

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ MADEN İŞLETME
TASARIMININ KALKER OCAKLARINA
UYGULANMASI**

Emre GÖKSÜNER

Ekim, 2010

İZMİR

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ MADEN İŞLETME
TASARIMININ KALKER OCAKLARINA
UYGULANMASI**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı

Emre GÖKSÜNER

Ekim, 2010

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

EMRE GÖKSÜNER, tarafından **PROF. DR. AHMET HAKAN ONUR** yönetiminde hazırlanan “**BİLGİSAYAR DESTEKLİ MADEN İŞLETME TASARIMININ KALKER OCAKLARINA UYGULANMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Ahmet Hakan ONUR

Danışman

.....
.....
Jüri Üyesi

.....
.....
Jüri Üyesi

.....
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımın yönetimini kabul ederek bu tezi hazırlamama olanak sağlayıp çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyip, yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Ahmet Hakan ONUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezimi yaptığım her aşamada her zaman yanımda olup her türlü desteği sağlayan aileme sonsuz teşekkürler.

Emre GÖKSÜNER

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MADEN İŞLETME TASARIMININ KALKER OCAKLARINA UYGULANMASI

ÖZ

Bu çalışmada, kalker sahasının bilgisayar ortamında modellenmesi ve açık işletme ocak tasarımı yapılmıştır. Bilgisayar ortamında özel bir maden yazılımı olarak maden modelleme programı kullanılmıştır. Kullanılan program hakkında bilgiler verilmiştir.

Kalker sahasına ait sondajlardan oluşturulan analiz verileri ile bilgisayar programında sahada bulunan cevhere ait variogram modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan variogram modeller sayesinde edinilen bilgiler ile sahanın jeostatistiği yapılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında jeostatistik işlemleri sonucunda blok model oluşturulmuş, açık işletmenin ocak tasarımı yapılmış ve ardından üretim planlamasına geçilmiştir. Hazırlanan üretim planına ait veriler raporlanarak çalışma içinde verilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Maden Modellemesi, Kalker Sahası, Jeostatistik, Üretim Planlaması, Variogram Model, Blok Model

COMPUTER AIDED MINE DESIGN AND APPLICATION TO LIMESTONE QUARRY

ABSTRACT

In this study, a computer based open pit design had been performed for a quarry that provides raw material to a cement factory. A special mining software were used and details about the computer programme had been given in following chapters.

The data obtained from the core drilling performed at limestone area, was organised to evaluate spatial distribution of the limestone. For this reason, variogram analysis were performed on the raw data.

In this thesis, using the results obtained from the Geostatistical calculations, block models were formed, an open pit design was created and then production planing was carried out. Reports from production plans were then used to provide mine scheduling.

Keywords : Mining Modeling, Limestone field, Geostatistics, Production Planning, variogram model, Block Model

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ - SURPAC 6.0 YAZILIMININ TANITILMASI	2
2.1 Surpac 6.0	2
2.2 Programın Kurulumu ve Açılması	3
2.3 Surpac 6.0 Menülerinin Tanıtılması.....	4
BÖLÜM ÜÇ - SURPAC İLE AÇIK OCAK TASARIMININ AŞAMALARI.....	5
3.1 Kalker Sahası	5
3.1.1 Saha İle İlgili İstatistik Sonuçlar ve Dağılım Grafikleri.....	5
3.2 Çalışma Alanının Belirlenmesi	6
3.3 Verilerin Programa Girilmesi	7
3.4 DTM (Digital Terrain Mode) Dosyası Oluşturma	11
3.5 Veritabanı (Database) Oluşturmak.....	15
3.6 Database Dosyasına Veri Aktarımı	23
3.7 Sondajların Ekranda Gösterilmesi.....	24
3.8 Verilerin İstatistiğinin Alınması	26
BÖLÜM DÖRT - JEOİSTATİSTİK VE VARIÖGRAM MODEL.....	29
4.1 Jeoistatistik	29
4.2 Uzaklığa bağlı ilişki fonksiyonu (Variogram)	30
4.3 Variogramın Orijine Yakın Davranışı.....	31

4.4 Açık ve Uzaklık Toleranslarının Belirlenmesi	32
4.5 Uzaklık Parametresinin Seçimi	32
4.6 Açık Toleransının Seçimi	33
4.7 Variogram Model	34
4.8 Variogram Validation (Onaylama)	42
BÖLÜM BEŞ - BLOK MODEL.....	46
5.1 Blok Model Oluşturmak	46
5.2 Blok Model İçin Özellik Ekleme	49
5.3 Blok Tahmini (Estimation)	50
5.4 Blokların Renklendirilmesi.....	54
5.5 Bloklara Kısıtlar (Constraint) Ekleme.....	56
5.6 Blok Özelliklerinin İncelenmesi	58
BÖLÜM ALTI - AÇIK OCAK DİZAYNI.....	60
BÖLÜM YEDİ - BLOKLARIN ÜRETİMİ	67
7.1 Blok Üretim Raporlarının Alınması	70
BÖLÜM SEKİZ - SONUÇ	74
KAYNAKLAR.....	75

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Madencilik sektöründe planlamanın önemi çok büyüktür. Bu sayede birçok problem çözülmekle birlikte sürekli üretim de sağlanmış olur. İşletmelerde madencilik faaliyetlerine başlamadan önce cevherin kalite, tenör ve tonaj gibi özelliklerin sahada nasıl konumlandığı belirlenerek uygun bir üretim planıyla birlikte madencilik uygulamalarında kolaylık sağlar. Sahadan alınan sondaj karotlarının analizleri sonucunda, sahanın jeolojik yapısı, cevherin kimyasal, fiziksel ve mekaniksel özellikleri hakkında bilgiler alınmış olur. Bu bilgiler sayesinde jeostatistiksel araştırmalarla cevherin kalite dağılımı belirlenir. Kalite dağılımı belirlendikten sonra 3 boyutlu modelleme yapılarak rezerv, örtü – kazı oranı ve kalite dağılımı belirlenir. Bu işlemlerin hepsi Surpac adlı maden modelleme programı altında kolaylıkla ve yanılma payı en aza indirilmiş şekliyle yapılmaktadır. Surpac ayrıca maden yatağı değerlendirme, yeraltı maden dizaynı, maden planlama ve üretim için de kullanılmaktadır. Bu bitirme tezinde, bir maden modelleme programı olan Surpac programının kalker ocağına uygulanması incelenecektir.

BÖLÜM İKİ

SURPAC 6.0 YAZILIMININ TANITILMASI

2.1 Surpac 6.0

Bir madencilik yazılımı olan Surpac, Windows gibi bir işletim sistemi altında çalışabilmektedir. Bu paket program ile bir cevher sahasının en başından sonuna kadar modelleme aşamaları en hızlı şekilde yapılabilmektedir.

Programda açık ocak dizaynı, patlatma dizaynı, yol dizaynı, yeraltı maden ocak tasarımı gibi madencilik faaliyetlerinin projelendirilmesi aşamaları yapılabilmektedir.

Madencilik çalışmalarında en zor olan yeraltındaki cevherin nasıl tabakalaştığını, nasıl bir dağılım gösterdiğini tahmin etmektir. Surpac ile sahada yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler sayesinde sondajların üç boyutlu görüntüsü çok rahat bir şekilde görülmektedir. Bu görüntüler sayesinde saha hakkında yorum yapmak daha kolay olmaktadır.

Sondajların üç boyutlu görüntüsünü elde etmek tabii ki de sadece cevherin dağılımı hakkında yorum kolaylığı sağlamaktadır. Ancak tüm saha hakkında yeterli bilgi vermemektedir. Sahada çok sık aralıklarla sondaj yapmak da maliyeti arttıracığı için eldeki sondaj verilerinden bilinmeyen bölgelerdeki değerlerin tahmininin yapılması çok önemlidir. Bunun için programda bulunan menüler sayesinde verilerin istatistiğinin alınması, jeostatistik ile sondaj açılmayan bölgelerdeki cevher oluşumunun tahmin edilmesi ve sahanın bloklara ayrılması gibi işlemler hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Rezerv ve dekapaj hesaplamaları da program içerisinde bulunan basit komutlar sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir.

Kesit alma işlemleri de elle yapıldığı takdirde çok zaman alıcı çalışmalardan biridir. Program sayesinde kesit alma işlemleri de basitleştirilmiş ve kullanıcıya sunulmuştur.

Program içerisinde sıkca kullanılan bazı dosya türleri vardır. Bunlar; string (ip), dtm (dijital arazi modu) , ddb (veritabanı), mdl (blok model) dosyalarıdır. Bunlardan ilerleyen bölümlerde daha ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

2.2 Programın Kurulumu ve Açılması

Program CD üzerinden veya internetten <http://www.gemcomsoftware.com/> adresinden bilgisayara indirilerek kurulabilmektedir ve lisanslı olarak çalışmaktadır. Lisans alınmadığı takdirde programın içinde bulunan eğitim dosyalarından yararlanma ve programı içinde hazır bulunan projeleri inceleme imkanı vermektedir. Ancak menüleri kullanarak işlem yapma izni vermemektedir. Ayrıca yine programdaki yardım (help) menüsünden programla ilgili tüm bilgelere ulaşma imkanı tanımaktadır.

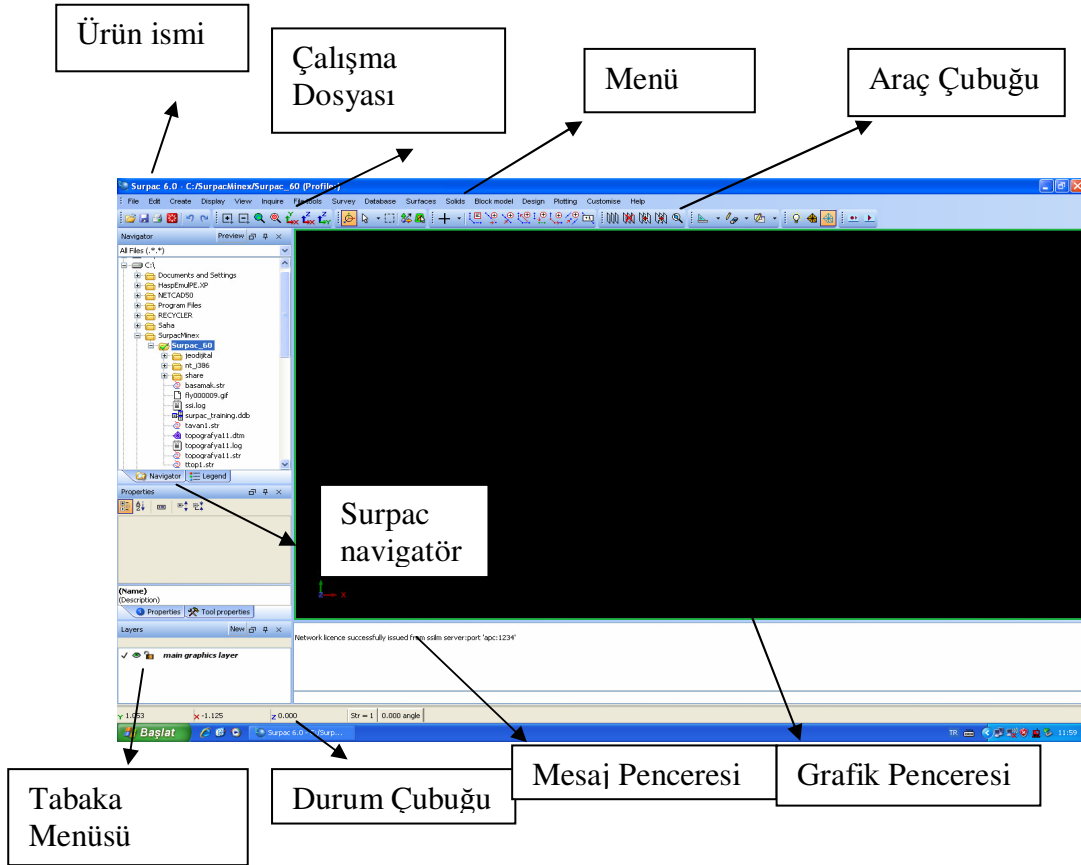
Yazılımı bilgisayarımıza kurduğumuzda oluşacak ekran görüntüsü şekil 2.1'deki gibi olacaktır. Bu kısayola çift tıklanarak veya başlat menüsünden program açılabilir.



