması.....	21
Şekil 3.9 Prizma şeklinde yatak hacminin bulunması.....	22
Şekil 3.10 Koni şeklinde yatak hacminin bulunması.....	22
Şekil 3.11 Kesik koni şekilli yatak hacminin bulunması .....	23
Şekil 3.12 Düzgün olmayan yatak hacminin bulunması.....	24
Şekil 3.13 Birbirine paralel düşey kesitlerin birleştirilmesi.....	24
Şekil 3.14 Eşdeğer çizgiler yöntemi.....	25
Şekil 3.15 Poligonların oluşturulma aşamaları .....	26
Şekil 3.16 Oluşturulan poligonların son hali .....	27
Şekil 3.17 İşlemin bir daire şeklinde gösterilmesi .....	30
Şekil 3.18 Anizotropinin belirli bir açıyla oluşturulması.....	31
Şekil 3.19 Anizotropik durumda tahmin değeri.....	32
Şekil 3.20 Mesafenin tersi yöntemine örnek ve formülü .....	32
Şekil 3.21 Cevher yatağı kesiti .....	37
Şekil 3.22 En uygun açık işletme sınırının grafik ile bulunması .....	38
Şekil 4.1 Uzayda nokta kavramı .....	40
Şekil 4.2 Dört noktayı birleştiren çizgi .....	40
Şekil 4.3 Açık çizgi ve segmentleri.....	41
Şekil 4.4 Kapalı çizgi .....	41
Şekil 4.5 Çizgi ve segment numaraları .....	42
Şekil 4.6 Açık işletmenin üç boyutlu tanımlanması .....	42
Şekil 4.7 Açık işletmenin çizgilerle tanımlanması.....	43

Şekil 4.8 Saat istikametinin tersi yönünde dönülen kapalı çizgi.....	43
Şekil 4.9 Saat istikametinin tersi yönünde dönülen kapalı çizgi.....	44
Şekil 4.10 İki çizgi arasında kalan alanın hesaplanması .....	44
Şekil 4.11 ½ B çizgi modellemede plan ve kesitler .....	45
Şekil 4.12 Üçgenleme ve çizgiden yüzey oluşturması.....	46
Şekil 4.13 Çizgileri çizgilerle birleştirilerek meydana getirilen yüzeyi.....	47
Şekil 4.14 1. ve 2. çizgiyi dikerek birleştirmesi.....	47
Şekil 4.15 Tüm çizgilerin dikilerek birleştirilmiş hali .....	48
Şekil 5.1 Surpac açılış ekran .....	51
Şekil 5.2 Collar tablosu .....	55
Şekil 5.3 Geology tablosu .....	56
Şekil 5.4 Sample tablosu .....	57
Şekil 5.5 Survey tablosu.....	58
Şekil 6.1 İşletmenin haritadan görünümü .....	60
Şekil 6.2 Seyitömer (Kütahya) yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti .....	65
Şekil 6.3 Çelikler Holding SLİ işletme ve arama ruhsat sahaları .....	67
Şekil 6.4 A-19 panosundan görünüm.....	70
Şekil 6.5 A-14 panosundan görünüm.....	70
Şekil 6.6 S-49 panosundaki çalışmadan görünüm .....	71
Şekil 6.7 Ayvalı-2 panosundaki çalışmadan görünüm.....	71
Şekil 6.8 İşletmede bulunan dragline (Marion 8050).....	73
Şekil 6.9 2013 itibari ile çelikler tarafından yapılan kül barajı.....	74
Şekil 6.10 Seyitömer höyüğünün üstten görünümü .....	75
Şekil 7.1 Çalışma dosyası seçimi ekran görüntüsü .....	76
Şekil 7.2 Database oluşturma menüsü .....	77
Şekil 7.3 Database isim verme penceresi .....	77
Şekil 7.4 İsim teyit penceresi .....	78
Şekil 7.5 Database'in tipini seçme .....	78
Şekil 7.6 Seçimli tabloların ilave edileceği pencere .....	79
Şekil 7.7 Collar, survey, geology ve sample tablolarının düzenlenmesi .....	79
Şekil 7.8 Veri tabanı dosyasına veri girişi işlemi başlatan ilk komut.....	80
Şekil 7.9 Biçimlendirilecek tablonun seçimi .....	81

Şekil 7.10 Veri tabanı tablolarının içeriklerinin belirlenmesi.....	81
Şekil 7.11 Seçilen tablo içeriğinin biçimlendirilmesi .....	82
Şekil 7.12 Veri tabanı tablosuna text dosyasından veri eklenmesi .....	83
Şekil 7.13 Sondajların ekrana girilmesi .....	84
Şekil 7.14 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi .....	84
Şekil 7.15 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi .....	85
Şekil 7.16 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi .....	85
Şekil 7.17 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi .....	86
Şekil 7.18 Sondajların gösterilme işlemi .....	86
Şekil 7.19 Sondajların üstten gösterilmesi .....	87
Şekil 7.20 Sondajların yandan gösterilmesi .....	88
Şekil 7.21 226 nolu sondajın ayrıntılı olarak gösterilmesi.....	88
Şekil 7.22 String oluşturma.....	89
Şekil 7.23 Stringlerin belli aralıklarla oluşturulması .....	90
Şekil 7.24 En üst noktaları birleştirirken yapılan işlem .....	90
Şekil 7.25 Oluşturduğumuz segmenti kapatma işlemi.....	91
Şekil 7.26 Birinci linyit_üst damarının string dosyasının görünümü .....	91
Şekil 7.27 Linyit_1_üst'ün ayrıntılı string görüntüsü.....	92
Şekil 7.28 Linyit_1_üst için oluşturulan sınır çizgisi .....	93
Şekil 7.29 DTM dosyası oluşturma işlemi .....	93
Şekil 7.30 String dosyasını seçme işlemi.....	94
Şekil 7.31 Linyit_1_üst DTM dosyasının raporu.....	94
Şekil 7.32 Oluşturulan linyit_1_üst DTM dosyası.....	95
Şekil 7.33 Çalışma yapılan sahanın topoğrafyası .....	95
Şekil 7.34 Kontur çizgilerini oluşturma işlemi .....	96
Şekil 7.35 DTM dosyasını seçme ve isim verme işlemi .....	97
Şekil 7.36 Topoğrafyamızın kontur çizgileri .....	97
Şekil 7.37 Ocak parametrelerinin gösterilmesi .....	98
Şekil 7.38 Dizaynla ilgili bilinmesi gerekenler .....	99
Şekil 7.39 Dizaynla ilgili bilinmesi gerekenler.....	99
Şekil 7.40 Dizaynla ilgili bilinmesi gerekenler .....	99
Şekil 7.41 Basamak şev açısının programa girilmesi için izlenilecek komut.....	100

Şekil 7.42 Basamak şev açısın programa girilmesi.....	100
Şekil 7.43 Basamak oluşturmak için kullanılan komut.....	101
Şekil 7.44 Basamak oluşturmak için kullanılan komut.....	101
Şekil 7.45 Basamakların string dosyası görünümü .....	102
Şekil 7.46 Basamakların DTM dosyası görünümü .....	102
Şekil 7.47 Hacim hesaplama işlemi .....	103
Şekil 7.48 DTM'leri seçme işlemi yapacağımız pencere.....	103
Şekil 7.49 İsim verme işlemi.....	104
Şekil 7.50 Toplam dekapaj miktarı .....	104

## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1 Her seviyedeki dekapaj ve cevher miktarı.....	37
Tablo 3.2 Her seviyenin gerçek değerinin bulunması.....	37
Tablo 5.1 Surpac 'da kullanılan dosya türleri.....	53
Tablo 6.1 Seyitömer kömür havzasının 1991 yılı itibariyle A ve B kömür damarlarının buldukları bölümlere göre rezerv dağılımlarıdır (x1000 ton) (Çelikler etüt-proje birimi).....	66
Tablo 6.2 Çelikler SLİ Müdürlüğü ruhsat sahaları (01.11.2013 itibari ile) .....	67
Tablo 6.3 Panolara göre 2014 yılı faaliyet programı (17.06.2014-31.12.2014) .....	68
Tablo 6.4 İşletmeye ait makine-ekipman .....	72
Tablo 7.1 S-49 panosunun rezerv tablosu .....	105

## **BÖLÜM BİR**

### **GİRİŞ**

Madencilikte bilgisayar kullanımında son yıllarda büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Madencilik kuruluşları artık kompüterize olmakta, bilgisayarları eskiden sadece rezerv hesaplamaları için kullanan jeolog ve maden mühendisleri, bilgisayarların kendilerine her türlü proje ve etüd çalışmasında yardımcı olmasını istemektedirler. Dolayısıyla madencilikte bilgisayar uygulamalarında büyük bir artış ve çeşitlilik söz konusudur.

Bir maden sahasında üretime geçmeden önce eldeki tüm verilerin toplanarak büyüteç altına yatırılıp, yapılacak üretim için ekonomik olup olmadığı konusunda analiz yapmak gereklidir. Bunun için bazı öncelikli işlemleri uygulamaya geçirmek şarttır. Bu işlemler; maden ocağı için düşey ve yatay kuyuların kesitlerinin alınması, cevher yatağının üç boyutlu modelinin oluşturulması, cevher yatağının sınırlarının belirlenmesi ve jeolojik formasyonlarının konturlarının çizilmesi, rezerv hesaplamalarının yapılması, madencilik üretim yönteminin belirlenmesi, ocak tasarımının dizayn edilmesi gibi işlemlerdir.

Günümüzde zorlu madencilik koşullarında, daha büyük kapital gereksinimleri, sağlık, emniyet, iş güvenliği ve çevre düzenleme işlemlerinin uygulama zorunluluğu gibi nedenlerle maliyetler yükselmektedir. Artan ulusal ve uluslararası rekabet koşulları ve daralan kar marjları madencilik şirketlerini kendi işlemlerinde verimliliği arttırıcı yeni yöntemler geliştirmeye itmiştir. Buna karşı, bilgisayar donanımlarındaki hızlı gelişmeler onların madencilik endüstrisinde kullanılmasını kolaylaştırmıştır. Dolayısıyla bir madenin tasarlanması, ekipman seçimi, madencilik işlerinin kısa ve uzun vadeli planlanması, değişik seçeneklerin karşılaştırılması, işlemlerin otomatik ölçme ve kontrolü gibi problemlerde el emeğine daha az dayalı yeni yöntemler gelişmiş ve bilgi bankalarına gerek duyulmaya başlanmıştır. Geçen kırk yıl boyunca ilgili madencilik kuruluşları, üniversiteler çok sayıda uygulamalar yapmışlardır. Yeni bilgisayar uygulamaları için çok sayıda konferanslar, seminerler düzenlenmiştir (Nasuf, 2000).

Bu tez çalışmasında Surpac 6.2 bilgisayar paket programı tanıtılmış, temel maden değerlendirme fonksiyonları detayıyla anlatılmış ve EUAŞ Seyitömer Linyit İşletmesine bağlı S-49 Panosunun üzerinde açılan 31 adet sondaj kuyusunun verileri programa yüklenerek bir uygulama yapılmıştır. Bu amaçla; programın tanıtılması, sondaj kuyu değerleriyle sağlıklı bir veri tabanı oluşturulması, oluşturulan verilerin listelenmesi, sondaj kuyularının üç boyutlu görüntülenmesi, DTM (digital terrain model) ve string mantığının anlatılması, rezervin hesaplanması, kontur haritalarının çıkarılması, açık ocak tasarımının yapılması ve elde edilen bilgilerin rapor haline getirilmesi gibi işlemler yapılmıştır. Ayrıca, işletmenin maden sahasının jeolojisi, sahada yapılan üretim, makine-ekipmanlar hakkında genel bilgilere de yer verilmiştir.

## **BÖLÜM İKİ**

### **MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE BİLGİSAYAR KULLANIMI**

#### **2.1 Madencilikte Bilgisayar Kullanımının Evrimi**

Dünyada, bilgisayar teknolojisindeki ve performans/fiyat oranındaki hızlı gelişmeye paralel olarak madencilik sektöründe bilgisayar kullanımında da büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

Madencilik firmaları artık kompüterize olmakta, bilgisayarları eskiden sadece rezerv hesaplamaları için kullanan jeolog ve maden mühendisleri ise bilgisayarların kendilerine her safhada yardımcı olmasını istemektedirler. Dolayısıyla madencilikte bilgisayar uygulamalarında büyük bir artış ve çeşitlilik söz konusudur. Bir maden sahasında ilk dekapaj kamyonunun hareket etmesinden önce birçok verinin toplanıp organize edilerek analiz edilmesi gereklidir. Bu aşamaya gelene kadar yapılan işlemlerdeki önemli adımları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

- a)** Sondaj ve jeolojik verilerin, yüzey jeolojisi, jeokimya, jeofizik bilgilerini de kullanarak değerlendirilmesi ve yatağın göz önünde canlandırılması,
- b)** Düşey ve yatay kesitlerin alınması,
- c)** Cevher yatağının üç boyutlu modelinin oluşturulması,
- d)** Cevher yatağının gerçeğe çok yakın bir şekilde modellenmesi için yatağın sınırlarının ve jeolojik formasyonların konturlarının belirlenmesi,
- e)** Tenör ve diğer kalite ölçüm değerlerinin hesaplanması,
- f)** Rezerv hesaplamalarının yapılması,
- g)** Madencilik yönteminin belirlenmesi,
- h)** Ekonomik fizibilite çalışmaları

Yukarıda sıralanan madencilik fizibilite projelerindeki bu işlemlerin çözümüne yardımcı olacak basit elle yapılan hesaplamalardan, bilgisayarla yapılan hesaplamalara kadar değişen birçok teknik geliştirilmiştir. Elle yapılan hesaplama tekniklerinde sadece rezerv hesaplamalarına kadar gelinip kısa vadeli planlama yapılmaktaydı. Bilgisayarların tanıtılması ile madencilik endüstrisindeki uygulamalarda artmıştır. Ayrıca elle yapılan hesaplamalar insan gücü ve zaman

gerektirmektedir. Bilgisayar modellerinin oluşturulması başta elle yapılan tekniklere yakın bir zaman alıyorsa da herhangi bir değişiklik yapılmasında ve çeşitli planların denenmesinde bilgisayarın tartışılmaz farkı ortaya çıkar. Madencilik endüstrisinde bilgisayar uygulamaları 1960 yılından beri kullanılmaktadır. İlk yıllarda yapılan basit uygulamalardan günümüze sayı ve nitelik bakımından gelişerek gelen uygulamalar günümüzde bilgisayarların artık madenciliğin her aşamasında kullanılmasını kaçınılmaz kılmıştır. Bu gelişmelerin ana nedeni ekonomiktir. Günümüzde zorlu madencilik koşulları, daha büyük kapital gereksinimleri, yeni sağlık, emniyet ve çevre kurallarının uygulama zorunluluğu gibi nedenlerle maliyetler yükselmektedir. Buna ek olarak, bilgisayar donanımlarındaki hızlı gelişmeler onların madencilik endüstrisinde kullanılmasını kolaylaştırmıştır. Bunun sonucu olarak bir madenin tasarlanması, alet seçimi, madencilik işlerinin kısa ve uzun vadeli planlanması, değişik seçeneklerin karşılaştırılması, işlemlerin otomatik ölçme ve kontrolü gibi problemlerde daha az düşünceye dayalı yeni yöntemler gelişmiş ve bilgi bankalarına gerek duyulmaya başlanmıştır. Geçen elli yıl boyunca ilgili madencilik kuruluşları, üniversiteler çok sayıda uygulamalar yapmışlardır. Yeni bilgisayar uygulamaları için çok sayıda konferanslar, seminerler düzenlenmiştir. Özellikle 1990'lı yılların ikinci yarısından sonra Windows işletim sisteminin de tanıtılması ile madencilikte entegre yazılımlar geliştirilmiştir (Nasuf, 2000).

## **2.2 Madencilikte Bilgisayarların Kullanım Alanları**

Bilgisayarlar bir madenin planlanmasının hemen hemen her aşamasında kullanılmaktadır. Yeni yazılımların geliştirilmesi ile birçok makale yazılmış ve seminerler düzenlenmiştir. Günümüzde mevcut yazılımlar tek amaçlı yazılımlardan çok amaçlı entegre yazılımlara kadar değişmektedir. Tek amaçlı yazılımlar özel bir probleme (örneğin; bant nakliyatı, kepçe/kamyon veya dragline/kamyon işlemleri, havalandırma vb.) çözüm ararlar. Bu programlar çok amaçlı programlara göre daha az hafıza gerektirir ve çalışmaları kolaydır. Entegre yazılımların modüler bir yapısı olup farklı firmaların yazılımlarını kullanılabilecek ara birimleri mevcuttur. Bu yazılımlarda bir işlemten diğerine geçiş oldukça kolaydır (örneğin; bir kere veri tabanı oluşturulursa, haritalar çizilebilir, maden yatağı modellenebilir ve maden planlanabilir). Bu tür yazılımlar genellikle menüler ve ekrandan yardım mesajları ile

interaktif grafikler içerebilirler. Çıkış dosyaları AutoCAD vb. gibi çok yaygın kullanılan grafik programlarıyla uyumludur.

Bilgisayarların madencilik endüstrisindeki uygulama alanlarına gelirsek (Nasuf, 2000);

### ***2.2.1 Maden Tesis Yönetimi ve Organizasyonu (Mine Management)***

- Maliyet ve muhasebe hesaplamaları
- Yedek parça stok kontrolü
- Sipariş verme, faturalama ve postalama
- Günlük üretim, kömür ve cevher kalite, bakım onarım, aletlerin maliyeti, işçilik maliyeti ve diğer önemli bilgilerin kayıtları ile ilgili veri tabanı oluşturma
- Proje yönetimi
- Üretim planlaması

Bu uygulamalar, işlemlerin planlanması ve organize edilmesi, böylece maliyetin düşürülmesi amacıyla yapılmaktadır.

### ***2.2.2 Kaynakların Değerlendirilmesi (Resource Evaluation)***

- Maden sahası ile ilgili sondaj verileri (sondajın koordinatları, damar ve ara kesme kalınlıkları, damar giriş kotları, kalite değerleri vb.), ruhsat sınırı, topoğrafik, jeolojik, jeofizik ve jeoteknik bilgilerinin değerlendirilip bilgisayar dosyaları olarak bir veri tabanında saklanması
- Harita çizimleri (kontur, eş özellik vb.)
- Rezerv hesaplamaları
- Açık işletmelerde yerinde ve işletilebilir rezerv, atık hacmi, dekapaj oranı verilen bir işletme sınırı için hesaplamalar yapılabilir.

### ***2.2.3 Maden Tasarımı (Mine Design)***

- Madencilik yönetimine karar verebilmek için üretim yönteminin plan ve kesit çizimleri
- Jeoteknik bilgilerin değerlendirilmesi (tavan taşı, kalınlık konturu vb.)

- Bilgisayar destekli tasarım kullanımı

#### **2.2.4 Ölçme ve Kontrol (Monitoring and Control)**

Kişisel bilgisayar teknolojisinin tanıtılmasıyla ölçme ve kontrol sistemlerinde büyük gelişmeler olmuştur. Bunlara örnek olarak;

- Yeraltı madenciliğinde çevre koşullarını (metan, toz, hava akış hızı, karbondioksit, karbonmonoksit vb.)
- Açık işletmelerde kamyon sevk ve atama işlemlerinde
- Madencilik donanımlarının arıza ve performansını ölçme ve kontrol sistemleri
- Şevlerin stabilitesini ölçme ve kontrol sistemleri

#### **2.2.5 Madencilik İşlemleri (Mining Operations)**

Madencilik işlemlerinin planlanması, analizi ve optimizasyonu hesaplamalarında kullanılmak üzere çok sayıda bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları veri tabanı yönetimi, hesap tablosu, yön-eylem araştırması teknikleri ve simülasyon yazılımlarıdır. Bu programları kullanarak yapılan işlemler;

- Sistem değerlendirme (teklif edilen madencilik yönteminin belirtilen amaç doğrultusunda değerlendirilmesi, uygunluğunun araştırılması)
- Alternatif sistemlerin karşılaştırılması (değişik madencilik yöntemlerinin karşılaştırılması)
- Performans tahmini (belirli koşullarda sistemlerin performanslarını tahmin etme)
- Duyarlılık analizi (sistemin performansına etki eden parametrelerin hangisinin kritik olduğunu bulmamızı sağlar)
- Fonksiyonel ilişki (sistemin farklı değişkenleri arasında ilişki aramamızı sağlar)
- Sistem optimizasyonu (sistemin hangi kombinasyonları veya bileşenlerinin en iyi performansını sağlayacağını aramamızı sağlar)

### **2.2.6 Kömür Hazırlama (Coal Preparation)**

- Veri toplama
- İşlem değerlendirme ve performans tahmini
- Tesisin optimizasyonu
- Otomatik işlem kontrolü ve uzman sistem uygulamaları

### **2.2.7 Ekonomik Değerlendirme (Economic Evaluation)**

- Nakit akışı analizi
- Risk analizi

## **2.3 Entegre Madencilik Yazılımları**

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 işletme dizaynı, maliyet analizleri gibi birçok yazılımların birleştirilmesiyle uzman yazılımlar haline gelmiştir. Günümüzde her çeşit maden yatağının üç boyutlu dizaynı yapılabilmektedir. Ayrıca cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemlerinin de bilgisayarda modellemesini yapan yazılımlar da mevcuttur.

Dünyada yaygın olarak kullanılan madencilik yazılımlarını Surpac, Datamine, Vulcan, Lynx, Microlynx, Medsystem, PC Mine, Carlson, Earthworks, Gemcom, MineSuite, Micromine, MinCom, MineMap, Minex, Mintec, Rockmate, Runge Mining, Techbase, Rock Works, Whittle Programming olarak sıralayabiliriz. Entegre madencilik yazılımlarında bir veri tabanı oluşturulduktan sonra haritaların çizilmesi, yatağın modellenmesi ve madenin planlanması, başka bir yazılıma ihtiyaç duyulmadan yapılabilir. Bu yazılımların en önemli özelliklerinden birisi kullanıcıya çok sıkıcı gelen veri dosyalarının yazılması ve organizasyonunu perde arkasında yapıp kullanıcıya hissettirmemesidir.

Bu madencilik yazılımları genellikle aşağıdaki birimleri içermektedir (Nasuf, 2000):

### ***2.3.1 Veri Tabanı Yönetimi***

Arama faaliyetleri sırasında sahada yapılan sondajlardan elde edilen verilerin depolanması, sınıflandırılması, değerlendirilmesi, logların oluşturulması, dataların temel istatistik analizlerinin yapılması, her doğrultuda jeolojik kesitlerin alınması ve görüntülenmesi, rapor edilmesi vb. işlemler "jeolojik veri tabanı formülü" adı verilen veri tabanı yöntemiyle yapılmaktadır. Bu veri tabanları artık Windows ortamında; Microsoft Access, Paradox, Oracle(Unix), Informix(Unix) gibi popüler veri tabanları ile uyumludurlar. Bu da veri transferi yapılabilmesi açısından önemlidir. Veri tabanının bu tür yazılımlarda önemli bir yeri olup, yazılımın aşağıda açıklanacak diğer modülleri tarafından da yoğun olarak kullanılmaktadır.

### ***2.3.2 Yüzeylerin Modellenmesi ve Haritalanması***

Maden sahasının ve çevresinin topoğrafik durumu, sahanın planlanmasında önemli parametrelerdir. Topoğrafik bilgisayar ortamına aktarılması için mevcut haritalardaki konturlar veya üç boyutlu topoğrafik noktalar sayılaştırıcı ile bilgisayara yüklenir. Günümüzde bu işlem direkt olarak tarayıcı vasıtasıyla da yapılmaktadır. Eğer araziden alınmış sayısal datalar mevcut ise, paket programların topoğrafya modeli kullanılarak dxf uzantılı olarak direkt transfer yapılır ve sahaya ait tüm veriler girilir. İşletme içerisindeki ve çevresindeki bina ve yerleşimler, sondaj noktaları, mevcut işletme basamakları, yollar ve diğer veriler topoğrafik veri tabanına yüklenir. Maden ocağında yeni aynalar oluşturulması gerektiğinde teknik ve ekonomik açıdan en uygun yerin belirlenmesinde topoğrafik veri tabanına yüklenen veriler kullanılır. Mevcut işletme ve topoğrafik datalar girildikten sonra, "Digital Terrain Modelleme (DTM) modülü" ile üç boyutlu olarak (3D) işletmeinin durumu ve çevresi modellenir. DTM modülü, kullanıcı tarafından belirlenen kısıtlara bağlı olarak (kod, jeolojik formasyon, kimyasal analiz değerleri vb.) belirlenen yüzeyi ileri bir programlama tekniği ile üçgenler oluşturularak üç boyutlu olarak modeller.

### ***2.3.3 Maden Yatağının Modellenmesi***

Maden yatağının analizinde arazide elde edilen topoğrafik, jeolojik, sondaj ve diğer kimyasal analiz değerleri bir veri tabanında saklanmakta ve bu verilerin istatistik analizleri yapıp, istenen formatta rapor edilmeleri sağlanabilmektedir.

Ayrıca programların diğer modülleri de bu veri tabanını kullanarak üç boyutlu modelleme, rezerv hesabı, planlama ve diğer işlemleri gerçekleştirmektedirler.

String (çizgi) ve solid (katı) modelleme tekniklerinde kesitlere ayrılmış maden yatağında her bir kesitteki sondaj loglarının içerdiği kimyasal analiz ve jeolojik formasyon verilen, stringler kullanılarak kesitler arasında otomatik olarak interpolasyon yapılarak üç boyutlu jeolojik modeller oluşturulmaktadır.

Blok modelleme olarak bilinen yöntemde saha data sıklığına ve sahanın yapısına bağlı olarak belirlenen sınırlar içerisinde bloklara ayrılmaktadır. Bunlar; düzenli sabit blok model, değişken blok model ve düzensiz blok model olarak üç şekilde yapılmaktadır. Madencilik programlarında sabit blok model en çok kullanılanıdır. Data noktasından uzak blokların değerlerinin atanmasında çok sayıda değişik matematik ve mühendislik yaklaşımları kullanılır. Her bloğa ait değerler (sayısal ve/veya tanımlayıcı) direkt, en yakın komşu, n'inci dereceden uzaklığın tersi, kriging vb. yöntemlerle yapılmaktadır. Paket program seçiminde bu seçeneklerin kullanım alanına bağlı olarak göz önünde tutulması gereken önemli bir parametre olmaktadır.

Jeoistatistik modelleme tekniğinde maden yatağı temel istatistik değerlendirmeden sonra, mevcut data seti için uygun olan ileri jeoistatistik teknikleri ile iki veya üç boyutlu variogram analizleri yapılmakta ve saha bilgisayar ekranında interaktif olarak modellenmektedir. Bu modelleme tekniği; variogramların hesaplanması, variogram modellenmesi ve nihai olarak da variogram modelin geçerliliğinin test edilmesini kapsamaktadır.

Mesafenin tersi yöntemiyle modelleme tekniği ise, jeoistatistik modellemeye göre daha kolay ve daha az zamanda maden hakkında tanımlama yapabiliriz. Bu çalışmada modelleme olarak mesafenin tersi yöntemi (inverse distance) kullanılmıştır.

#### ***2.3.4 Rezerv Hesaplama***

Klasik rezerv hesaplama yöntemlerini kullanan yazılımlar bu işlemi geometrik interpolasyon yöntemi ile yapmakta olup yaygın olarak poligon metodunu kullanmaktadırlar. Bu yöntemde poligonlar bilgisayar yardımıyla çizilir ve

poligonların sınırladığı alan içerisinde kalan cevher tenörü sondaj verilen yardımıyla bulunup poligonlara atanır. Poligonlar yerine üçgenlerde kullanılmakta olup, üçgenlere köşelerdeki cevher kalınlığı değerleri atanması sonucunda üçgen prizmalar oluşturulur. Bu prizmaların hacimleri bilgisayar tarafından hesaplanıp cevher yoğunluğu ile çarpılarak rezervler hesaplanır.

Jeoistatistik yöntemle rezerv hesabında maden yatağının iki veya üç boyutlu variogram analizleri yapılması suretiyle elde edilen sonuçlara uygun olarak saha bloklara ayrılır ve bu bloklara tenör değerleri atanır. Bu suretle blokların rezervi ve toplam rezerv hesaplanır.

### ***2.3.5 Maden İşletmesinin Planlanması ve Üretimin Optimizasyonu***

Topoğrafik harita alma özellikle açık işletme tasarımında, yolların oluşturulmasında ve yardımcı tesislerin yerleştirilmesinde önemli olmakta ve bu işlem genellikle topoğraf ve BDT modülü vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Açık işletme tasarımı yapan bütün programlar genellikle yol tasarımı, basamakların tasarımı gerçekleştirmekte, zaman içinde ocağın görünümünü grafik olarak iki veya üç boyutlu gösterebilmektedirler. Madencilik tasarımı yapan programlar çoğunlukla açık işletmeler için kullanılmakla birlikte son yıllarda bilgisayar da grafik ortamda yeraltı işletme tasarımının yapılmasında da kullanılmaktadır. Yeraltı işletme tasarımında gerek göz önüne alınması gereken parametrelerin çokluğu, gerekse işletme metotlarının çeşitliliği, tasarımın bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesinde çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Ana ve tali hazırlıkların teşkili, üretim ünitelerinin oluşturulması vb. işlemler üç boyutlu olarak grafik ortamında bilgisayarda planlanmaktadır.

Üretim planlaması; ekipman seçimi ve maliyet analizi amaçlı programlarının çoğunda bulunmayan optimizasyonu gerektiren problemlerdir. Açık işletme nihai sınırının optimum olarak tespitinde önceden oluşturulan cevher yatağının blok modeli kullanılmaktadır. Nihai açık işletme sınırının belirlenmesinde kullanılan çeşitli algoritmalarından en yaygın olarak kullanılanı Leresh ve Grossman algoritmasıdır. Bunun yanında hareketli koni (Moving Cone), Korobov algoritması ve 3D dinamik programlama algoritmaları da uygulama alanı bulmaktadır. Açık

işletmelerde bu amaçla en çok kullanılan Whittle Programming, Lercsh-Grossman algoritması kullanılmaktadır.

### **2.3.6 evre Modelleme**

Entegre madencilik paket programlarında, son zamanlarda oldukça önem kazanan bir konu olan evre modellemede de grafik ortamın ve ileri programlama tekniklerinin sağladığı avantajları kullanan Solid modelleme, DTM ve String modelleme modülleri, "farklı sonlu elemanlar" yaklaşımı ile yeraltı suyu akış karakteristikleri ve pompaj verimleri, toprak kirlenmesi, atmosferik kirlenme modellenmektedir. Ayrıca atıkların depolanması, madencilik faaliyetleri sonucu bozulan yüzeylerin yeniden düzenlenmesi için planların daha madenciliğin tasarım aşamasında yapılabilme imkanı vermesi ve bütün fiziksel ve jeolojik değişkenlerin evre parametreleri ile birlikte değerlendirilmesi, evre projelerinde optimum çözümlere ulaşmasını sağlamaktadır. Son yıllarda artan evre baskılarının madenciliği olumsuz etkilediği ülkelerde bu programlarla evre projelerinin oluşturulması önemli avantajlar sağlamaktadır.

### **2.4 Bilgisayar Uygulamalarının Geleceği**

Grldği gibi, genellikle tasarım ve planlama işlerinde bilgisayarların kullanımı, işlemlerin çabuklaştırılması ve rekabet açısından kaçınılmazdır. Rekabet ortamını bir kenara bırakırsak, günümüzde madencilik dalında bilgisayarların kullanılmasının nedenlerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- a) Donanımların boyutları küçülürken, fiyatları da ucuzlamıştır.
- b) Bu gelişmelere paralel olarak maden sahaları veya merkez ofislerde genellikle iş istasyonu, kişisel bilgisayar orjinli sistemler tercih edilmektedir.
- c) Madenciliğin zel konuları için çok sayıda yazılım geliştirilmesi ile seçim alternatifleri çoğalmıştır.
- d) Bilgilerin bir merkezde toplanıp değerlendirebilmesi için veri tabanı sistemleri kullanılmaktadır.
- e) Bilgisayar yardımıyla etkileşimli grafik çizimleri yapılabilir.

- f) Yazılımlardaki gelişmelere paralel olarak artık yazılımlar arası entegrasyon mümkün olabilmektedir.

Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişme yüzünden madencilik endüstrisinde bilgisayar uygulamalarının geleceğini önceden tahmin etmek oldukça zordur. Geçmişte ve günümüzde yapılanlara bakılarak bazı tahminleri yapmak mümkün olabilir;

- a) Bilgisayarların madencilik endüstrisindeki etkileri artacak ve madenciliğin hemen hemen her aşamasında ve işleminde kullanılmaya başlanacaktır.
- b) Günümüzdeki iş istasyonları hem daha güçlü hem daha kolay ulaşılabilir ve ucuzdur.
- c) Şirket veya madencilik kuruluşlarının merkezlerinden günü gününe her türlü işlem, donanım anında izlenip kontrol edilebilecektir. Ayrıca tüm veriler bu merkezde toplanıp analiz edilebilecektir. Bunun için internet ortamından yararlanmak mümkün olacaktır. Bu şekilde her türlü bilgiye ulaşmak çok kolaylaşacaktır.
- d) Ölçme ve kontrol, uzaktan kontrol ve robotik teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde bilgisayar kontrollü son derece mekanize madenler oluşacaktır (Nasuf, 2000).

## **BÖLÜM ÜÇ**

### **MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE ARAMALAR VE PLANLAMA**

#### **3.1 Giriş**

Madencilik genel olarak yerkabuğunda bulunan ve insanlığa gerekli olan minerallerin aranması, bulunarak çıkarılması gibi işlemleri kapsar. Gerek yeraltı gerekse açık ocak maden işletmeciliğinde mineral üretimine geçmeden önce maden yatağında bazı aramalar yapılarak maden yatağının varlığı ve yaygınlığı saptandıktan sonra miktar, kalite yani rezerv ve tenör ile mineralin özelliği hakkında bilgi toplanır. Yatağın tenörü ve rezervi bilindikten sonra minerale olabilecek talep göz önünde bulundurularak senelik üretim, maden yatağının ömrü ve işletme için gerekli olacak yatırım miktarı saptanır. Madencilik yapmak için gerekecek yatırım miktarı, çalışma şekline göre değişiklik gösterebilir.

Mineralin yeraltından çıkarıldığı gibi hiçbir işleme tabi tutulmadan satıldığı küçük boyutlu bir maden yatağı için yatırım; maden yatağının bulunduğu sahanın alınması, yol ve bina inşası ve donanımlardan ibarettir. Oysa büyük boyutlu bir maden yatağı için bunlara ek olarak; mineral zenginleştirme, izabe, işçi siteleri, demiryolu hatta liman inşası gibi yatırımlara gerek duyulabilir. Madencilikte yatırım, büyük ve risk diğer sanayi dallarına kıyasla daha fazladır. Bu nedenlerle üretime geçebilmek için yapılacak arama faaliyetleri ve buna bağlı olarak yapılan planlama ve hazırlıkların önemi çok büyüktür.

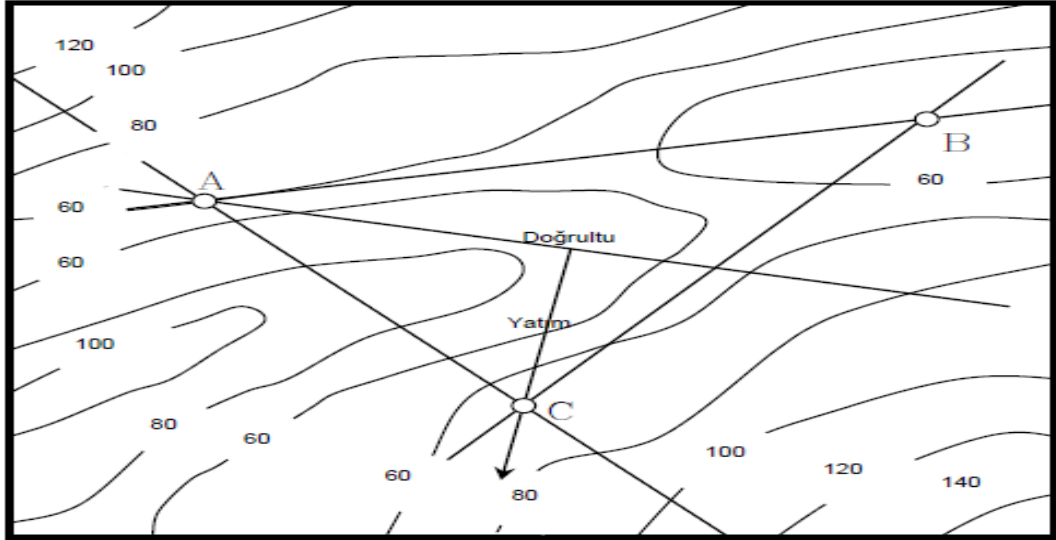
#### **3.2 Madencilikte Sondaj**

Gerçek bir sonuca ancak bir maden yatağının bulunduğu tahmin edilen arazide renk, şekil, döküntü vb. rastlanıldığı zaman yerüstünde açılan çukurlar, yarmalar ve kuyular, yeraltındaki kuyu ve galeriler ve sondaj gibi işler yapıldıktan sonra erişilebilir. Büyük çapta madencilikte sondaj açılması zorunlu olmaktadır ayrıca arama ve araştırma işlerinde kuyu açılacak yerde sondaj yapılması daha ucuz olmakta ve sonuca daha hızlı ulaşmayı sağlamaktadır.

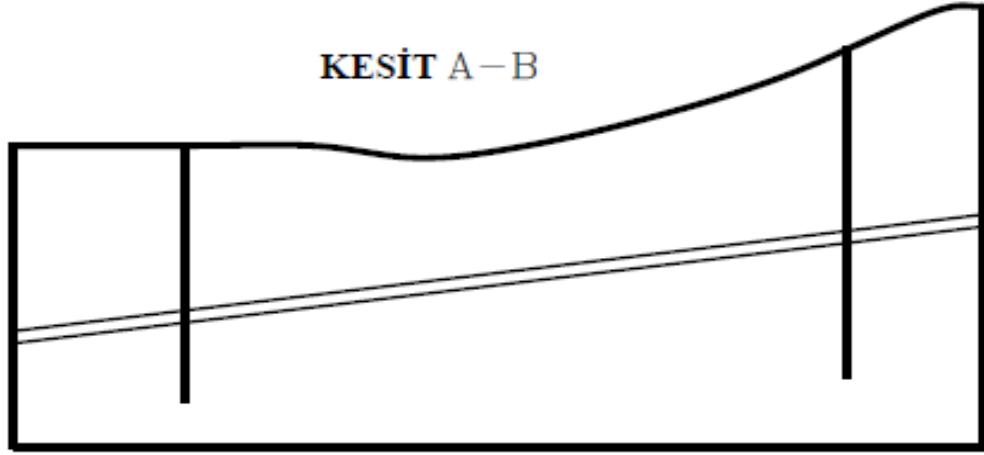
### 3.3 Sondaj Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sondaj yapılarak maden yatağının derinliği, damar veya cevher kitlesinin kalınlığı, eğimleri ve yan taşlarının özelliği hakkında bilgi edinilir. Arazide yapılan sondajların yeri topoğrafik haritada işaretlendikten sonra birbirini takip eden sondajların arasında alınan kesitler çizilerek maden yatağı hakkında tam bir bilgi elde edilmeye çalışılır. Sondajlar damar halindeki bir maden yatağını, örneğin bir kömür damarını kesmişlerse, damarın kesilme derinliğine göre damarın doğrultusu eğimi bulunulabilir (Saltoğlu, 1991).