Şekil 2.1 Program kısayolu

2.3 Surpac 6.0 Menülerinin Tanıtılması

Program açıldığında ekrana şekil 2.2’de verilen görüntü gelmektedir. Şekil 2.2’de programın açılış sayfasının tanıtımı yapılmıştır.



Şekil 2.2 Programın açılış ekran görüntüsü

Şekil 2.2’de gösterilen menülerden “navigatör” bölümü önemlidir. Kaydedilecek olan bütün dosyalar buraya aktarılacaktır. Daha sonra açılacak bu dosyalar burada görülmekte ve kullanılabilir.

BÖLÜM ÜÇ

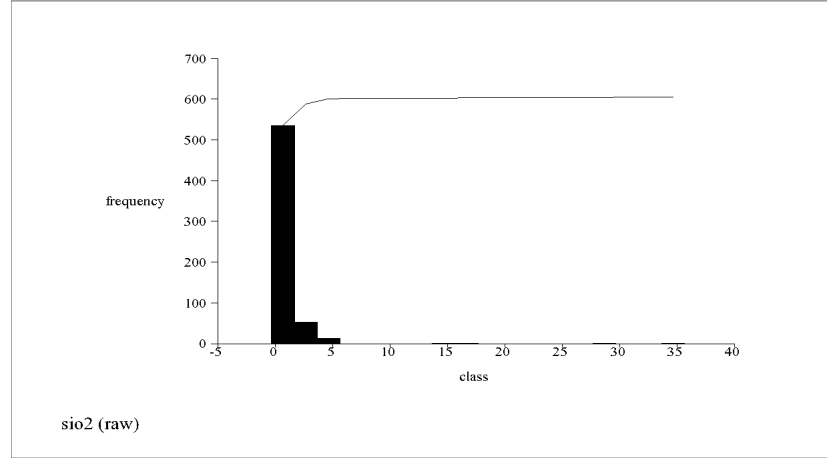
SURPAC İLE AÇIK OCAK TASARIMININ AŞAMALARI

3.1 Kalker Sahası

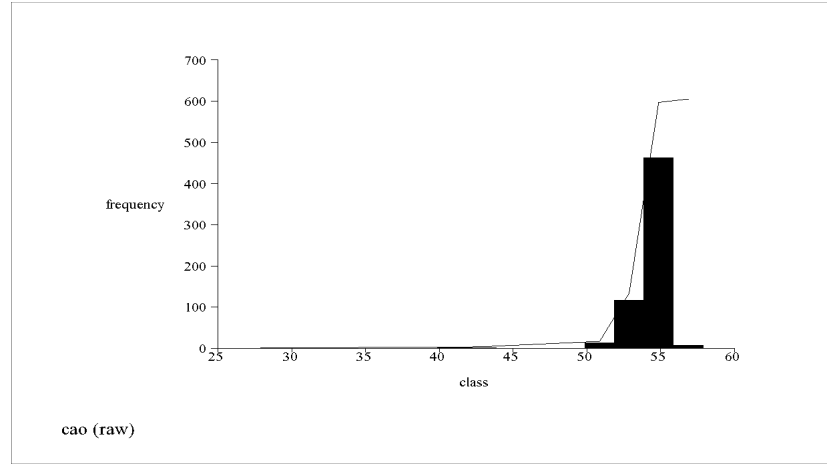
Kalker sahasının modellenmesi için toplam uzunluğu 2067,6 metre olan 42 adet sondaj açılmıştır. Karotlara yapılan kimyasal analizler sonucu CaO, SiO₂ ve MgO'ya ait 605 adet tenör değeri elde edilmiştir. Modelleme aşamalarında bu verilerden yararlanılmıştır.

3.1.1 Saha İle İlgili İstatistik Sonuçlar ve Dağılım Grafikleri

Saha ile ilgili yapılan çalışmalarda Surpac yardımıyla elde edilen dağılım grafikleri ve verilerle ilgili diğer istatistiki bilgiler şekil 3.1 ve tablo 3.1 de verilmiştir.



Şekil 3.1 (a) SiO₂ verilerinin dağılım grafiği



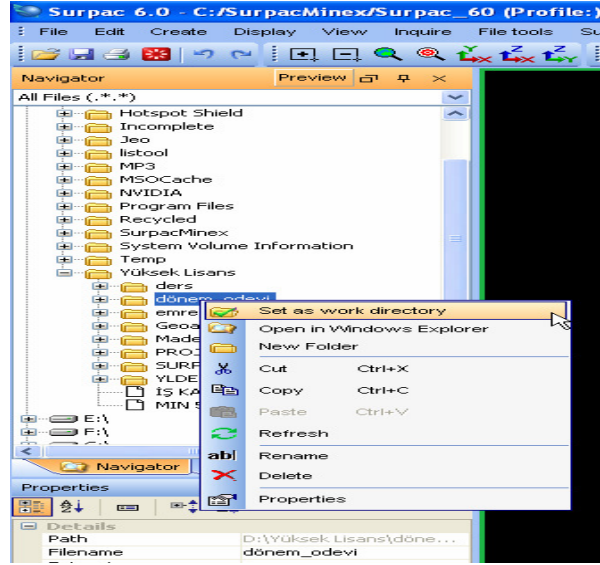
Şekil 3.1 (b) CaO verilerinin dağılım grafiği

Tablo 3.1 Kalker ocağındaki verilere ait istatistiki bilgiler

	Veri Sayısı	En Düşük Değer	En Büyük Değer	Ortalama	Varyans	Standart Sapma
CaO	605	27,870	56,150	54,353	3,304	1,818
SiO ₂	605	0,000	35,660	0,744	4,914	2,217
MgO	605	0,360	0,630	0,431	0,001	0,028

3.2 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Projeye başlamadan önce yapılacak ilk iş çalışma alanının belirlenmesidir. Öncelikle çalışılacak dosya seçilir ve farenin sağ tuşu ile çıkan menüde “çalışma alanı belirle (set as work directory)” seçilir. Şekil 3.2’de çalışma alanının belirlenmesi gösterilmiştir.



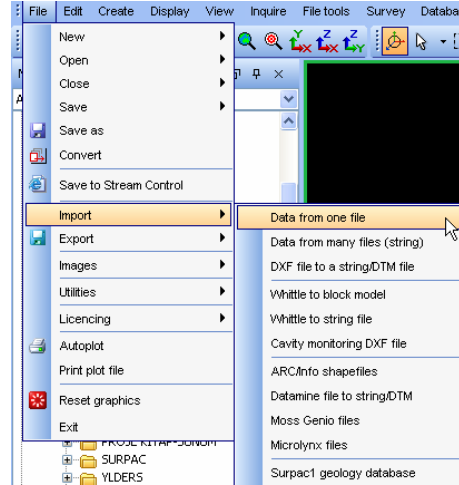
Şekil 3.2 Çalışma alanının belirlenmesi ekran görüntüsü

Bu işlem yapıldığında yapılan bütün işlemler otomatik olarak belirlenen bu dosya içine aktarılacaktır. Bu işlem yapılmadığı takdirde program kendi belirlediği alan içerisine çalışmalarını aktaracaktır. Bu da ileride karışıklığa yol açacaktır.

3.3 Verilerin Programa Girilmesi

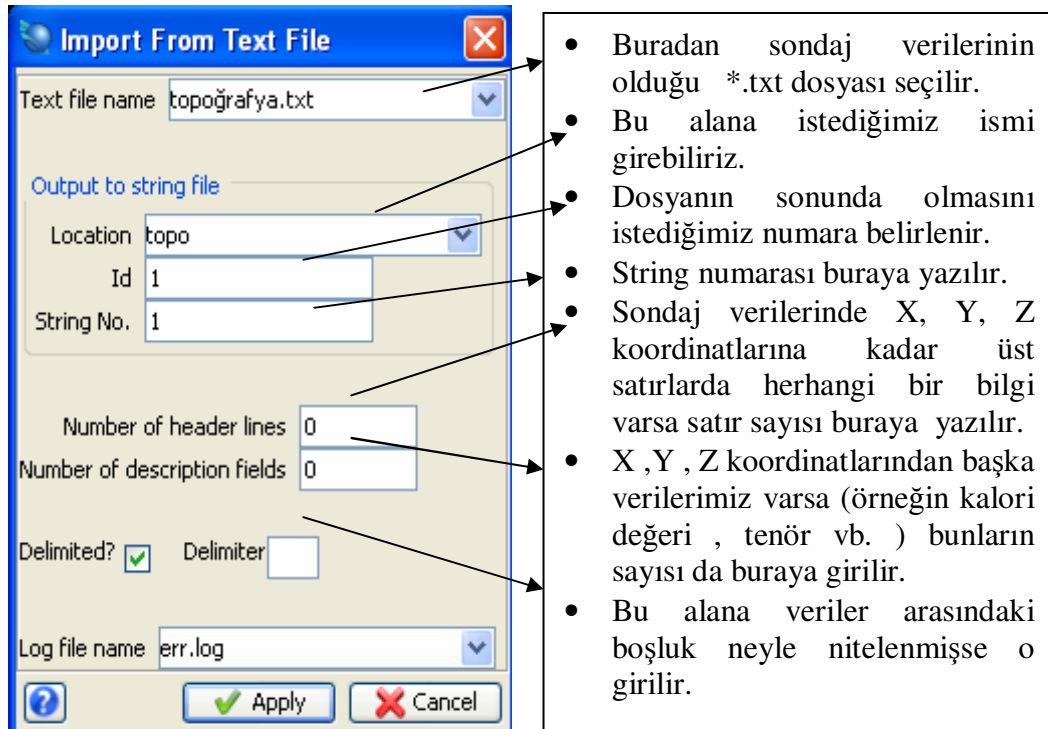
Text dosyası olarak hazırlanmış sahaya ait verilerin programa girilmesi akım şeması aşağıda verilmiştir. Şekil 3.3’de ise ekran görüntüsü verilmiştir. Burada text dosyası olarak hazırlanmış topografyaya ait veya karotlardan alınmış analiz değerleri programa aktarılmaktadır.

➤ File (dosya) → Import (veri al) → Data from one file (bir dosyadan veri al)

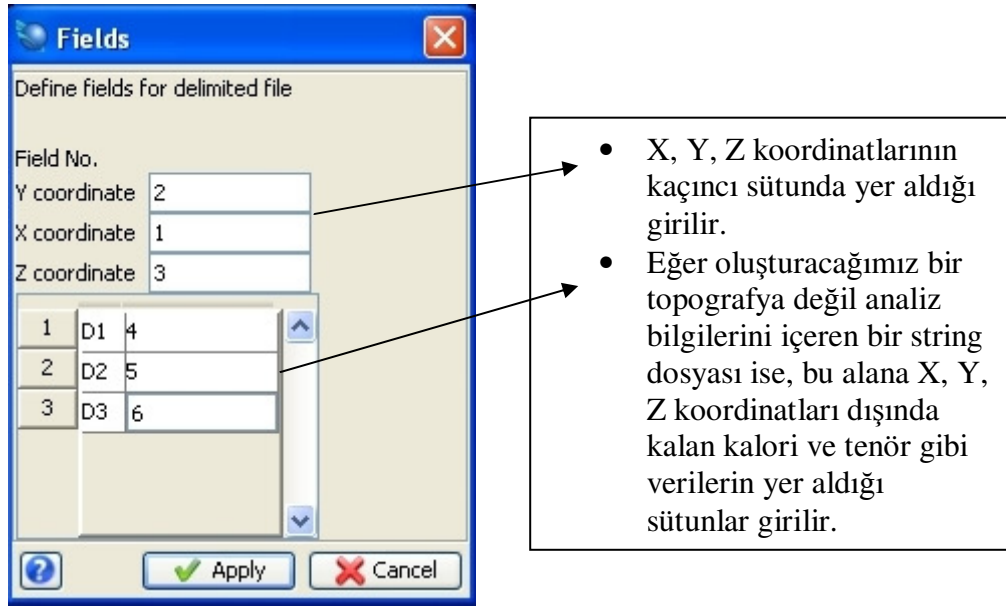


Şekil 3.3 Veri girişi ekran görüntüsü

Veri girişi ekran görüntüsünden sonra veri aktarma işlemini başlatmak için sırasıyla şekil 3.4 a ve b'deki ekran görüntüleri açılacaktır. Şekil 3.4 a ve b'de dikkat edilmesi gereken hususlardan bahsedilmiştir.



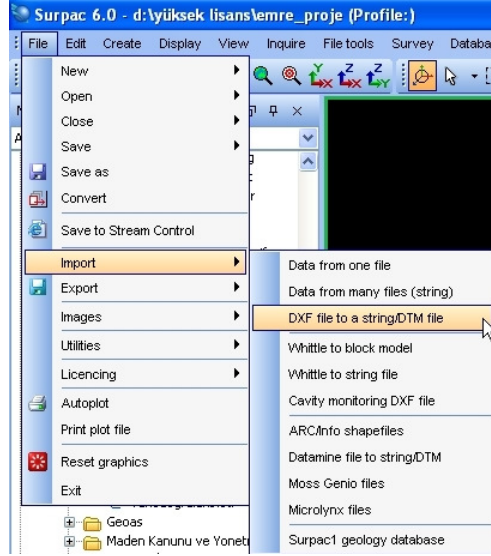
(a)



(b)

Şekil 3.4 a, b Birbirini takip eden veri aktarımı pencereleri ekran görüntüleri

Veriler bir text (.txt) dosyası olarak hazırlanmaktadır. Hazırlanan bu dosya, topografya yüzeyini oluşturabilmek için X, Y, Z koordinatlarını içermesi gerekmektedir. Bu projede topografya bilgileri text dosyası olarak verilmemiş, bir autocad dosyası olan .dxf formatındaki dosyadan yararlanılmıştır. Surpac programı cad tabanlı bir program olduğu için autocad dosyasını kolaylıkla Surpac için dönüştürebilir. Topografyayı oluşturmak için topografya.dxf dosyasından yararlanılmıştır. Dönüşümün nasıl yapıldığı şekil 3.5 a ve b'de anlatılmıştır.



(a)

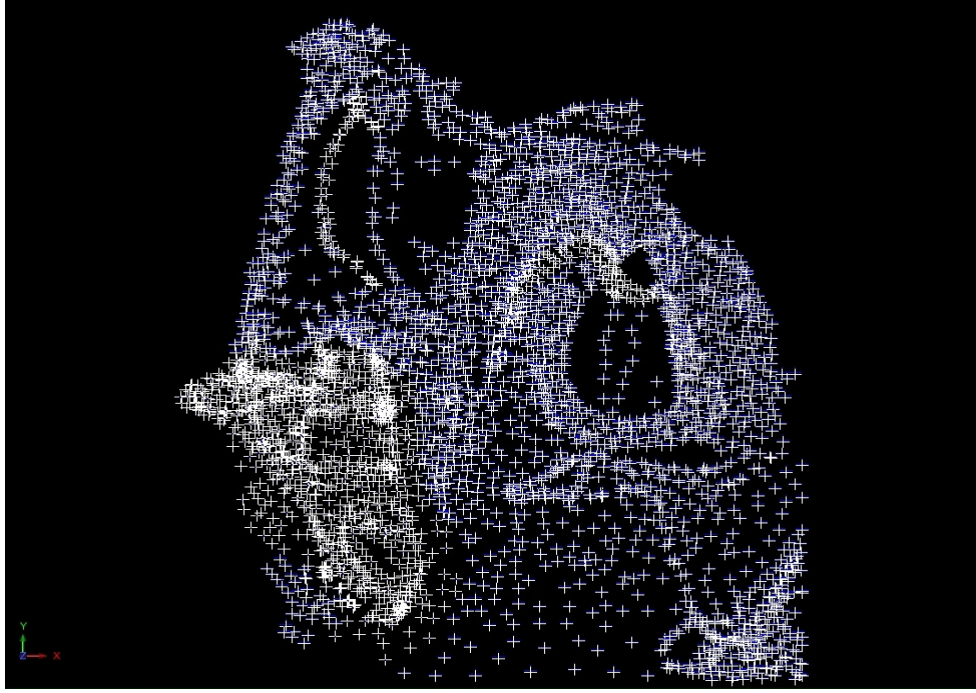


(b)

- Burada dönüşüm yapacağımız .dxf dosyasını seçiyoruz.
- Buraya ise oluşturulacak string dosyasının ismini veriyoruz.

Şekil 3.5 a ve b' de adım adım .dxf dosyasının Surpac için uygun hale dönüşümü gösteren ekran görüntüleri

Bu işlemleri yaptıktan sonra program otomatik olarak string dosyasını oluşturacaktır. Ardından oluşan bu string dosyası açıldığında şekil 3.6'deki ekran görüntüsü açılacaktır.



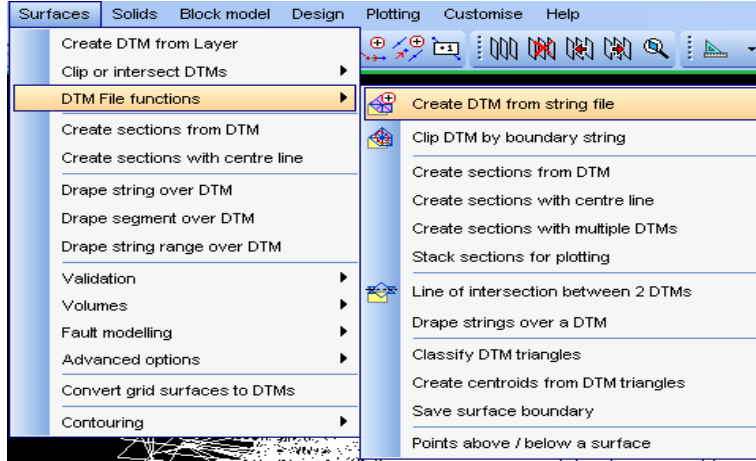
Şekil 3.6 Kalker sahasına ait topografyanın string halindeki ekran görüntüsü

3.4 DTM (Digital Terrain Mode) Dosyası Oluşturma

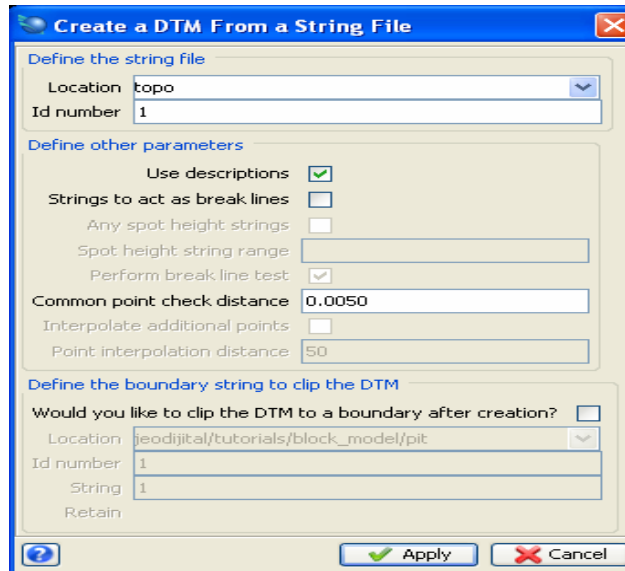
String dosyası oluşturduktan sonra amaç yüzey elde etmektir. Yüzey olarak anılan dosya türü DTM Dijital Arazi Modu (Digital Terrain Mode)'dir. Topografya yüzeyi aşağıda akım şeması verilen prosedür takip edilerek oluşturulmaktadır.

Surface (yüzey) menü → DTM File Functions (DTM dosya fonksiyonları)
→ Create DTM from string file (DTM dosyasından string dosyası oluştur)

Şekil 3.7 a ve b bir string dosyasından yüzey (dtm) oluşturmak için gerçekleştirilen prosedürün ekran görüntüleridir.