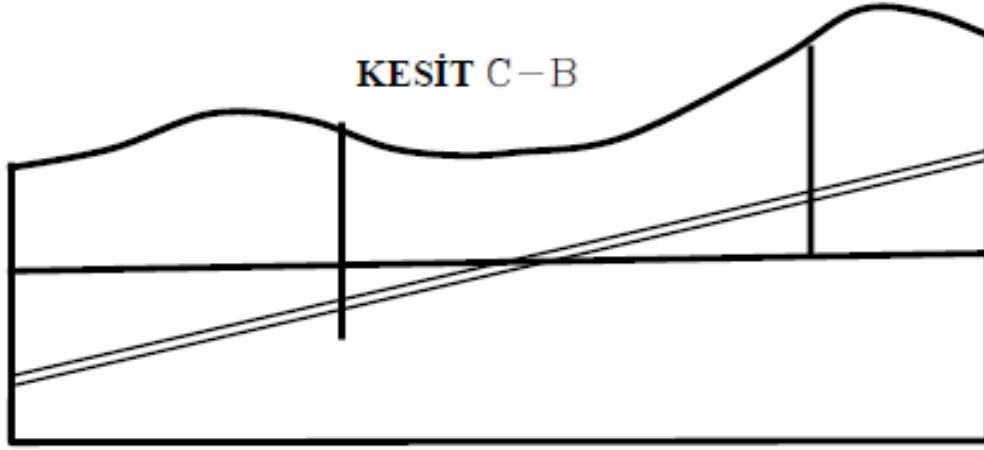
Damarda herhangi bir atım veya kıvrılma söz konusu olmazsa bu işlem için 3 adet sondaj yeterlidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Damarın doğrultusu ve eğiminin bulunuşu (Öngen, 2008).



Şekil 3.2 A-B kesitinin alınması (Öngen, 2008).



Şekil 3.3 C-B kesitinin alınması (Öngen, 2008).

Cevher adese veya kafa şeklinde görünüyorsa sistematik olarak yapılan sondajların cevheri kestiği yerler işaretlenerek sondajlar arasındaki cevherin durumu çizilebilir.

Damarda dalgalanmalar söz konusuysa, kesitler çizilerek dalgalanmalar saptanır. Bu durumda sondaj sayısının fazla olması gerekmektedir. Tabii bu tür yatakların yorumları yapılırken hata payları fazla olmaktadır (Saltoğlu, 1991).

Dalgalanma görülen damarlarda, damarın şeklini üç aşamada değerlendirebiliriz:

- Sondajlar arası uzaklığa bağlı olarak kesitlerin alınması

- Damarların yönü ve şeklinin tayini
- Kesitlerin birleştirilmesi ve tayini

Kesitler belli aralıklarla alınır ara kesmelere bağlı olarak damarlanma doğrultuları belirlenir ve diğer kesitlerdeki damarlanma doğrultusuna paralel olarak damarlar birleştirilir ve rezerv hesabı yapılır. Ara kesme kalınlıkları az olan yataklarda ara kesme üretim esnasında yapılabilecek selektif ayırmaya bağlı olarak rezerv içine katılabilir.

### **3.4 Maden Yatağının Rezervi**

Maden yatağının rezervi, özellikle üretime geçebilmek için yapılacak yatırımların büyüklüğünü belirlemek açısından önemlidir. Bu yatırımlar yeraltı madenciliği için, gerekli olan galeri, kuyu açılması, makine yedek parça, malzeme stokları, yerüstü tesisleridir (büro, sosyal tesisler, yollar, liman vb.). Açık işletme madenciliği için ise arazi ve bina istimlakları, yol güzergahı, teçhizat alımı ve yatırımlarıdır. Rezerv miktarı bulunduktan ve yatağın ömrü belirlendikten sonra yapılacak yatırımların ve alınacak teçhizatın ömürleri maden yatağının ömrüne uygun olmalıdır. Yani maden yatağı bittikten sonra teçhizatında kendini amorti etmiş olması istenir. Bu durum teçhizatın farklı ömürlerinden dolayı tam anlamıyla uygulanabilmesi hemen hemen mümkün değildir. Dolayısıyla idame yatırımları adı altında ömrünü tamamlayan teçhizatın yerine yenisini almak gerekecektir. Genellikle yapılacak yatırımların değeri mevcut rezervin tümünü satış fiyatının % 20'sini şekilde olmalıdır. Bu nedenle yüksek kaliteli bir maden yatağı rezerv yetersizliğinden değersiz olabilir (Saltoğlu, 1991).

Rezerv hesabı, bütün bir yatak için rezerv ve ortalama tenörün hesaplandığı çalışmaları içerir ve fizibilite incelemesinin ilk ve en önemli adımını oluşturur. Doğru hesaplanmayan rezervler, maden yatağının yanlış bir şekilde işletilmeye alınmasına ya da ekonomik olduğu halde işletilmemesine yol açabilir. Bu bakımdan kullanılacak rezerv hesaplama yöntemi iyi seçilmelidir.

### 3.5 Damar Kalınlığının Bulunması

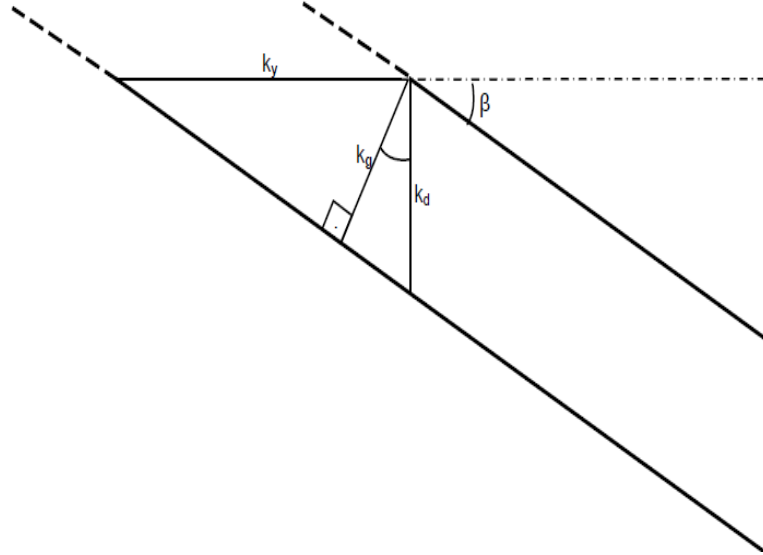
Belirli eğimi olan bir damarın 3 kalınlığı vardır.

Bu kalınlıklar;

- $k_g$ : gerçek kalınlık
- $k_y$ : yatay kalınlık
- $k_d$ : düşey kalınlık

$$k_g = k_d \times \cos\beta = k_y \times \sin\beta \quad (3.1)$$

bağıntısıyla bulunur.

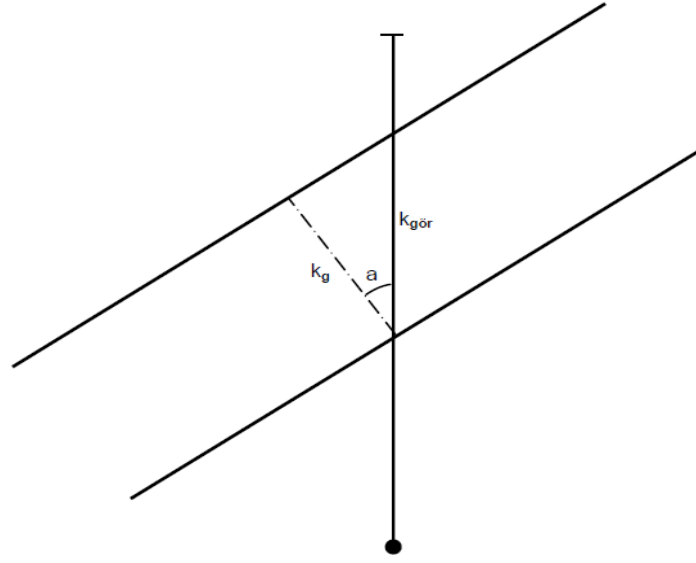


Şekil 3.4 Yatay, düşey ve gerçek kalınlıklar (Öngen, 2008).

Damar kalınlığı doğrultuya çapraz bir açı ile ölçülecek olursa kalınlığı düzeltmek için görünür kalınlık  $k_{gör} \cdot \cos a$  ile çarpılır.

$$k_g = k_{gör} \times \cos a \quad (3.2)$$

a: görünür kalınlık düzlemi ile doğrultuya dik düzlem arasındaki açı



Şekil 3.5 Damar kalınlığının doğrultuya çapraz olması (Öngen, 2008).

Eğer kalınlık gerçek yatıma çapraz açı ile ölçülecek olursa, gerçek kalınlık  $k_g$ , yatay kalınlık  $k_y$  ve düşey kalınlık  $k_d$ ,  $\alpha=0$  için;

$$k_g = k_{g\text{ör}} \times \sin(\beta + \theta) \quad (3.3)$$

$$k_y = k_{g\text{ör}} \times \sin(\beta + \theta) / \sin(\beta) \quad (3.4)$$

$$k_d = k_{g\text{ör}} \times \sin(\beta + \theta) / \cos\beta \quad (3.5)$$

bağıntılarıyla bulunur.

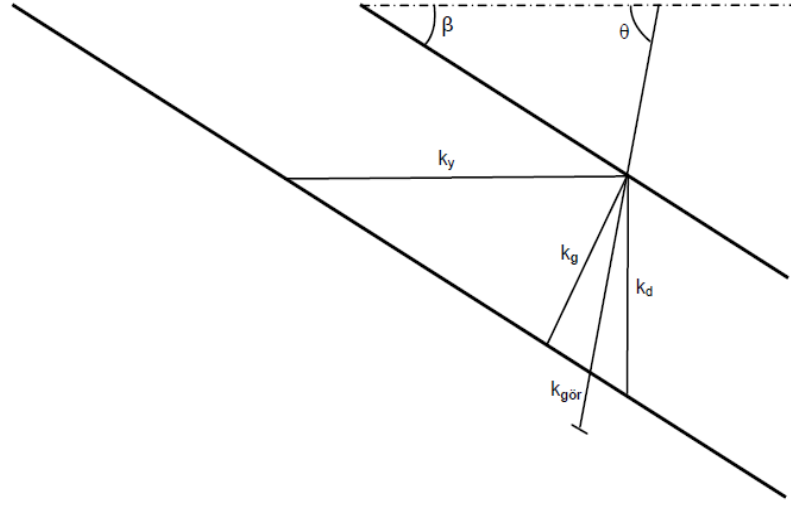
Burada;

$\theta$ : sondajın yatayla yaptığı açı yani sondajın eğim açısı

$\beta$ : damarın yatım açısı

$k_{g\text{ör}}$ : görünür kalınlık

Damar yatımının ve sondaj eğiminin uyumlu olmaması, yani damarı kesen sondajın doğrultuya ve yatıma çok keskin bir açı ile gelmesi gibi genel bir halde;



Şekil 3.6 Damar yatımı ve sondajın uyumlu olmaması hali (Öngen, 2008).

$$k_g = k_{gör} \times \cos\beta \times \cos\theta \times (\cos\alpha \times \tan\beta + \tan\theta) \quad (3.6)$$

$$k_y = k_{gör} \times (\cos\alpha \times \cos\theta + \cot\beta \times \sin\theta) \quad (3.7)$$

$$k_d = k_{gör} \times \cos\theta \times (\cos\alpha \times \tan\beta + \tan\theta) \quad (3.8)$$

$\alpha$ : sondajın bulunduğu düşey düzlemi ile doğrultu düzlemi arasındaki açı,

$\theta$ : damarı kesen sondajın eğim açısı.

### 3.6 Rezervin Hesaplanması

Maden yatağının rezervi, yatağın tespit edilen yüzeyi ile ortalama kalınlığının ve yoğunluğunun çarpımıyla bulunur. Hesapta esas olan belirli noktaları bilinen bir şeklin orta kısımlarını doldurmak ve dışarıya uzanımlarını düşünerek şekil ve hacim hakkında bir neticeye varmaktır. Burada önemli olan sondaj etki alanını kapsayan hacmi bulabilmektir.

#### 3.6.1 Kalınlık ve Alanın Bulunması

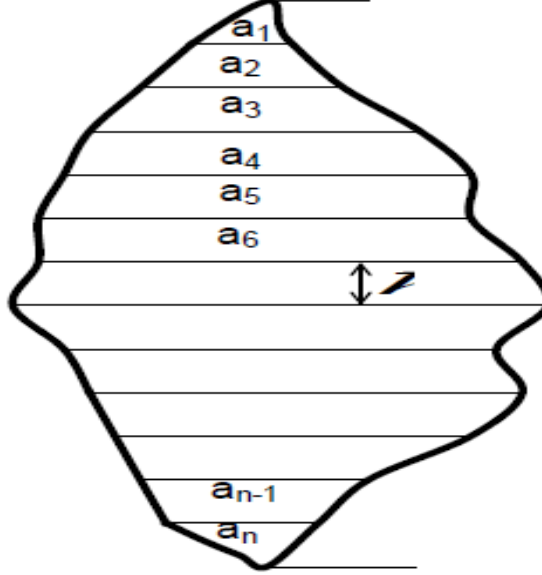
Bir yatağın değişik yerlerdeki kalınlıkları  $t_1, t_2, \dots, t_n$  ise ortalama kalınlık

$$t_{ort} = (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / n \quad (3.9)$$

aritmetik ortalama ile bulunur.

Alan hesabı ise planimetre veya milimetrik kağıt kullanılarak hesaplanır.

Yüzeyi eşit aralıklı paralel çizgilere bölerek meydana gelen yamukların toplam alanı bulunarak da hesaplanır.



Şekil 3.7 Yamuklara ayırma yöntemi ile alan bulunması (Öngen, 2008).

Burada alan;

$$S = ((a_1+a_2) / (2) \times h) + ((a_2+a_3) / (2) \times h) + \dots + ((a_{n-1} + a_n) / (2) \times h) \quad (3.10)$$

### 3.6.2 Şekilsiz Bir Yatağın Rezervinin Bulunması

Herhangi bir geometrik şekle sahip olmayan bir bloğun rezervinin hesaplanmasında kesitlere ayırma yöntemi uygulanır. Kesitlere ayırma yöntemleri standart yöntem, lineer yöntem ve eşdeğer çizgiler yöntemi diye üç grupta incelenir (Saltoğlu, 2005).

#### 3.6.2.1 Standart Yöntemler

3.6.2.1.1 Ortalama Alan Eşitliği. Birbirine paralel iki kesitin arasında kalan hacmin, dolayısıyla rezervin hesaplanmasında en basit olan yol, ortalama alan eşitliğinin kullanılmasıdır.

V: Hacim (m<sup>3</sup>)

Q: Rezerv (ton)

g: Yoğunluk (ton/m<sup>3</sup>)

H: Kesitler arası mesafe (m)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>: Birbirini takip eden kesitlerin alanları (m<sup>2</sup>)

Buna göre;

$$V_1 = (A_1 + A_2) / (2) \times (H_1) \quad (3.11)$$

$$Q_1 = V_1 \times g \quad (3.12)$$

Q<sub>1</sub> hesaplanan ilk rezervi temsil ettiği için toplam rezerv;

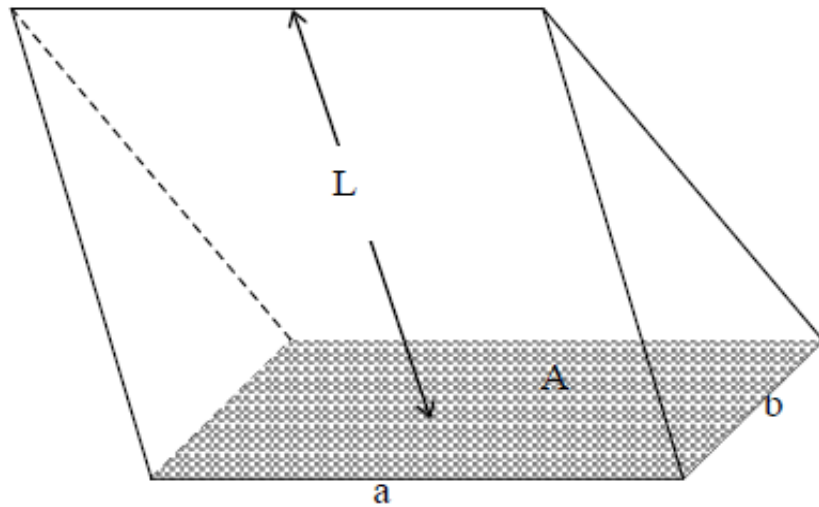
$$\sum_{i=1}^n Q = \left[ \frac{A_1 + A_2}{2} H_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} H_2 + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} H_{n-1} \right] \times g \quad (3.13)$$

formülü ile hesaplanır.

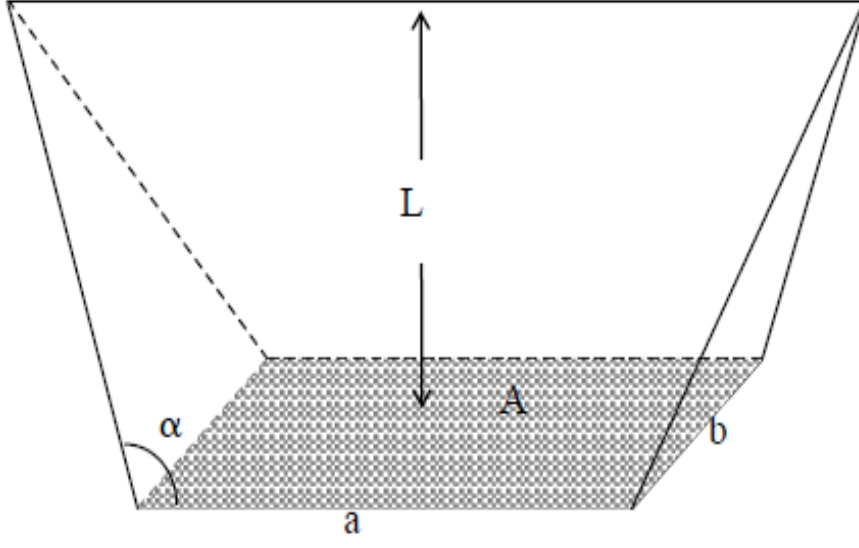
*3.6.2.1.2 Piramit Eşitliği.* Cevher yatağının şekli prizma veya koni şekillerinde olduğuna göre hacim, dolayısıyla rezerv hesabında aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

Yatak prizma şeklinde ise;  $V = (A / 2) \times H$  (3.14)

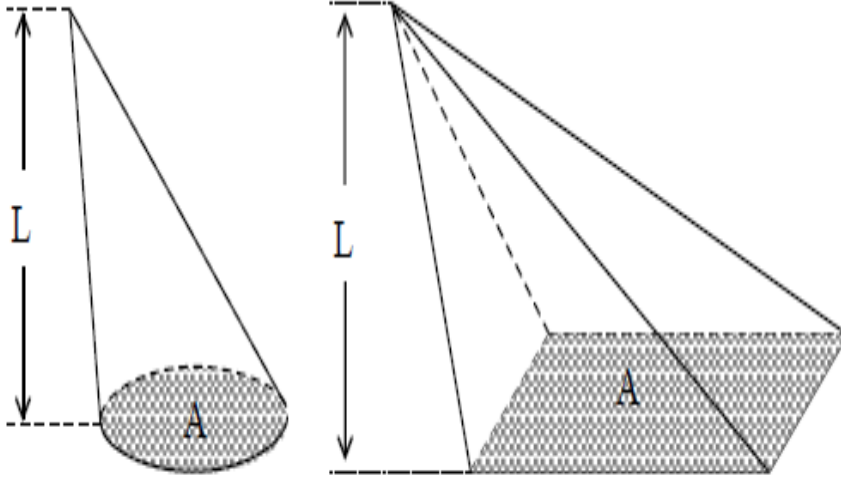
Yatak koni şeklinde ise;  $V = (A / 3) \times H$  (3.15)



Şekil 3.8 Prizma şeklinde yatak hacminin bulunması (Öngen, 2008).

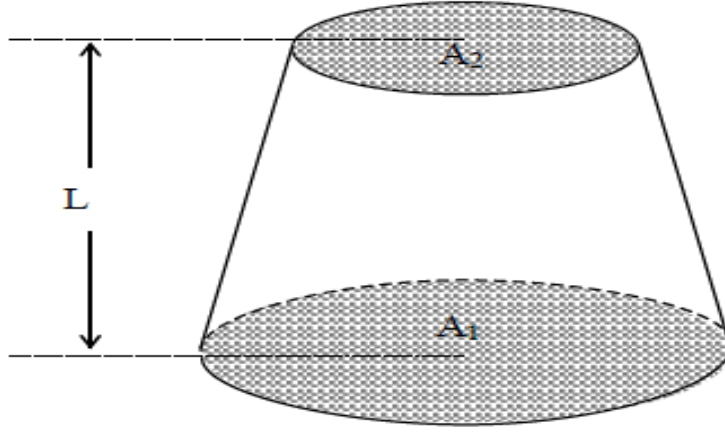


Şekil 3.9 Prizma şeklinde yatak hacminin bulunması (Öngen, 2008).



Şekil 3.10 Koni şeklinde yatak hacminin bulunması (Öngen, 2008).

3.6.2.1.3 *Kesik Koni Eşitliği*. Paralel yatay kesitlerin alanları  $A_1$  ve  $A_2$  ise cevher bloğun hacmi;



Şekil 3.11 Kesik koni şekilli yatak hacminin bulunması (Öngen, 2008).

$$V = \frac{L}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2}) \quad (3.16)$$

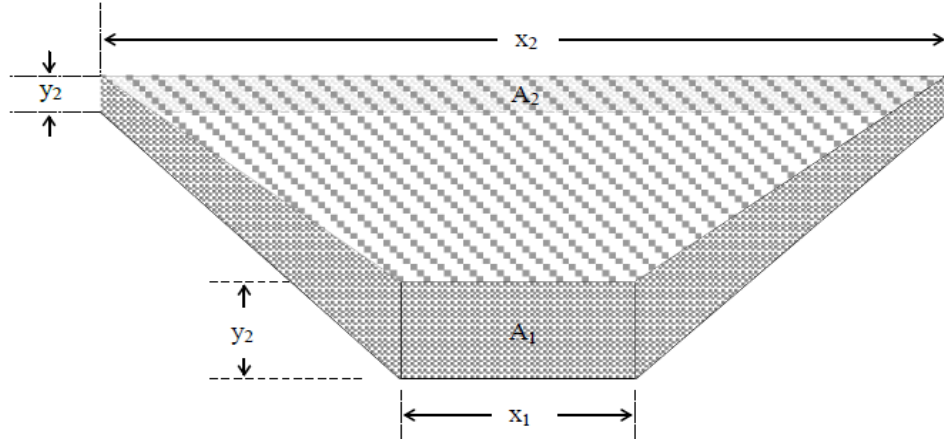
3.6.2.1.4 *Prizmatik Eşitlik*. Yatak düzgün olmayan bir şekilde ise bu düzgün olmayan alanlar, düzgün hale getirilerek bulunan şekilden Simpson eşitliğinden türetilen

$$V = (A_1 + 4c + A_2) \times \frac{L}{6} \quad (3.17)$$

eşitliği uygulanarak rezerv hesaplanır. Burada  $c$ ,  $A_1$  ve  $A_2$  kesitleri arasındaki ortalama alanı göstermekte olup değeri;

$$c = ((x_1 + x_2) / 2) + ((y_1 + y_2) / 2) \quad (3.18)$$

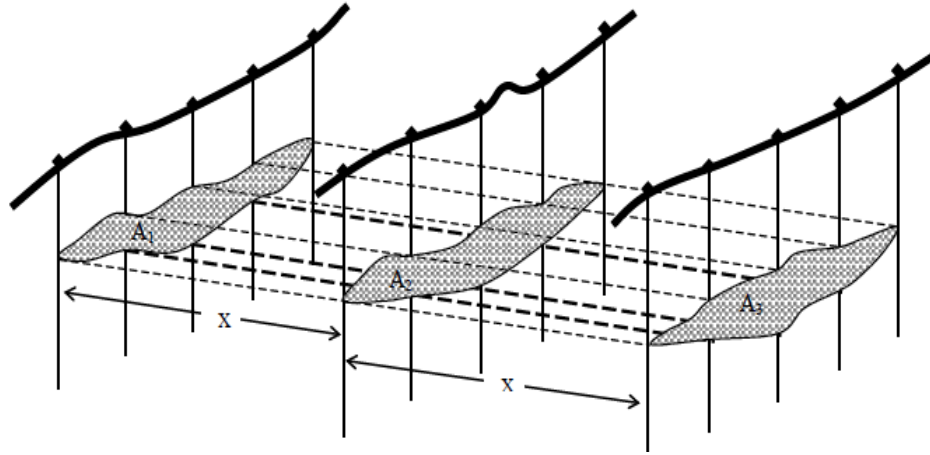
bağıntısıyla bulunur.



Şekil 3.12 Düzgün olmayan yatak hacminin bulunması (Öngen, 2008).

### 3.6.2.2 Lineer Yöntemler

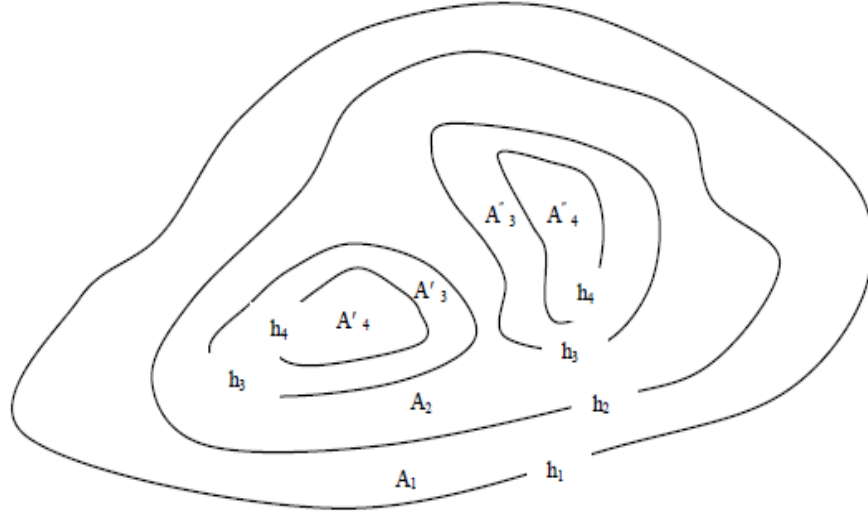
Yöntemin esası birbirine paralel düşey kesitlerinin alanlarının bulunması ve kesitler arasındaki uzaklıklara göre cevher yatağının hacminin, dolayısıyla rezervin hesaplanmasıdır. Lineer yöntem özellikle aramaların kademeler halinde yapıldığı plaser maden yataklarının rezervinin hesaplanmasında uygulanır (Saltoğlu, 2005).



Şekil 3.13 Birbirine paralel düşey kesitlerin birleştirilmesi (Öngen, 2008).

### 3.6.2.3 Eşdeğer Çizgiler Yöntemi

Yöntemin esası cevher kitlesinin aynı düzeydeki kısımlarının işaretlenmesiyle bulunan eşdeğer çizgilerin arasında kalan hacimlerin hesaplanmasıdır (Saltoğlu, 2005).



Şekil 3.14 Eşdeğer çizgiler yöntemi (Öngen, 2008).

$A_2$  alanı üzerinde kalan  $A_3'$  ve  $A_3''$  kısmının hacmi

$$V = h \times ((A_2 + (A_3' + A_3'')) / 2) \quad (3.19)$$

$h$  eşdeğer çizgiler arasındaki uzaklıktır.

$A_3$  alanlarının üzerindeki kısmın hacmi ise;

$$V = (h/2) \times ((S_3' + S_3'') + (S_4' + S_4'')) \quad (3.20)$$

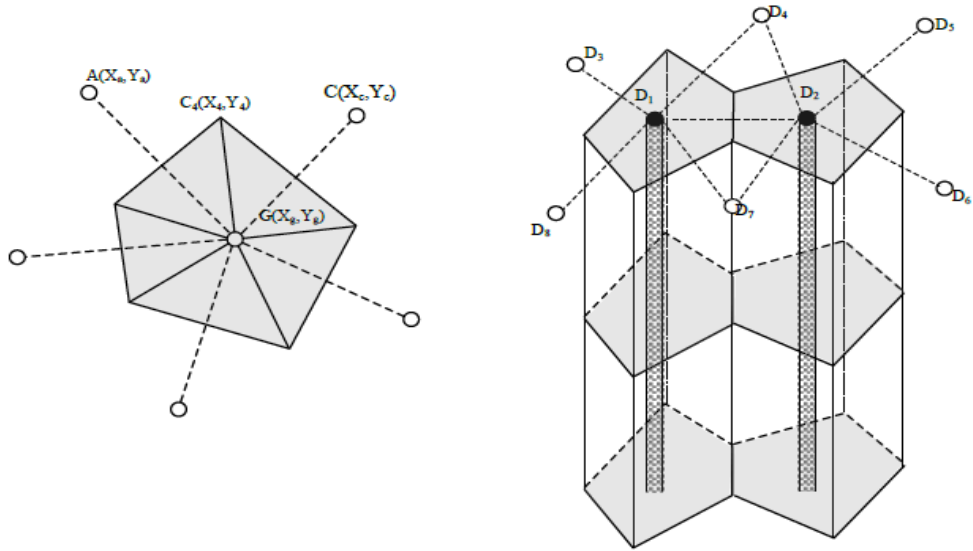
### 3.6.3 Sondajların Cevherleri Farklı Derinliklerde Kesmeleri

Şayet açılan sondajlar cevheri farklı derinliklerde keserse, cevherin hacminin veya ağırlığının hesaplanmasında değişik yöntemlerin uygulanması zorunluluğu vardır.

### 3.6.3.1 Poligon Yöntemi

Kullanılan en eski rezerv hesaplama yöntemlerinden biride poligon yöntemidir. Yöntemde her sondajın etki alanı, komşu sondajlar arasındaki doğruların orta dikmelerinin kesişerek oluşturdukları poligonlardır. İki boyuttaki bu poligonlar, üç boyutta poligon prizmaları oluşturur. Poligon prizmaların boyları değişken olup sondaj deliklerinden alınmış numuneler tarafından belirlenir. Bu yöntemde açılan sondajların etki alanları çokgen prizmalara ayrılmış gibi düşünülür. Burada dikkat edilecek husus poligonları oluşturabilmek için sondajları birleştiren üçgenlerin dar açılı olmasıdır. Poligon yöntemi kullanılarak bilgisayar ile rezerv hesapları aşağıdaki sıra ile yapılır (Yıldız ve Günçer, 1995).

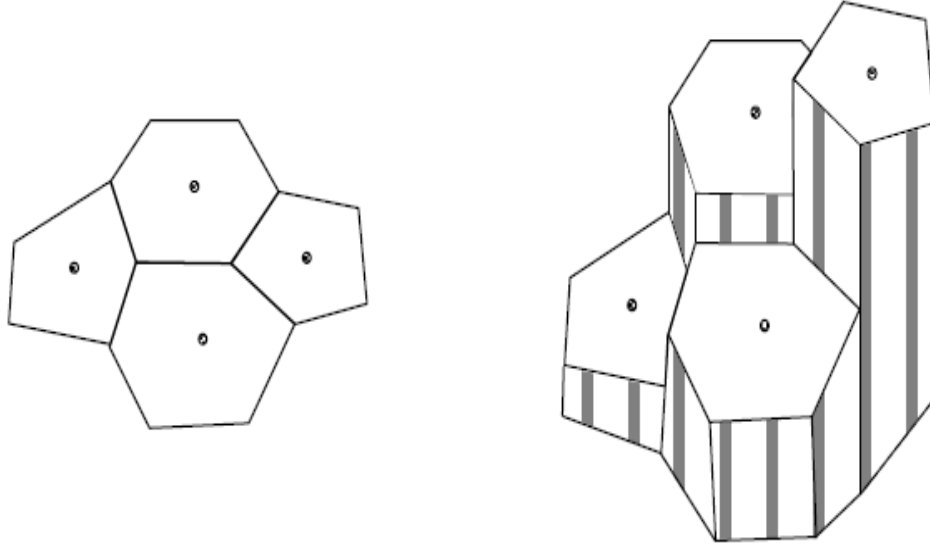
- Poligonların belirlenmesi,
- Alanların hesaplanması,
- Prizmaların belirlenmesi,
- Tenörlerin belirlenmesi,
- Rezervin hesaplanması.



Şekil 3.15 Poligonların oluşturulma aşamaları (Öngen, 2008).

- Poligonlar sondaj koordinatlarından yararlanılarak çizilir (Şekil 3.15) (Öngen, 2008).
- Poligon belirlendikten sonra poligon alanı üçgenlere bölünerek hesaplanır.

- c. Oluşturulan poligon prizmaların yüksekliği sondajdan alınan numunelerin aralıkları kadardır.
- d. Poligon prizmanın içinden geçen sondajın numune değeri poligon değerini oluşturur.
- e. Prizmaların hacimleri ve değerleri belirlendikten sonra rezerv hesaplanır.



Şekil 3.16 Oluşturulan poligonların son hali (Öngen, 2008).

Poligonların toplam alanı  $\sum_{i=1}^n A$  ve toplam hacmi  $\sum_{i=1}^n V$  olduğuna göre ortalama kalınlık;

$$t_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n V}{\sum_{i=1}^n A} \quad (3.21)$$

Burada cevher rezervi ise prizmaların teker teker rezervlerinin toplamı olarak

$$\sum_{i=1}^n Q \quad (3.22)$$

### 3.6.3.2 Üçgen Yöntemi

Bu yöntemde sondaj delikleri birbiri ile birleştirilerek üçgenler oluşturulur. Üçgenin köşelerindeki sondaj tenör değerlerinin aritmetik ortalaması üçgenin tenör değerini belirler. Üçgen prizmaların yüksekliği de sondajlardan alınan numune

derinliklerine bağlıdır. Üçgen yöntemiyle rezerv hesaplama poligon yöntemine benzer. Bu yöntemdeki sıra şu şekildedir (Yıldız, 1981).

- a. Üçgenlerin belirlenmesi
- b. Alanların hesaplanması
- c. Prizmaların oluşturulması
- d. Prizma tenörlerinin tespiti
- e. Rezerv hesabının yapılması

Bu yöntemde cevher kitlesi, üçgen prizmalara ayrılarak hesap yapılır. Üçgenin üç köşesindeki kalınlıkları  $k_1, k_2, k_3$  ve üçgenin alanı  $A$  ise cevher hacmi

$$V = \frac{1}{3} \times (t_1 + t_2 + t_3) \times A \quad (3.23)$$

Bu şekilde hesaplanan alan ve hacimlerden cevher kitlesinin ortalama kalınlığı;

$$t_{\text{ort}} = \frac{\sum_{i=1}^n V}{\sum_{i=1}^n A} \quad (3.24)$$

Rezerv ise;

$$\sum_{i=1}^n Q \quad (3.25)$$

formülünden çeşitli ünitelerdeki rezervlerin  $i=1$  ayrı ayrı toplamı olarak bulunur.

### 3.7 Mesafenin Ters Yöntemiyle Değerlendirme

Yenilenemeyen enerji ve doğal kaynaklarımızdan en iyi şekilde faydalanmanın yollarından biri, hiç şüphesiz ki onu iyi tanıyabilmektir. Maden yatağının kalite ve miktar bakımından kısa sürede, pratik ve mümkün olduğu kadar az hata ile tanıyabilmek, tamamen kullanılan yöntem ve kullanıcıya bağlıdır. Ülkemizde çok fazla geçmişi olmayan ve tahmin yöntemleri içinde em iyisi olarak tanımlanan jeostatistik yöntemi, hem kullanım zorluğu ve hem de konunun uzmanı olmayan ellerde hatalı sonuçlara yol açabileceği için, insan faktörünü minimum kılacak mesafelerin tersi geliştirilmiş ve uygulamaya konularak pek çok alana uyarlanmıştır.

Mesafe ağırlıklı yöntemler ardışık hesaplamalar gerektirdiği için bilgisayar kullanımını vasıtası ile daha popüler olmuşlardır. Bir maden yatağındaki tenör

dağılımları gibi maden yatağının bir fonksiyonu olan parametreler, mesafenin fonksiyonu olan mineralleşmenin tanımlaması ile ilgilidir. Eğer bu fonksiyon belirlenebilir veya bu fonksiyona bir yaklaşım sağlanabilirse, örneksiz bölgelerin herhangi parametre için tahmin değerleri belirli bir hassasiyetle yapılabilir. Tüm interpolasyon teknikleri, istenilen bir parametrenin mesafe ile ilişkili olduğu varsayımı üzerine kurulmuştur. Hatta poligon yöntemi bile mesafe ağırlıklı yöntemlerin özel bir durumudur. Mesafe ağırlıklı yöntemlerin amacı, herhangi bir nokta veya maden üretiminin yapılabileceği kısımlar olarak bölünebilen bir bloğa çevresindeki bilinen noktaların lineer kombinasyonları üzerine oluşturulmuş bir değer atamaktır. Bir noktadan uzaklaştıkça çevresindeki noktaların potansiyel etkileri azalacağı kabulünden dolayı, değişik parametrelerin dağılımları mesafenin tersinin bir fonksiyonu haline gelir (Karakuş, 2014).