(a)

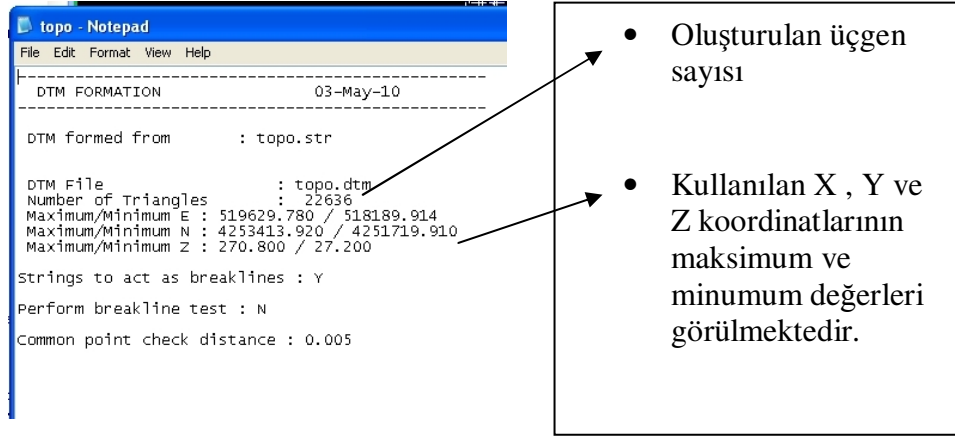


(b)

Şekil 3.7 a,b Kalker sahasına ait topografyanın

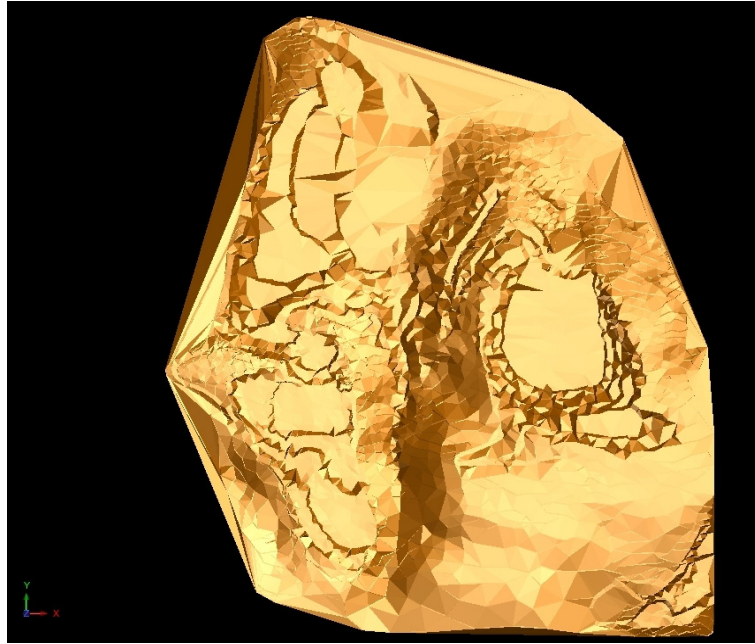
oluşturulmasında takip edilen işlemler

Apply (uygula) tuşuna basıldığında oluşturulan .dtm dosyası ile ilgili bilgileri içeren bir rapor dosyası oluşmaktadır. Bu dosya şekil 3.8' de gösterilmiştir. Dosya içerisinde kullanılan topografya verilerinin en düşük ve en büyük değerleri ile birlikte program tarafından oluşturulan yüzeyde kaç tane üçgen oluştuğuna dair bilgiler bulunmaktadır.



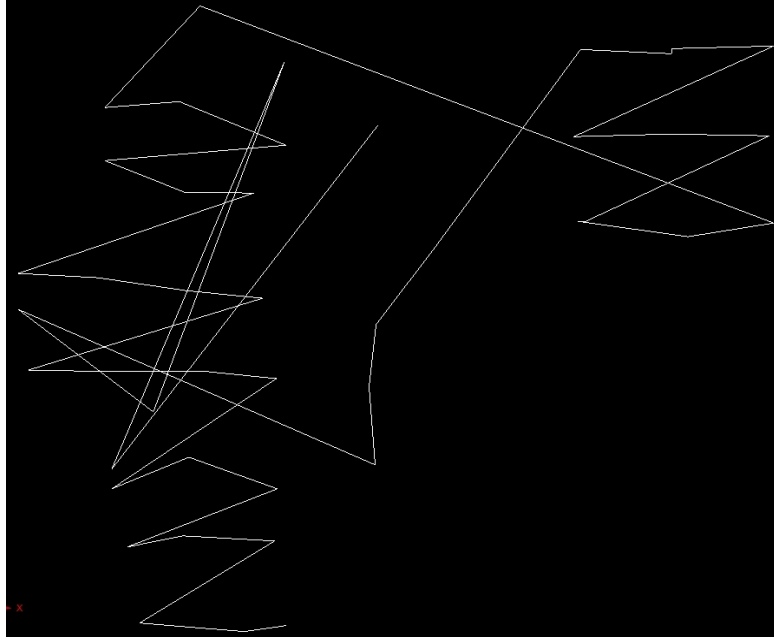
Şekil 3.8 Kalker sahasına ait topografinin oluşum bilgileri ekran görüntüsü

Şekil 3.7 a ve b' deki işlemler uygulandığında kalker sahasına ait topografya yüzeyi oluşacaktır. Kalker sahasına ait oluşan topografya yüzeyi şekil 3.9' de gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Kalker sahasına ait oluşturulan topografya yüzeyi

Bu işlemlerden sonra alınan karotlardan elde edilen analiz verilerinin bulunduğu text dosyası yardımıyla, bu analiz değerlerine ait ip (string) dosyası oluşturmaktır. Analiz verilerinin bulunduğu text dosyası şekil 3.10' da gösterilmiştir.

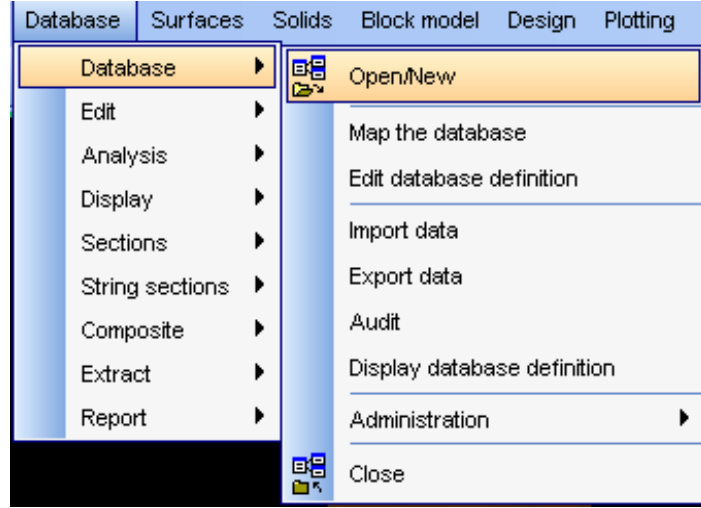


Şekil 3.11 Analiz verileri ile oluşturulan string dosyası

3.5 Veritabanı (Database) Oluşturmak

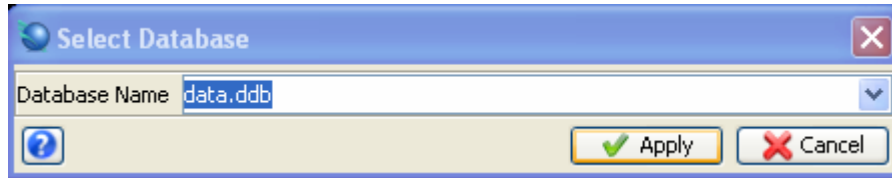
Yapılan sondajlarla elde edilen karotlara ait analiz verilerini ekran görüntüsü olarak görebilmek için yapılacak olan işlem veritabanı (Database) dosyası oluşturmaktır. Bu dosyayı oluşturmak için Microsoft Access isimindeki programdan yararlanılmıştır. Bu dosyanın oluşturulmasında izlenecek prosedür aşağıda verilmiştir ve nereden yapılacağına ilişkin ekran görüntüsü şekil 3.12’de verilmiştir.

- Database (veri tabanı) menü → Database → Open (aç) / New (yeni)



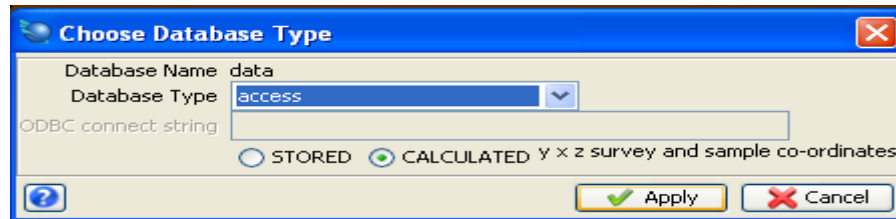
Şekil 3.12 Veritabanı dosyası oluşumu ekran görüntüsü

Oluşacak yeni ekran görüntüleri ve izlenecek yollar şekil 3.13 a,b,c,d,e ve f de gösterilmiştir. Bu ekran görüntüleri takip edilerek Access tabanlı bir veritabanı dosyası elde edilmektedir.



Şekil 3.13 (a) Veri tabanı dosyasına isim atanması

Veri tabanı tipi (database type) olarak access seçilmektedir. Program otomatik olarak microsoft access programını kullanarak veri tabanı dosyasını oluşturmaktadır. Buna ait ekran görüntüsü şekil 3.13 (b) de verilmiştir.



Şekil 3.13 (b) Veri tabanı tipinin seçilmesi

Veri tabanı dosyasında daima bulunması gereken iki önemli veri tablosu vardır. Bunlar collar ve survey (ölçüm)'dir. Diğer tablolar ise isteğe bağlı (optional) olarak yapılacak işlemlere göre hazırlanmaktadır.

Bütün oluşturulacak olan tablolarda bulunması gereken bölümler vardır. Program bu bölümlerdeki verilere göre tanımlama yapmaktadır. Tablo 3.2 de zorunlu olan bu tablolarda bulunması gereken veriler gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Veri tabanı dosyasında bulunması gereken zorunlu tablo ve bilgiler

	Bölümler		Bölümler
Collar	Hole_id (sondaj no)	Survey	Hole_id
	Y		Depth (derinlik)
	X		Y (hesaplanmış)
	Z		X (hesaplanmış)
	Max._depth (en fazla derinlik)		Z (hesaplanmış)
	Hole_path (sondaj doğrultusu)		Dip (dalım)
	54 optional fields (isteğe bağlı alanlar)		Azimuth (doğrultu)
			53 optional fields

Zorunlu bulunması gereken verilerden başka birde oluşturulması kullanıcıya kalmış olan isteğe bağlı (optional tables) tablolar bulunmaktadır. Bu tablolar :

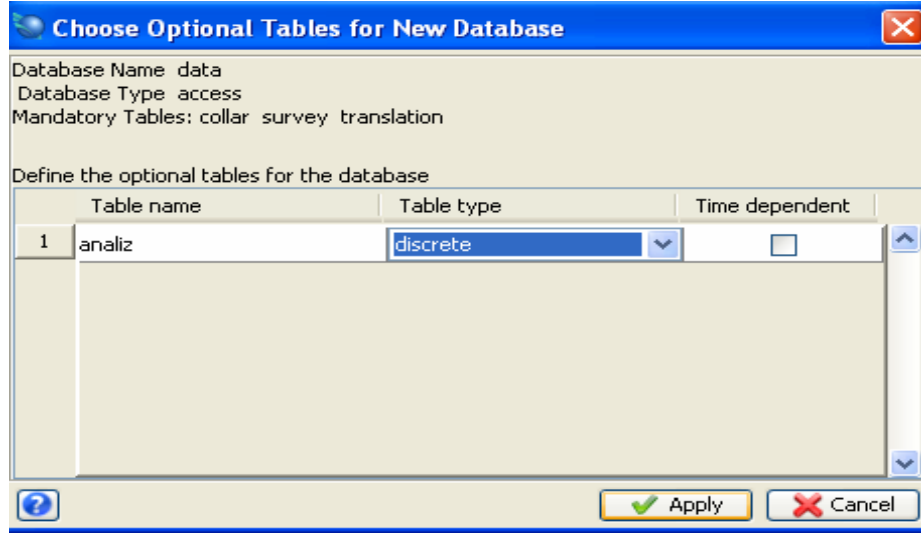
1. Interval (aralık)
2. Point (nokta)
3. Discrete (ayrı)

Bu tabloların içinde bulunması gereken tablolar ve bunlara ait veriler ise tablo 3.3 de belirtilmiştir.

Tablo 3.3 Veritabanı dosyasında isteğe bağlı tablolar ve özellikleri

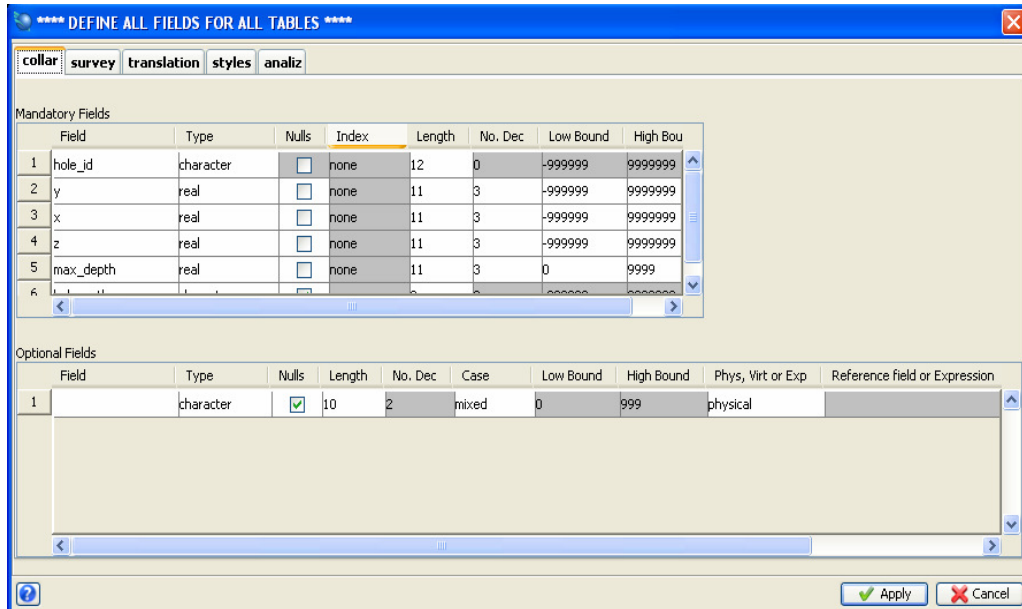
Interval	Hole_id (sondaj adı)	Point	Hole_id (sondaj no)	Discrete	Samp_id (örnek)
	Samp_id (örnek adı)		Depth_to (derinliğe)		Y
	Depth_from (derinlikten)		Y_to (hesaplanmış)		X
	Y_from (hesaplanmış)		X_to (hesaplanmış)		Z
	X_from (hesaplanmış)		Z_to (hesaplanmış)		56 optional fields
	Z_from (hesaplanmış)		55 optional fields		
	Depth_to (derinliğe)				
	Y_to (hesaplanmış)				
	X_to (hesaplanmış)				
	Z_to (hesaplanmış)				
	50 optional fields				

Yapılan bu çalışmada discrete tablosu oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Şekil 3.13 (b) de veri tabanı tipini seçtikten sonra şekil 3.13 (c) de gösterilen ekran pencere açılmış tablo tipi (table type) discrete (ayrı) seçilmiştir. Yapılan tabloya “analiz” tablosu ismi verilmiştir.



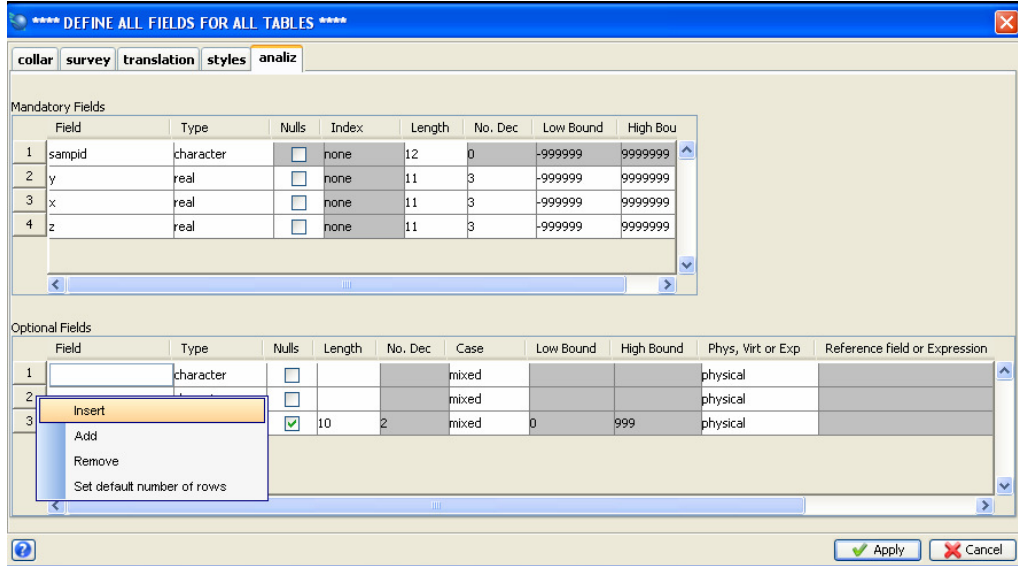
Şekil 3.13 (c) İsteğe bağlı tabloların oluşturulması

Şekil 3.13 (c) de “Apply (uygula) tuşuna basıldığında şekil 3.13 (d) de ekran görüntüsü verilmiş olan pencere açılacaktır. Şekil 3.13 a,b ve c deki prosedür takip edildiğinde şekil 3.13 (d) de görülen tablolar oluşacaktır. Bu tablolar collar, survey, traslation (çeviri), styles (stiller) ve analiz tablolarıdır.



Şekil 3.13 (d) Veritabanı dosyasında oluşturulan tabloların ekran görüntüsü

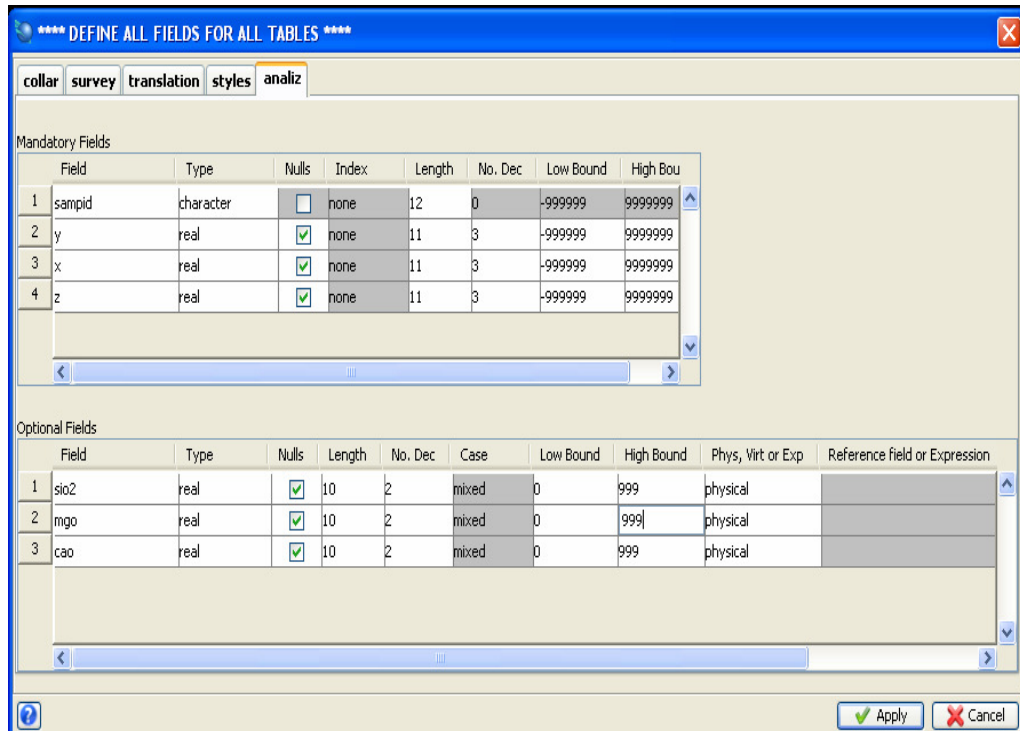
Yapılmak istenen ilk ekler ve değiştirilmek istenen tablo özellikleri buradan kontrol edilmektedir. Örneğin yapılan çalışmada analiz tablosuna SiO₂, Cao ve MgO sütunları burdan eklenmiştir. Şekil 3.13 (e) de bu özellik gösterilmiştir.



Şekil 3.13 (e) Veritabanı dosyasına tablo ekleme veya çıkarma

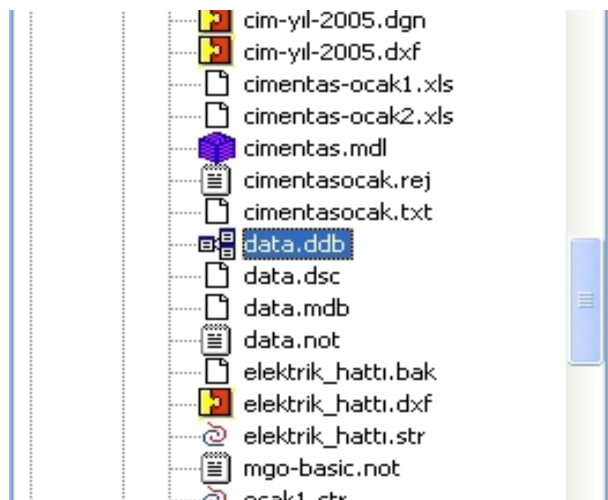
Farenin sağ tuşu kullanılarak insert (araya ekle), add(ekle) , remove (kaldır) gibi komutlar şekil 3.13 (e) de görüldüğü gibi uygulanmaktadır.

Analiz tablosuna yeni veri sütunları (SiO₂, CaO ve MgO) eklendikten sonraki ekran görüntüsü şekil 3.13 (f) de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 (f) Veri tabanı dosyasındaki tabloların son halinin ekran görüntüsü

Daha sonra Şekil 3.13 (f) de uygula tuşuna basıldığında *.ddb (database) şeklinde bir dosya otomatik olarak oluşacaktır. Oluşan bu dosya nevigatörde aktarılacak ve ekran görüntüsü şekil 3.14 deki gibi olacaktır.