### **3.7.1 Mesafe Üssünün (Ağırlık Faktörü) Belirlenmesi**

Mesafe üssünün belirlenebilmesi için iki yöntem genel uygulama alanı bulmuştur. Bu yöntemde  $f(d)$  ilişkisi bulunmaya çalışılmıştır.

$$G=G_i / f(d) \quad (3.26)$$

$$G=G_i / d^m \quad (3.27)$$

burada  $G$  bilinmeyen değer,  $G_i$  bilinen değer,  $d$  ise  $G$  ile  $G_i$  arasındaki mesafedir. Denklemden  $m$  üssü, değişik değerler kullanılarak maden yatağına en uygun değer bulunabilir. Uygulamadaki deneyimler, yakındaki örneklerin, uzaktaki örneklere göre daha fazla etkili olduklarını göstermiştir. Bu yüzden  $m$  için genel bir yaklaşım bu değeri 2 kabul ederek mesafelerin tersinin karesi problemine dönüşmektedir.

### **3.7.2 Yöntem**

Bu metod, seçilen interpolasyon modelin yakınındaki bilinen noktalara ağırlık atayarak bilinmeyen bir noktanın tahminini içermektedir. Bu metod, herhangi bir lokasyondaki bir örneğin değerinin hesaplanması için çevredeki örneklerin değerini kullanan bir yöntemdir. Bunun yapılması için en uygun işlem değişik üs değerleri için aşağıdaki formülü kullanarak bilinen bir noktanın değerini, yine bilinen çevre sondajları ile saptamaktadır. Burada önemli olan tahmini değer ile gerçek değer

arasındaki fark, yani tahmin esnasında yapılan hatanın saptanmasıdır. Bu hata değişik üs değerleri için hesaplanıp, maden yatağı için en uygun model seçilmesi sağlanmalıdır.

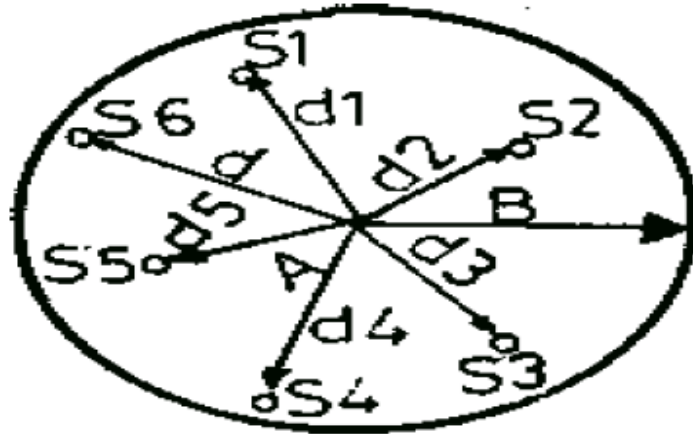
$$G = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{d_{im}} \quad (3.28)$$

### 3.7.3 Mesafenin Ters Yönteminin Uygulanması

Aşağıda verilen genel kurallar göz önünde bulundurularak mesafelerinin tersi yönteminin uygulanması işleminde göz önüne alınması gereken konular şunlardır.

#### 3.7.3.1 Etki Alanı

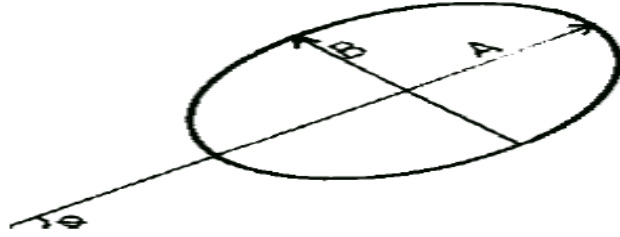
Etki alanı, bir bölgenin tahmininin yapılabilmesi için hangi uzaklıktaki bilinen örnek değerinin kullanılacağını belirleyen bir parametredir. Tahmin işleminde, etki alanı R yarıçaplı bir daire olarak düşünülürse, bu daire içerisinde kalan bilinen örnek değerleri kullanılmaktadır. Bir maden yatağının homojen bir dağılıma sahip olması her zaman mümkün değildir. Bu yüzden belirli bir etki alanı dışındaki örneklerin etkisi ihmal edilebilir.



Şekil 3.17 İşlemin bir daire şeklinde gösterilmesi (Karakuş, 2014).

Etki alanı her zaman dairesel olmayabilir. Anizotropi olarak adlandırılan ve cevherleşmenin belirli bir doğrultuda meydana geldiğini gösterir bir durumda ise etki alanı bir daire ile değil, uzun kenarı cevherleşme yönünde meydana getirilen bir elips

ile oluşturulmaktadır. Şekil 3.17’de meydana getirilen elipsin eksen koordinat sistemine paraleldir. Şekil 3.18’de ise anizotropinin belirli bir ( $\theta$ ) açısı ile meydana geldiği durum gösterilmektedir.



Şekil 3.18 Anizotropinin belirli bir açıyla oluşturulması (Karakuş, 2014).

Her iki durumda da etki alanında meydana gelecek olan elipsler içerisindeki bilinen değerler, bilinmeyen değer tahmininde kullanılacaktır.

### 3.7.3.2 Mesafe Üssü

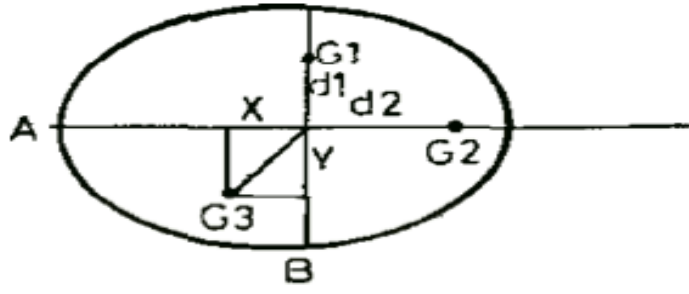
$d_i^m$  terimi ağırlık faktörü ve  $1 / d_i^m$  ise örnek değerini lineer kombinasyona yaklaştıran ağırlık faktörünün etkisini azaltan normalleştirme faktörüdür. Bu özelliklerinden dolayı eşitlik

$$G = \sum_{i=1}^n a_i \times G_i \quad (3.29)$$

şeklinde yazılabilir. Burada  $a_i$ ; normalleştirilmiş ağırlık katsayısıdır. Bu ağırlık katsayıları aşağıdaki özelliklere sahiptirler.

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1 \quad (0 \leq a_i \leq 1) \quad (3.30)$$

Anizotropik durumda mesafenin etkisi daha değişik bir şekilde hesaplanmaktadır. Belirli zonlarda meydana gelmiş, anizotropluk boyunca, elipsin kısa eksen yönünde noktanın etkisi az, uzun eksen boyunca daha fazla olmaktadır.



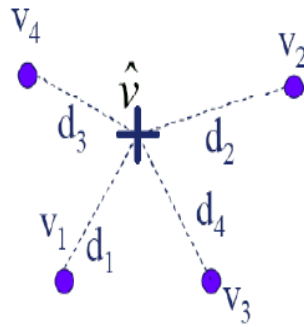
Şekil 3.19 Anizotropik durumda tahmin değeri (Karakuş, 2014).

$$b=A/B \quad (3.31)$$

$$G = \frac{\left(\frac{G_1}{bd_1^2}\right) + \left(\frac{G_2}{bd_2^2}\right) + \left(\frac{G_3}{(x^2+by^2)}\right)}{\frac{1}{bd_1^2} + \frac{1}{bd_2^2} + \frac{1}{(x^2+by^2)}} \quad (3.32)$$

### 3.7.3.3 Etki Açısı

Dikkatle üzerinde durulması gereken nokta interpolasyonun, ekstrapolasyona dönüştürülecek hatanın yapılmamasıdır. Bu tip hatanın önemli kaynaklarından birisi, birbirinden çok küçük bir açıyla ayrılarak, tahmin noktasına aynı hat üzerinde bulunan örneklerin tümünün tahmin işleminde kullanılmasıdır. Bu tip bir hatanın kaldırılması için bahsedilen tipteki noktalardan uzak olanın tahminde kullanılmaması gerekir. Ayrıca önemli olan ikinci bir nokta ise, özellikle maden yatağının kenarında gözlenen bir olaydır. Tahmin edilecek noktanın en azından 160°'lik bir açı içerisinde kapsayan bölümünde veri bulunmalıdır. Aksi takdirde yapılan tahminde büyük hatalar olacağından dolayı bir tahmin yapmamak gerekir, bu bölgede bilgi eksikliğini gösterir ve uğranabilecek yanılgıları engeller.



Inverse Distance Square

$$\hat{v} = \frac{\frac{1}{d_1^2}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i^2}} v_1 + \frac{\frac{1}{d_2^2}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i^2}} v_2 + \frac{\frac{1}{d_3^2}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i^2}} v_3 + \frac{\frac{1}{d_4^2}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i^2}} v_4$$

Şekil 3.20 Mesafenin tersi yöntemine örnek ve formülü (Karakuş, 2014).

### **3.8 Optimum Açık İşletme Sınırının Belirlenmesi**

Planlama sırasında yapılacak ilk iş, başlangıç aşamasında veya daha ileriki aşamalarda işletmenin nihai ekonomik sınırlarını belirlemektir. Bu nedenle optimum işletme sınırlarının tayini planlama çalışmasının temelini ve cevher yatağının ekonomik potansiyelinin değerlendirilmesinde oldukça kritik öneme sahiptir. Optimum açık işletme sınırının belirlenmesiyle;

- İnşa edilecek tesis ve döküm sahası lokasyonlarının daha uygun noktalarda belirlenmesine yardımcı olacaktır.
- Daha sonraki aşamalarda hesapta olmayan sürpriz giderlerin oluşmasını da önleyerek olası alternatif durumların önceden görülmesini sağlayacaktır.
- Hepsinden önemlisi bu limitlere ulaşmak için hangi safhalardan, hangi koşul ve değerlerde geçileceğini görebilmek ve bunun teknik ve ekonomik anlamda değerlendirmesini yapabilmek olacaktır.

Bir açık işletme, uzun yıllar devam eden büyük bir sermaye yatırımı gerektiren ve büyük risk taşıyan işlemler dizisi olduğuna göre böyle bir işe girmeden önce gerek işletilecek cevheri, tipini, tenörünü ve dağılımını gerek bu işlemi karlı kılabilecek olan işletilebilir cevher rezervini önceden kestirebilmek planlama çalışmaları için önem arz etmektedir.

Bu durumda çözümlenmesi gereken problem, işletilebilir cevher tonajını tespit etmek ve optimum işletme sınırlarını belirlemek olacaktır.

Yukarıda ifade edilen gerekçelerden ötürü optimum nihai işletme sınırının belirlenmesi işletmeler için önemli bir problem oluşturmuş çözüme yönelik pek çok teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerin temeli 3-B blok model optimizasyon tekniğine dayanmaktadır (Saydam, 2000).

#### ***3.8.1 Bilgisayar Yardımıyla Optimum Açık İşletme Sınırının Belirlenmesi***

Bütün bu teknikler blok kavramına dayanmaktadır. Cevher yatağı bloklara bölünerek sayısal olarak modellenir. Bu bloklar işletmenin en küçük birimleri olarak tanımlanmakta hesaplamalarda işletme sistemindeki üretim işlemini ifade etmektedir. Blokların yüksekliği, genellikle işletme basamaklarının yüksekliğine eşit alınmakta

olup diğ er boyutları ise yatağ ın jeolojik yapısı, verilerin duyarlılığ ı, uygulanacak iş letme yönt emi, ekipman seç imi, planlama ř ekli ve iş letme ř ev eđ imleri gibi etkenlere bađ lıdır. Hesaplamalarda kolaylık olması bakımından büt ün blokların aynı boyutlarda olması tercih edilmektedir. Blok boyutlarının belirlenmesinden ve yatağ ın bu bloklardan oluř muř blok modelini oluř turduktan sonra her blođ a ekonomik bir deđ er atamaktadır. Her blođ a bir tenör deđ eri atanır. Her blođ un o tenör deđ erine göre satış gelirden kazı maliyeti  ıkarılır bu sayede blođ a net kar deđ eri atanmış olur. Daha sonra problem nihai ocak sınırı tespiti, nihai ř ev a ıları ve i erisinde kalan blokların deđ erini maksimize edecek optimizasyon problemine dñ nüř müř olur. Bu problemi hızlı bir ř ekilde  özebilmek i in  eşitli tekniklere ve bilgisayar yazılımlarına ihtiyaç duyulmuş tur. Teknikleri genel olarak ř u ř ekilde sıralayabiliriz (Saydam, 2000);

**1) Rigorous Algoritmalar**

- a. Grafik tekniğ i,
- b. Dinamik programlama tekniğ i,
- c. Lineer programlama tekniğ i,
- d. Network akım tekniğ i,

**2) Heuristic Algoritmalar**

- a. Hareketli koni,
- b. Lemieux algoritması,
- c. Marina ve Salama algoritması,
- d. Phillips algoritması,
- e. Korobov algoritması,
- f. Matheron, Bungarcon ve Marechal parametre fonksiyonu

Burada en  ok kullanılan algoritmaları Heuristic algoritmasından hareketli koni tekniğ i, Jonshon tarafından geliş tirilen 3-B dinamik programlama ve Lerchs Grossmann algoritması olarak bilinen Grafik tekniğ i oluş turmaktadır. Hangi koş ullarda hangi tekniğ in kullanılacağ ı sorusu, maden planlaması ile uğ raş an mühendisler i in en önemli  özü m bekleyen konusudur. Genellikle planlama, mühendis tarafından en iyi anlaş ılan teknikle yapılmakta olduğ undan optimal  özü me ulaş ılıp ulaş ılmadığ ı ise belirsizdir. Hareketli koni yönt emi, Graf tekniğ i ve

Network(ağ) akım tekniği iyi uygulandıkları takdirde yaklaşık olarak aynı sonuçları veren modellerdir. Zira her üç yöntemde belirli hacimlerin işletilmesi sonucu elde edilecek karlılığı değerlendirmektedir. Aralarındaki fark ise bu hacimlerin nasıl tanımlandıkları ve işletilen bu hacimler içerisindeki değerleri nasıl toparlandığıdır (Saydam, 2000).

İki boyutlu dinamik programlama tekniği doğrudan doğruya üç boyutlu bir optimizasyona olanak vermemekte iken üç boyutlu dinamik programlama ile blok cevher dağılımına bağlı olarak daha kısa bir sürede üç boyutlu bir optimizasyona gitmek mümkündür.

Dinamik programlama tekniklerinde, diğer tekniklerden farklı olarak hacimler veya başka bir ifade ile koniler içerisindeki değerler yerine düzlemler içerisindeki değerler toplanmakta ve blok boyutlarını değiştirerek farklı işletme eğimleri elde etmek daha kolay olmaktadır.

Graf tekniği ve Network akım tekniği birçok halde gerçek optimum sınırları vermekle beraber oldukça masraflı olmaktadır.

Hareketli koni yöntemi, ancak bütün alternatifler göz önüne alındığı takdirde gerçek optimum sınırı verebilmekte, böyle bir durum ise gerektirdiği zaman bakımından pratikte hiçbir şekilde mümkün olmamaktadır.

İki boyutlu dinamik programlama tekniği, üç boyutlu bir optimizasyona geçebilmek için kesitler arasında bir uyuma sağlamak amacıyla detaylı rötuş çalışmaları yapmak gerekmektedir. Fakat ön değerlendirme çalışmalarında sağladığı kolaylık ve kısa zamanda yeterli derecede doğru çözüm sunmaktadır.

Üç boyutlu dinamik programlama, diğer üç boyutlu tekniklere nazaran çok daha az zaman alması ve gerçek optimuma oldukça yakın sonuçlar vermesi pratikte birçok durumda kullanılmasını sağlamaktadır. Yapılan çalışma ve mühendislik deneyimleri bu teknikte elde edilen toplam işletilebilir rezerv veya nihai optimum işletme sınırları gibi sonuçların gerçek değerlerden % 10'dan daha fazla farklı olmadığını, bu farkın büyük bir kısmının da steril materyalden ileri geldiğini ve işlem sonunda elde edilen

rezerve % 10 oranında steril materyal ekleyerek gerçek değerlere son derece yakın neticeler elde edilebileceğini göstermektedir.

Basit, az zaman alan ve yeterli derecede doğru neticeler veren bir teknik mevcut iken bir cevher yatağının ön değerlendirme etütlerinde bütün zorlukları göze alarak karmaşık bir teknik kullanmanın akıllıca bir iş olmayacağı açıktır (Saydam, 2000).

### **3.8.2 Whittle Üçüncü ve Dördüncü Boyut**

Surpac ara yüzünde bulunan Whittle Programming Pty. Ltd. tarafından, cevher yataklarının ekonomik olarak değerlendirilebilmesi için 3-B ve 4-B optimizasyon paket programları geliştirilmiştir. Bu programlar üç boyutlu çözümler önermektedir. Amaçları cevher yatağındaki mineral ve dekapaj miktarının parasal olarak değerlendirmesini yapmaktır. Aralarındaki fark, 4-B paranın zamana bağlı etkisini de değerlendirir. Açık işletme ömrü 2 yıldan fazla ise 4-B kullanılması daha uygundur.

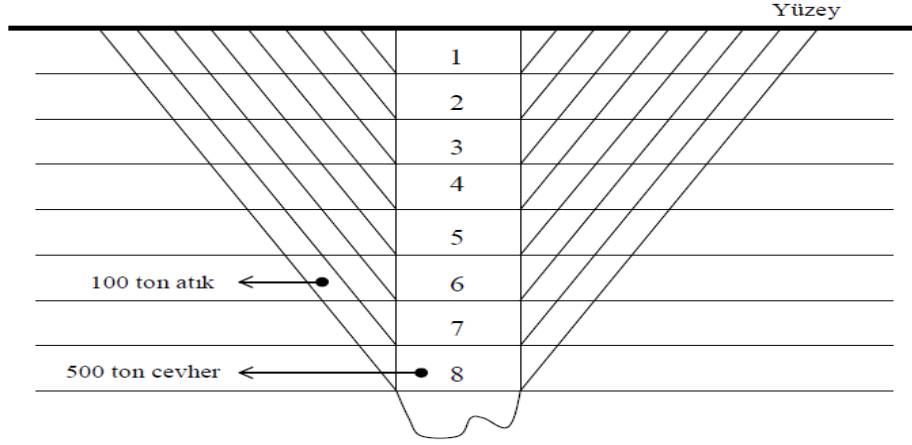
En uygun açık işletme sınırının bulunmasında birçok metot kullanılmasına rağmen Whittle 3-B ve 4-B 1965 yılında Lerch ve Grossmann tarafından ortaya atılan algoritmayı temel alır.

Lerch ve Grossmann metodu iki bilgi ile çalışır. Bunlardan ilki düzenli dikdörtgen bloklara verilen gerçek parasal değer; cevher içeren bloklarda, elde edilen işlenmiş cevherin parasal değerlerinden dekapaj ve hazırlama masraflarının çıkartılması ile elde edilen değeri yazılır ve değeri pozitifdir, dekapaj içeren blokların değeri ise negatif olarak alınır. İkincisi ise bloklar arasındaki ilişkiyi gösteren listedir. Bu ilişkiler yay olarak tanımlanır ve Lerch ve Grossmann algoritmasında verilmiştir. Verilen bu iki bilgi ve bilgisayar yardımıyla Lerch ve Grossmann algoritması çözümlenerek en uygun açık işletme sınırı belirlenir. Uygulanabilir bulunan en uygun açık işletme sınırı en yüksek parasal (nakit) değere sahip olmalıdır.

$Nakit\ Değer = Gelir - Maliyetler$

Gelir, cevherin miktarı (ton), tenörü ve satış miktarına bağlı olarak bulunur. Cevher satış fiyatı bilinmese bile yaklaşık bir tahmin yapılmalıdır. Genellikle satış fiyatı düşen cevherlerde işletme büyütülmeli, aynı şekilde işletmede maliyetler artıyorsa işletme küçültülmelidir.

Eğer genel eğim açısı dik olursa işletme daha derin olacaktır. Önce bütün bu faktörler sabitleştirilerek en uygun açık işletme sınırı bulunur. İki boyutlu örnek ile aşağıda Şekil 3.21’de verilmiştir (SURPAC v5.0, Tutorial, 2005).



Şekil 3.21 Cevher yatağı kesiti.

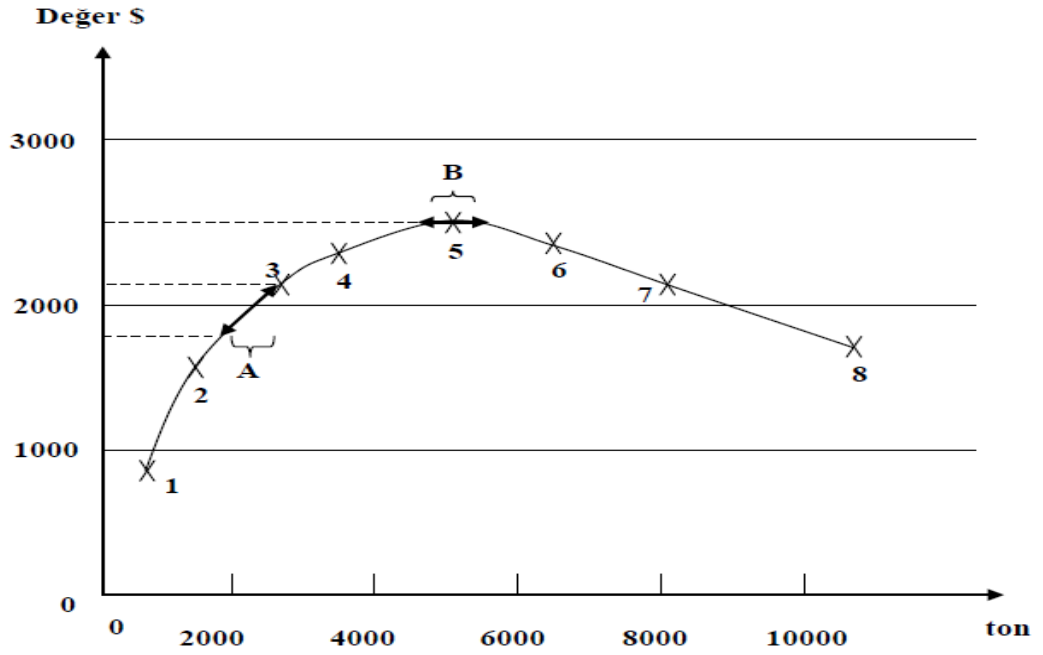
Tablo 3.1 Her seviyedeki dekapaj ve cevher miktarı (Öngen, 2008)

Seviye	1	2	3	4	5	6	7	8
Cevher	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Dekapaj	100	400	900	1600	2500	3600	4900	6400
Toplam	600	1400	2400	3600	5000	6600	8400	10400

Örneğin cevher için 2 \$/ton ve atık için 1 \$/ton alınarak, her seviyenin gerçek değeri bulunur.

Tablo 3.2 Her seviyenin gerçek değerinin bulunması (Öngen, 2008)

Seviye	1	2	3	4	5	6	7	8
Değer	900	1600	2100	2400	2500	2400	2100	1600



Şekil 3.22 En uygun açık işletme sınırının grafik ile bulunması.

Şekil 3.22'deki grafikte seviye değerindeki küçük sapmalar açık işletme sınırının bulunmasında önemli etkisi vardır. Grafikte A noktasının yeri B noktasına kaydırılarak işletme sınırı B noktası kabul edilir. Buda bize maliyetler ve cevher satış fiyatı açık işletme sınırını etkileyen parametreler olduğunu gösterir (SURPAC v5.0, Tutorial, 2005).

## **BÖLÜM DÖRT**

### **MADENCİLİKTE ÜÇ BOYUTLU MODELLEME AŞAMALARI**

#### **4.1 Madencilikte Modelleme**

Bir maden yatağına yatırım yapılması, cevher kalitesinin ve miktarının bilinmesine bağlıdır. Günümüzde kalite belirlenmesi ve miktar hesaplanması cevher yatağının 3-B (üç boyutlu) modelinin ortaya konulması ile yapılmaktadır. 3-B modelleme üç ana dala, katı yüzey modelleme ise dört dala ayrılmaktadır.

3-B modelleme;

- A. Katı yüzey modelleme;
  - a. Jeolojik,
  - b. Kesit,
  - c. Grid,
  - d. Block model,
- B. Jeostatistik modelleme,
- C. Yüzey modelleme

olarak dallara ayrılır.

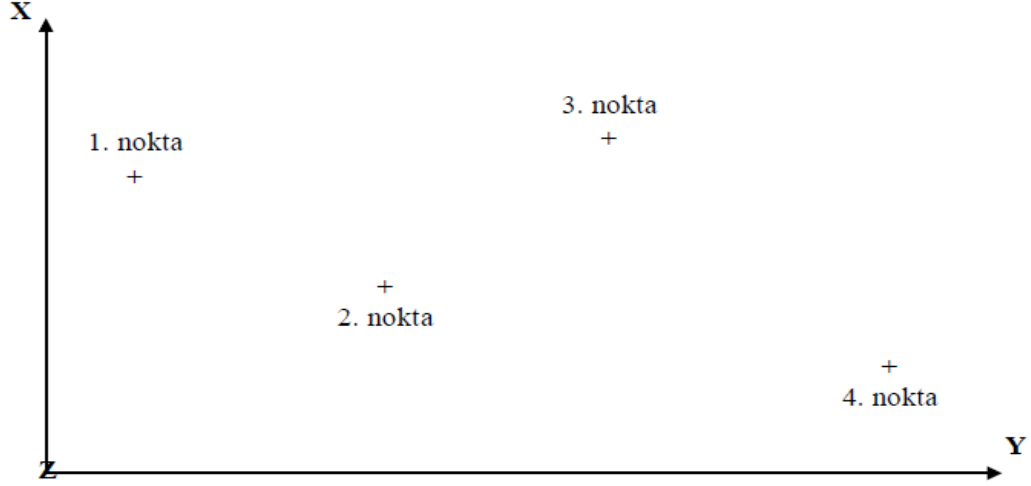
3-B katı yüzey model maden yatağının üç boyutlu şeklini, jeostatistiksel modelleme maden yatağının özelliklerinin varyansını, yüzey modelleme ise maden yatağının topoğrafyası, cevherin alt ve üst yüzey topoğrafyasını ve haritalarını çıkartır.

#### **4.2 String (Çizgi) Modelleme Tekniği**

Geçmişteki çoğu madencilik yazılımları rezerv hesapları, açık işletme sınırının bulunması üretim planlama, tenör dağılımı gibi problemleri ayrı ayrı üretilen yazılımlar ile çözmeye çalışmıştır. Ancak, üretilen yazılımlar farklı veri yapısına sahip kalıplar ve farklı aletler kullanılması çalışmaları zorlaştırmıştır. Bütün bunları tek bir araya toplamak diğer deyişle verilerin tek bir kalıp haline getirilmesi, grafiklerin alınması, haritaların çıkartılması ve tüm işlemlerin tek bir elden idare edilmesi için string (çizgi) model kavramı ortaya atılmıştır.

#### 4.2.1 Nokta Kavramı

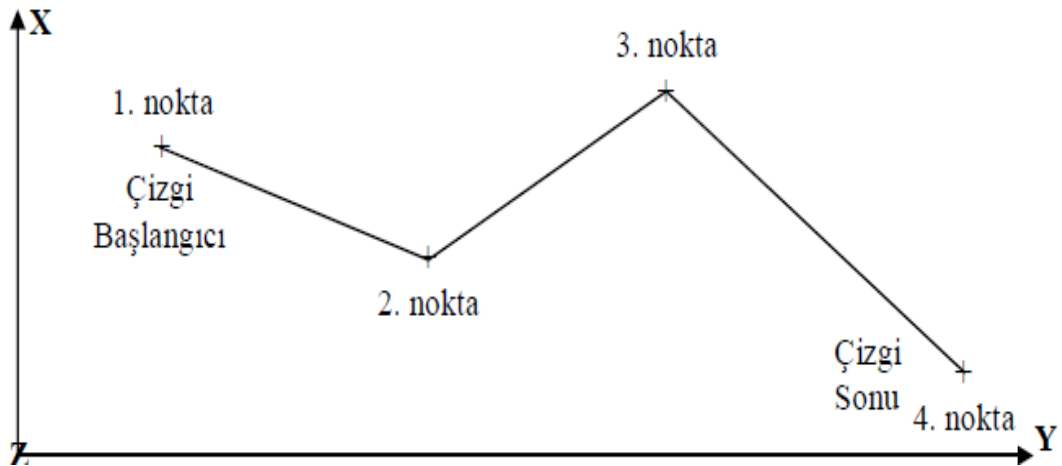
Uzayda X, Y ve Z koordinatları (üç boyutlu) bilinen bir yer bir nokta olarak tanımlanır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Uzayda nokta kavramı (Öngen, 2008).

#### 4.2.2 String (Çizgi) Kavramı

Uzayda üç boyutlu olarak (X,Y ve Z koordinatları belli) tanımlanan noktaların birleştirilmesine string denir. String'in basit anlamı çizgidir. Bu çizgide üç boyutlu olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.2'de 4 noktayı birleştiren çizgi tanımlanmıştır.



Şekil 4.2 Dört noktayı birleştiren çizgi (Öngen, 2008).

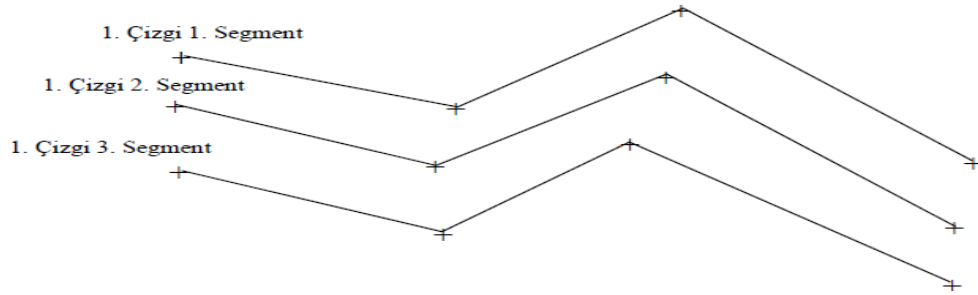
### 4.2.3 Çizgi Çeşitleri

#### 4.2.3.1 Açık Çizgi

Uzayda X, Y, Z koordinatları belli noktaların birleşmesinden oluşmuş ilk ve son koordinatları aynı olmayan düz veya eğri çizgilerdir. Bir kesitte birden fazla açık çizgi var ise aynı çizgi numarasını alır fakat segment numarası farklı olur.



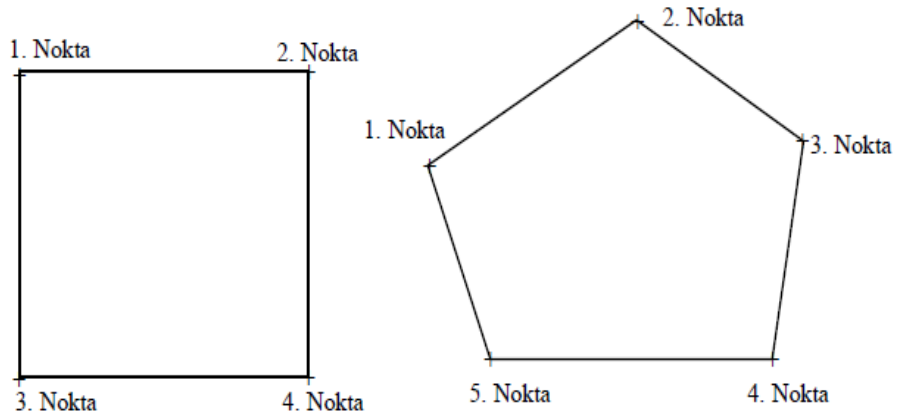
Şekil 4.3 Açık çizgi.



Şekil 4.3 Açık çizgi ve segmentleri (Öngen, 2008).

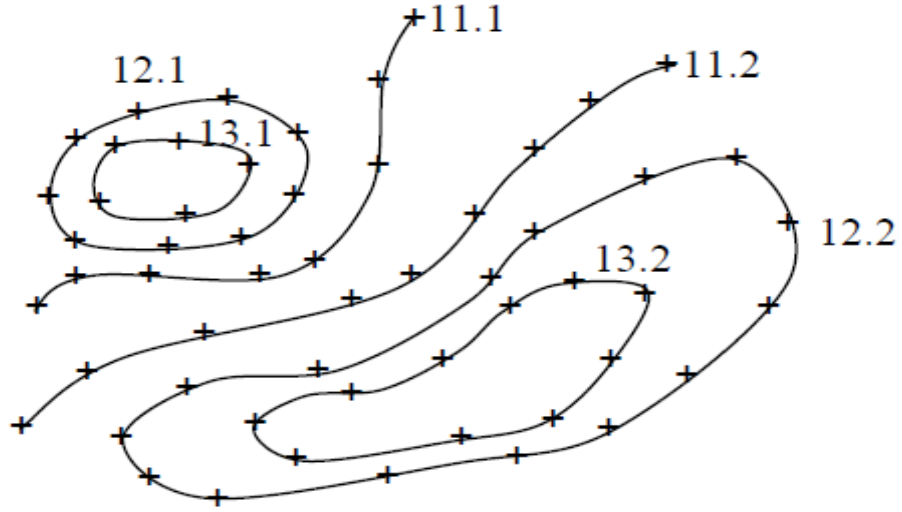
#### 4.2.3.2 Kapalı Çizgi

İlk ve son koordinatları aynı olan noktaların daire, kare veya düzensiz poligonlar şeklinde birleştirilmesidir.



Şekil 4.4 Kapalı çizgi (Öngen, 2008).

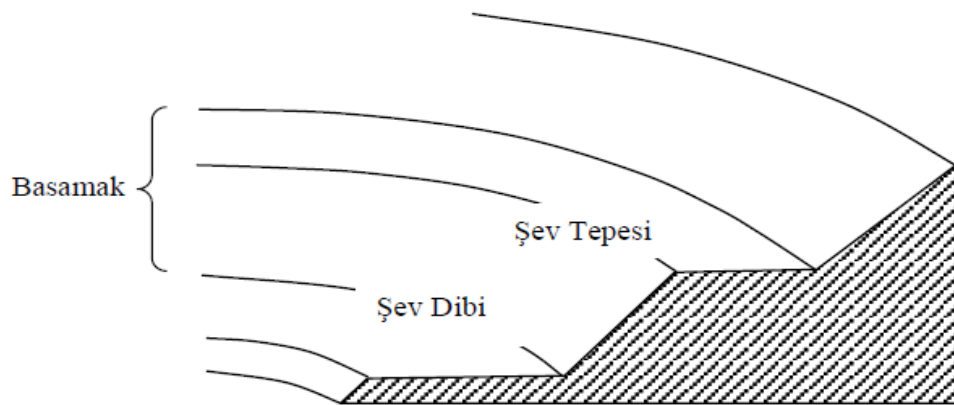
Bir kesitte birden fazla kapalı çizgi var ise aynı çizgi numarasını alır fakat segment numaraları değişir.



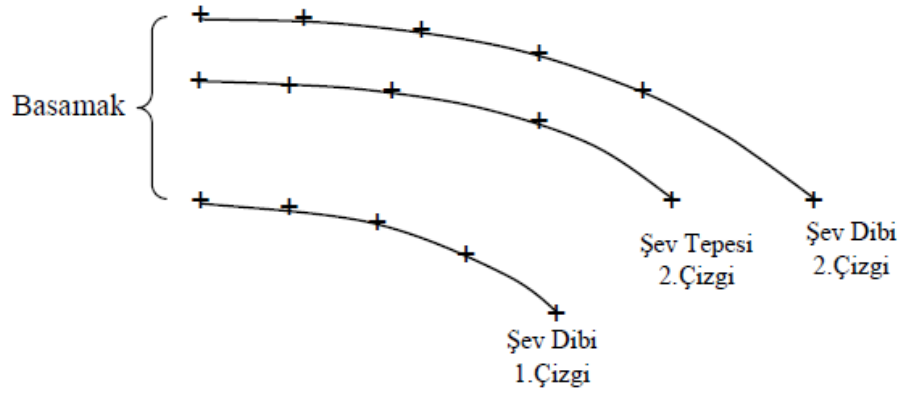
Şekil 4.5 Çizgi ve segment numaraları (Öngen, 2008).

#### 4.2.4 Çizgilerin Kullanılması

Her çizgi bir özelliği göstermektedir. Açık çizgiler açık işletmede basamakların dizaynında da kullanılır. Şekil 4.6'da açık işletmenin çizgiler ile gösterilmesi verilmiştir. Aşağıdaki şekillerde şev dipleri, şev uçları ayrı ayrı çizgiler ile belirtilerek basamak oluşturulmuştur.

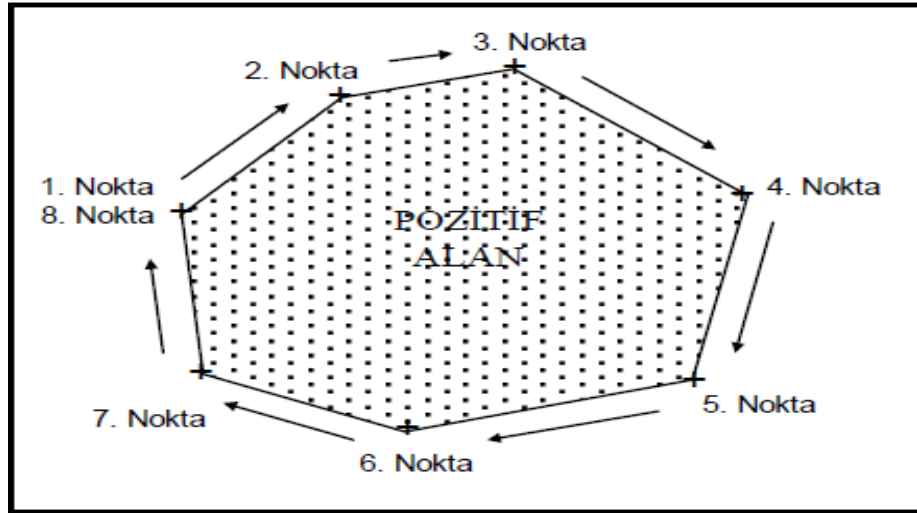


Şekil 4.6 Açık işletmenin üç boyutlu tanımlanması (Öngen, 2008).

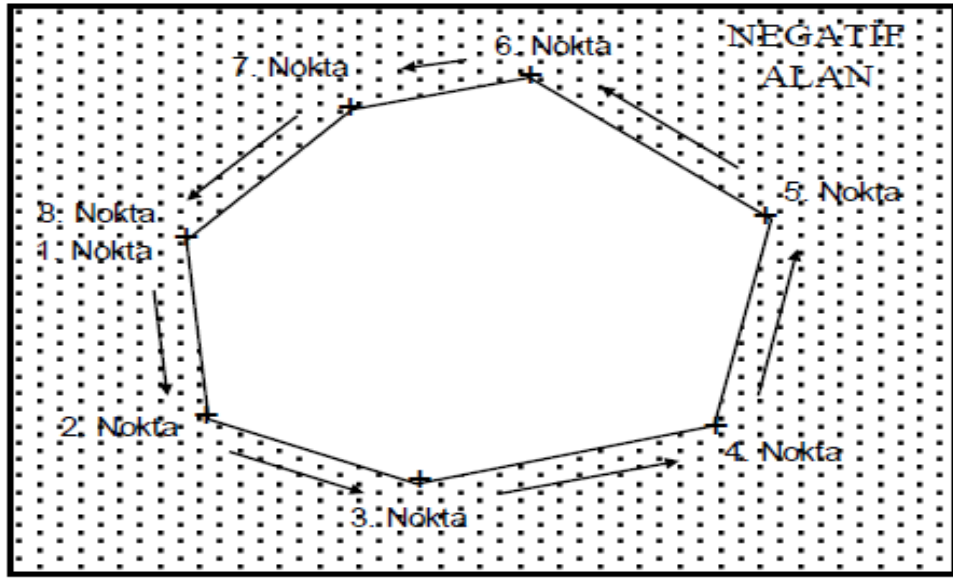


Şekil 4.7 Açık işletmenin çizgilerle tanımlaması (Öngen, 2008).

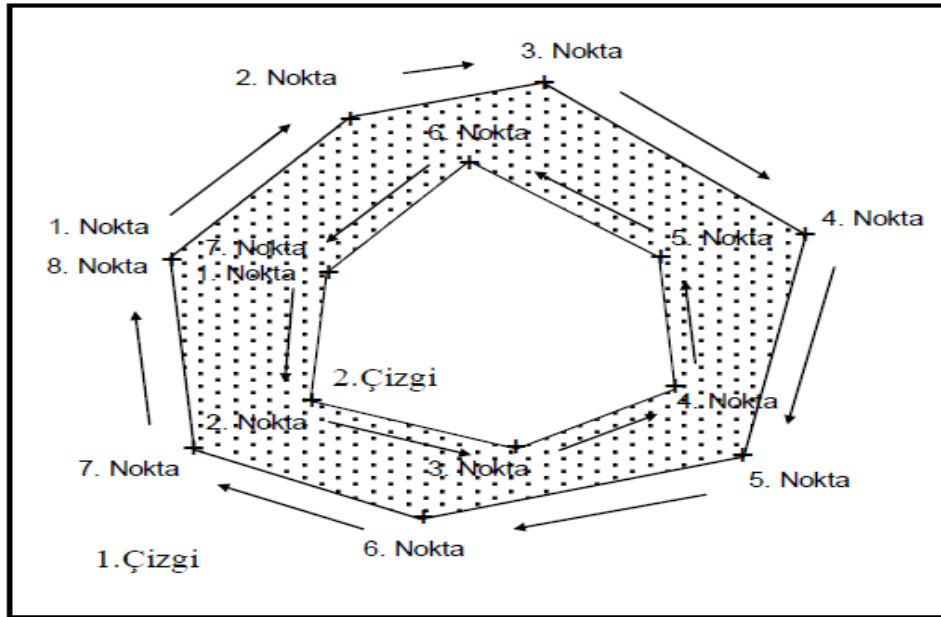
Kapalı çizgiler ise sınırladıkları alanların hacimlerini hesaplamada kullanılır. Burada önemli olan özellik çizgilerinin dönüş yönüdür. Saat istikameti yönünde dönülen çizgiler pozitif alanı (kapalı çizginin iç alanı), saat istikametinin aksi yönünde dönülen çizgiler negatif alanı (kapalı çizginin dış alanı) hesaplamalarında kullanılır. İki çizgi arasında kapalı alanın hesaplanması için içteki çizginin saat istikameti, dıştaki çizginin saat istikametinin tersi yönünde (veya bunların tam tersi) dönülmesi gerekir.



Şekil 4.8 Saat istikametinin yönünde dönülen kapalı çizgi (Öngen, 2008).



Şekil 4.9 Saat istikametinin tersi yönünde dönülen kapalı çizgi (Öngen, 2008).



Şekil 4.10 İki çizgi arasında kalan alanın hesaplanması (Öngen, 2008).

#### 4.2.5 $\frac{1}{2} B$ Çizgi Modelleme

Maden yataklarının değerlendirilmesinde  $\frac{1}{2} B$  çizgi model yaygın kullanılan bir tekniktir. Maden yatağı kesitlere ayrılır, bu kesitler arasındaki çizgi poligonların hacimleri hesaplanır ve maden yatağı modellenmesi yapılır. Bu yöntemde çizgi



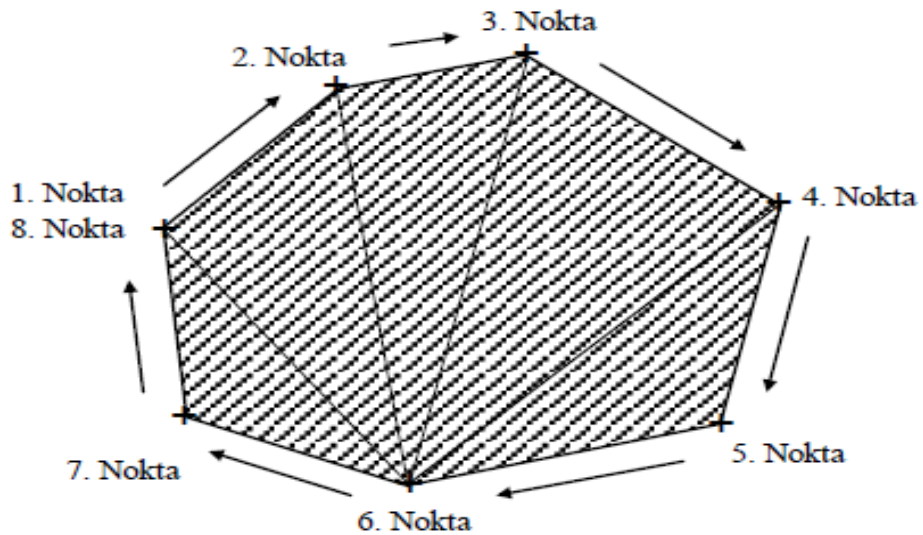
#### 4.2.7 Solid (Kati Yüzey) Modelleme Tekniği

Solid kelimesinin anlamı kati veya kıymetli bir taşın yüzeyi olarak ifade edilebilir. Bu yöntemin temeli analitik geometri ve entegral hesabıdır. Kati yüzey modelleme bilgisayarla modelleme yöntemi, üç boyutlu modelleme tekniğin geometrik olarak izah edilmesidir. Kati yüzey modelleme kavramını ifade edebilmek için aşağıdaki kavramların bilinmesi gerekir. Bunlar;

1. Nokta
2. Çizgi
3. DTM (Digital Terrain Model=Sayısal Yüzey Modelleme)
4. 3-DM (Üç Boyutlu Modelleme)

#### 4.2.8 DTM (Sayısal Yüzey Modelleme)

Digital Terrain Model (DTM), birbiri üzerine çakışmayan iki boyutlu komşu üçgenlerin oluşturduğu bir yüzeyi tanımlar. DTM ile kömür damarlarını, topoğrafyayı (konturları), tenör dağılımlarını ve kesitleri bir yüzey olarak tanımlanır ve oluşturulan DTM'ler arasındaki hacimleri hesaplanabilir. DTM'ler iki düzlemde oluşturulur ve bunların tanımladığı girinti, çıkıntı veya kıvrımlarda herhangi bir sınırlama yapılmaz.

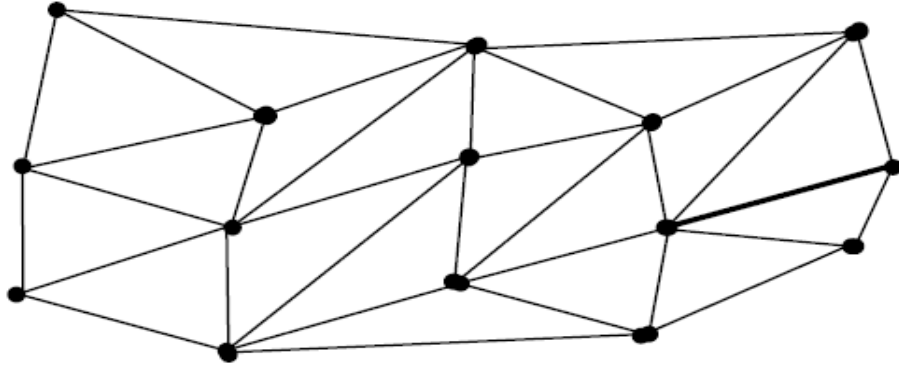


Şekil 4.12 Üçgenleme ve çizgiden yüzey oluşturması (Öngen, 2008).

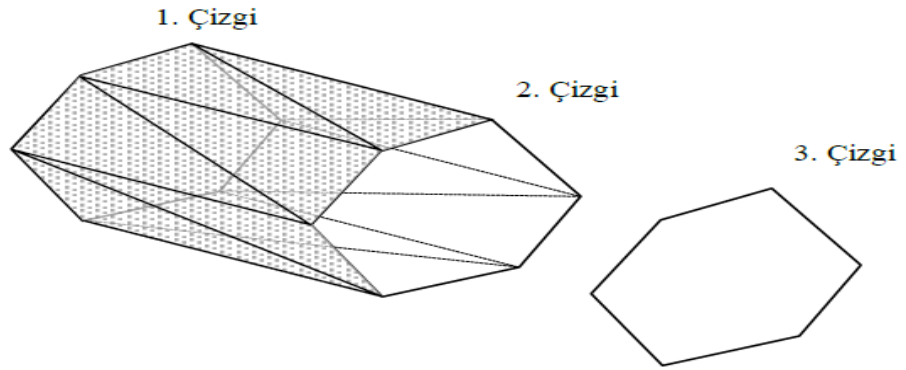
#### 4.2.9 Üç (3) DM (Üç Boyutlu Modelleme)

3-DM maden yatağının şeklini, üretim yapılan bölgeyi, açılacak yolları, dilim halinde üretim yerleri veya buna benzer çalışmalar kapalı çizgilerle belirlenmiş birbiri üzerine çakışmayan üç boyutlu komşu üçgenleri birleştirerek oluşturulan katı bir cisim veya boşluk olarak tanımlanır.

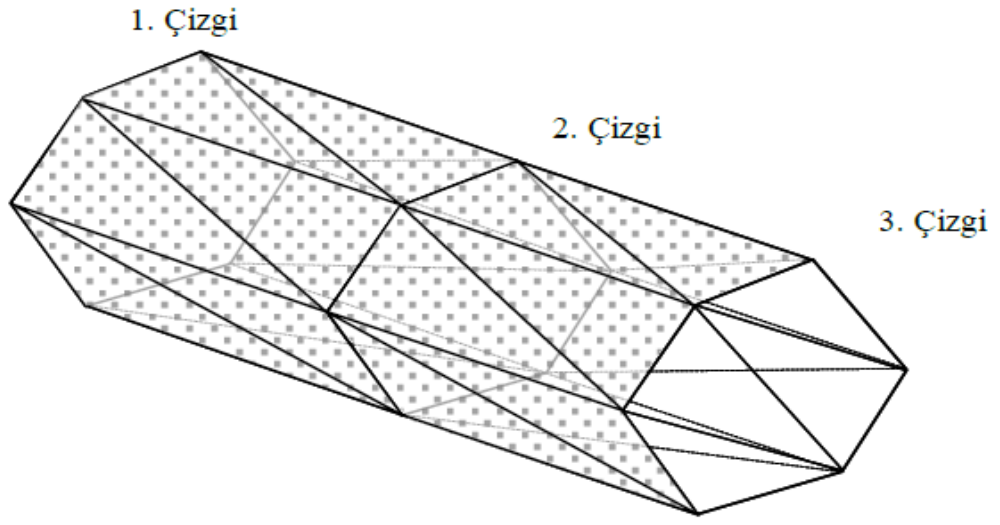
Tamamıyla üçgenler ile çevrilmiş bir cismi veya boşluğu tanımlayan 3-DM, bu cismin veya boşluğun hacmini hesaplamaya izin verir. Eğer bu bir maden yatağı ise cevherin yoğunluğu ile çarpılarak rezerv bulunabilir. 3-DM maden yatağının sınırlarının tanımlamasında yaygın olarak kullanılır.



Şekil 4.13 Çizgileri çizgilerle birleştirilerek meydana getirilen yüzey (DTM) (Öngen, 2008).



Şekil 4.14 1. ve 2. çizgiyi dikerek birleştirmek (Öngen, 2008)



Şekil 4.15 Tüm çizgilerin dikilerek birleştirilmiş hali

## **BÖLÜM BEŞ**

### **SURPAC YAZILIMI**

#### **5.1 Surpac Hakkında Genel Bilgi**

Surpac programı madencilik faaliyetlerinin planlanması ve uygulanmasında büyük avantajlar sağlayan bir yazılımdır. Surpac ile açık ve kapalı ocak dizaynları, patlatma dizaynı, yol dizaynı, basamak dizaynı, cevherin variogram modelini oluşturma, cevherin jeostatistiksel yöntemler kullanılarak ortalama tenör değer hesaplamaları, maden yatağı rezerv hesapları, maden yatağının blok modelinin oluşturulması, sondaj verilerinin oluşturulması ve optimum koşullar ile uygun maden üretim planlanması yapılmaktadır. Surpac programı verilerin kullanımı için veri tabanları oluşturur ve hızlı bir şekilde veri aktarımı ile yapılan işlemlerde kolaylık sağlamaktadır. Cad (dosya formatı) uzantılı çalışabilen bir programdır. Genellikle her madende kullanılabilir. Özellikle ani tenör değişimleri olan altın gibi madenlerde en az hata ile oluşturulmuş variogram modeller ile anizotropi belirlenmekte ve üretim sırasında avantaj sağlamaktadır.

Surpac programı görsel açıdan da ön plana çıkmaktadır. Oluşturulan modellerde verilerin dağılımları ve grafiksel gösterimi, oluşturulan modellerin ve yüzeylerin görünümünde görsel açıdan yüksek kalitede olması yapılan araştırma hakkında daha verimli ve gerçeğe yakın sonuçlar almamızı sağlamaktadır.

Surpac yazılım programının özellikleri şu şekildedir:

- Sondaj lokasyonları 2-B ve 3-B olarak oluşturulabilir.
- Sondaj lokasyonlarından kesit yöntemi katı yüzey modelleme ile DTM'ler oluşturulabilir.
- Basit istatistik, jeostatistik yapılabilir.
- Blok modelleme yapılabilir, yüzey topoğrafyasının ve cevher yatağının alt/üst tabakalarının eş kalınlık eğrilerinin 2-B ve 3-B olarak A0-A4 paftalarına plotları alınabilir.
- 3-B olarak patlatma dizaynı, basamak dizaynı ve açık işletme dizaynı yapılabilir.

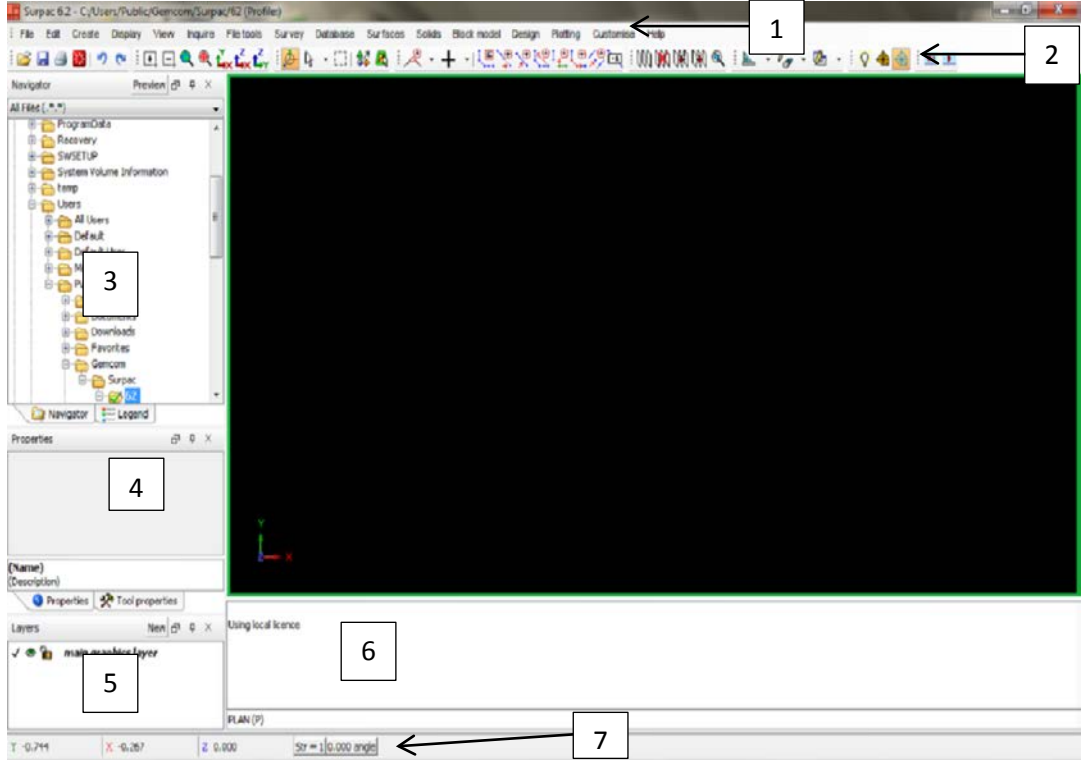
- 3-B olarak yeraltı işletme dizaynı, galeri dizaynı yapılabilir.
- Modellenen cevher yatağından kesitler alınabilir, maden sahasındaki bütün topoğrafik işler yapılabilir.
- Maden yatağının üretim planlaması ve Whittle 3-B ve 4-B açık işletme ile projelendirilen maden yataklarını ekonomik olarak değerlendirilebilir.
- Çevre ile ilgili olarak, hava ve su kirlenmesi modellemeleri yapılabilmektedir.

Kısaca madencilikle ilgili her türlü uygulama yapılabilmektedir.

## **5.2 Surpac İle Açık Ocak Tasarımı**

Açık ocak tasarımının amacı maden işletme ruhsatı içindeki üretim yapılacak olan maden sahasında optimum madencilik faaliyeti ile madenin kazanılmasını ifade eder. Surpac üretim yapılacak sahada cevherin maksimum bir şekilde en uygun üretim yöntemi kazanılmasında büyük avantajlar sağlamaktadır. Örneğin üretim sahasının Surpac programında görselleştirilmesi ile saha hakkında daha kolay yorum yapılmaktadır. Basamak, patlatma ve yol dizaynların da oluşan hatalar en aza indirgenmektedir.

Program çalıştırıldığında karşımıza menüler ve boş bir çizim alanı çıkar. Bu ekranın görüntüsü Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Surpac açılış ekranı

Açılış ekranı:

1. Menüler
2. Araç Çubuğu
3. Navigatör Grafik Ekranı
4. Özellikler Penceresi
5. Tabakalar
6. Mesaj Penceresi
7. Durum Çubuğu

### 5.2.1 Menüler

Programın kumanda merkezidir. Programın özellikleri dosya, görünüm, blok model gibi çeşitli başlıklar altında gruplandırılmaktadır.

### 5.2.2 Araç Çubuğu

Sıklıkla kullanılan fonksiyonlar için kısa yol oluşturulup, bunlara kolayca ulaşılan bölümdür.

### **5.2.3 Navigator**

Çalışma dosyalarının ana klasörünün belirlendiği, sonrasında üzerinde işlem yapmak istenilen dosyaların seçildiği bölümdür.

### **5.2.4 Grafik Ekranı**

Dosyalar üzerinde işlem yapılan ve daha önce oluşturulan dosyaları üç boyutlu olarak görüntüleme imkanının bulunduğu alandır.

### **5.2.5 Özellikler Penceresi**

Dosyaların ismi, uzantısı, boyutu ve üzerinde yapılan son işlemin tarihini görme gibi çeşitli dosya özellikleri hakkında bilgi verir.

### **5.2.6 Tabakalar**

Verilerin tabakalar halinde kontrol edilmesini sağlayan alandır. Veri kaybını önlemek için dosyaları tabakalar halinde oluşturmak gerekmektedir ve bu yüzden önemlidir. Olası hatalı işlem veya değiştirme durumunda tüm dosyayı baştan oluşturmaktansa sadece ilgili tabaka üzerinde işlem yapma imkanına sahip olunur.

### **5.2.7 Mesaj Penceresi**

Programa verdiğimiz bir komut sonrasında bilgi, hata mesajı veya tehlikeli durum söz konusu olduğunda bilgi alınan bölümdür.

### **5.2.8 Durum Çubuğu**

Fare imlecinin bulunduğu konumun koordinatları, tasarım açısı, ip (string) numarası, veri tabanı (database) veya blok model menüsünün görüntülediği alandır.

## **5.3 Surpac Çalışma Prensipleri**

Surpac programının kullandığı çeşitli dosya türleri bulunmaktadır. Sondaj verilerini saklamak için "dxf" veya "txt" dosya türü, yüzeyler oluşturulurken "dtm" ve "str" dosyaları, sondaj verilerini tanımlamada (database) access tabanlı "ddb" dosya türü ve blok model tasarımı yapılırken "mdl" dosya türü kullanılmaktadır. Tablolar oluşturulduktan sonra oluşturulan dosyalar programa ".txt" uzantılı olarak

ithal edilir, ithal edilirken ".txt" formatındaki verilerin aralarındaki ayıraç önemlidir. Hepsi belirli bir formatta ". " ," veya boşluk halinde olmalıdır. Tablo 5.1'de dosya türleri ve tanımları ifade edilmiştir.

Tablo 5.1 Surpac 'da kullanılan dosya türleri

Dosya Adı	Örnek	Tanımlama
String	basamak.str	String sıralı boyutlandırılmış üç koordinatın fiziksel yapısını ifade eder.
Dtm	Basamak.dtm	Dtm dosyaları string dosyalarından üretilmiş yüzeyleri ifade eder. Bu yüzeyler bir araya getirilmiş üçgenlerden oluşmaktadır.
Geolojical Database	Veri.ddb	Sistemdeki bulunan veriler ile bağlantı kurarak gerekli tablo ve alanlar için veri sağlar.
Blok Model	Sio2-Mgo-S.M-A/F. mdl	Cevherin bloklara ayrılmış biçimde gösterimi sağlar ve rezerv, hacim ve cevher tenör dağılımını gösterir.
Plugins	analiz.dxt	Txt ve dxf formatlı dosyalardaki verilerin kullanılmasını sağlar.

#### 5.4 Veritabanı Oluşturma (Database)

İstenilen projeleri gerçekleştirmek için öncelikle sağlıklı bir veritabanı (database) oluşturmak gerekir. Surpac programında veri tabanı iki şekilde hazırlanır. Birincisi; programın kendi içinde hazırlanan veritabanı, diğeri ise; dışarıda hazırlanıp programa ithal (import) edilebilen veritabanıdır.

Veri tabanı oluşturulurken dikkat edilecek önemli bir husus; çalışılacak bölgenin kuyu verilerinin sağlıklı ve hatasız olmasına dikkat edilmesidir. Aksi takdirde hatalı bir veritabanı ve akabinde hatalı bir proje gerçekleştirilecektir. Kuyu verilerinde eksiklikler varsa, istenilen bazı işlemleri program gerçekleştirmez.

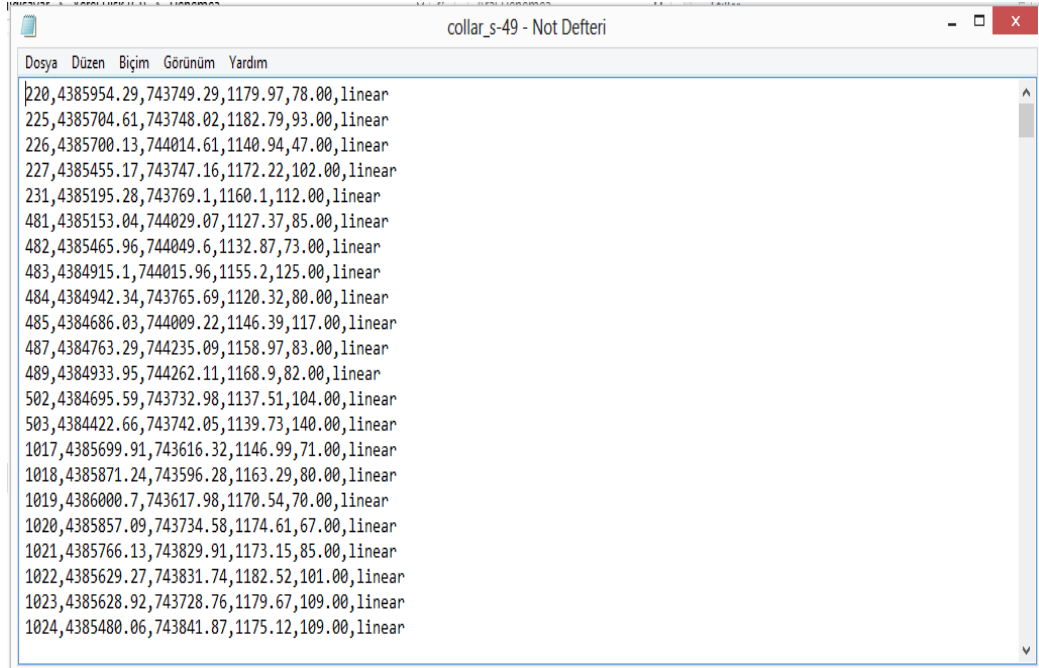
Surpac programında veritabanı hazırlarken "table" adı verilen dört farklı tablo oluşturulur. Bunlar;

- Collar
- Geology
- Sample
- Survey' dir.

#### ***5.4.1 Collar Tablosu***

Collar tablosu oluşturulması gereken zorunlu tablolardan birisidir (mandatory table). Collar tablosu oluşturulduktan sonra diğer üç tablo(geology, sample ve survey), x, y ve z değerlerini de collar tablosundan otomatik olarak temin eder. Collar tablosunun oluşturulmasının sebebi; kuyuların koordinatlarını görmek ve kuyuları üç boyutlu oluşturabilmektir. Collar tablosunda bulunması gereken veriler şunlardır:

1. Hole ID (sondaj ismi)
2. Y (koordinat değeri)
3. X (koordinat değeri)
4. Z (koordinat değeri)
5. Max. Depth (maksimum kuyu derinliği)
6. Hole Path (sondaj doğrultusu)



The image shows a screenshot of a Not Defteri (Notepad) window titled "collar\_s-49 - Not Defteri". The window contains a list of 25 entries, each representing a collar data point. Each entry is a comma-separated list of values: a hole ID, a sample ID, a depth from value, a depth to value, and a formation name. The entries are as follows:

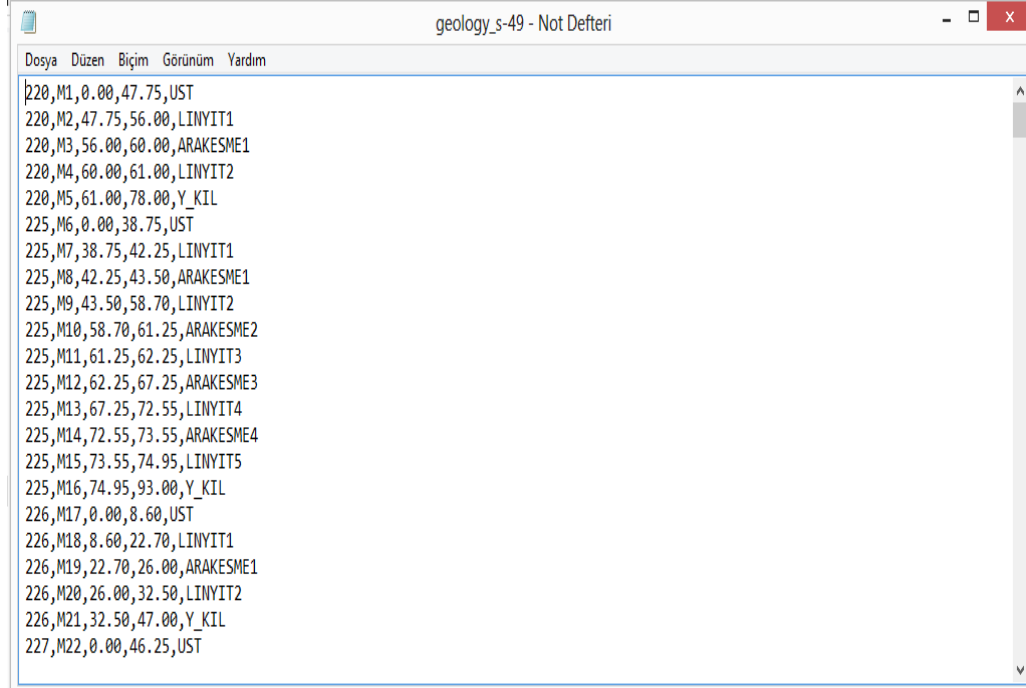
Hole ID	Sample ID	Depth From	Depth To	Formation
220	4385954.29	743749.29	1179.97	78.00,linear
225	4385704.61	743748.02	1182.79	93.00,linear
226	4385700.13	744014.61	1140.94	47.00,linear
227	4385455.17	743747.16	1172.22	102.00,linear
231	4385195.28	743769.1	1160.1	112.00,linear
481	4385153.04	744029.07	1127.37	85.00,linear
482	4385465.96	744049.6	1132.87	73.00,linear
483	4384915.1	744015.96	1155.2	125.00,linear
484	4384942.34	743765.69	1120.32	80.00,linear
485	4384686.03	744009.22	1146.39	117.00,linear
487	4384763.29	744235.09	1158.97	83.00,linear
489	4384933.95	744262.11	1168.9	82.00,linear
502	4384695.59	743732.98	1137.51	104.00,linear
503	4384422.66	743742.05	1139.73	140.00,linear
1017	4385699.91	743616.32	1146.99	71.00,linear
1018	4385871.24	743596.28	1163.29	80.00,linear
1019	4386000.7	743617.98	1170.54	70.00,linear
1020	4385857.09	743734.58	1174.61	67.00,linear
1021	4385766.13	743829.91	1173.15	85.00,linear
1022	4385629.27	743831.74	1182.52	101.00,linear
1023	4385628.92	743728.76	1179.67	109.00,linear
1024	4385480.06	743841.87	1175.12	109.00,linear

Şekil 5.2 Collar tablosu

#### 5.4.2 Geology Tablosu

Geology tablosu oluşturulması gereken zorunlu tablolardan birisi dahadır (mandatory table). Geology tablosunun oluşturulmasının sebebi; sondaj kuyularının hangi derinlikten başlayıp, hangi derinliğe kadar uzandığını ve bu derinliklerde hangi kalınlıklarda kömür, hangi kalınlıklarda ise diğer tabakalarının olduğunu görülebilmelerini sağlamaktadır. Geology tablosunda bulunması gereken veriler şunlardır:

1. Hole ID (sondaj ismi)
2. Sample ID (cevherin bulunduğu bölgenin kodu)
3. Depth From (belli bir derinlikten)
4. Depth To (belli bir derinliğe)
5. Formation (formasyon)



The screenshot shows a Not Defteri window titled "geology\_s-49 - Not Defteri". The window contains a table with the following data:

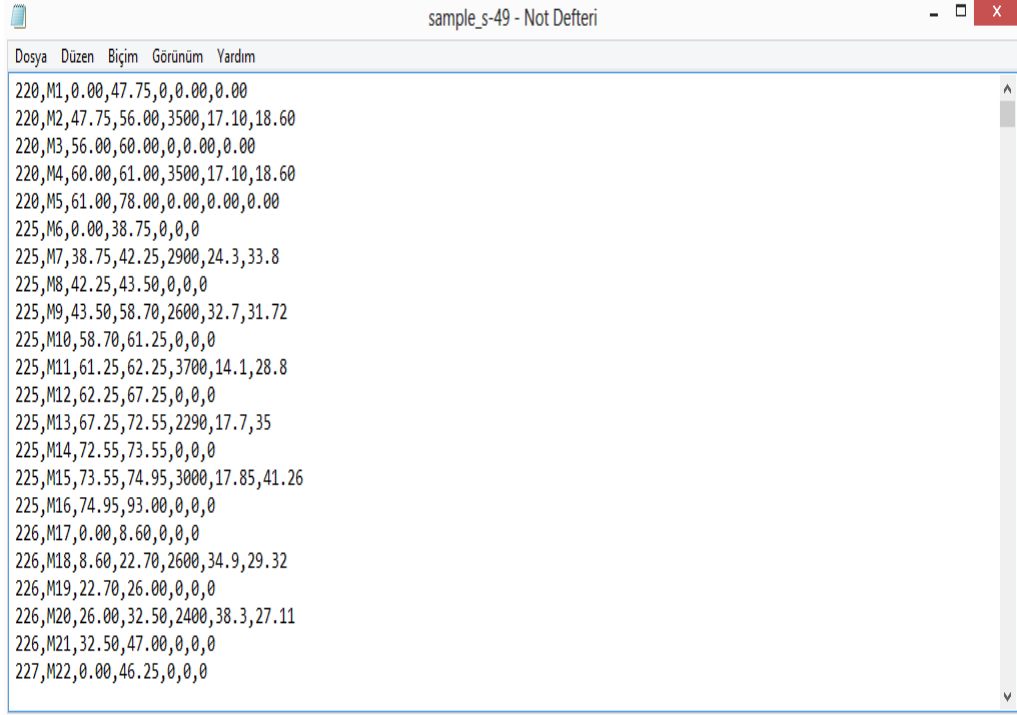
Hole ID	Sample ID	Depth From	Depth To	Kalori	Nem	Kül
220	M1	0.00	47.75	UST		
220	M2	47.75	56.00	LINYIT1		
220	M3	56.00	60.00	ARAKESME1		
220	M4	60.00	61.00	LINYIT2		
220	M5	61.00	78.00	Y_KIL		
225	M6	0.00	38.75	UST		
225	M7	38.75	42.25	LINYIT1		
225	M8	42.25	43.50	ARAKESME1		
225	M9	43.50	58.70	LINYIT2		
225	M10	58.70	61.25	ARAKESME2		
225	M11	61.25	62.25	LINYIT3		
225	M12	62.25	67.25	ARAKESME3		
225	M13	67.25	72.55	LINYIT4		
225	M14	72.55	73.55	ARAKESME4		
225	M15	73.55	74.95	LINYIT5		
225	M16	74.95	93.00	Y_KIL		
226	M17	0.00	8.60	UST		
226	M18	8.60	22.70	LINYIT1		
226	M19	22.70	26.00	ARAKESME1		
226	M20	26.00	32.50	LINYIT2		
226	M21	32.50	47.00	Y_KIL		
227	M22	0.00	46.25	UST		

Şekil 5.3 Geology tablosu

### 5.4.3 Sample Tablosu

Sample tablosunda, üretilen cevher kömür ise; kömürün hangi derinliklerde ne kadar kül, nem ve kalori bulundurduğunu gösteren masadır. Hangi kalınlıklarda kaç metre kömür olduğunu görmekte mümkündür. Kül, nem ve kalori eğrileri bu tablo sayesinde çizilmektedir. Sample tablosunda bulunması gereken veriler şunlardır:

1. Hole ID (sondaj ismi)
2. Sample ID (cevherin bulunduğu bölgenin kodu)
3. Depth From (belli bir derinlikten)
4. Depth To (belli bir derinliğe)
5. Kalori
6. Nem
7. Kül



Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım		
220	M1	0.00	47.75	0.00	0.00	0.00
220	M2	47.75	56.00	3500	17.10	18.60
220	M3	56.00	60.00	0.00	0.00	0.00
220	M4	60.00	61.00	3500	17.10	18.60
220	M5	61.00	78.00	0.00	0.00	0.00
225	M6	0.00	38.75	0.00	0.00	0.00
225	M7	38.75	42.25	2900	24.3	33.8
225	M8	42.25	43.50	0.00	0.00	0.00
225	M9	43.50	58.70	2600	32.7	31.72
225	M10	58.70	61.25	0.00	0.00	0.00
225	M11	61.25	62.25	3700	14.1	28.8
225	M12	62.25	67.25	0.00	0.00	0.00
225	M13	67.25	72.55	2290	17.7	35
225	M14	72.55	73.55	0.00	0.00	0.00
225	M15	73.55	74.95	3000	17.85	41.26
225	M16	74.95	93.00	0.00	0.00	0.00
226	M17	0.00	8.60	0.00	0.00	0.00
226	M18	8.60	22.70	2600	34.9	29.32
226	M19	22.70	26.00	0.00	0.00	0.00
226	M20	26.00	32.50	2400	38.3	27.11
226	M21	32.50	47.00	0.00	0.00	0.00
227	M22	0.00	46.25	0.00	0.00	0.00

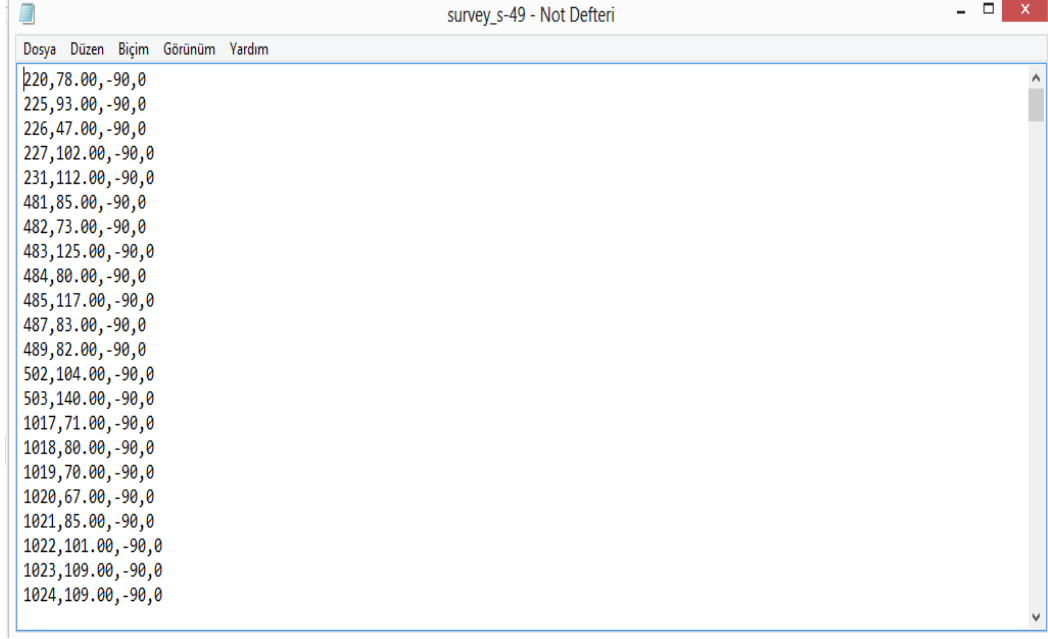
Şekil 5.4 Sample tablosu

Sample tablosundaki nem, kül ve kalori değerleri isteğe göre değiştirilebilir. Örneğin; kükürt değeri, uçucu madde değeri, karbon miktarı gibi değerlerde atanabilir.