Şekil 3.14 Nevigatörde *.ddb dosyası ekran görüntüsü

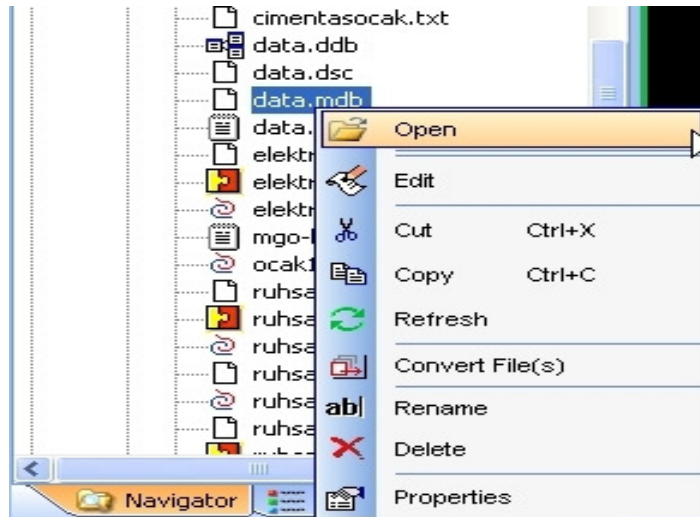
Bu dosya üzerine farenin sol tuşu ile çift tıklanıldığında ise program veri dosyasına bağlanacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki bu veri dosyasındaki tablolar halen boş haldedir. Yani herhangi bir veri girişi olmamıştır. İlerleyen bölümde verilerin nasıl aktarılacağı gösterilecektir. Boş bir collar tablosunun görüntüsü şekil 3.15 de verilmiştir.

hole_id	hole_path	max_depth	x	y	z

Şekil 3.15 Boş bir collar tablosunun ekran görüntüsü

Database dosyası oluşturulduğunda hemen altında *.mdb adlı bir dosya daha oluşmaktadır. Bu dosya programın access tabanında oluşturduğu asıl veri dosyasıdır. Bu dosya sayesinde hazırlanmış olan veri dosyasında neler bulunduğu görülebilmekte ayrıca istenilen veri değişiklikleri buradan yapılabilmektedir. Bunun için aşağıdaki prosedür uygulanmalıdır. Buna ait ekran görüntüsü ise şekil 3.16 (a) da gösterilmiştir. Access tabanlı bu veri tabanı dosyasının görüntüsü ise şekil 3.16 (b) deki gibi olacaktır.

*.ddb → Fare sağ tuş → Open (aç)



Şekil 3.16 (a) Veri dosyasını açmak için izlenecek prosedürün ekran görüntüsü

sampid	x	y	z	mgo	sio2	cao
1-1	518694	4251991	221,9	0,44	0,04	53,92
1-2	518694	4251991	218,2	0,44	0,07	55,05
1-3	518694	4251991	214,6	0,43	0,5	53,28
1-4	518694	4251991	210,9	0,45	0	55,07
1-5	518694	4251991	207,2	0,49	0	54,94
1-6	518694	4251991	203,6	0,47	0	55,1
1-7	518694	4251991	199,9	0,48	0	55,39
1-8	518694	4251991	196,3	0,47	0	55,15
1-9	518694	4251991	192,6	0,45	0	55,27
1-10	518694	4251991	188,9	0,46	0	55,21
1-11	518694	4251991	185,3	0,47	0	55,38
1-12	518694	4251991	178	0,45	0	55,23
1-13	518694	4251991	174,3	0,48	0	54,82
1-14	518694	4251991	170,6	0,47	0	55,18
1-15	518694	4251991	167	0,47	0	55,35
1-16	518694	4251991	163,3	0,45	0	55,1
1-17	518694	4251991	159,7	0,44	0	55,37
2-1	518646	4251984	223	0,45	0	54,97
2-2	518646	4251984	219,4	0,47	0	54,28
2-3	518646	4251984	215,7	0,47	0	55,43
2-4	518646	4251984	212	0,45	0	55,39
2-5	518646	4251984	208,4	0,44	0	55,11

Şekil 3.16 (b) Oluşturulan veri dosyasının ekran görüntüsü

Şekil 3.16 (b)'de oluşturulan analiz tablosu görülmektedir. Herhangi bir değişiklik yapılması gerektiğinde, tablo üzerinde kolaylıkla bu değişiklik yapılabilir. Yine diğer oluşturulan tablolar bu şekilde görüntüsü çağırılarak üzerinde değişiklikler yapılabilir.

3.6 Database Dosyasına Veri Aktarımı

Bu çalışmada collar ve survey tablolarını otomatik oluşturabilmek için ilgili tabloların txt dosyalarının olmayışından veriler elle girilmiştir. Şekil 3.17 ve 3.18'de oluşturulan collar ve survey tablolarının ekran görüntüleri verilmiştir.

collar : Tablo						
	hole_id	hole_path	max_depth	x	y	z
▶	s1	linear	58,6	518694	4251991	221,9
	s10	linear	47,5	518683	4252280	183,4
	s11	linear	73,2	518595	4252289	175,7
	s12	linear	58,5	518502	4252288	175,4
	s13	linear	47,5	518397	4252290	197,2
	s14	linear	32,9	518667	4252374	174,7
	s15	linear	47,6	518578	4252383	174,5
	s16	linear	47,6	518477	4252398	179,1
	s17	linear	62,3	518385	4252403	180,8
	s18	linear	62,3	518657	4252497	161,9
	s19	linear	51,2	518577	4252498	150
	s2	linear	65,9	518646	4251984	223
	s20	linear	51,2	518485	4252535	141,8
	s21	linear	40,3	518694	4252553	141,6
	s22	linear	25,7	518571	4252604	145,3
	s23	linear	47,5	518485	4252597	130,4
	s24	linear	33	518595	4252716	110,3
	s25	linear	58,6	519257	4252462	157,8

Şekil 3.17 Oluşturulan Collar tablosunun ekran görüntüsü

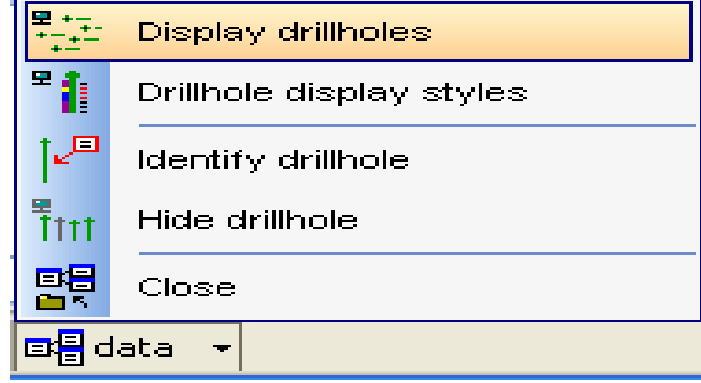
survey : Tablo					
	azimuth	depth	dip	hole_id	
▶	0	58,6	-90	s1	
	0	47,5	-90	s10	
	0	73,2	-90	s11	
	0	58,5	-90	s12	
	0	47,5	-90	s13	
	0	32,9	-90	s14	
	0	47,6	-90	s15	
	0	47,6	-90	s16	
	0	62,3	-90	s17	
	0	62,3	-90	s18	
	0	51,2	-90	s19	
	0	65,9	-90	s2	
	0	51,2	-90	s20	
	0	40,3	-90	s21	
	0	25,7	-90	s22	
	0	47,5	-90	s23	
	0	33	-90	s24	

Şekil 3.18 Oluşturulan Survey tablosunun ekran görüntüsü

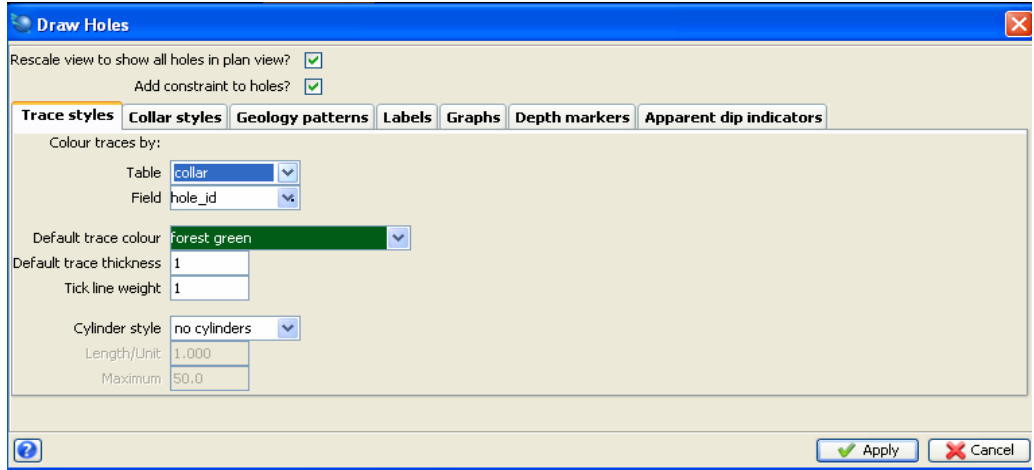
3.7 Sondajların Ekranda Gösterilmesi

Programa veri aktarımı tamamlandıktan sonra nevigatordeki *.ddb dosyasına fare ile çift tıklanarak veri tabanına bağlanılabilir. Program veri dosyasına bağlandığında durum çubuğunda belirecektir.

Şekil 3.19 da display drillholes (sondajları göster) tıklanıldığında şekil 3.20 deki tablo açılacaktır. Buradan sondajlar ve görünüşleriyle ilgili birçok özellik kontrol edilmektedir.

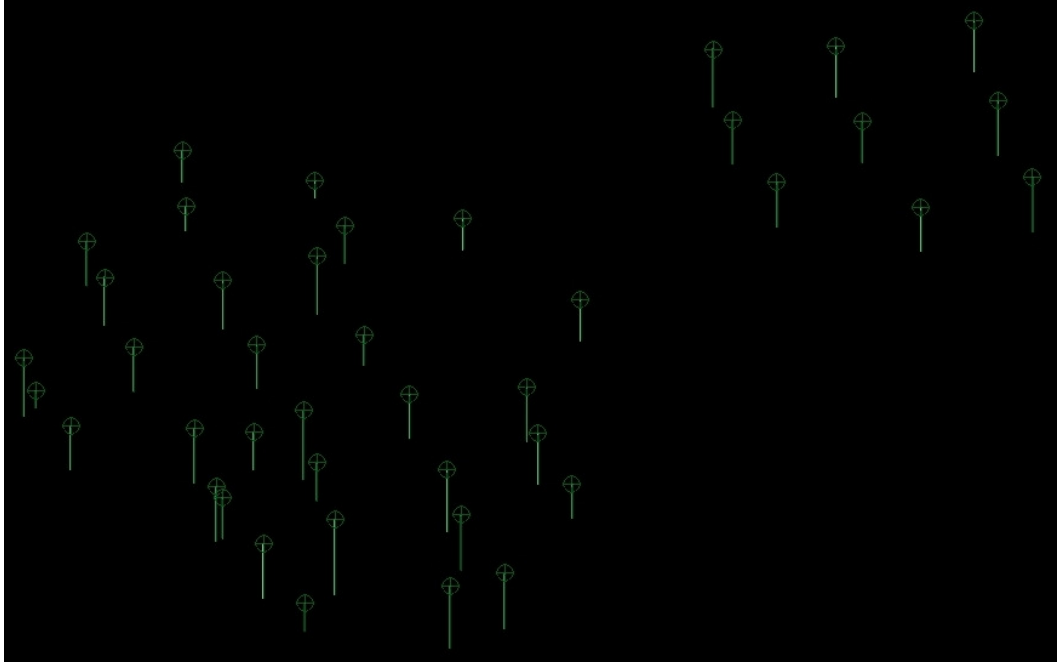


Şekil 3.19 Sondajlarla ilgili özelliklerin kontrol edildiği bölüm



Şekil 3.20 Sondajların görünüm özelliklerinin kontrol edildiği pencere

Şekil 3.20’de apply (uygula) tuşuna basıldığında oluşan sondajların görüntüsü şekil 3.21’deki gibi olacaktır. Şekil 3.20’de ekran görüntüsü verilen pencereden sondajlara ait renk, kalınlık gibi görünüm özellikleri değiştirilebilmektedir.