#### 5.4.4 Survey Tablosu

Survey tablosu, kuyuların istikametinin düz mü yoksa belli sapmalarla ve bu sapmaların kaç derecelik bir azimuth (kuyunun güneyle yaptığı açı) açısı ile gerçekleştiğini göstermek için oluşturulur. Survey tablosunda bulunması gereken veriler şunlardır:

1. Hole ID (sondaj ismi)
2. Max. Depth (maksimum kuyu derinliği)
3. Dip (dalım açısı)
4. Azimuth (kuzeyle yaptığı açı)



The screenshot shows a window titled "survey\_s-49 - Not Defteri" with a menu bar containing "Dosya", "Düzen", "Biçim", "Görünüm", and "Yardım". The main area displays a list of 25 numerical values, each followed by "-90,0". The values are: 220,78.00, 225,93.00, 226,47.00, 227,102.00, 231,112.00, 481,85.00, 482,73.00, 483,125.00, 484,80.00, 485,117.00, 487,83.00, 489,82.00, 502,104.00, 503,140.00, 1017,71.00, 1018,80.00, 1019,70.00, 1020,67.00, 1021,85.00, 1022,101.00, 1023,109.00, and 1024,109.00.

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
220,78.00				-90,0
225,93.00				-90,0
226,47.00				-90,0
227,102.00				-90,0
231,112.00				-90,0
481,85.00				-90,0
482,73.00				-90,0
483,125.00				-90,0
484,80.00				-90,0
485,117.00				-90,0
487,83.00				-90,0
489,82.00				-90,0
502,104.00				-90,0
503,140.00				-90,0
1017,71.00				-90,0
1018,80.00				-90,0
1019,70.00				-90,0
1020,67.00				-90,0
1021,85.00				-90,0
1022,101.00				-90,0
1023,109.00				-90,0
1024,109.00				-90,0

Şekil 5.5 Survey tablosu

Yukarıda bahsedilen 4 dosya oluşturulurken üretilen cevherin cinsine bakılmalıdır. Cevher kömür ise bu 4 adet veritabanı dosyası yeterlidir. Ancak cevher başka bir malzeme ise (örneğin altın cevheri) bu dosyalarda translation, styles, weathering gibi tablolarda eklenebilir.

Veritabanı oluşturulurken mecburi ve opsiyonel tablolar karşımıza çıkmaktadır. Mecburi tablolar collar, survey ve translation'dur. Opsiyonel tablolar ise, sample, geology tablolarıdır. Kömür cevheri için yapılan modellemelerde collar, geology, sample ve survey tabloları kullanılmaktadır.

Collar, geology, sample ve survey database'i oluşturulduktan sonra programı çalışma aşaması başlamaktadır.

## **BÖLÜM ALTI**

### **İŞLETMEYLE VE ÇALIŞMA YAPILACAK PANOYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

#### **6.1 İşletmenin Kuruluşu ve Tarihçesi**

Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kurumuna bağlı GLİ Müessesesi bünyesinde 1 Haziran 1960 tarihinden itibaren “Seyitömer Bölge Müdürlüğü” olarak faaliyet gösteren işletme 01.07.1990 tarihinden sonra doğrudan TKİ kurumuna bağlı Müessese Müdürlüğü, 30.04.2002 tarihinden itibaren de İşletme Müdürlüğü olarak faaliyetini sürdürmüştür. 01.04.2004 tarihinden itibaren de Müessese Müdürlüğü olarak tüzel kişilik kazanmış ve BLİ (Bursa Linyitleri İşletmesi) Müdürlüğü bağlanmıştır. 01.10.2012 tarihinden sonra İşletme Müdürlüğü olarak TKİ kurumuna bağlı olarak faaliyetine devam etmiş ve BLİ Müdürlüğü SLİ bünyesinden ayrılmıştır. 01.11.2012 tarihi itibari ile TKİ Genel Müdürlüğü’nden Bakan Oluru ile ayrılarak EÜAŞ Genel Müdürlüğüne bağlanmıştır. 2013 yılında ise özelleştirmede ilk sıraya konularak ihaleye sunulmuştur. Çelikler Holding ihalede ilk sırada yer alarak işletmeyi 30 yıllığına işletme hakkı kazanmıştır.

1960 yılında faaliyete başlanan işletmede yıllık 600.000 ton tüvenan linyit istihali programlanmış, Azot Sanayii’nin tevsiine paralel olarak 1963-1968 yılları arasında 2.000.000 ton/yıl tüvenan linyit istihali olarak yeniden projelendirilmiştir.

Daha sonraki yıllarda piyasa ve Azot Sanayiine verilemeyen düşük kalorili kömürlerin değerlendirilmesi ve ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması gayesi ile Seyitömer’de 2x150 MW gücünde termik santral kurulması kararlaştırılmıştır. Yıllar içerisinde 3x150 MW ve 1989 yılından itibaren de 4x150 MW gücüne çıkartılan santrale paralel olarak işletmenin üretim kapasitesi 7.700.000 ton/yıl tüvenan linyit istihali olacak şekilde tevsi edilmiştir.

#### **6.2 İşletmenin Coğrafi Konumu**

SLİ Müdürlüğü Kütahya il merkezinin kuzey batısında olup, Kütahya-Tavşanlı karayolunun 17. kilometresine 11 km uzunluğunda asfalt bir yol ile bağlanmıştır.



Paleontolojik bulgulara göre Seyitömer linyit havzasındaki gösel çökeller Geç Miosen-Erken Pliosen olarak yaşlandırılmıştır. Neojen öncesi temel kayalar Kretase yaşındadır.

Seyitömer formasyonu olarak adlandırılan akarsu ve gösel tortuları 5 (beş) ayrı üyeden oluşmuştur. Bunlar alttan üste doğru: (1) Kumtaşı-Kongomera üyesi, (2) Çamurtaşı-Kiltaşı üyesi, (3) Laminall Şeyl üyesi, (4) Silisli Kireçtaşı üyesi ve (5) Killi Kireçtaşı üyesidir (www.tki.gov.tr).

#### *6.3.1.1 Kumtaşı-Konglomera Üyesi*

Çalışma alanının Kuzey ve Kuzeybatısında yayılım gösteren Kumtaşı-Konglomera üyesi, başlıca sertleşmiş kumtaşlarıyla çeşitli çakıl bileşimlerinden oluşan sertleşmiş konglomeralardan oluşmuştur.

Kumtaşları genellikle sarımsı gri, yer yer kırmızımsı renkte olup, orta sertlikte ve yer yer çok sertleşmiştir. Tabakalanma orta ve kalın, bazen lamina boyutunda olup, genellikle düzensizdir. Bileşen tane boyutları genelde ince ve orta, nadiren kaba boyutludur. Taneler genellikle kireçtaşı, kuvars, serpantin ve kırmızı çört kaya parçalarından oluşmuştur. Bağlayıcı çimento olarak kil ve silis içeriklidir.

Konglomeralar açık gri, bazen açık kırmızımsı renkli olup, orta ve çok sertleşmiştir. Orta ve kalın, ender olarak çok kalın ve düzensiz tabakalıdır. Konglomera taneleri genellikle beyazımsı gri kristalize kireçtaşı, kahverengimsi kireçtaşı, beyaz dumanlı kuvarsit, grimsi beyaz mermer, beyaz dolomit ve kırmızı çörtlerden oluşmuştur.

Üye içinde yaş belirlemede kullanılacak herhangi bir fosil bulunamadığından, üstteki birimlerde bulunan fosillere göre üyenin yaşı Genç Miosendir.

#### *6.3.1.2 Çamurtaşı-Kiltaşı Üyesi (Kaide Kili)*

Çalışma sahasının Doğu, Batı, Kuzeydoğu, Kuzeybatı kesimlerinde yayılım göstermektedir. Kumtaşı-Konglomera üyesi üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Az ve orta derecede sertleşmiş çamurtaşı ve kilttaşlarından oluşmaktadır. Bu üyenin

tavan bölümünde yer alan kömür damarı B damarı (alt damar) olarak adlandırılmıştır.

Çamurtaşları genel olarak yeşilimsi gri renkli yer yer açık yeşil ayrışma renklidir. Az ve orta sertlikte, genellikle belirsiz, yer yer orta ve kalın tabakalıdır. Üst seviyelere doğru kömürleşmiş bitki kırıntıları, tabana doğru ise ince ve kaba kum çakıllarından oluşan kırıntılı seviyeler içerir.

1986 yılında SLİ ocaklarından derlenen omurgalı fosilleri ve kömür örneklerinde saptanan spor polenlerine göre Çamurtaşları-Kiltaşı üyesi Genç Miyosen yaşı öngörülmüştür.

#### *6.3.1.3 Laminallı Şeyll Üyesi (Yanıccı Marn)*

Laminallı şeylller(yanıccı marn) genel olarak yeşilimsi gri, yer yer açık gri renkli, yeşilimsi beyaz ayrışma renklidir. 1200-1300 kcal'ye kadar alt ısı değeri olduğundan laminallı şeyllere yanıccı marn adı da verilmektedir. B damarının hemen üstünde 0,5-1,0 m. kalınlıkta boz renkli sileksit ile başlayan laminallı şeyllerin tabakaları orta ve kalın yer yer masif arası değışen kalınlıktadır. Tabakalanmaya uygun düzlemsel ve düzgün dilinimlidir. Üyenin tavan kesiminde yer yer silttaşı ve killi kömür ardalanmasından yapıllı üst kömür damarı yer alır.

Üst kömür damarı (A damarı) genel olarak ince bazen orta kalınlıkta ve düzenli tabakallı silttaşı killi kömür, kömür ve yer yer silisli kireçtaşından oluşmuştur. Üst kömür siyahımsı renkli, mat görünümlü olup, orta sertliktedir.

Laminallı şeyll (yanıccı marn) üyesi ihtiva ettikleri hidrokarbonlu maddelerin havayla teması sonucu kendi kendine yanmaları yüzünden, üst damar oluşumunun bulunmadığı yerlerde kiremit reğinde ve küçüklü büyüklü alanlar halinde yanık marn görülmektedir. Bu yanma olayı genellikle faylanmalarla ve aşınmalarla hava ile temas eden yanıccı marnların kendi kendine tutuşması sonucu olmaktadır. Yörede yanık olarak adlandırılan bu curuflu malzeme işletme tarafından, müteahhitler tarafından ocak yollarında kullanılmakta, ayrıca köy yollarında stabilize malzeme olarak kullanılmaktadır.

#### *6.3.1.4 Silisli Kireçtaşı Üyesi*

Silisli kireçtaşı üyesi çok sertleşmiş silisli kireçtaşlarından oluşmuştur. Sarımsı gri renkli beyazımsı gri ve genellikle ince yer yer orta kalınlıkta tabakalıdır. Bazı seviyelerde bol miktarda gastropod ve astrokod fosilleri içerir.

Silisli kireçtaşı genellikle silis ve yeniden kristalleşme sonucu gelişmiş mikrospor kalsitten yapılıdır. Fosil ve kavkı çeperlerinde erimeler ve silis dolgulu fosil kalıpları görülür. Silisli kireçtaşları yaygın olarak büzülme boşlukları(löterit) içerir. Ortalama kalınlık 5 m. olan silisli kireçtaşı üyesi, sahanın kuzeybatısında kömürlü seviyelerin inceliş ve kamalanması sonucu doğrudan taban boşlukları olan çamurtaşı-kiltaşı üyesini örter.

Paleontolojik çalışmalar sonunda silisli kireçtaşının yaşı Geç Miyosen olarak tespit edilmiştir.

#### *6.3.1.5 Tüfit Seviyeli Killi Kireçtaşı*

Sahanın hemen hemen her tarafında münferiden ve bilhassa imtiyaz sahasının güney ve batısında büyük bir yayılım gösteren üye grimsi beyaz renkli killi kireçtaşından ve beyazımsı gri renkli tüfit ara seviyeden oluşmaktadır.

Killi kireçtaşları grimsi beyaz renkli, sarımsı beyaz ayrışma renkli ince taneli orta sertlikte ve genellikle ince tabakalı bölgesel olarak tabakalanmaya bağlı düzgün dilinimlidir. Tüfit seviyeli killi kireçtaşı üyesi, silisli kireçtaşı üyesini ani ve uyumlu olarak örter.

Üyenin yaşı altındaki üyenin yaşına bağlı olarak Geç Miyosen sonu varsayılabilir.

### **6.3.2 Yapısal Jeoloji ve Tektonik**

Seyitömer linyit havzası muhtemelen Alp orojenezi zamanında tektonik hareketlere maruz kalmıştır.

Linyit yatağı genellikle Kuzey-Güney istikametinde uzanan ve atımları 10-60 m. arasında değişen faylarla bloklara bölünmüştür. Bu fayların en önemlisi Aslanlı-Ağızören köyleri istikametinde uzanan 20-60 m. atımlı faylardır. Bu faylar havzayı

Aslanlı ve Seyitömer olmak üzere iki bölüme ayırmaktadır. Havzanın en büyük atımlı fayı ise (150 m. atımla) Bozcahöyük köyü üzerinden geçerek Kuzey-Güney istikametinde uzanan faydır. Ayrıca Türkmentepe eteğinden geçen ve Kütahya-Seyitömer karayoluna paralel uzanan 50-60 m. atımlı fayla B damarı Türkmentepe'de mostra vermektedir.

Bunun haricinde kömür havzasında birbirini kesen ve atımları 5-15 m. arasında değişen sayısız faylara rastlanmaktadır. Fayların hemen hemen hepsi eğim atımlı normal fay olup, eğimleri  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  civarındadır.

Kömür havzasında görülen fayların bir kısmı kömür oluşum evresi boyunca, bazıları ise, kömür oluşumundan sonra geliştiği görülmektedir.



### 6.3.3 Linyit Rezerv Durumu

Seyitömer Linyitleri İşletmesi imtiyaz hudutları içinde kalan saha 6641,30 hektardır. Kömürlü saha üç bölümden oluşmaktadır. Bu üç bölümde 1991 yılı sonu itibarıyla 195,308,000 ton görünür, 25,214,000 ton hazır olmak üzere toplam 220,522,000 ton linyit rezervi mevcuttur. Kömür hareketi, rezerv hareket tablosunda görülmektedir.

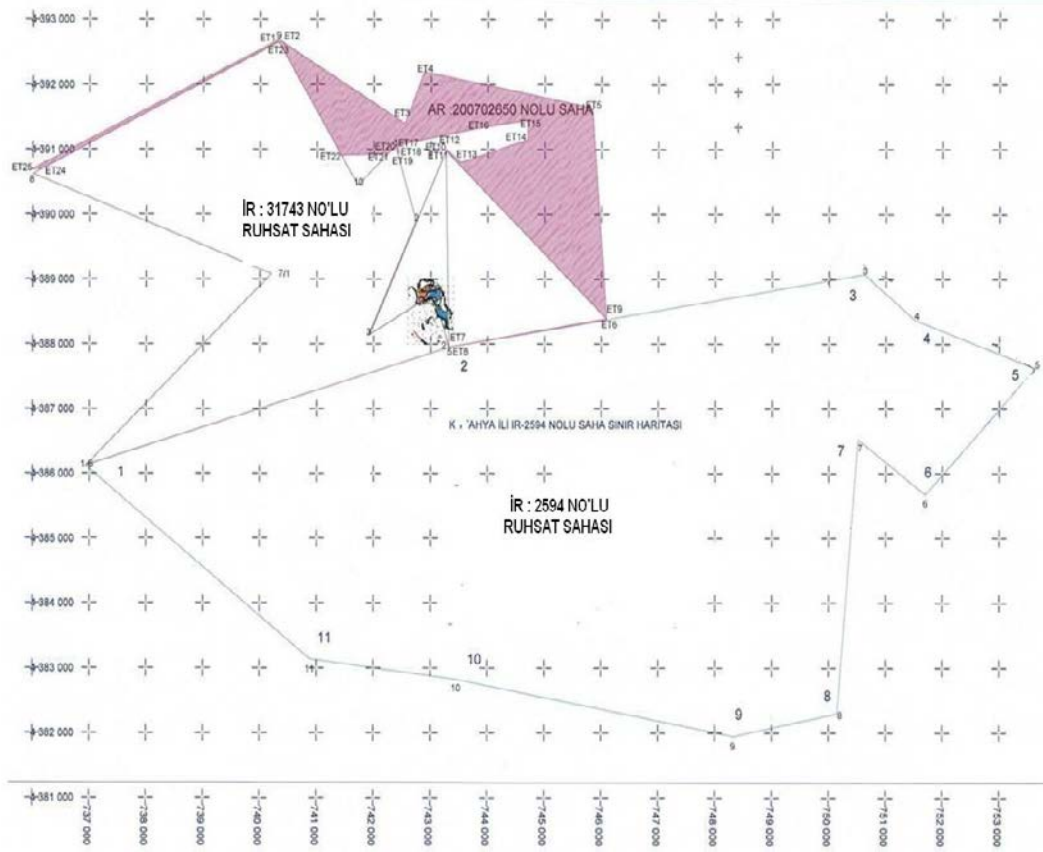
Tablo 6.1 Seyitömer kömür havzasının 1991 yılı itibariyle A ve B kömür damarlarının buldukları bölümlere göre rezerv dağılımlarıdır (x1000 ton) (Çelikler etüt-proje birimi).

Bölüm Adı	A damarı	B damarı	1991 yılı üretimi	Toplam
Aslanlı	47,226	9,090	-	56,316
Seyitömer	54,081	104,711	6,086	152,706
Ayvalı	11,500	-	-	11,500
<b>Toplam</b>	112,807	113,801	6,086	220,522

İmtiyaz sahası içinde yapılan sondajlı etüd çalışmalarında şimdiye kadar 1559 adet 121,838 m. sondaj yapılmıştır.

Bu sondajlardan 376 adet 28,530 m. M.T.A. tarafından geri kalan 93,308 m. sondajla GLİ ve SLİ tarafından gerçekleştirilmiştir.

İşletme Çelikler Holding'e geçtikten sonra eldeki işletme ve arama ruhsatı olan sahalar Şekil 6.3'de görüldüğü gibidir.



Şekil 6.3 Çelikler Holding SLİ işletme ve arama ruhsat sahaları (Çelikler etüt-proje birimi)

Bu sahalara ait işletilebilir rezerv miktarı, kalori değerleri, saha genişliği gibi değerleri Tablo 6.2’de gösterilmektedir.

Tablo 6.2 Çelikler SLİ Müdürlüğü ruhsat sahaları (01.11.2013 itibari ile) (Çelikler etüt-proje birimi)

Ruhsat Saha No	Ruhsat Alanı(Ha)	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Kömürlü Alan(Ha)	Rezerv Miktarı (Ton)
<b>İR 2594</b>	6877,91	04.01.1988	04.01.2054	1442	145,688,871
<b>İR 31743</b>	2022,89	08.11.2012	21.03.2042	31	18,488,811
<b>A.R. 200702650</b>	754,94	30.11.2012	30.11.2022	0,0525	3,765

Tablo 6.3 Panolara göre 2014 yılı faaliyet programı (17.06.2014-31.12.2014) (Çelikler etüt-proje birimi)

PANO	İŞLETME		YÜKLENİCİ		TOPLAM	
	DEKAPAJ (m <sup>3</sup> )	ÜRETİM (ton)	DEKAPAJ (m <sup>3</sup> )	ÜRETİM (ton)	DEKAPAJ (m <sup>3</sup> )	ÜRETİM (ton)
AYVALI-2			2,000,000	1,750,000	2,000,000	1,750,000
S-49			5,000,000	1,250,000	5,000,000	1,250,000
DRAGLİNE DİLİM	600,000	230,000			600,000	230,000
A-19	1,000,000	400,000			1,000,000	400,000
A-14	400,000	120,000			400,000	120,000
A-15						
ARSLANLI DRAGLİNE						
TOPLAM	2,000,000	750,000	7,000,000	3,000,000	9,000,000	3,750,000

#### 6.4 İşletme Hakkında Bilgiler ve Faaliyetler

Genellikle çıplak ve sakin bir araziye sahip olan linyit havzası, rakımı +1000 ile +1300 arasında değişmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçen bölgede, tipik karasal iklim görülmektedir. Bölgedeki akarsular mevsimsel olarak akmakta olup, başlıca olanları Aslanlı deresi, Kınık deresi ve Ören deresidir.

Yöre genelde seyrek yapılı ardıç ve kızılçam korularıyla ve yer yer bodur ağaçlarla kaplıdır. Tarıma elverişli düz arazilerde arpa, buğday ve nohut üretimi yapılmaktadır. Vadi içlerinde ve su kenarlarında elma, vişne, erik ve armut gibi meyveler de yetiştirilmektedir.

Seyitömer formasyonunda A damarı ve B damarı olmak üzere iki ayrı kömür damarı yer alır. A damarında ortalama kül oranı % 42, nem oranı %39, kükürt oranı %1,75, alt ısı değeri ise 1730 kcal/kg.'dır. B damarında ise, kül oranı %33, nem oranı %35, kükürt oranı %1,42, alt ısı değeri ise 2400 kcal/kg.'dır. Görüldüğü gibi A

damarı daha düşük kalitededir. Bu nedenle A damarı sadece termik santralde değerlendirilmektedir. B damarı ise işletme devletteyken piyasa, sanayii ve termik santralde değerlendirilirken, Çelikler Holding'e devrinden sonra sadece termik santralde değerlendirilmektedir.

İşletme ocakları açık işletme yöntemiyle çalışmaktadır. A-19 panosu ve A-14 panosunda çalışmalarını işletme sürdürürken, Ayvalı-2 ve S-49 Panolarındaki çalışmalar, işletmede yüklenici firma olan Yılmazlar Madencilik şirketi tarafından sürdürülmektedir. Benim de vardiya (saha) mühendisi olarak çalıştığım S-49 Panosu ve ayrıca Ayvalı-2 panosu, Yılmazlar Madencilik'e işletme devletteyken ihaleye çıkartılarak şirketimize verilmiştir. İşletmenin makine-ekipmanı oldukça geniştir (Tablo 6.4). Özelleştirmeden sonra tüm bu makine-ekipman, işletmedeki sahalar gibi Çelikler Holding'e devredilmiştir. İşletmede çalışması devam eden panolarla ilgili resimler ise aşağıda verilmiştir. Bu resimlerin arasında yüklenici firmaya ait sahalarında resimleri bulunmaktadır.

Yılmazlar Madencilik'in çalıştırdığı S-49 Panosunda delme-patlatma ile gevşetilen örtü tabakası 6 m<sup>3</sup> 'lük hidrolik ekskavatörlerle 28 m<sup>3</sup> 'lük damperli kamyonlara yüklenip toprak döküm harmanlarına taşınmaktadır. Üstü açılan kömür damarları, yine aynı ekskavatörlerle kamyonlara yüklenerek termik santrallerin kırıcı bunkerlerine boşaltılmaktadır. Buraya boşaltılan kömürlerde taşıyıcı bant sistemiyle santrale taşınıp yakılarak enerji üretilmektedir.



Şekil 6.4 A-19 panosundan görünüm



Şekil 6.5 A-14 panosundan görünüm



Şekil 6.6 S-49 panosundaki çalışmadan görünüm



Şekil 6.7 Ayvalı-2 panosundaki çalışmadan görünüm

Tablo 6.4 İşletmeye ait makine-ekipman

AĞIR İŞ MAKİNALARI		YARDIMCI İŞ MAKİNALARI		HAFİF VASITALAR	
CİNSİ	ADEDİ	CİNSİ	ADEDİ	CİNSİ	ADEDİ
DRAGLİNE	1	DELİK MAKİNASI	4	AMBULANS	1
ELEKTRİKLİ EKSKAVATÖR	10	VİNÇ	10	YEMEK ARABASI	3
HİDROLİK EKSKAVATÖR	6	FORKLİFT	13	KAMYONET PİKAPLAR	22
PALETLİ DOZER	17	İTFAİYE ARACI	4	BİNEK OTOMOBİLLER	8
PAYDOZER	3	KOMPRASÖR KAMYONU	2	OTOBÜS	2
YÜKLEYİCİ (LODER)	8	YAKIT TANKERİ	3	MİNÜBÜS	2
GREYDER	6	İÇME SUYU TANKERİ	2	MOTORSİKLET	1
WABCO KÖMÜR	14	SULAMA KAMYONU	2		
WABCO DEKAPAJ	16	TREYLER(ÇEKİCİ)	6		
BELDEN KIRMALI CAT	5	DORSE	11		
DAMPERLİ KAMYON	18	YAĞLAMA KAMYONU	5		
		A. KASA KAMYON	2		
		TRAKTÖR	4		
		TRAKTÖR ROMORKU	2		
		ARAZÖZ	1		
		KİREÇ VİDANJÖRÜ	3		

İşletme, termik santral için kömür ihtiyacını kendi kamyonlarıyla A-19 ve A-14 panolarından, işletme içinde bulunan kömür stoklarından (höyük stok, seyitömer stok, lavvar stok, kızık stok) karşılamaktadır. Kış mevsiminin sert geçmesi durumunda, ocaklardan kömür getirilemediği için stokların önemi artmaktadır. Bu yüzden sene içindeki çalışmalarda stoklara çok önem verilmektedir. Ayrıca işletmede yüklenici firma olarak çalışan Yılmazlar Madencilik, termik santralin ve stokların kömür ihtiyacını iki ayrı panosundan (S-49 panosu ve Ayvalı-2 panosu) karşılamaktadır.

İşletmenin makina-ekipmanın da 1 tane dragline (Marion 8050) bulunmaktadır. İşletme devletin elindeyken uzun bir süre dragline çalıştırılmamıştı. İşletme Çelikler Holding'e geçtikten sonra Dragline'ın arızaları onarılıp çalıştırıldı. Termik-üstü panosu olarak düşünülen projede, Dragline ile üretim yapılması planlanmaktadır. Bunun için Dragline yaklaşık 5 km. yürütülüp, planlanan sahaya ulaştırılmak istenmektedir. Dragline ile ilgili resim aşağıda verilmiştir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8 İşletmede bulunan dragline (Marion 8050)

Termik santralden çıkan küller, kül barajına nakliyesi bantlı konveyörlerle sağlanmaktadır. Yazları çıkan rüzgarlar nedeniyle kül barajına yakın olan köyler, tozdan çok fazla etkilenmektedirler. İşletme, Çelikler Holding'e geçtikten sonra Aralık 2013 itibariyle, toplam 505,702 m<sup>3</sup> dekapaj yapılarak kül tutulmaya başlanmıştır. Aşağıda bu kül barajının resmi gösterilmektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 2013 itibari ile çelikler tarafından yapılan kül barajı

İşletmede devletten süregelen höyük kurtarma kazı çalışmaları, Çelikler Holding'e geçtikten sonrada devam etmiştir. Seyitömer Linyit İşletmesi Müessese Müdürlüğü (SLİ) rezerv sahası içinde yer alan Seyitömer Höyüğü, eski Seyitömer Kasabası'nın oturduğu alan içinde yaklaşık 150x140 metre ölçülerinde 23,5 metre yüksekliğinde eski bir yerleşim yeridir. Seyitömer Höyüğü ve etki alanında bulunan 14 milyon ton kömür rezervinin kullanılabilir duruma getirilebilmesi ve ülke ekonomisine kazandırılması için, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı ve Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü işbirliği ile, 1989 yılında Eskişehir Müze Müdürlüğü, 1990 yılında da Afyon Müze Müdürlüğü ile protokol imzalanmıştır. Bu protokoller gereği başlatılan kazı çalışmaları 1989–1996 yılları arasında yapılmış ancak, 1996 yılından sonra kazı çalışmalarına devam edilememiştir. Seyitömer Höyüğü kazıları on yıl aradan sonra, Dumlupınar Üniversitesi (DPÜ) ve Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TKİ)'nin ortak projesi ve Kültür Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 25 Mayıs 2006 tarih ve 83147

sayılı izinleriyle, 12 Haziran 2006 tarihinde yeniden başlatılmış olup, çalışmalar devam etmektedir.

Seyitömer Höyüğünde Dumlupınar Üniversitesi ile yapılan protokol ( 5+1 yıl süreli ) çerçevesinde 2009 sezon sonu itibariyle kalan yaklaşık 8 metre yüksekliğin önümüzdeki 2 yıllık süre içerisinde kazılarak bitirilebilmesi için Üniversite yetkililerince (Kazı başkanlığınca ) talep edilen yaklaşık 250 adet işçi ile 2010 ve 2011 yılı kazı çalışmaları yapılmıştır. Protokole göre Seyitömer Höyüğündeki 5+1 yıllık çalışma süresi 2011 kazı işleri sonunda tamamlanmıştır. Ancak kazı çalışmalarına devam edebilmek için TKİ Genel Müdürlüğü ile Dumlupınar Üniversitesi arasında 3 yıllık kazı çalışması için 27.12.2011 tarihinde ek protokol imzalanmıştır.

2012 yılında 2 aylık gecikme ile toplam 400 işçi ile kazı çalışmaları devam etmiştir. 2013 yılı kazı çalışmaları 07.09.2013 tarihinde 260 adet işçi ile başlamış olup Ekim ayı sonuna kadar sürecektir. Ayrıca 2009 yılında Dragline çalışma sahası içerisinde açığa çıkan Çiledir Höyüğünde de Kütahya Müze Müdürlüğü tarafından 100 adet işçi ile 2010-2011-2012 yıllarında çalışmalar yapılmış olup 2013 yılında çalışma öngörülmemiştir. Aşağıda çalışmaların yapıldığı seyitömer höyükle ilgili resim verilmiştir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10 Seyitömer höyüğünün üstten görünümü

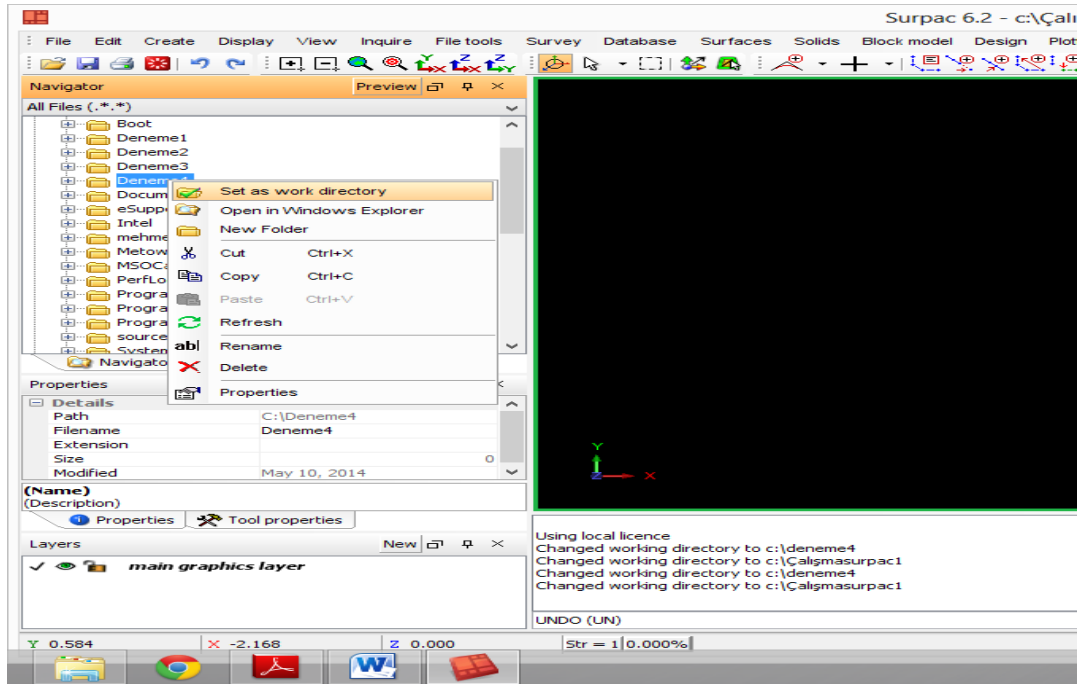
# BÖLÜM YEDİ

## SURPAC YAZILIMININ S-49 PANOSU KÖMÜR OCAĞINA UYGULANMASI

### 7.1 Çalışma Klasörü Seçimi

Programı açtıktan sonra yapmamız gereken ilk işlem şudur. Hangi klasör içinde çalışmalarımızı yürüteceksek, o klasörü seçerek yapacağımız işlemlerin o dosya içinde kayıt altına alınmasını sağlarız. Çalışma dosyası seçilirken izlenen aşamalar sırasıyla şöyledir. Önce çalışılacak dosya ismi bulunarak farenin sağ seçim tuşu ile “set as work directory (çalışma dosyası olarak belirle)” seçilir. Bunu yapmamızın nedeni, biraz önce söylediğimiz gibi programda yapmış olduğumuz işlemleri o dosya içine kaydetmesini sağlamaktır. Buna ait ekran görüntüsü Şekil 7.1’de verilmiştir.

➤ Dosya seçimi → Mouse sağ tuş → Set as work directory (çalışma alanı belirle)

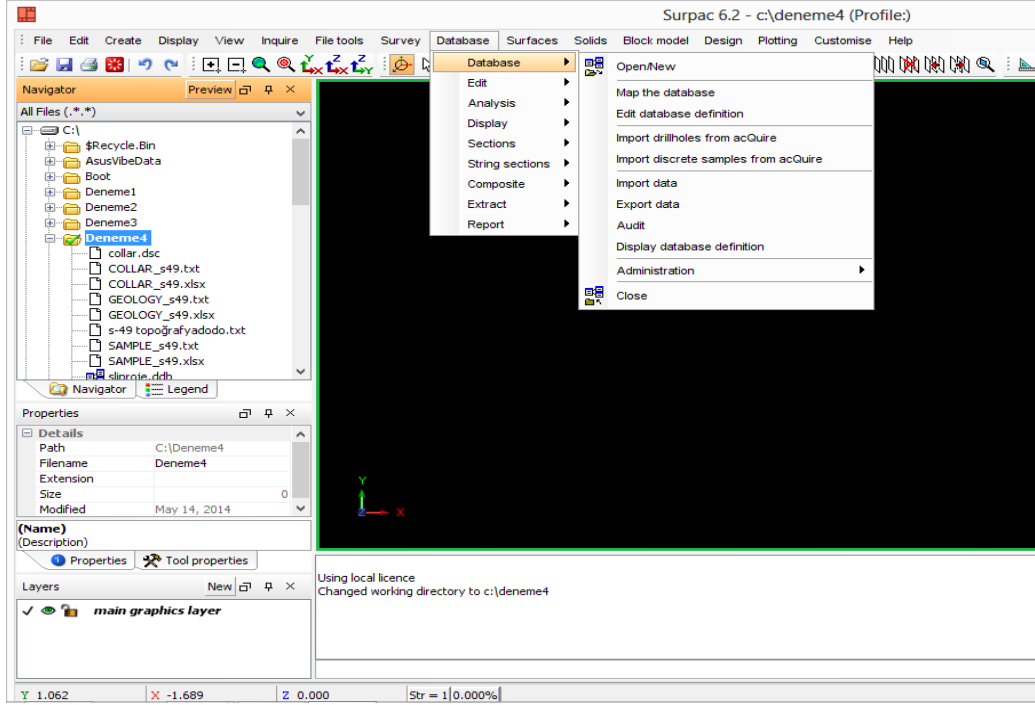


Şekil 7.1 Çalışma dosyası seçimi ekran görüntüsü

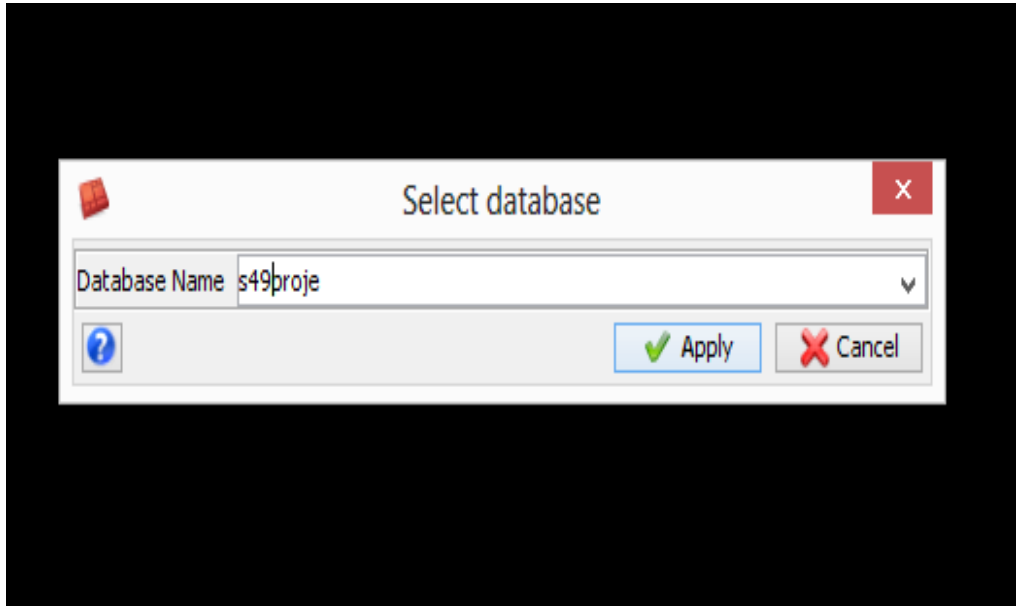
### 7.2 Veri Tabanı (Database) Oluşturma

Kütahya-Seyitömer Linyitleri İşletmesinden alınan sondaj loglarından Collar, Survey, Geology ve Sample dosyaları “.txt” uzantılı olarak Bölüm 4’te

hazırlanmıştır. Veri tabanı oluşturmak için “Database” menüsünden “Database” seçeneği, buradan da “Open/New” seçeneği (Şekil 7.2) üzerine gelinerek tıklanır ve aşağıdaki pencereler karşımıza çıkar.

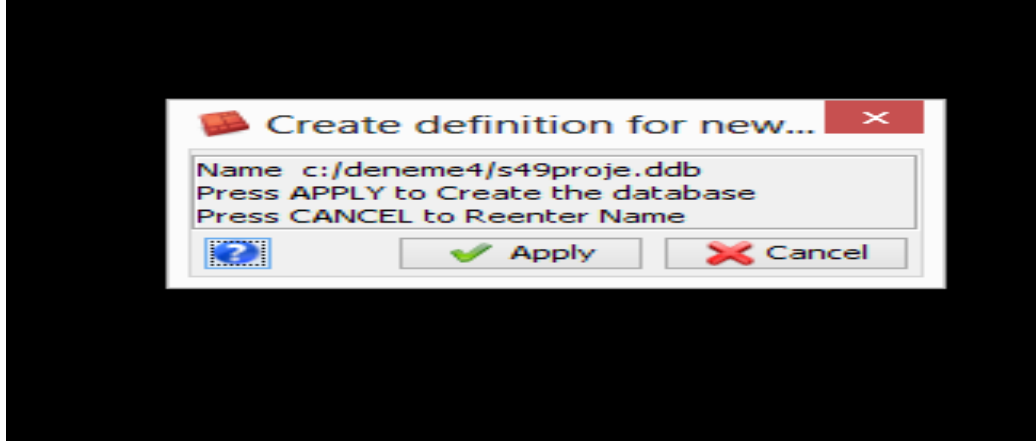


Şekil 7.2 Database oluşturma menüsü



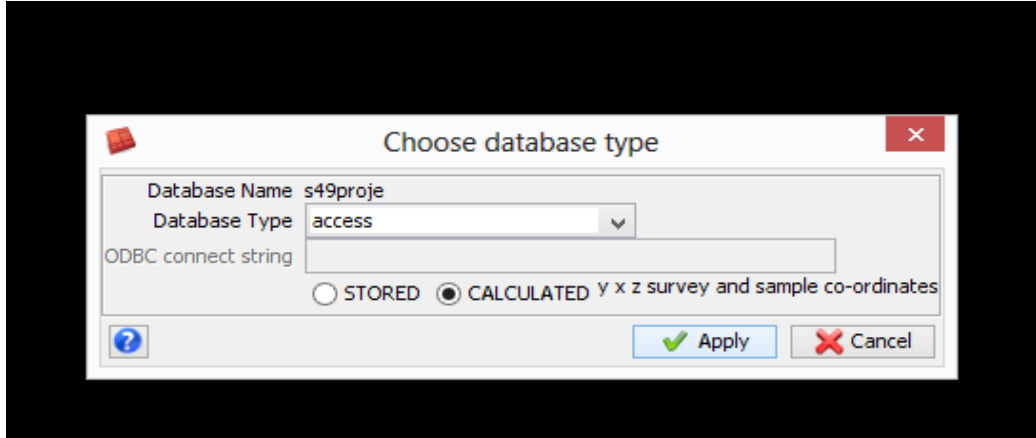
Şekil 7.3 Database isim verme penceresi

Açılan yeni pencereye database verilmek istenen isim yazılır (Şekil 7.3). İsim olarak panomuzun ismi olan S-49 Panosu ismi verilir, “Apply” seçeneğine tıklanır ve database’in ismi onaylanmış olur. Bu pencerenin onaylanması ile birlikte karşımıza yeni bir pencere açılır (Şekil 7.4).



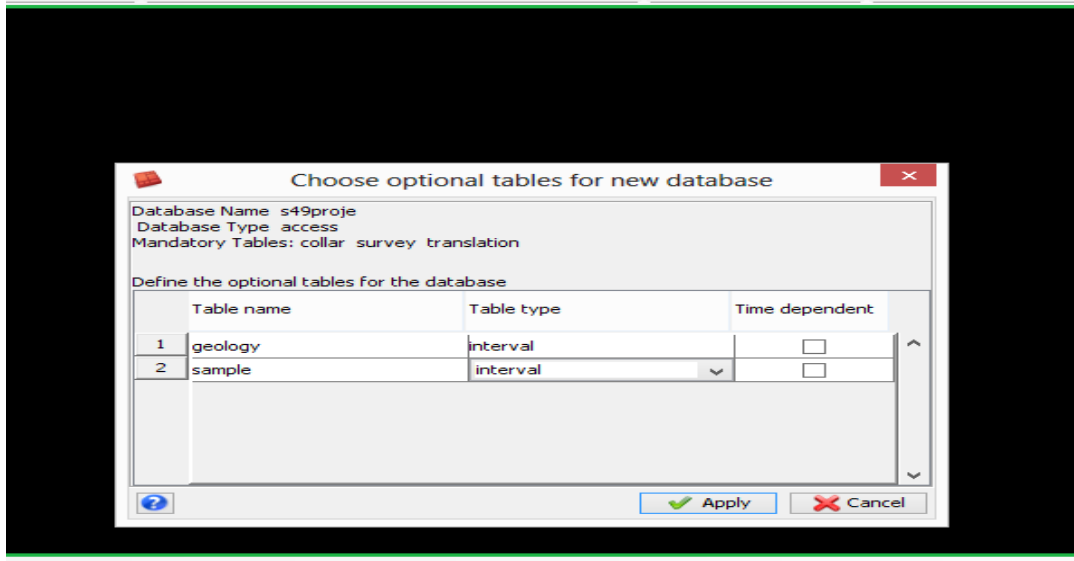
Şekil 7.4 İsim teyit penceresi

Verilen pencerede “Apply” tuşuna basıldıktan sonra database’e verilen isim teyit edilmiş olur. Bu aşamadan sonra veri tabanının tipini seçmek için karşımıza bir pencere gelir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Database’in tipini seçme

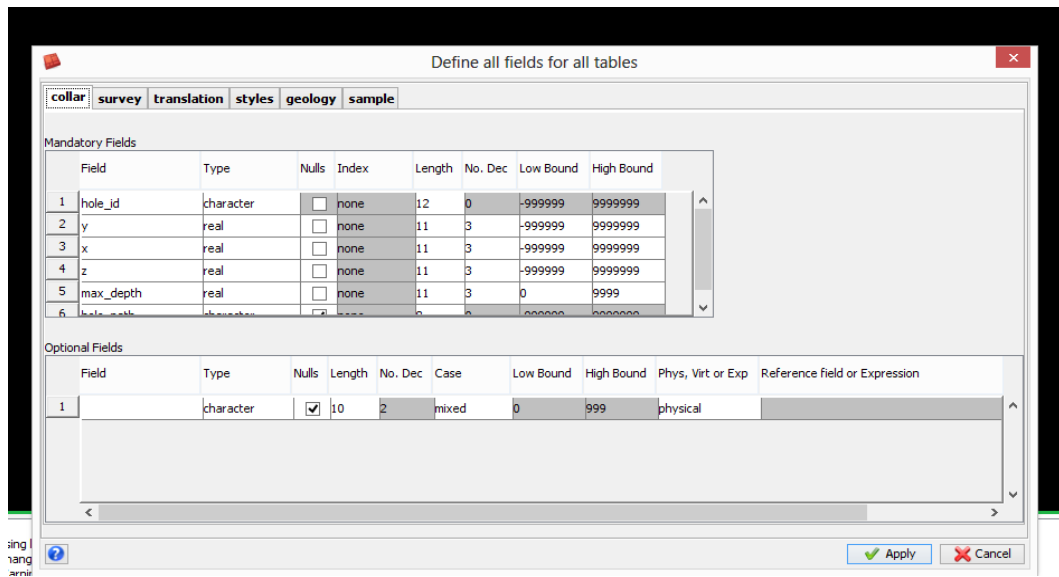
Bu pencerede database tipini “Access” ve biçimini de “calculated” seçmek gerekir. Çünkü koordinatları hesaplamak için “calculated” komutu kullanılacaktır. Daha sonra açılan pencerede zorunlu (olması gereken) tabloları gösteren bir pencere açılacaktır. Burada kullandığımız 4 tablo içinde olmayanları zorunlu olmayan tablolar olarak ilave ederiz.



Şekil 7.6 Seçimli tabloların ilave edileceği pencere

İlave edilen tablolar geology ve sample tablolarıdır. Zorunlu olan tablolar ise resimde görülen (mandatary tables) collar, survey ve translation tablolarıdır. Seçimli (opsiyonel) tablolar, resmin sol tarafında bulunan numaraların üzerine Mouse ile gelerek ve mouse'ın sağ tuşuna tıklayarak “add” komutuyla veya “remove” komutuyla eklenebilir veya çıkartılabilir.

“Apply” tuşuna basıldığında artık tablolar oluşturulmuştur ve tabloların parametrelerinin düzenlenmesine geçilebilir (Şekil 7.7).



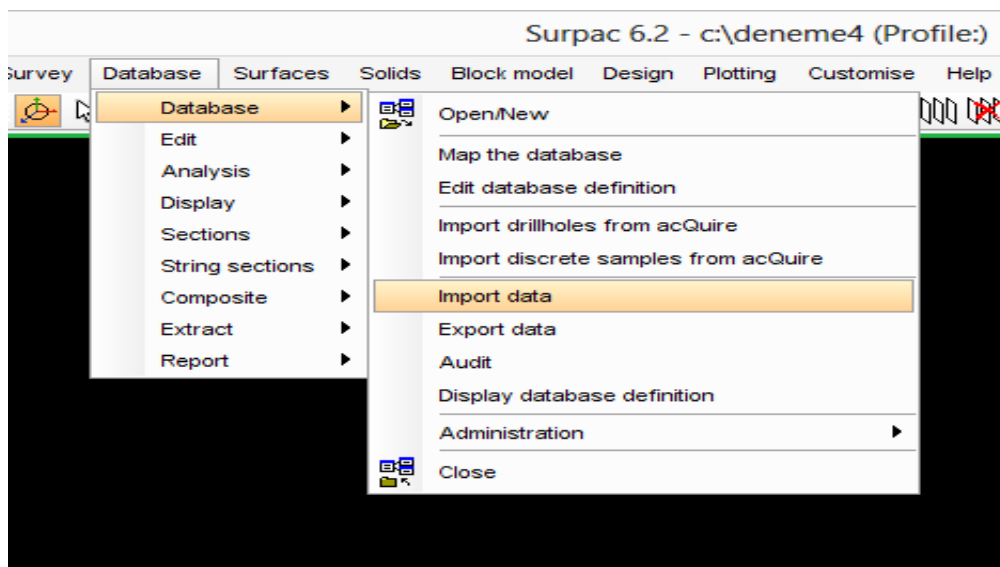
Şekil 7.7 Collar, survey, geology ve sample tablolarının düzenlenmesi

Collar, survey, geology ve sample tabloları düzenlenirken “Nulls” sütununda istenilen parametreler boş bırakılır, istenmeyen parametreler ise işaretlenir. Zorunlu olan parametreler gölgelidir, bu yüzden müdahale edilemez. Örneğin; collar masası için parametreler seçilirken daha önce de bahsedildiği gibi hole\_id, y, x, z ve max\_depth bölümlerinde “Nulls” sütunundaki kutucuklar boş bırakılır ve diğer kutucuklar işaretlenir. Bir diğer tablo olan sample tablosu için ise pencerenin alt kısmında bulunan “Optional Fields” bölümünde “Field” sütununa kül, nem ve kalori isimleri girilir. Sonuç olarak tablolarda olması gereken ve “Mandatory Fields” kısmında bulunmayan veri başlıkları “Optional Fields” bölümünde ilave edilmelidir.

“Nulls” sütununun yanında başka sütunlar mevcuttur. Bu sütunlar bazı değer aralıklarını kişisel olarak değiştirmeye yarayan sütunlardır. Bu aralıklarda düzenlendikten sonra (bu değer aralıkları aynı kalabilir) aynı işlemler diğer üç tablo için de gerçekleştirilir. Dört tablo için de işlemler sona erdiğinde “Apply” tuşuna basılır. Böylelikle database oluşturulmuştur. Artık oluşturulan database veri girişi yapılabilir.

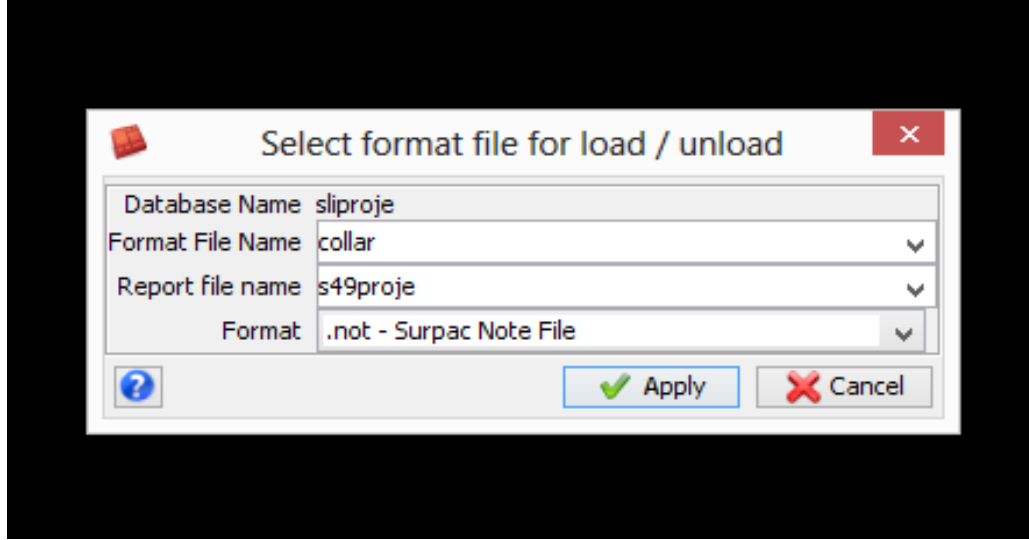
### 7.3 Database Dosyasına Veri Girişi

Notepad veya başka bir ortamda “txt” uzantılı olarak hazırlanan veri tabanı, programın kendi içerisine ithal (import) edilir. “Database” menüsünden, “Database” komutundan, “Import Data” seçilir (Şekil 7.8).



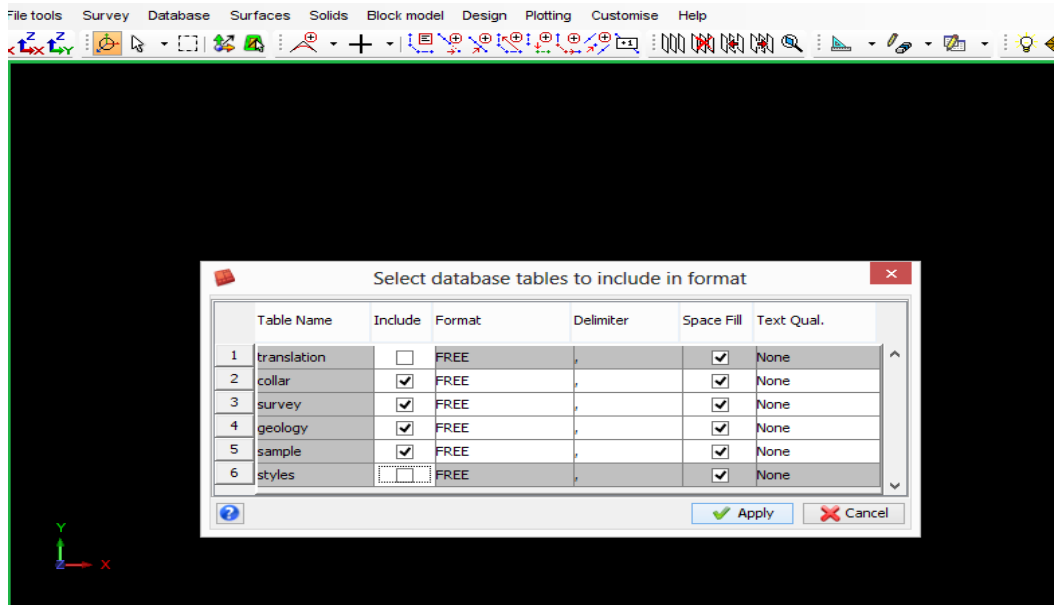
Şekil 7.8 Veri tabanı dosyasına veri girişi işlemi başlatan ilk komut

Açılan pencere Şekil 7.9’da gösterildiği gibi hangi tabloya veri eklenmek isteniyor ise o tablo seçilerek işlem yapılmalıdır. Örneğin Şekil 7.9’da collar tablosuna veri aktarımı yapılacak olduğu için bu tablo seçilmiştir.



Şekil 7.9 Biçimlendirilecek tablonun seçimi

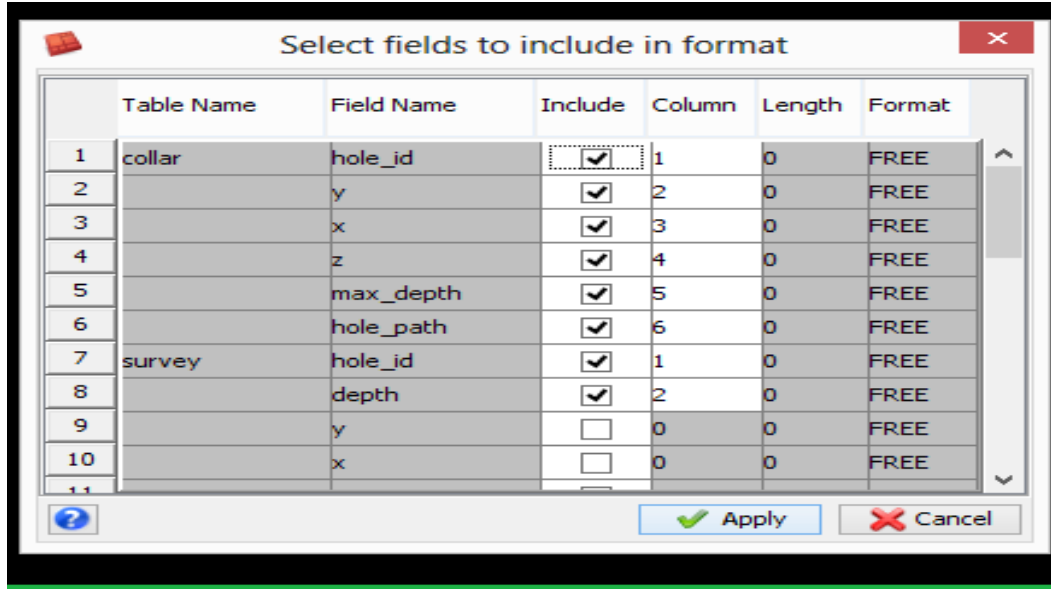
Yine açılacak olan pencerede veri eklenecek tablo ve verilere ait özellikler Şekil 7.10’deki gibi düzenlenmelidir.



Şekil 7.10 Veri tabanı tablolarının içeriklerinin belirlenmesi

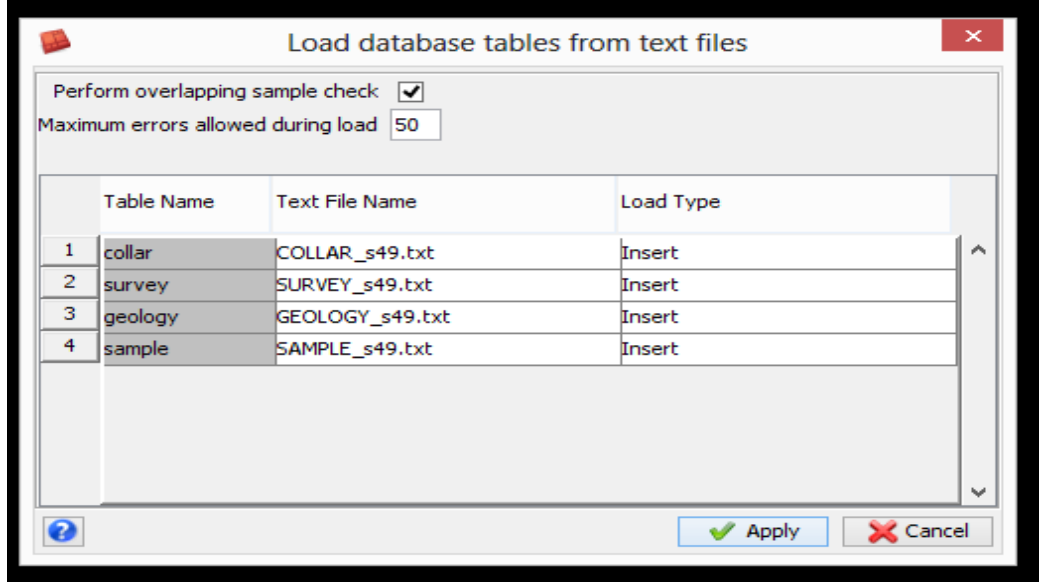
Şekil 7.10’da uygula (apply) tuşuna basıldığında Şekil 7.11’de ekran görüntüsü verilmiş olan pencere açılacaktır. Burada ise “.txt” dosyasında bulunan verilerin

hangi kolonlarda olduğu programa tanıtılmalıdır. Şekil 7.10’da görüldüğü gibi 4 ayrı veri kolonu bulunmakta ve bunların herbirinin hangi kolonlarda bulunduğu belirtilmektedir. Bu kolonlar; collar, survey, geology ve sample kolonlarıdır. Burada dosyalarımızın içindeki verilerin sırasına göre numaralandırma yapıldıktan sonra uygula (Apply) tuşuna basılır.



Şekil 7.11 Seçilen tablo içeriğinin biçimlendirilmesi

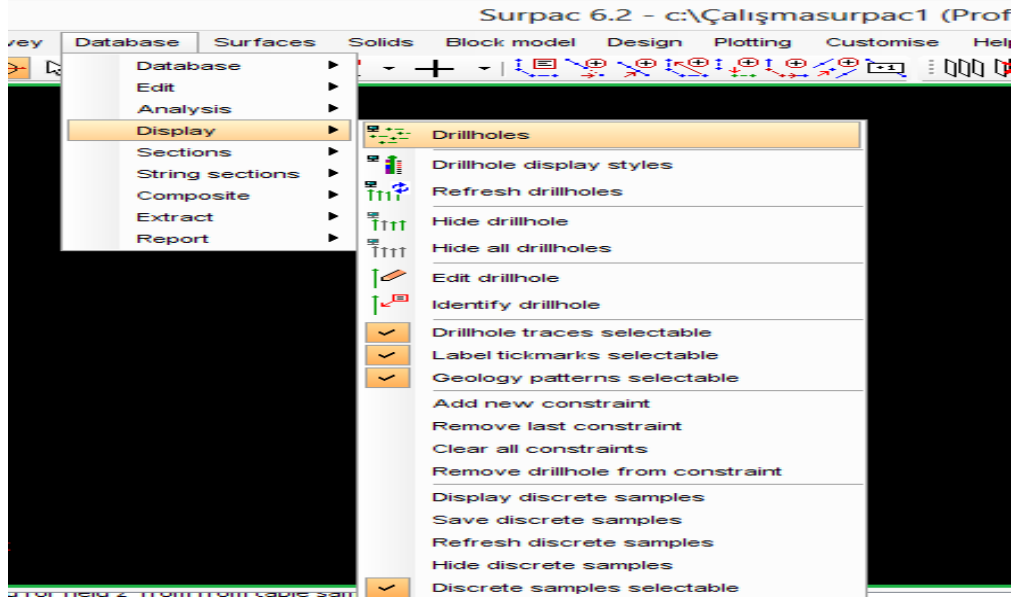
Şekil 7.12’de ekran görüntüsü verilen pencerede ise veri aktarımının yapılacağı “.txt” dosyasının nerede bulunduğu programa tanıtılmalıdır. Bu dosya bizim bilgisayarımızda hazır bulunmalıdır. Text dosyası ismi (text file name) bölümüne bu dosyanın ismi yazılmalıdır. Yükleme şekli ise (load type) ilk defa veri girişi olacağı için “ekle (insert)” seçilmelidir. Bu işlemler yapıldıktan sonra uygula (Apply) tuşuna basıldığında veri girişi işlemini tamamlamış oluruz.



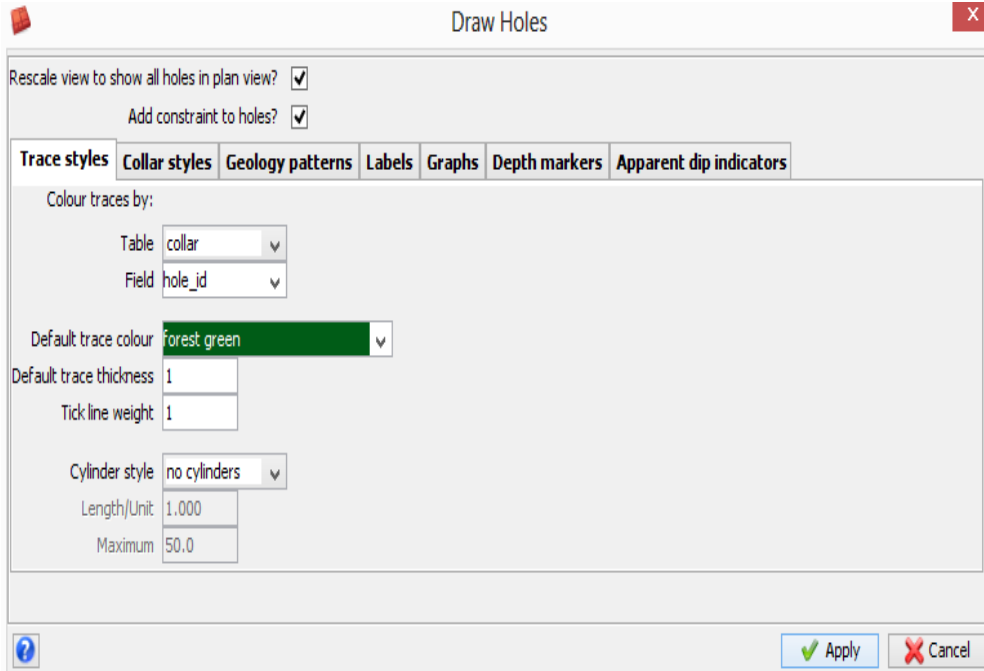
Şekil 7.12 Veri tabanı tablosuna text dosyasından veri eklenmesi

#### 7.4 Sondajların Ekranda Gösterilmesi

Programa veri aktarımı tamamlandıktan sonra navigatördeki “.ddb” dosyasına fare ile çift tıklanarak veri tabanına bağlanılabilir. Program veri dosyasına bağlandığında durum çubuğunda belirecektir. Verileri girilen sondajların gösterilmesi için “Database” menüsünden “Display” komutu, buradan da “Drillholes” seçeneği tıklanır (Şekil 7.13) ve yeni bir pencere açılır (Şekil 7.14). Açılan pencerede sondajların gösterimine ilişkin seçenekler bulunur. Bu seçenekler değiştirilerek kuyuların renkleri, ebatları, işaretleri ve sondajlara ait özellikler gösterilebilir. Ayrıca veri (dosya) değişiklikleri ile de sondaj formasyonlarının tanımlaması yapılabilir.

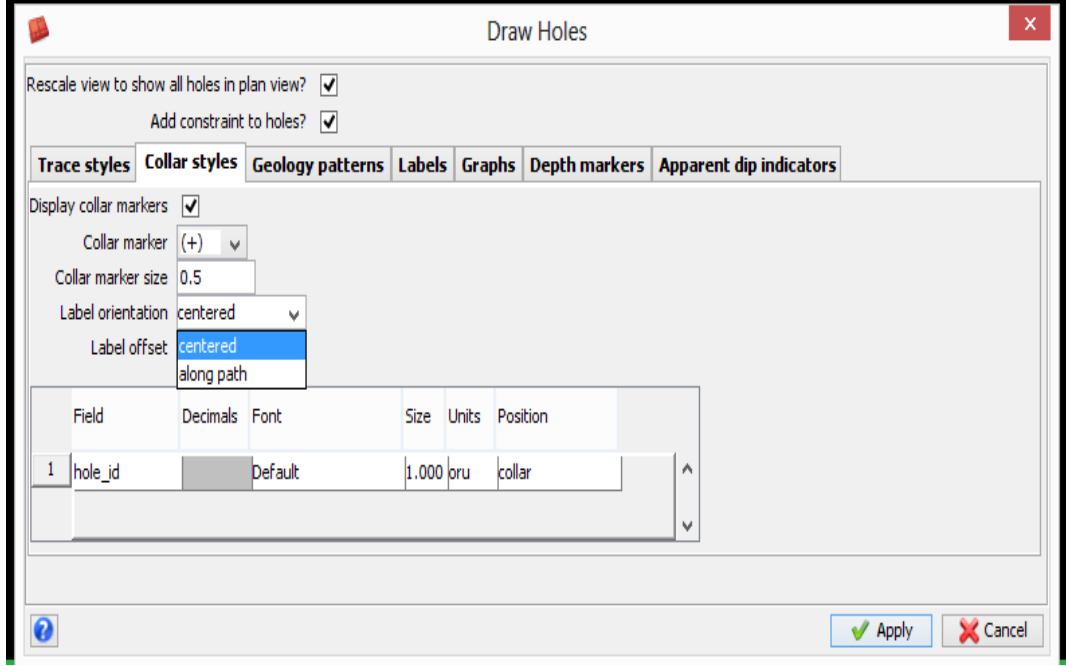


Şekil 7.13 Sondajların ekrana girilmesi



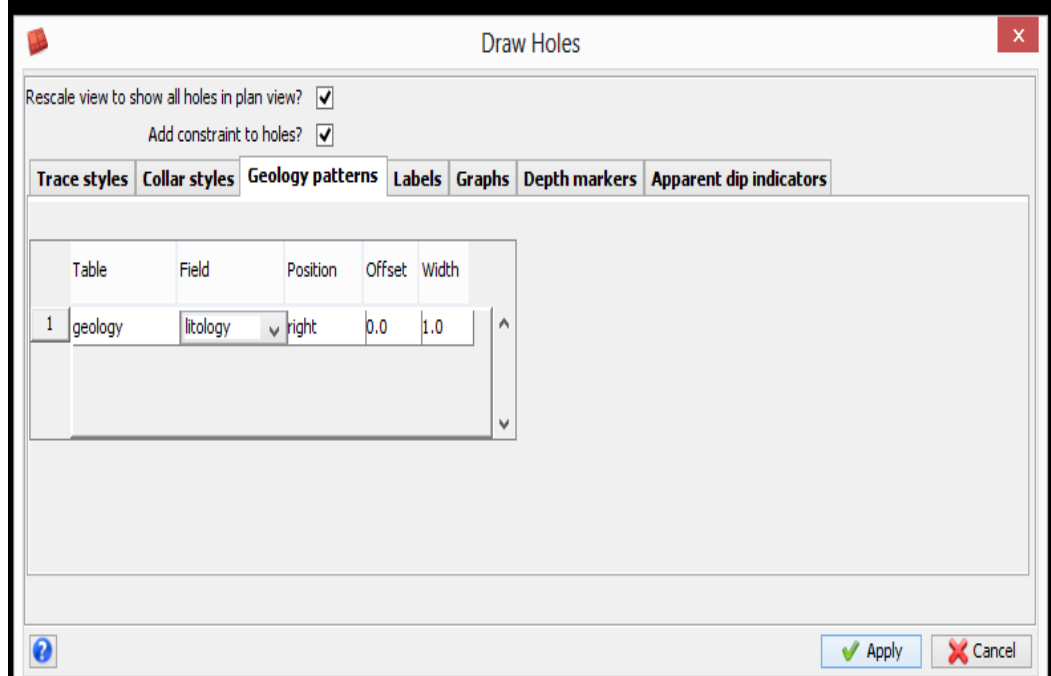
Şekil 7.14 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi

Bu pencerede “Trace Styles” (sondaj izinin görüntüsü) bölümünü Şekil 7.14’de görüldüğü gibi doldurduktan sonra Şekil 7.15’deki 2. bölüm olan “Collar Styles” (sondaj isminin görüntüdeki yerinin tanımlanması) Şekil 7.15’de görüldüğü gibi doldurulur.



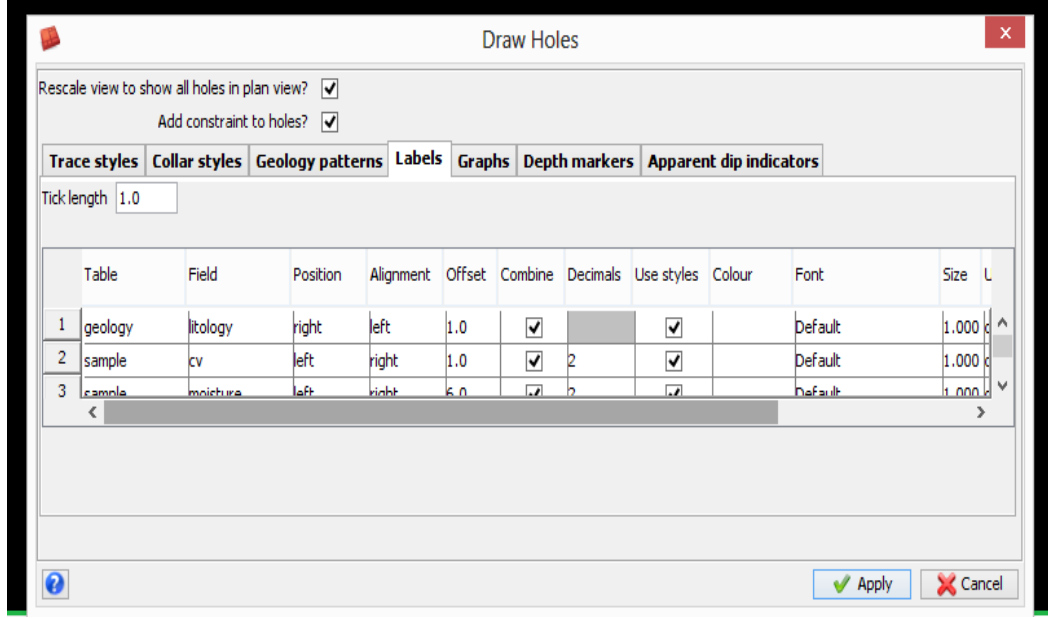
Şekil 7.15 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi

Bu işlemten sonra, “Geology Patterns” (sondajın jeolojik bilgilerinin gösterimi) bölümünü Şekil 7.16’da görüldüğü gibi doldururuz.



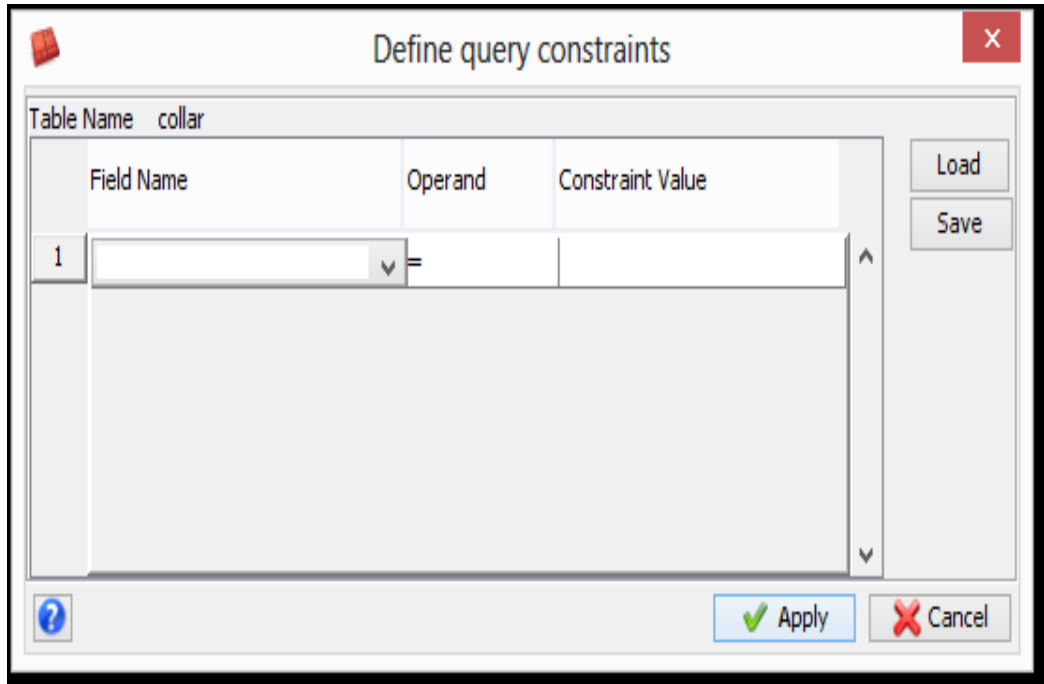
Şekil 7.16 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi

Bu tablodaki son bölüm olan “Labels” (sondaj bilgilerini sondaja göre konumlandırma) bölümünü de Şekil 7.17’deki gibi tamamladıktan sonra uygula (apply) tuşuna basarız.