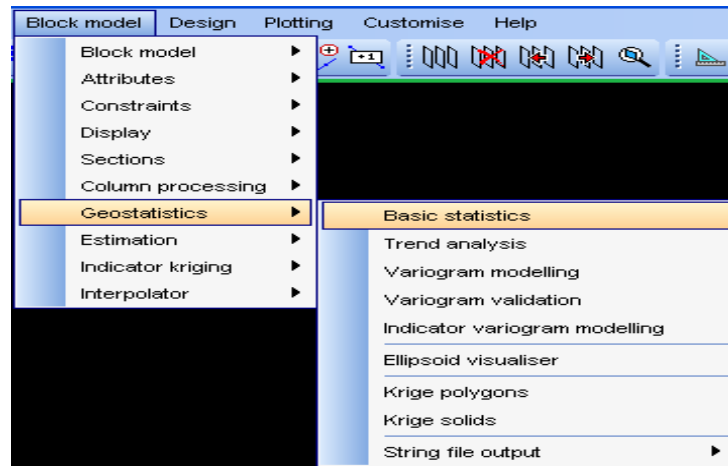


Şekil 3.21 Sondajların programda oluşan ekran görüntüsü

3.8 Verilerin İstatistiğinin Alınması

Yapılan modelleme çalışmasında CaO ve SiO₂'ye ait değerlerin istatistik verileri alınmış ve bunların değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için izlenecek prosedür ;

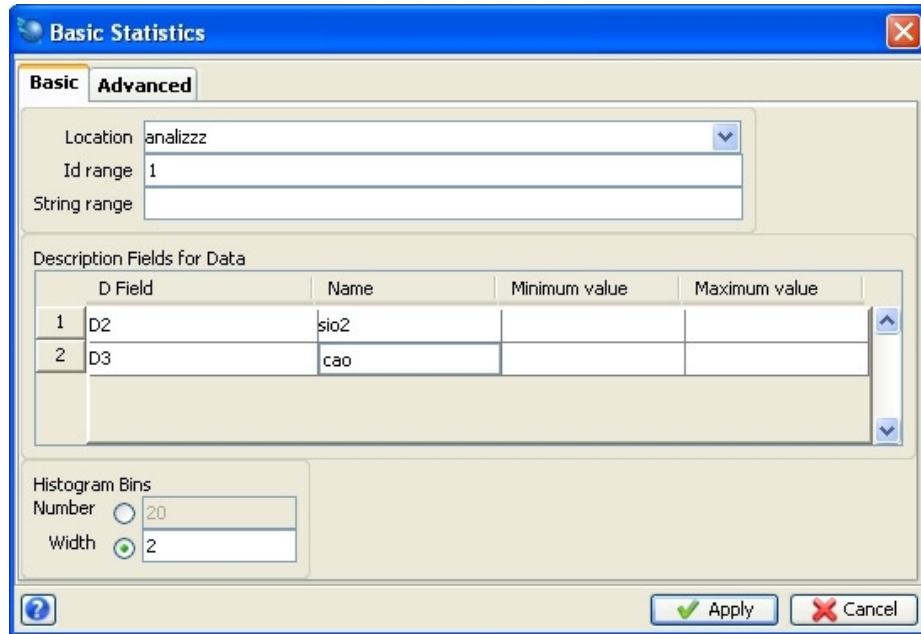
Block model menü → Geoistatistics (jeoistatistik) → Basic statistics (basit istatistik)



Şekil 3.22 Kalker ocağına ait analiz verilerin istatistiğinin alınması

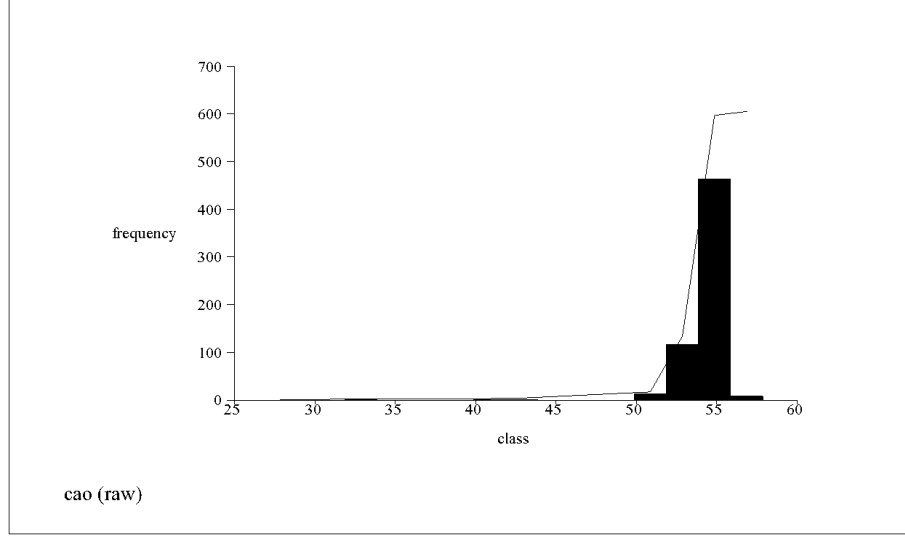
Komut seçildikten sonra program içinde ayrıca bir istatistik penceresi açılacaktır. Orada ise aç komutu kullanıldığında şekil 3.23 de ekran görüntüsü verilen pencere açılacaktır. Burada kullanılan değerler ilk olarak hazırlanan kalker sahasına ait ip (string) dosyası içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle şekil 3.23 de görülen “bölge (location)” kısmında belirtilen dosya hazırlanan kalker sahasına ait string dosyası olacaktır.

İstatistik değerleri alınacak veriler de şekildeki gibi belirtilmelidir.

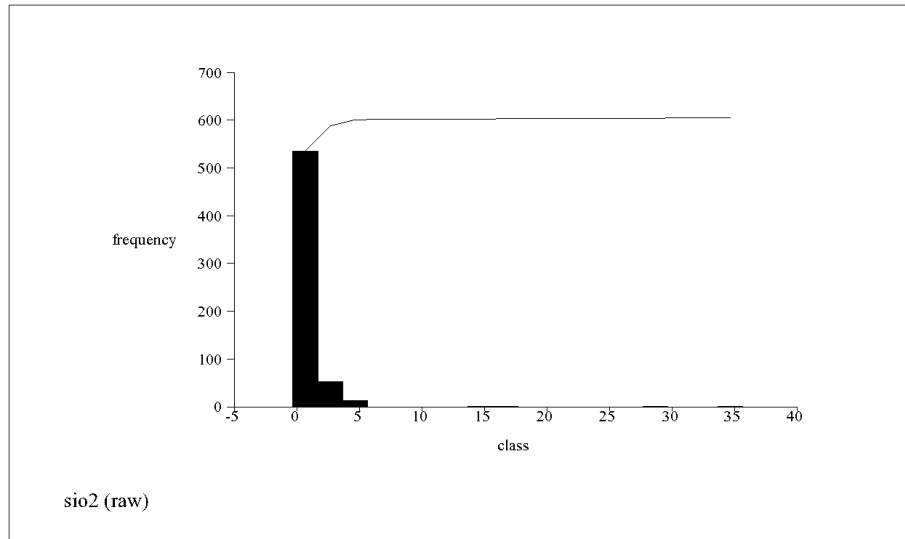


Şekil 3.23 Kalker sahasında bulunan CaO ve SiO₂'nin istatistiğinin alınması

Apply tuşuna basıldığında program otomatik olarak verilerin istatistiğini bir grafik halinde verecektir.



Şekil 3.24 CaO verilerinin dağılım grafiği

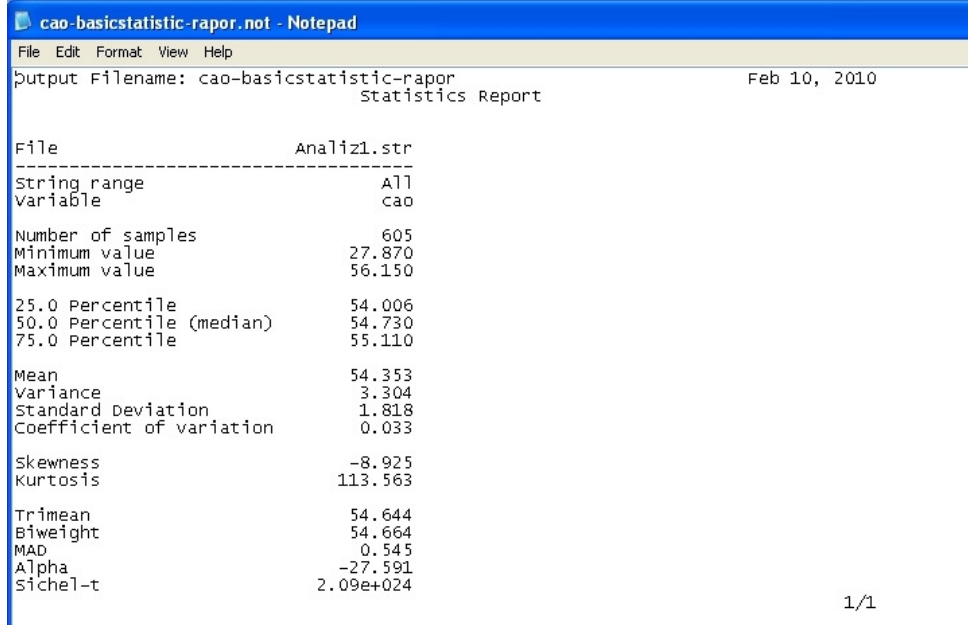


Şekil 3.25 SiO₂ verilerinin dağılım grafiği

Bu grafiklere ait birçok özellik menüler kullanılarak değiştirilmektedir. Burada en önemli olan bu verilere ait ortalama , varyans , standart sapma ve en küçük-büyük değerlere ait bilgilerin alınmasıdır. Bunun için uygulanması gereken prosedür;

Statistics (istatistik) menu → Report (özet)

Elde edilen *.txt dosyası aşağıda bulunan şekildeki gibi olacaktır. Edinilen bu bilgilere bakıldığında 605 verinin istatistiğinin bu kadar kolay yapılması kullanıcı açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu istatistiğin yapılması bir sonraki aşama olan Jeostatistik ve Variogram model için fikir verme açısından önemlidir.



cao-basicstatistic-rapor.not - Notepad	
File Edit Format View Help	
Output Filename: cao-basicstatistic-rapor	
Statistics Report	
Feb 10, 2010	
File	Analiz1.str
String range	All
Variable	cao
Number of samples	605
Minimum value	27.870
Maximum value	56.150
25.0 Percentile	54.006
50.0 Percentile (median)	54.730
75.0 Percentile	55.110
Mean	54.353
Variance	3.304
Standard Deviation	1.818
Coefficient of variation	0.033
Skewness	-8.925
Kurtosis	113.563
Trimean	54.644
Biweight	54.664
MAD	0.545
Alpha	-27.591
Sichel-t	2.09e+024

1/1

Şekil 3.26 Kalker sahasının CaO istatistiksel raporunun ekran görüntüsü

BÖLÜM DÖRT

JEOİSTATİSTİK VE VARIÖGRAM MODEL

4.1 Jeoistatistik

Jeoistatistik, örnekler arasındaki uzaysal korelasyonu istatistiksel ve analitik olarak kullanan, rezerv hesaplayıcısına oldukça yararlı bilgiler sunan öğelerden oluşan enterpolasyon ve ekstrapolasyon tekniğidir.