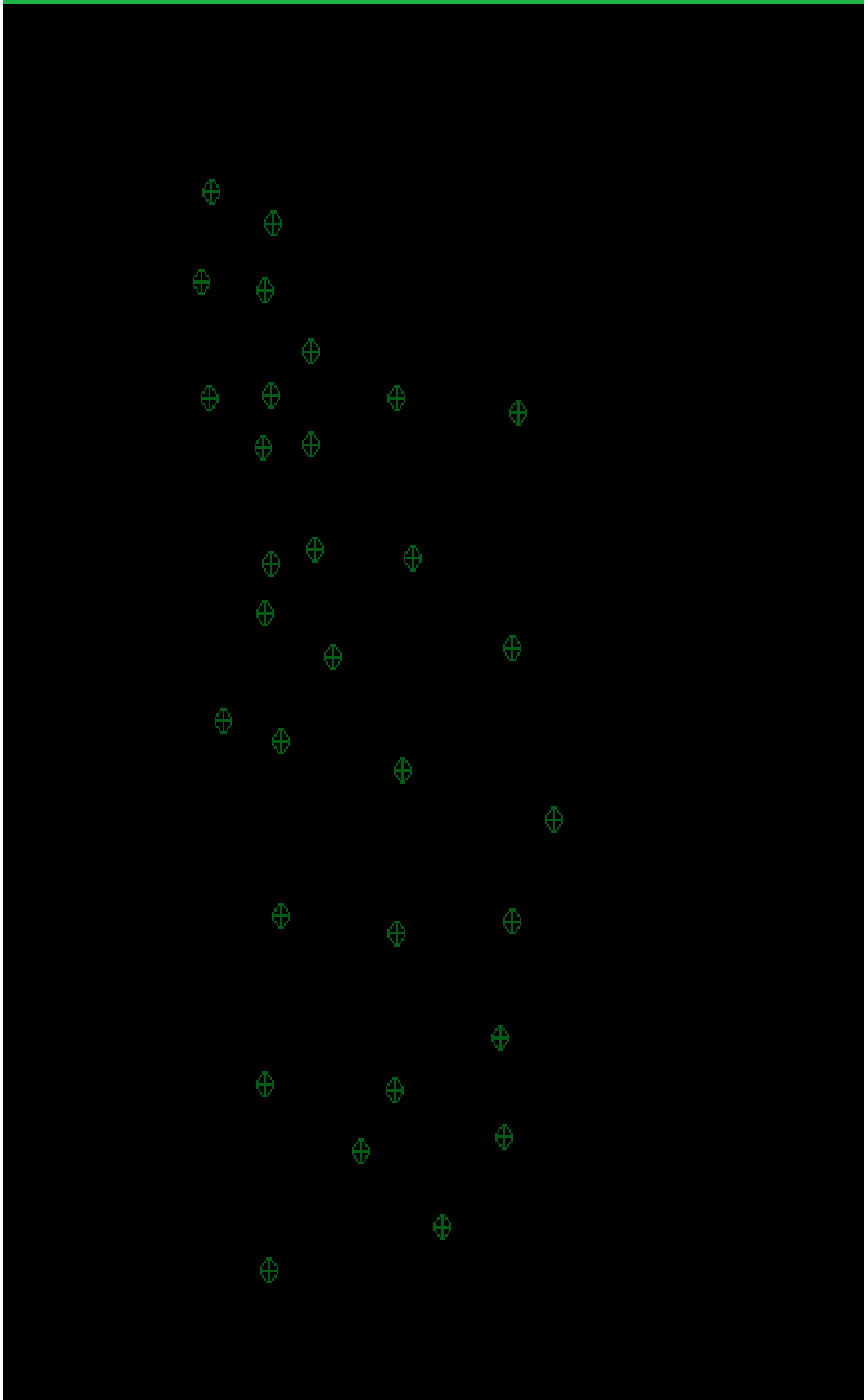


Şekil 7.17 Sondajların ekrandaki görüntü özelliklerinin girilmesi

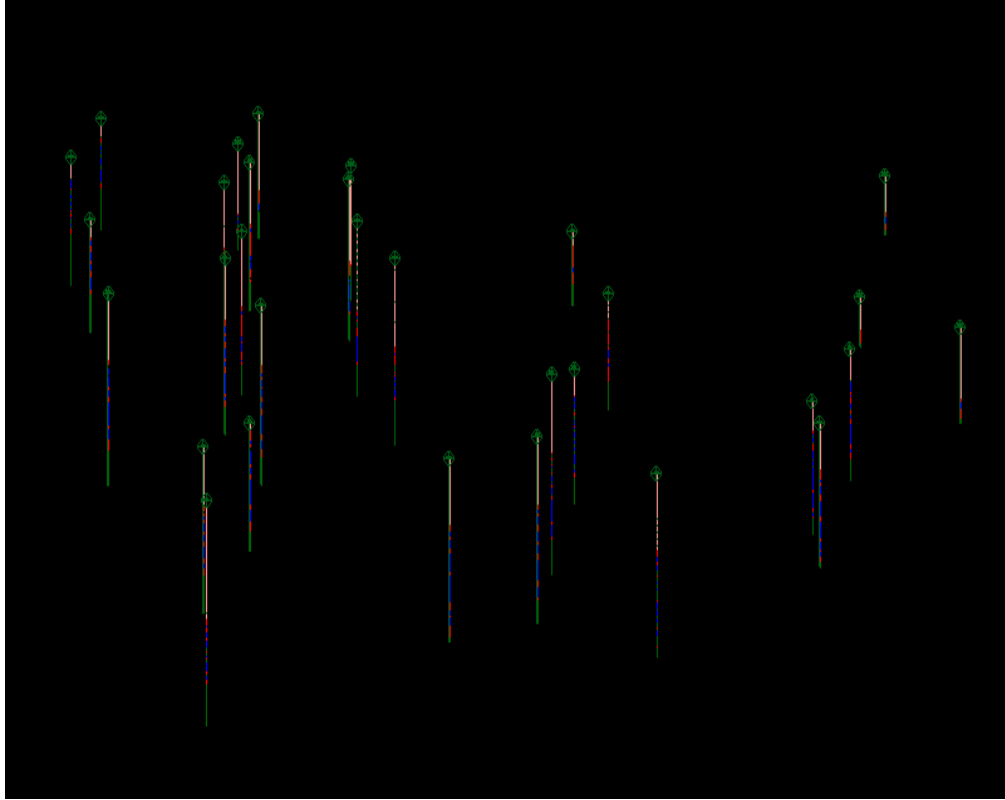
Şekil 7.18’de karşımıza çıkan pencerede de uygula (apply) tuşuna basarız ve sondajları ekranımızda Şekil 7.19’deki gibi görmüş oluruz.



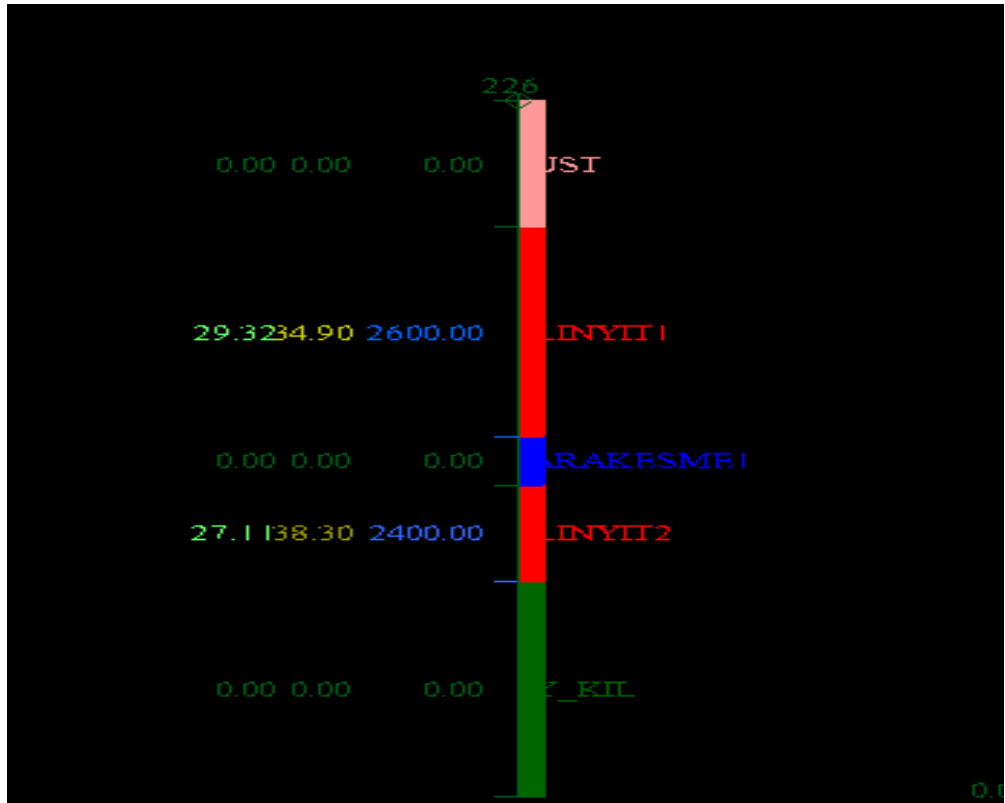
Şekil 7.18 Sondajların gösterilme işlemi



Şekil 7.19 Sondajların üstten gösterilmesi



Şekil 7.20 Sondajların yandan gösterilmesi

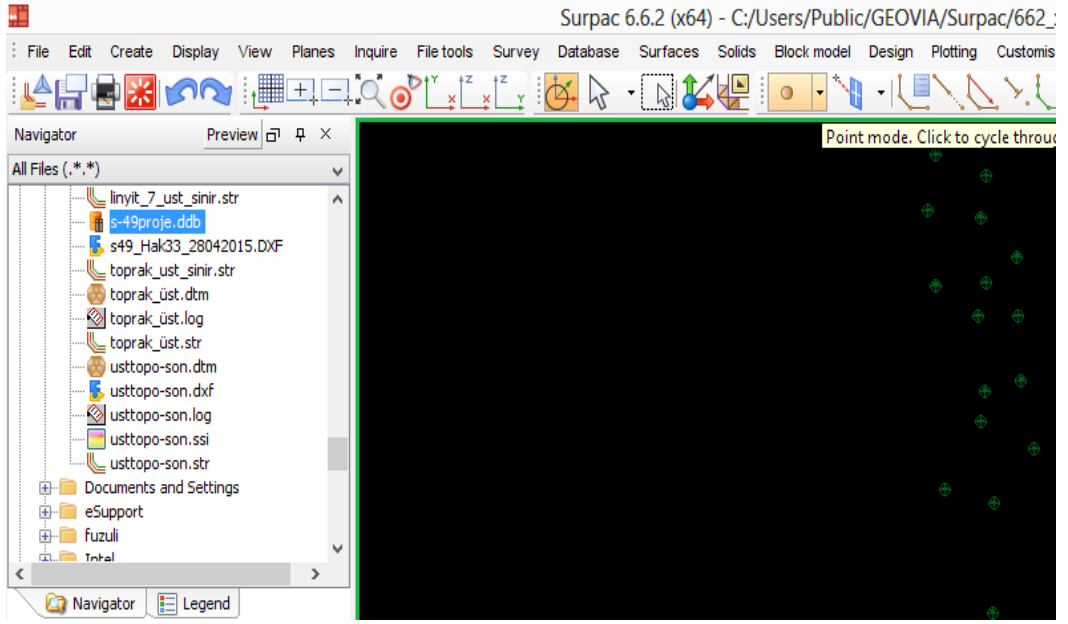


Şekil 7.21 226 nolu sondajın ayrıntılı olarak gösterilmesi

## 7.5 String Dosyalarının Oluşturulması

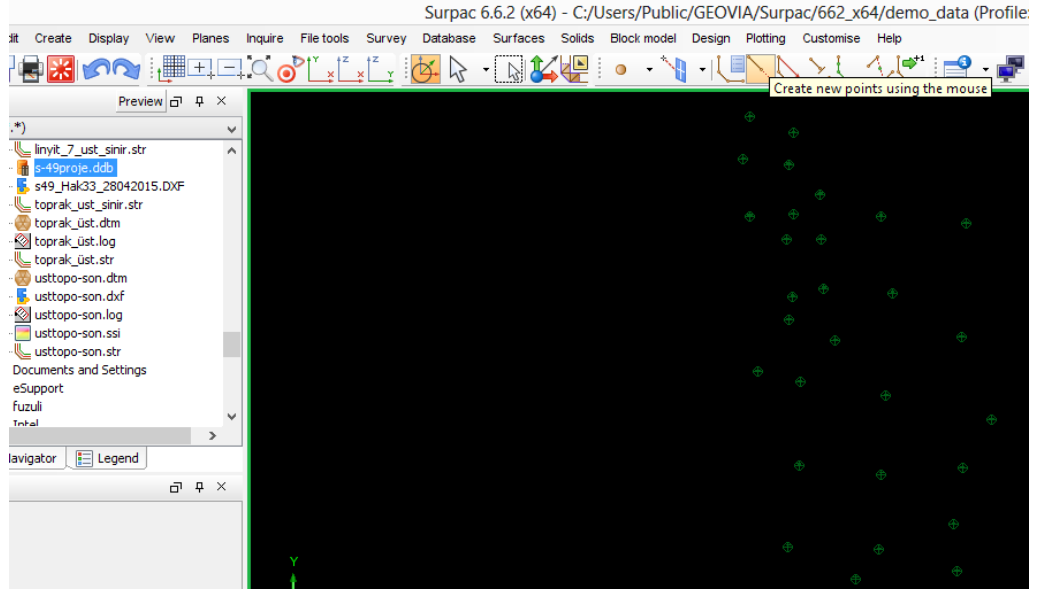
Sondaj kuyuları oluşturulduktan sonra meydana gelen kuyulardan stringler oluşturulur. String; dizi, sıra anlamına gelmektedir. Maden topoğrafyasını oluşturmak için, kontur haritalarını görebilmek için, kömür damarını oluşturabilmek için, açık ocak tasarımı yapabilmek için, DTM (digital terrain model) dosyalarını oluşturmak gerekir. DTM dosyalarının oluşturulabilmesi için de öncelikle string dosyalarını oluşturmak gerekir.

Çalışılacak kuyu verileri eğer damar kalınlığını içeriyorsa topoğrafya, damar kalınlığının tavanı, damar kalınlığının tabanı ve kuyunun tabanı birbiriyle birleştirilir ve stringler oluşturulur. Eğer çok arakesmeli kuyular çalışılıyorsa her bir tabaka her bir kuyu için kendisiyle birleştirilir ve stringleri oluşturulur.



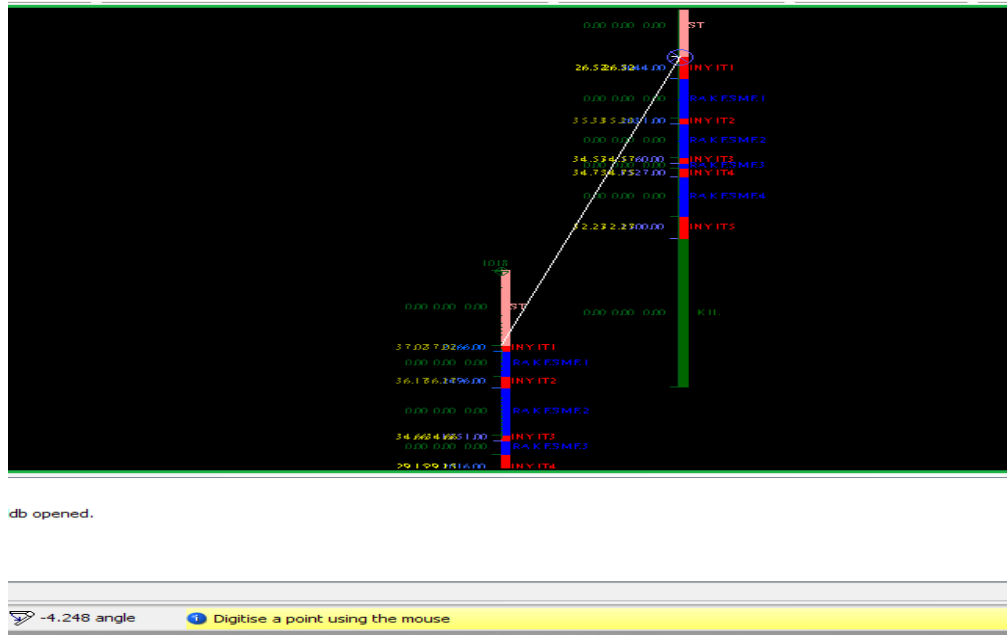
Şekil 7.22 String oluşturma

String oluşturmak için Şekil 7.22’de görüldüğü gibi “Point mode” aktif hale getirilir. Ardından Şekil 7.23’te “Create new points using the mouse” tıklanır ve hangi tabakaları birleştireceksek en üst veya en alt noktalarından stringler geçirilerek string dosyaları oluşturulmuş olur.

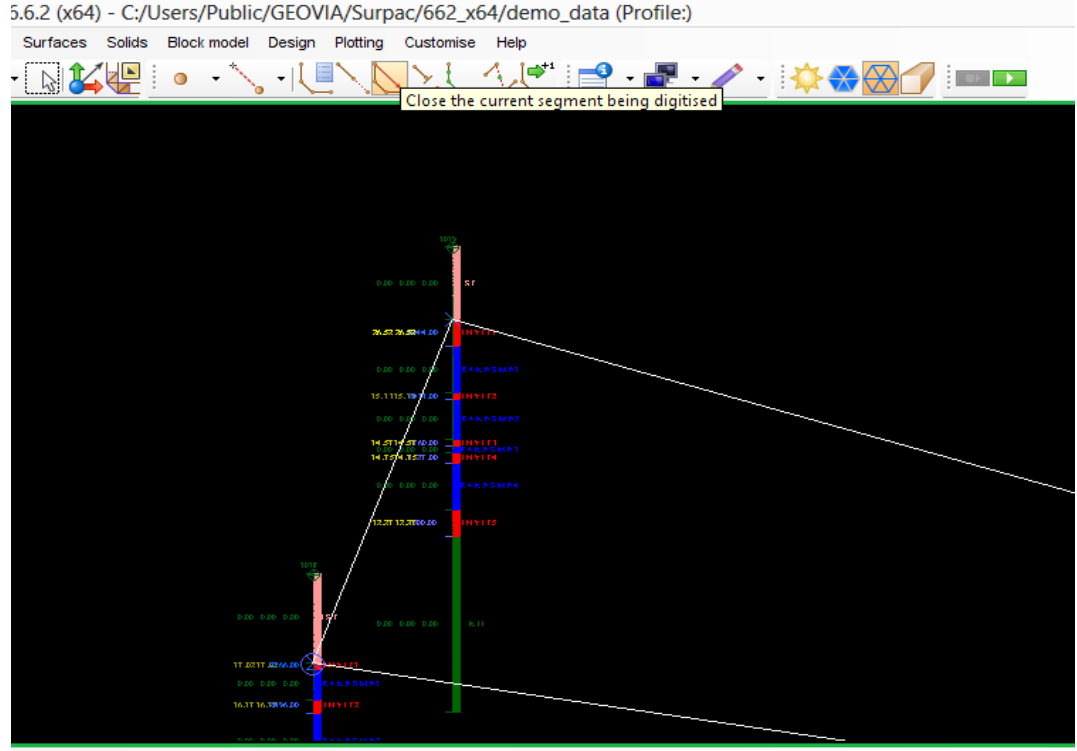


Şekil 7.23 Stringlerin belli aralıklarla oluşturulması

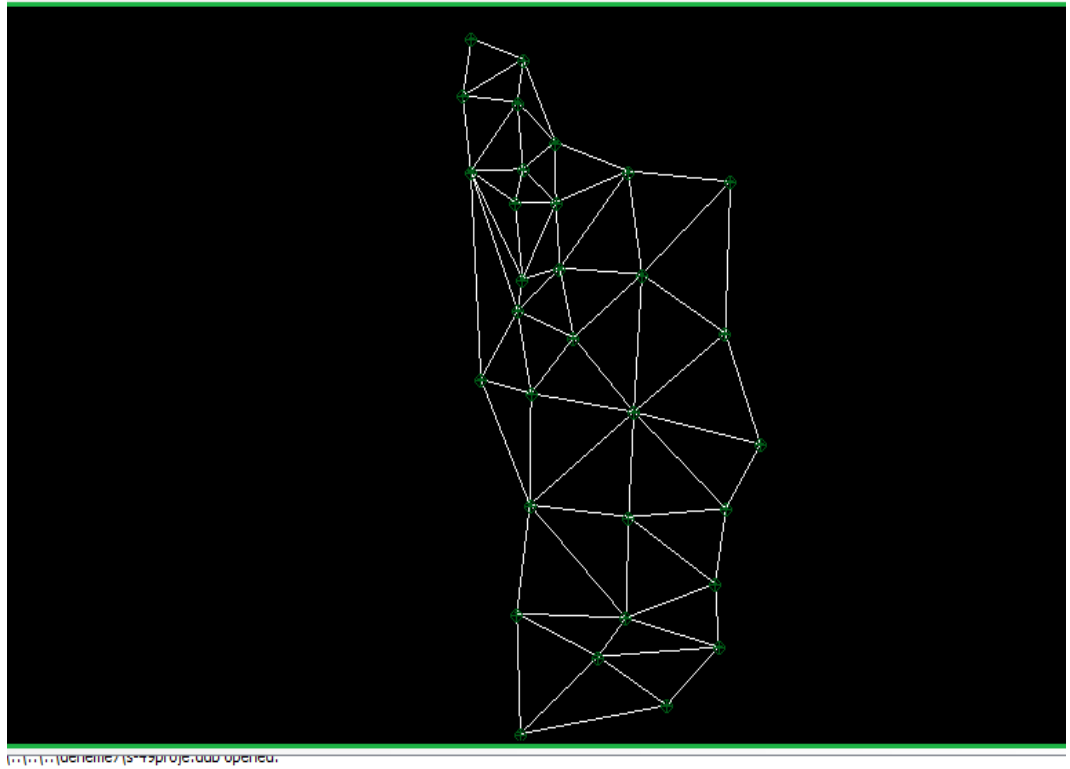
Şekil 7.24'te birleştirme işleminin nasıl yapıldığını görmekteyiz. Burada linyit\_1'in üst noktalarını birleştireceğiz. Herhangi bir sondajın linyit\_1 tabakasının en üst noktasını tıklayıp işleme başlarız. Daha sonra tüm sondajlardaki linyit\_1 tabakasının en üst noktalarından geçiren üçgenleri oluşturma işlemini yaparız. İşlemi tamamlarken başladığımız noktaya geldiğimizde Şekil 7.25'teki ikona yani "Close the current segment being digitised" tıklayıp ilk noktayla son noktayı kapatırız.



Şekil 7.24 En üst noktaları birleştirirken yapılan işlem

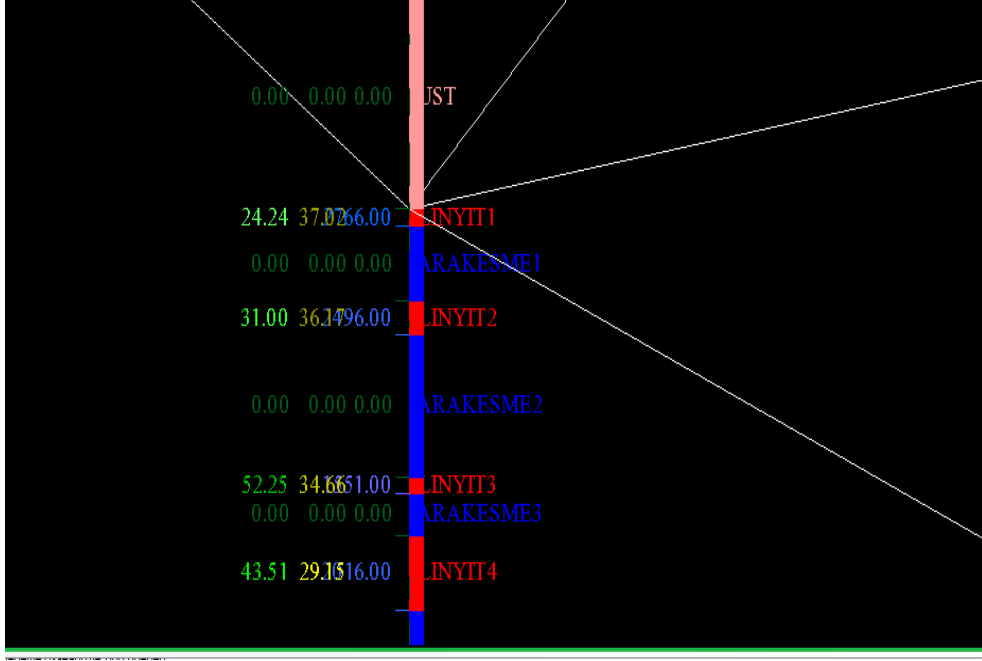


Şekil 7.25 Oluşturduğumuz segmenti kapatma işlemi



Şekil 7.26 Birinci linyit\_üst damarının string dosyasının görünümü

Şekil 7.26'da birinci linyit damarının tavan string dosyasının üstten görüntüsünü görüyoruz. Daha ayrıntılı bir görüntüsünü de Şekil 7.27'de gördüğümüz gibi çizgilerin birinci linyit damarının en üst noktasından geçerek, tavan string dosyası oluşturmuş olunur.



Şekil 7.27 Linyit\_1\_üst'ün ayrıntılı string görüntüsü

Bu birleştirme işlemlerini sondajlarda bulunan tüm linyit tabakaları için ayrı ayrı yaparız. Hem üst noktalarından hem de alt noktalarından geçirilmiş şekilde string dosyaları oluşturulur. Bundan sonraki işlemim ise oluşturduğumuz string dosyalarının DTM yani yüzey dosyalarını oluşturmaktır.

## 7.6 DTM Dosyalarının Oluşturulması

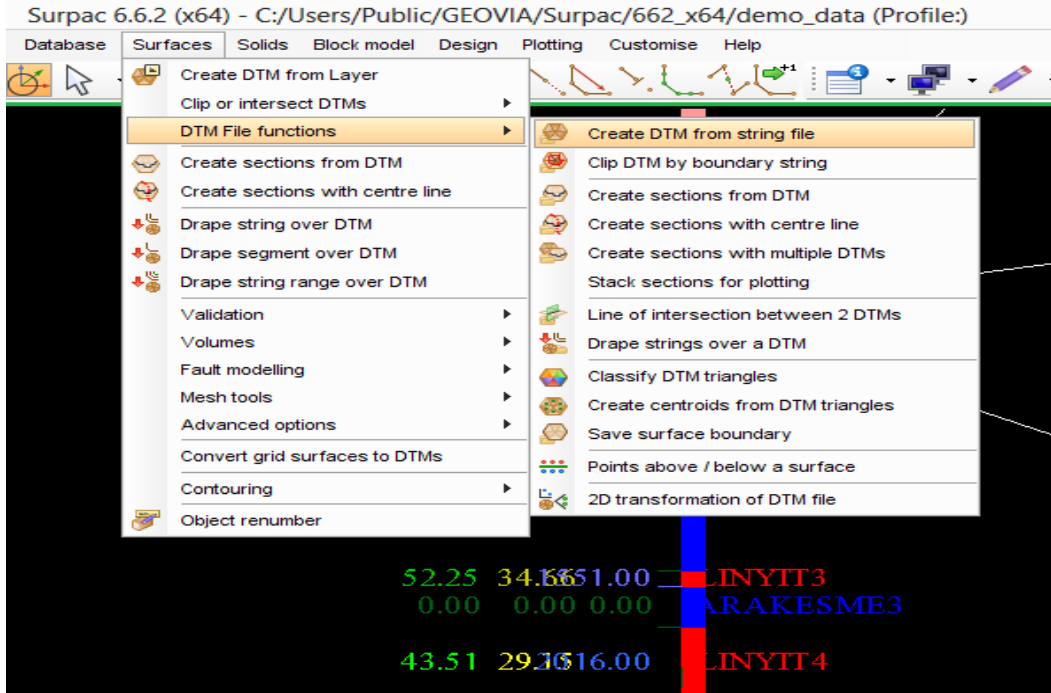
Stringler oluşturulduktan sonra DTM'lerin oluşturulması gerekir. DTM (digital terrain model), dijital arazi modeli anlamına gelmektedir. Oluşturulan stringler taranır ve ortaya üçgenlerden oluşan arazi modelleri çıkar.

DTM oluşturmadan önce önceki bölümde oluşturduğumuz string dosyalarına sınır çizmemiz gerekir. Bu işlemi çizgi çizme ikonlarından yaparız. Sınırları çizdikten sonra DTM dosyasını oluşturmaya başlayabiliriz. Şekil 7.28'de linyit\_1\_üst için oluşturduğumuz sınır dosyası gözükmektedir.

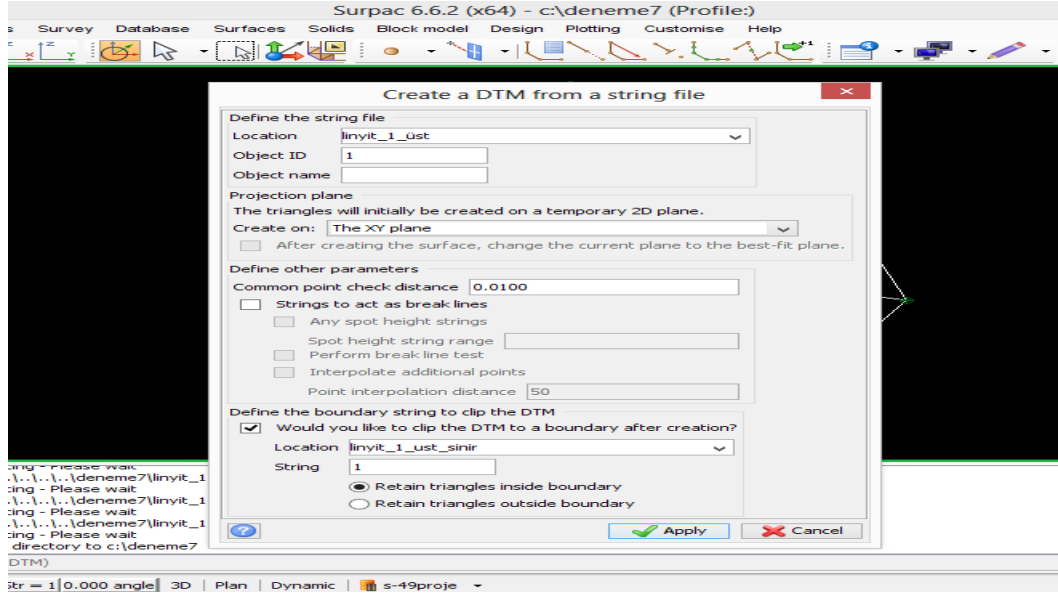


Şekil 7.28 Linyit\_1\_üst için oluşturulan sınır çizgisi

DTM oluşturmak için Şekil 7.29'daki gibi programımızın menüler bölümünden “Surfaces” tıklanır. Ardından görüldüğü üzere “DTM File function” ve oradan da “Create DTM from string file” tıklanır.

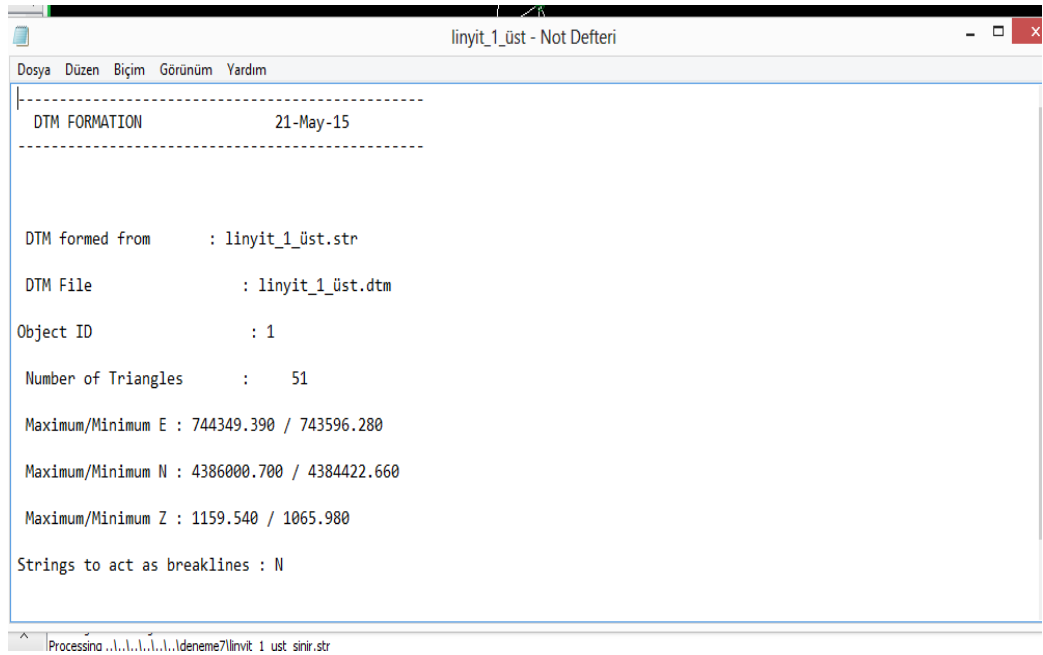


Şekil 7.29 DTM dosyası oluşturma işlemi

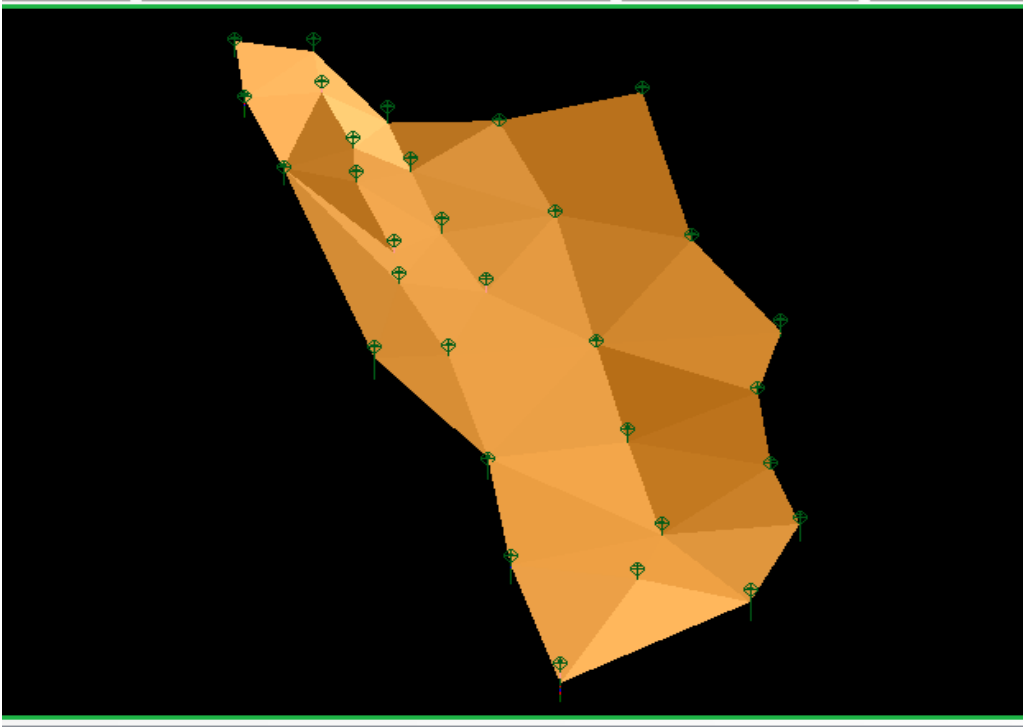


Şekil 7.30 String dosyasını seçme işlemi

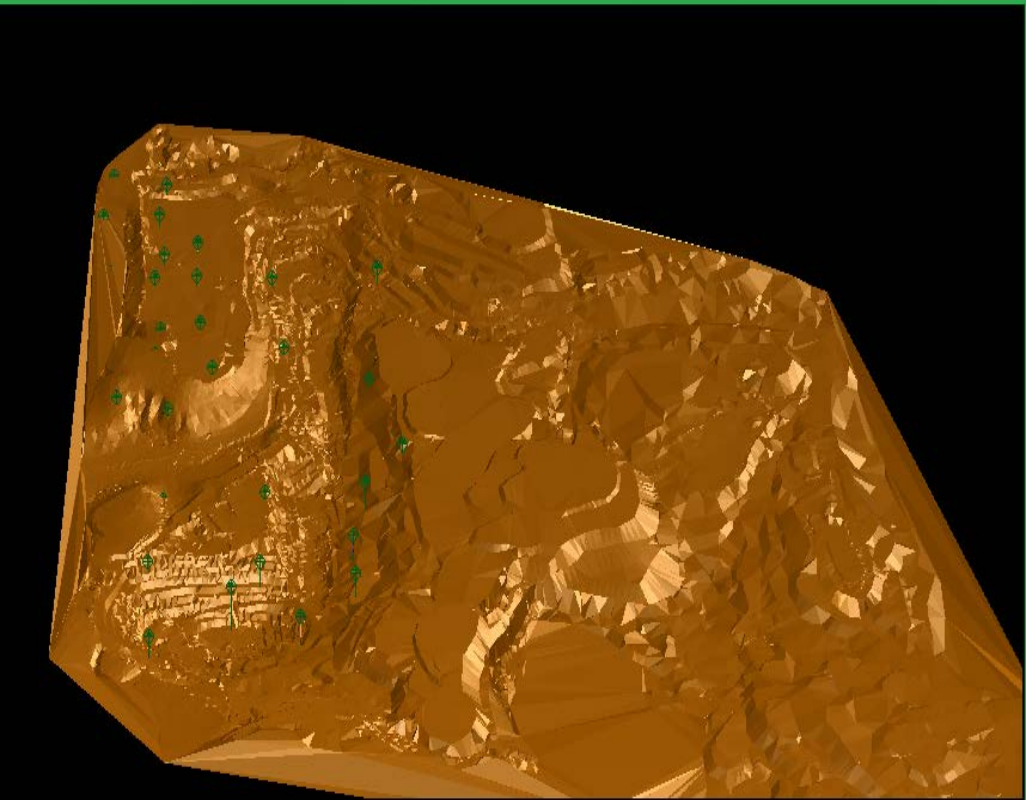
Şekil 7.30’da gördüğümüz pencerede, hangi tabakanın DTM dosyasını oluşturacaksak “Location” bölümüne onu seçeriz. Ardından belirlediğimiz sınır string dosyasını da diğer “Location” bölümünde seçeriz ve uygula (Apply) tuşuna tıklarız. Program bize oluşturulan DTM dosyasıyla ilgili bir rapor verir (Şekil 7.31). Ayrıca Şekil 7.32’de oluşturulan DTM dosyası görünmektedir. Bu işlemleri diğer linyit tabakaları içinde yaparız. Şekil 7.33’de sahanın topoğrafyası gözükmektedir.



Şekil 7.31 Linyit\_1\_üst DTM dosyasının raporu



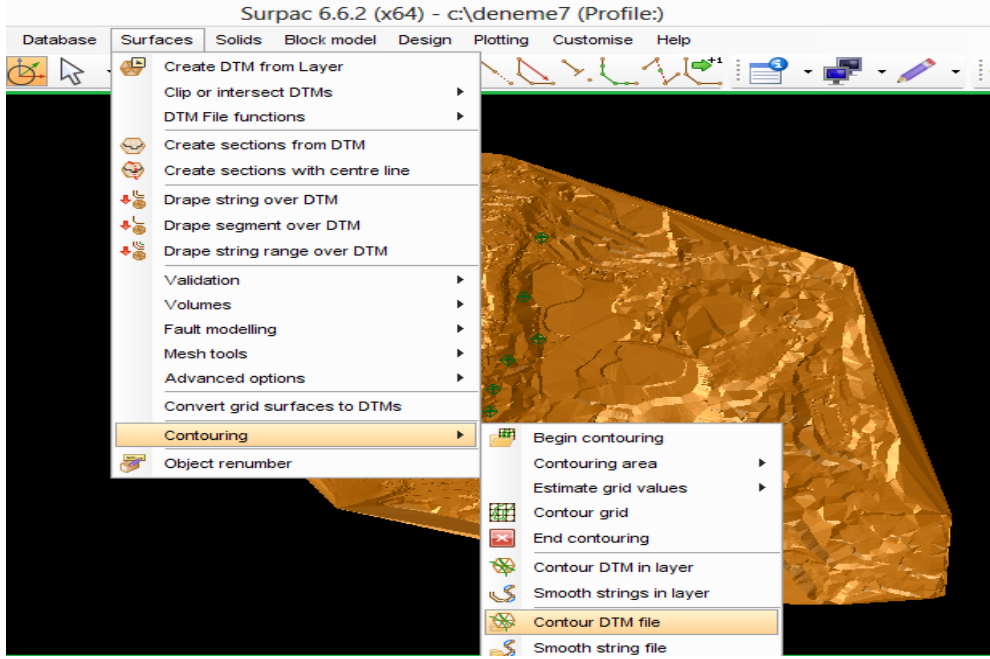
Şekil 7.32 Oluşturulan linyit\_1\_üst DTM dosyası



Şekil 7.33 Çalışma yapılan sahanın topoğrafyası

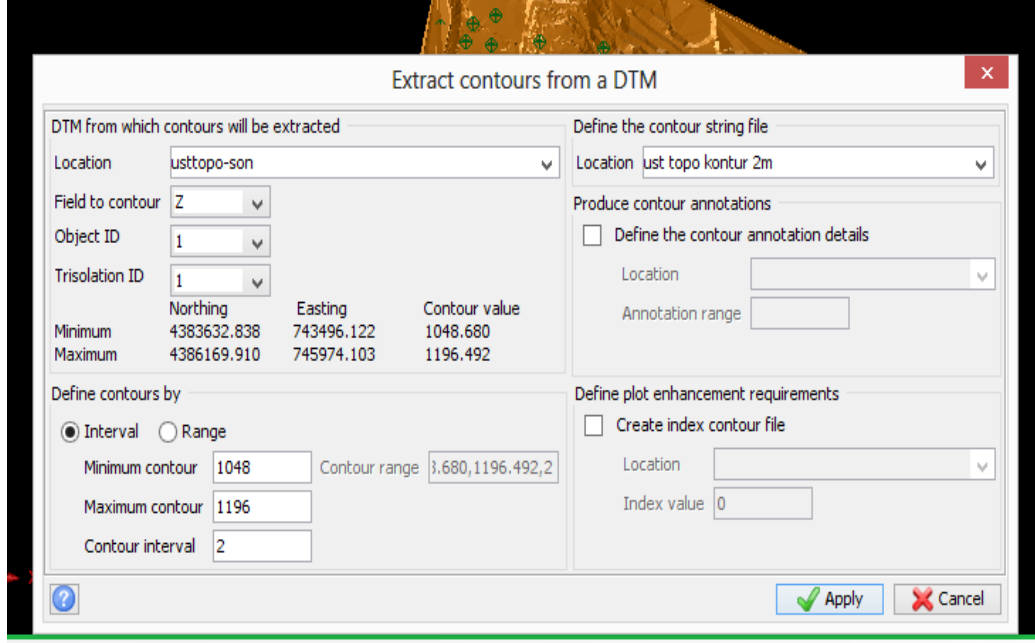
## 7.7 Kontur Çizgilerinin Oluşturulması

DTM yüzey dosyalarını oluşturduktan sonra sıradaki işlemimiz kontur çizgilerini oluşturmaktır. Bu işlemi Şekil 7.34'deki gibi programımızın menüler bölümünden “Surfaces” tıklanır. Ardından “Contouring” ve oradan da “Contour DTM file” tıklanır.

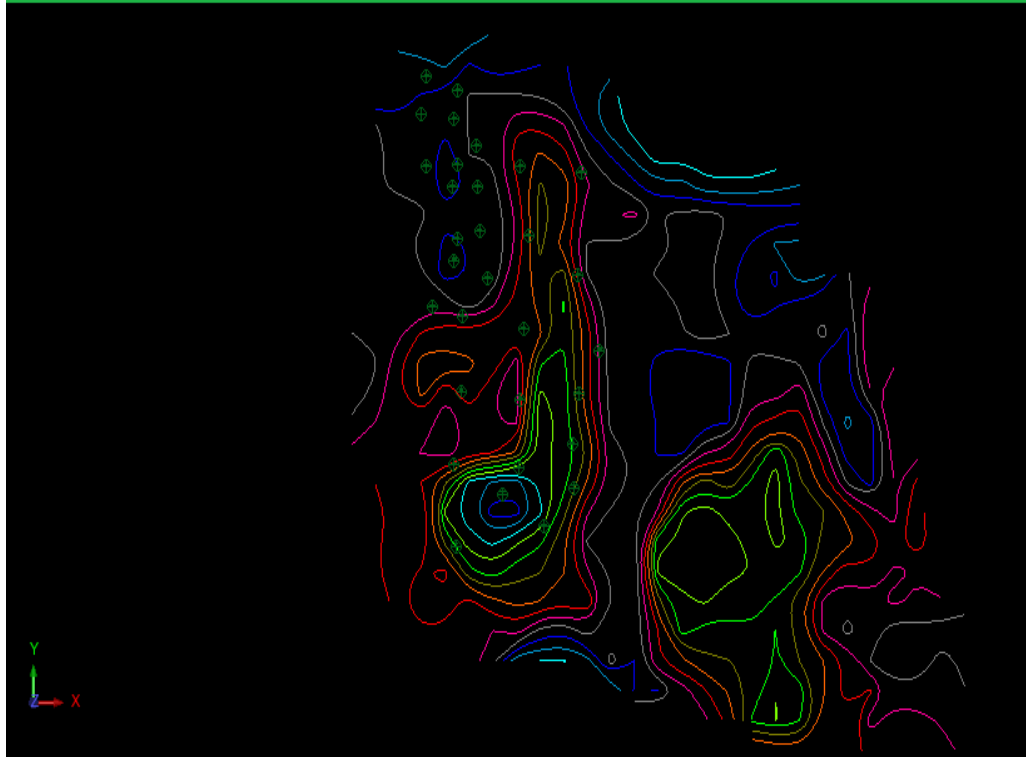


Şekil 7.34 Kontur çizgilerini oluşturma işlemi

Yukarıdaki işlemi yaptıktan sonra Şekil 7.35'te karşımıza bir pencere çıkmaktadır. Burada hangi DTM dosyasının kontur çizgilerini oluşturmak istiyorsak onu seçeriz. Ayrıca oluşturulacak kontur dosyası ismi yazılır ve dosyanın konturlar arası mesafesi yani “Contour interval” değeri yine bu pencerede girilir. Biz konturlar arasındaki mesafeyi 2 m olarak seçtik. Bu işlemleri tamamladıktan sonra Apply tuşuna tıklarız ve istediğimiz kontur çizgilerini oluşturmuş oluruz. Şekil 7.36'da topoğrafyamızın kontur (eş yükselti eğrileri) çizgileri görülmektedir. Bu işlemleri linyit tabakaları içinde yaparız. Çünkü açık işletmemizi çizerken oluşturacağımız basamaklar için eş yükselti eğrilerinden yardım alırız.



Şekil 7.35 DTM dosyasını seçme ve isim verme işlemi



Şekil 7.36 Topoğrafyamızın kontur çizgileri

## 7.8 Açık Ocak Dizaynı

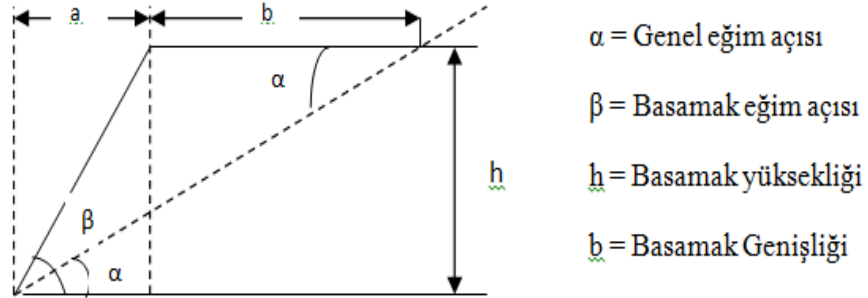
### 7.8.1 Ocak Parametrelerinin Belirlenmesi ve Surpac Çizim Araçları

Kontur çizgileri de oluşturulduktan sonra açık ocağın dizaynına geçilmiştir. Burada ruhsat sahası, oluşturulan linyit tabakaları, topografya, kontur çizgileri ve ocak parametreleri göz önünde bulundurularak dizayn yapılmıştır.

Açık ocağın dizaynı yapılırken çok fazla dekapaj yapmadan ve ruhsat sahasının dışına çıkmadan en fazla linyitin kazanılmasına dikkat edilmiştir. Topoğrafyanın en üst kotu 1170 ve yedinci linyit damarının en alt kotu ise 1026'dır.

Ocak dizaynında kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

- a- Basamak yüksekliği = 12 m
- b- Genel şev açısı =  $50^\circ$
- c- Basamak şev açısı =  $75^\circ$
- d- Yol genişliği = 6 m
- e- Yol eğimi = max % 10



Şekil 7.37 Ocak parametrelerinin gösterilmesi

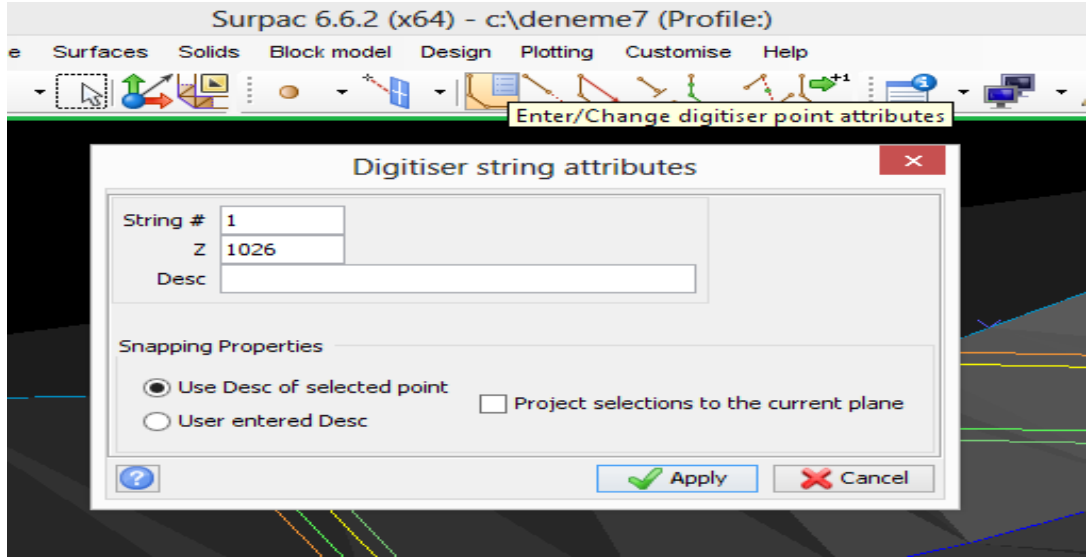
$$h / b = ( \text{tg } \beta \times \text{tg } \alpha ) / ( \text{tg } \beta - \text{tg } \alpha )$$

Yukarıda verilen formülde gerekli değerler yerine konularak hesaplama yapılmış ve basamak genişliği 7 metre olarak bulunmuştur.

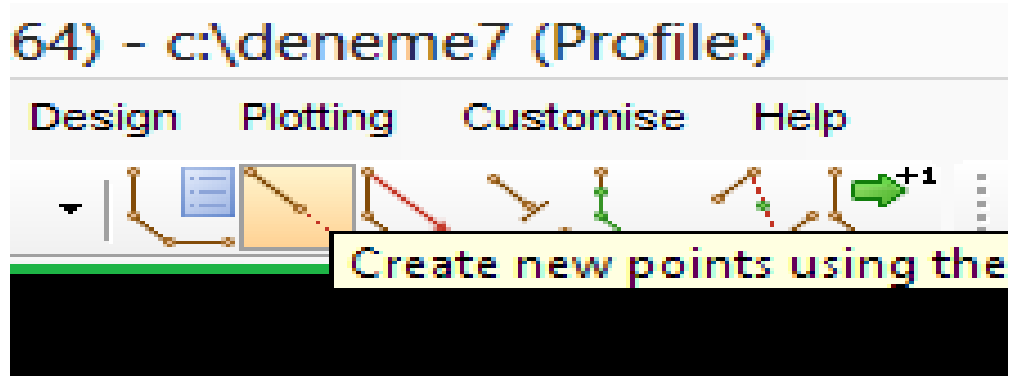
Surpac'da çizim yapabilmek için bazı ikonların bilinmesi gerekmektedir. Bunlar;

Şekil 7.38'deki ikon kullanılarak hangi kotta ve hangi string de çizim yapılacağı belirlenebilmektedir. Şekil 7.39'daki ikonda, farenin bulunduğu yerde çizim

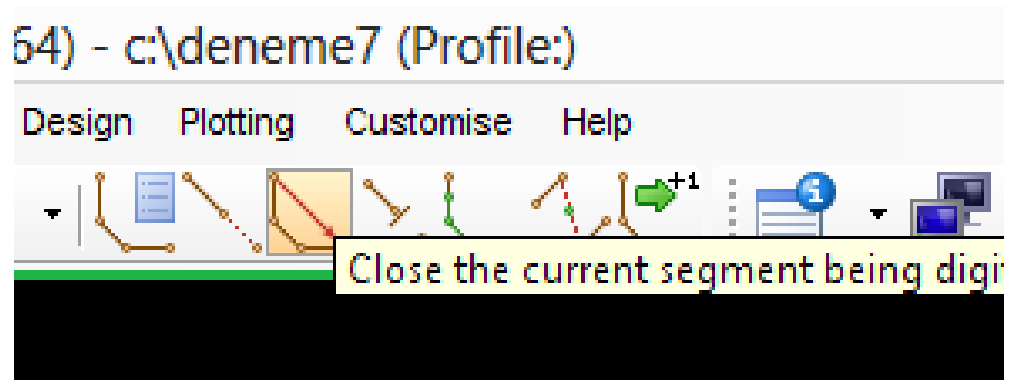
yapmaya başlamak için kullanılır. Şekil 7.40'daki ikonda ise, çizime başladıktan sonra açmış olduğumuz segmenti kapatmak için kullanılan bir komuttur.



Şekil 7.38 Dizayn ile ilgili bilinmesi gerekenler



Şekil 7.39 Dizayn ile ilgili bilinmesi gerekenler



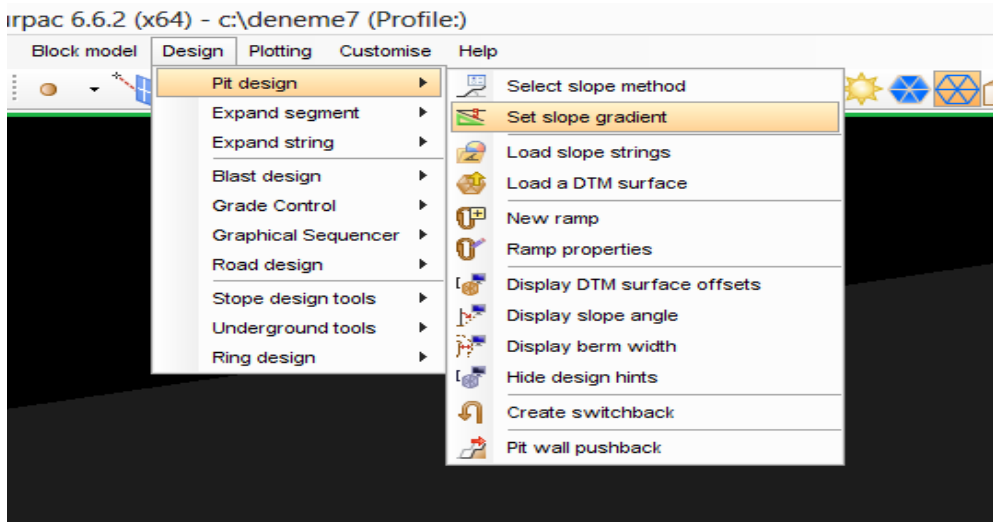
Şekil 7.40 Dizayn ile ilgili bilinmesi gerekenler

## 7.8.2 Açık Ocak Basamak Çizimi

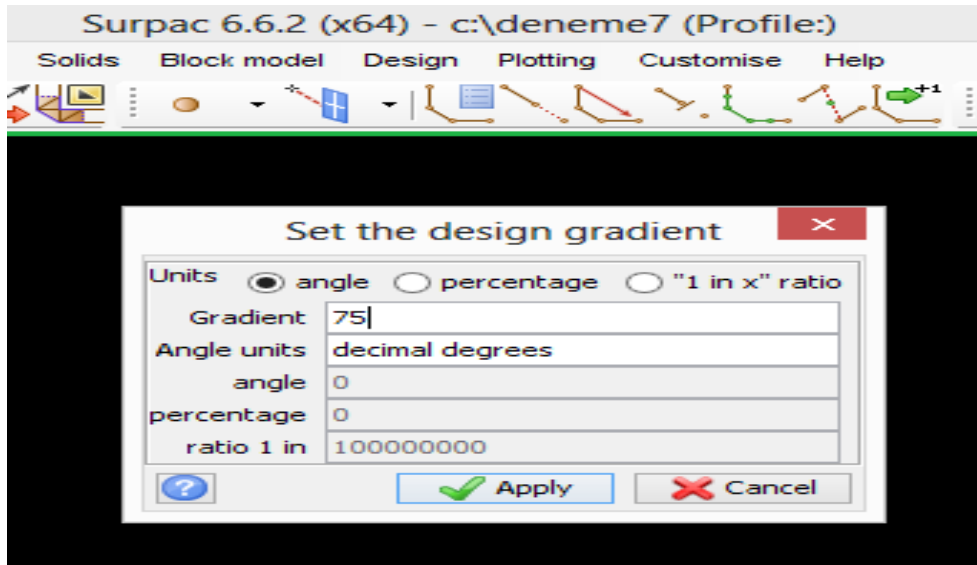
Ocak parametreleri dikkate alınarak ilk şev dibi veya şev üstü çizildikten sonra ocağın basamaklarının çizimine geçilmiştir.

İlk olarak yapılması gereken basamak şev açısının girilmesidir. Bunun için aşağıdaki komutlar uygulanmalıdır. Şekil 7.41 ve Şekil 7.42’de birbirini takip eden pencerelerdir ve basamak şev açısının programa nasıl girildiğini göstermektedir.

Design → Pit design → Set slope gradient



Şekil 7.41 Basamak şev açısının programa girilmesi için izlenilecek komut

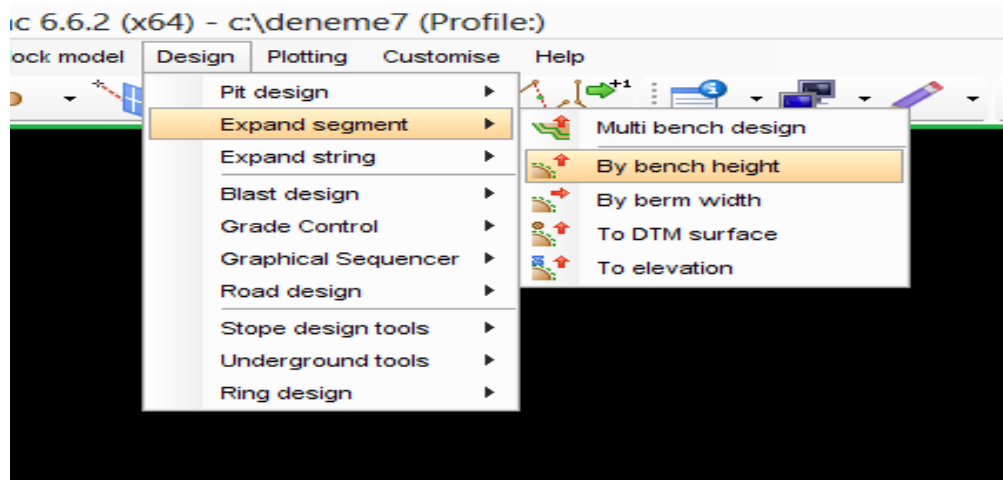


Şekil 7.42 Basamak şev açısının programa girilmesi

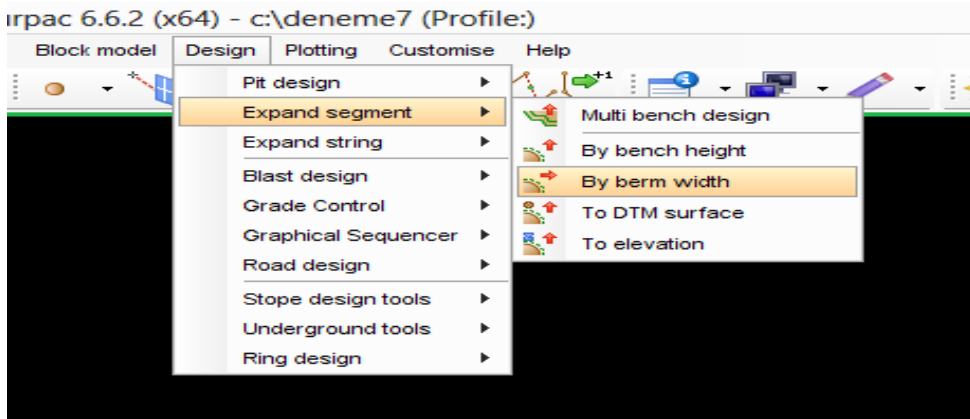
Bu açığı girildikten sonra basamaklar oluşturulmaya başlanmıştır. Basamak oluşturma işlemi;

Design → Expand segment → By bench height, komutu uygulanarak yapılmaktadır (Kademe yüksekliğini oluşturur) (Şekil 7.43).

Design → Expand segment → By berm width komutu uygulanarak yapılmaktadır (Kademe genişliğini oluşturur) (Şekil 7.44).

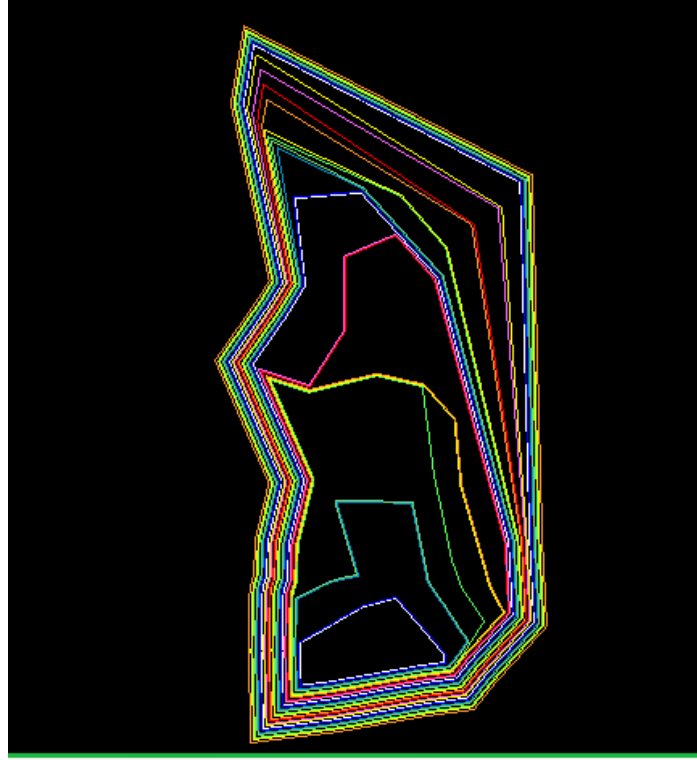


Şekil 7.43 Basamak oluşturmak için kullanılan komut

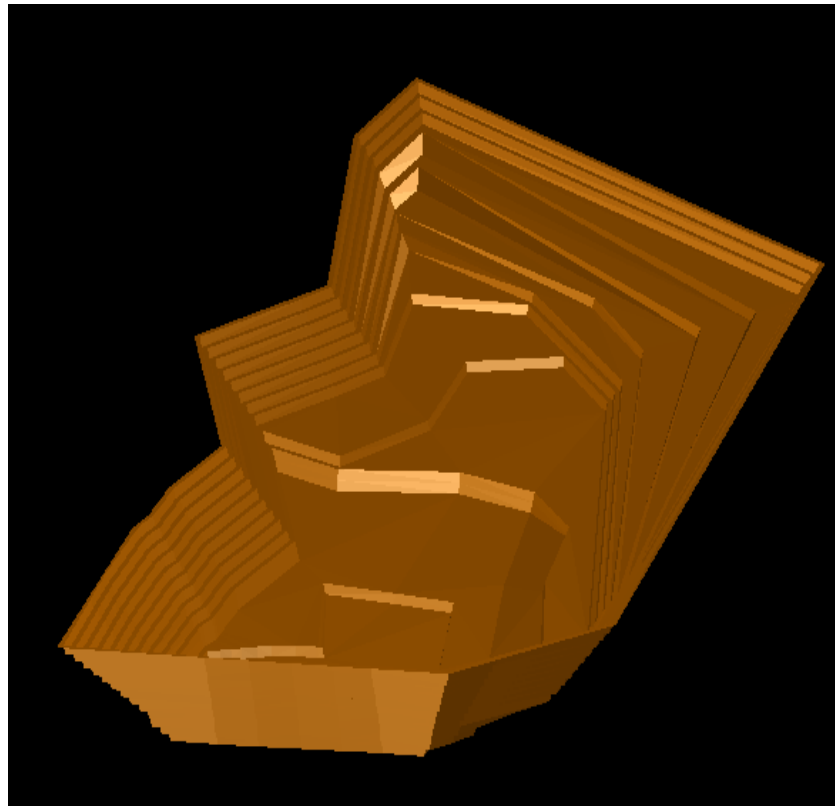


Şekil 7.44 Basamak oluşturmak için kullanılan komut

Basamakları oluştururken, basamak düzlemleri linyit kontur çizgilerine göre uzatılır. Bu sayede üretim yaparken linyiti takip etmiş oluruz. Oluşturulan kademelerin string dosyası Şekil 7.45'te gözükmektedir. DTM dosyası olarak ise Şekil 7.46'da görebiliriz.



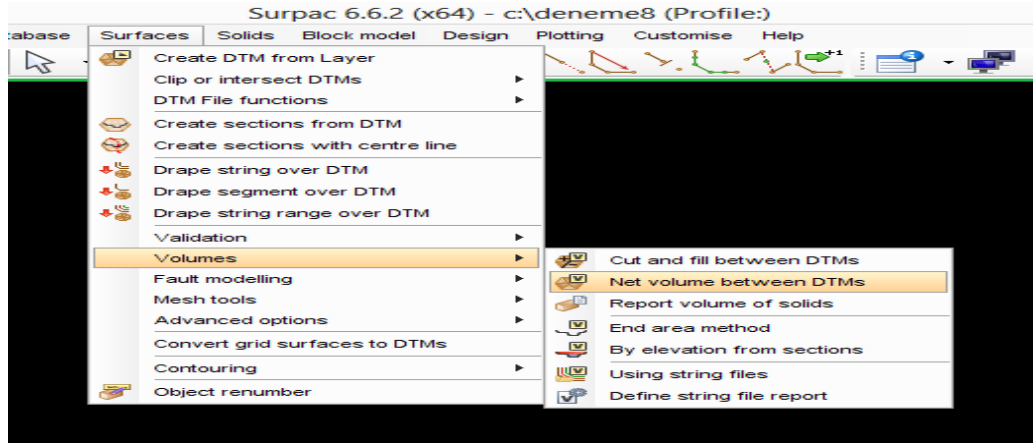
Şekil 7.45 Basamakların string dosyası görünümü



Şekil 7.46 Basamakların DTM dosyası görünümü

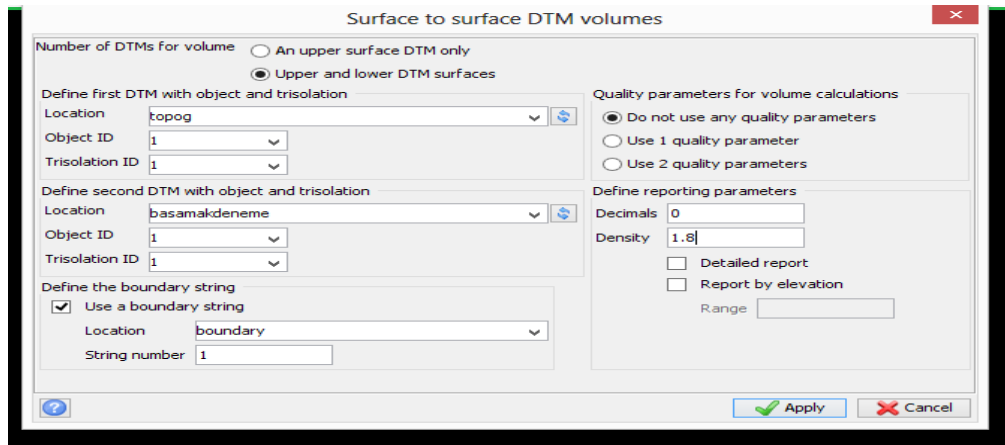
## 7.9 Rezerv Hesaplama

Rezerv hesaplama yöntemi farklı yöntemlerle yapılabilir. Stringleri kullanarak hacim hesaplama, ocak tasarımı sırasında hacim hesaplama gibi yöntemler bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada rezerv hesaplama işlemini, topoğrafya ve oluşturduğumuz basamaklar yardımıyla ölçülecek. Rezerv hesaplamak için Şekil 7.47'deki programımızın “Surfaces” menüsüne tıklarız.



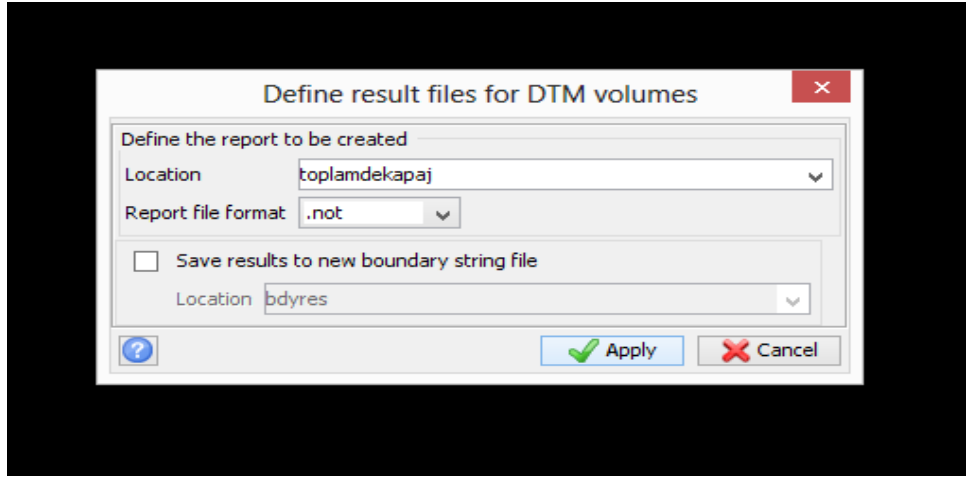
Şekil 7.47 Hacim hesaplama işlemi

Ardından “Volumes” ve oradan da “Net volumes between DTMs” tıklarız. Karşımıza Şekil 7.48'deki pencere çıkacaktır. Burada hangi DTM dosyaları arasında hacim hesaplanacaksa o DTM dosyaları seçilir. Ayrıca sınır string dosyası da seçilir. Çünkü sadece o alan arasında kalan hacmi istediğimiz için bu işlemi de yaparız. Yoğunluklarda girildikten sonra Apply tuşuna tıklarız.

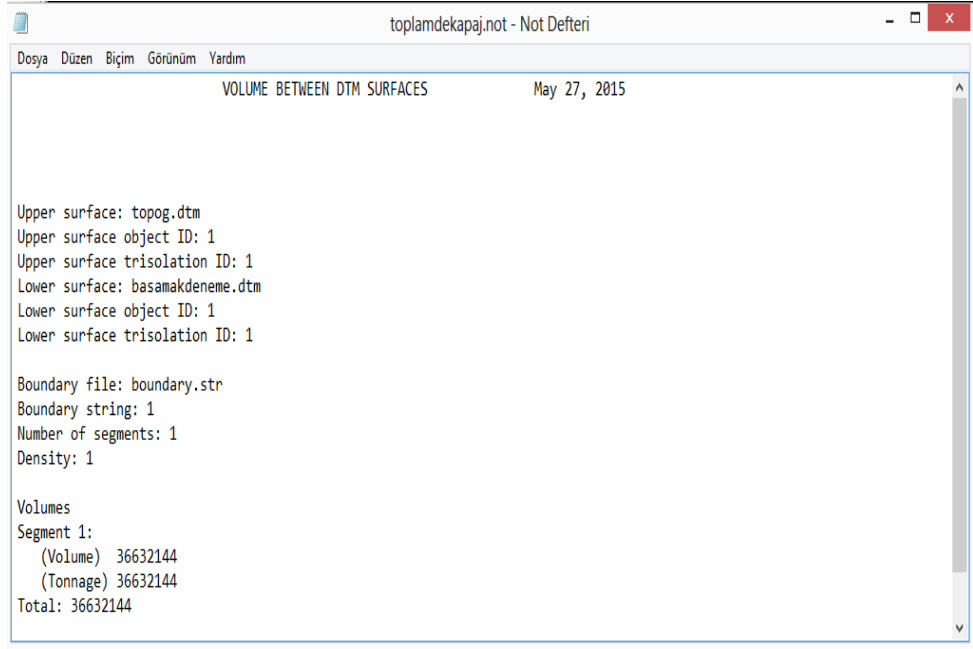


Şekil 7.48 DTM'leri seçme işlemi yapacağımız pencere

Karşımıza Şekil 7.49'daki raporumuza isim vereceğimiz pencere çıkar. Burada da ismi verdikten sonra Apply tuşuna tıklarız ve program iki DTM arasında kalan hacmi hesaplamış olur (Şekil 7.50). Yapacağımız toplam dekapaj miktarı 36,632,144 m<sup>3</sup>'tür. Bu işlemleri her bir linyit tabakası içinde yaparız. Tablo 7.1'de de linyit rezerv miktarımız hesaplanmıştır. Toplamda 16,224,873 ton linyit rezervi bulunmaktadır.



Şekil 7.49 İsim verme işlemi



Şekil 7.50 Toplam dekapaj miktarı

Tablo 7.1 S-49 panosunun rezerv tablosu

<b>Formasyon</b>	<b>Dekapaj (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Rezerv (ton)</b>
<b>Linyit1</b>	3,420,906	4,584,014
<b>Linyit2</b>	2,224,447	2,980,759
<b>Linyit3</b>	1,441,877	1,932,115
<b>Linyit4</b>	1,224,111	1,640,308
<b>Linyit5</b>	1,584,624	2,123,397
<b>Linyit6</b>	819,958	1,098,744
<b>Linyit7</b>	1,392,191	1,865,536
<b>Toplam</b>	12,108,114	16,224,873

## BÖLÜM SEKİZ

### SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada surpac bilgisayar programının kullanımı anlatılmış ve bu program ile bir maden sahasının değerlendirilmesi ve planlaması yapılmıştır.

Surpac programının tanıtımı, sistemle ilgili veri girişinin yapılması, sağlıklı bir database oluşturulması ve programa yüklenmesi anlatılmıştır. Programın kullanımı örneklerle anlatılmıştır.

EÜAŞ Seyitömer Linyitleri İşletmesi'ne (Çelikler SLİ) bağlı S-49 Panosu'nun sondaj verileri SLİ Etüd-Proje Şube Müdürlüğü'nden alınıp programa uygun şekilde yüklenmiştir. Sahanın üç boyutlu görüntüsü, sondaj kuyularının gösterilmesi, kontur eğrilerinin çizilmesi, raporlarının yazılması, cevher damarlarının gösterilmesi, rezerv hesabının yapılması, açık ocak tasarımı işlemleri yapılmıştır.

Surpac programı sayesinde normalde yapılması gereken birçok hesaplama daha az hatayla yapılabilmekte ve ayrıca geri dönerek bunlarla ilgili parametrelerin değiştirilmesi durumunda aynı işlemleri yine daha kısa sürede yapılabilmektedir.

Bu tür programlar, maden şirketleri tarafından da kullanılırsa, kısa zamanda işletilecek işletme hakkında bilgi edinilebilir ve işin karlı ya da zararlı olacağını öğrenebilirler. Bu program sayesinde gereksiz dekapajların önüne geçmek, cevherin ve dekapajın yeraltı durumunu önceden görmek, önlemler almak, iş organizasyonu açısından da daha verimli ve ekonomik bir çalışmayı meydana getirecektir.

Madencilik yazılımları kullanılması ile başka işletmeler ile rekabet gücü artacaktır. Üretim daha kaliteli hale gelecektir. Bu sayede sürekli iyileşme ve gelişme söz konusu olacaktır. Bilgisayar kullanımı, günümüzde vazgeçilmez hale gelmiştir. Sadece madencilik sektöründe değil tüm sektörlerde en çok kullanılan araçtır.

Sonuç olarak, maden sektörü çok büyük yatırımlar gerektiren bir sektör olması nedeniyle yapılacak üretimin ve gerçekleştirilecek proseslerin önceden bilgisayar ortamında etüd edilip daha sonra uygulamaya geçirilmesi ekonomik açıdan çok yararlı olacaktır. Planlama ve uygulama daha az bir zamanda gerçekleşecektir.

## KAYNAKLAR

- Doğruöz, C. (2003). *TKİ Seyitömer Linyit Sahasının Surpac Vision Madencilik Programı ile değerlendirilmesi*, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- SURPAC v5.0, Tutorial (b.t). *Whittle üçüncü ve dördüncü boyut*, 17 Ağustos 2014, <http://www.gemcom.com/surpac/index.asp>
- Türkiye Kömür İşletmeleri (b.t). *Seyitömer Jeolojisi*, 01 Haziran 2014, <http://www.tki.gov.tr>
- Köse, H., Yalçın, E., Onargan, T., Konak, G., Şimşir, F. ve Kızıl, S., (2001). *Açık işletme tekniği*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- Nasuf, E. (2000). Bilgisayarın önemi ve madencilikte kullanım alanları, *Madencilik Sektöründe Bilgisayar Uygulamaları Eğitim Semineri*, Yurt Madenciligi Geliştirme Vakfı, İstanbul.
- Öngen, Ö. (2008). *Madencilikte bilgisayar uygulamaları ve Surpac yazılımı ile bir ocak planlaması*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Saltoğlu, S. (2005). Maden yataklarındaki aramalar ve araştırmalar, Karpuz, C., Hindistan, M. A. ve Tamzok, N., (Ed.) *Maden mühendisliği açık ocak işletmeciliği el kitabı*, (1), 89-112.
- Saydam, S. (2000). *Comparison of ultimate pit limit design methods*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Yıldız, N. ve Günçer, H. (1995). Bilgisayar ile rezerv hesaplamaları, Maden İşleri Genel Müdürlüğü, *Madencilikte Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu*, İzmir.