Jeoistatistiğin temel unsurları şunlardır;

1. Variogram
2. Blok varyansı
3. Tahmin varyansı
4. Kriging

Variogram, maden yatağındaki tenörler veya kalınlıklar vb. arasındaki uzaysal korelasyonu anlatan ve bunu miktar olarak belirten bir fonksiyon olup, jeoistatistiğin de temel unsurudur. Variogram çizildiğinde, maden yatağı hakkında mineralizasyonun sürekliliği, etki alanı ve etki alanının yönlere göre değişimi gibi bilgiler elde edilmektedir.

Eğer maden yatağı çeşitli boyut ve şekillerde bloklara bölünürse, bu blok tenörlerinin varyansı "blok varyansı" olarak adlandırılır. Blok ve örneklerin tenör ortalamaları bütün yatak için aynı, varyansları ise farklıdır.

Hata varyansı, bir bloğun gerçek değeri ile hesaplanan değeri arasındaki farkın varyansı olarak tanımlanmaktadır. Bu varyansın büyüklüğü, mineralleşmenin karakteristiğine, örneklerin varyansına, örnekleme aralığına ve rezerv hesabı yöntemine bağlıdır.

Kriging ise, bir bloğun değerini (tenör, kalınlık, vb.) bloğun içinde veya yakınındaki örnek değerlerinin lineer kombinasyonu olarak hesaplayan

jeoistatistiksel bir unsurdur. Kriging'in özelliği, hata varyansını minimuma indirmesi ve böylece interpolasyon için en iyi lineer denklem sistemini oluşturmasıdır.

Gerek variogram gerekse kriging hesaplarını elle yapmak, özellikle veri sayısının fazla olduğu durumlarda, çok güç olmaktadır. Bu nedenle hazır jeoistatistik paket programları geliştirilmiş olup, yaygın olarak kullanılmaktadır. Surpac'ın da kendi içinde jeoistatistik işlemlerin yapıldığı menü bulunmaktadır.

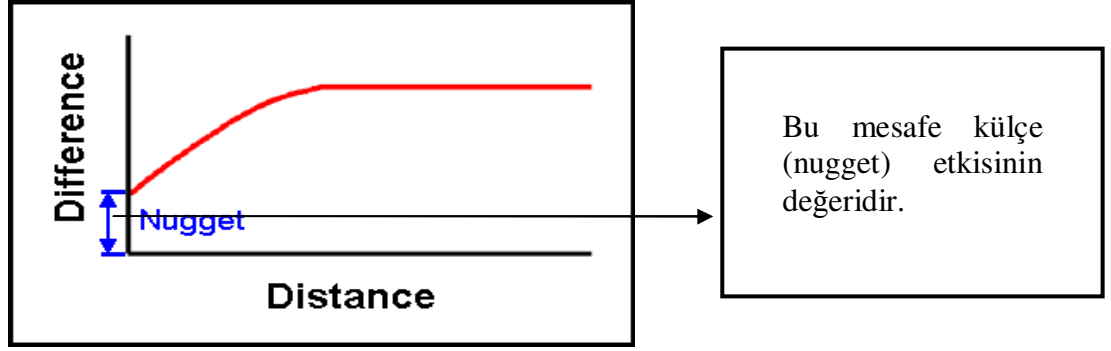
4.2 Uzaklığa bağlı ilişki fonksiyonu (Variogram)

Jeoistatistikte bölgesel değişkenin değerleri arasındaki farkın uzaklığa bağlı değişimleri variogram fonksiyonu ile ortaya konmaktadır. Variogram fonksiyonu birbirinden h uzaklığı ile ayrılmış iki rastlantı değişkeni arasındaki farkın varyansı şeklinde ifade edilmektedir:

$$2\gamma(h)=\text{Var}[Z(x)-Z(x+h)]$$

Variogram fonksiyonu, maden yatağının ilgili bölgesel değişkeni için ne gibi özellikler gösterdiğini belirlemede kullanılmaktadır. Örneğin bu fonksiyon bilindiğinde değişkenin homojenlik ve izotropluk dereceleri, düzenliliği ve bir örneğin etkili olduğu uzaklık, sayısal olarak belirlenebilmektedir.

Teorik olarak $h=0$ olduğunda variogramın değeri sifıra eşittir [$\gamma(0) = 0$]. Bununla birlikte, uzaklığa bağlı değişimin verilerden belirlenebileceği sınır bir uzaklık vardır. Bu sınır uzaklık, bütün mevcut örnekler içinde, birbirine en yakın iki örnek arasındaki uzaklıktır. Pratik olarak, bu uzaklıktan daha küçük uzaklıklarda, değerler arasındaki farkın değişimi, veri olmadığından belirlenememekte ve bu durum variogramın orijininde bir süreksizliğe (0 dan farklı pozitif bir değer almasına) yol açmaktadır. Orijindeki süreksizliğin bir diğer nedeni de örnekleme ve analiz hatalarıdır. Eğer aynı bir noktadan iki örnek almak mümkün olsaydı, bu örneklerin değerleri arasında örnekleme ve analiz hatalarından dolayı bir fark olurdu. Süreksizliğin bu iki kaynağını birbirinden ayırt etmek mümkün değildir ve variogramda bu durum külçe (nugget) etkisi C_0 şeklinde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.1 Külçe etkisi (nugget effect)

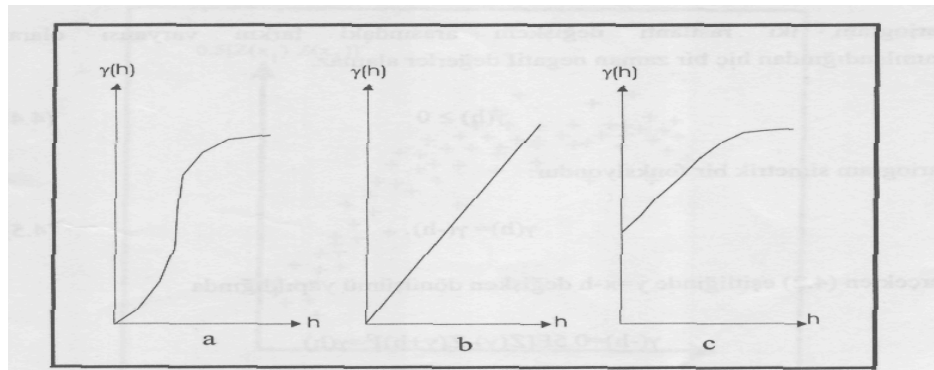
4.3 Variogramın Orijine Yakın Davranışı

Variogram orijine yakın davranışı üç şekildedir.

Parabolik davranış: Bu tür davranış sedimanter bir yatağın kalınlığı gibi oldukça düzenli değişen bir özelliğin sonucudur.

Doğrusal davranış: Eğer bölgesel değişken sürekli bir şekilde artıyor ya da azalıyorsa variogram artan h uzaklığı ile sürekli bir şekilde artar.

Orijinde süreksizlik: Variogramın orijindeki süreksizliği külçe etkisi olarak adlandırılır ve külçe etkisinin nedeni ölçüm hataları ve küçük ölçekteki değişimlerdir.



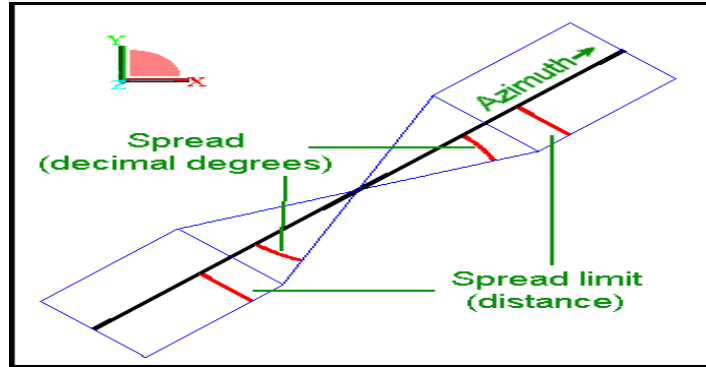
Şekil 4.2 a- Parabolik davranış b- Doğrusal davranış c- Orijinde süreksizlik

Bölgesel değişken zengin ve yoksul bölgeler şeklinde geçişli bir yapı gösteriyorsa variogram belirli bir uzaklıktan sonra artışını durdurmakta ve sill ($C_0 + C$) değeri çevresinde değerler almaya başlamaktadır. Variogramın sill değerine ulaştığı uzaklık yapısal uzaklık olarak adlandırılmakta ve fiziksel olarak bir örneğin etki zonu kavramına karşılık gelmektedir. Yapısal uzaklıktan büyük uzaklıklarda bir değer diğer değeri üzerinde hiç bir etkisi yoktur.

4.4 Açı ve Uzaklık Toleranslarının Belirlenmesi

Pratikte açı ve uzaklık toleransları veri çiftlerini tanımlamak için gereklidir. Açık toleransı programda “spread” olarak gösterilmektedir. Birde programda bulunan diğer bir özellik “spread limit (tolerans limiti)”dir. Bu ise uzaklığın limitidir. Bunlar şekil 4.3 de gösterilmiştir. Program bu açı ve uzaklık toleransları içinde veri çiftleri oluşturmaktadır.

Açık ve uzaklık toleranstan büyük olduğunda veri çifti sayısı artmaktadır.



Şekil 4.3 Deneysel variogramın hesaplanmasında kullanılan

toleranslar (açık ve uzaklık)

4.5 Uzaklık Parametresinin Seçimi

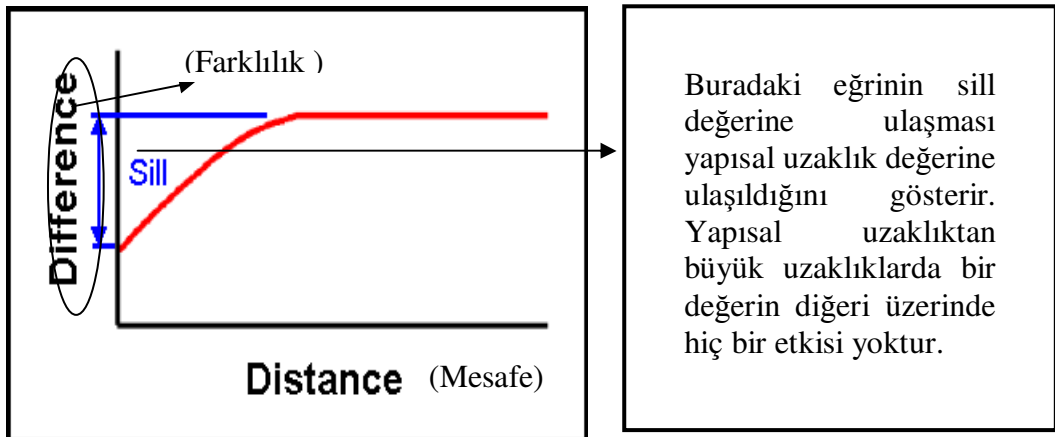
Seçilecek iki uzaklık parametresi vardır. Variogram, birim uzaklık ve bunun katları için hesaplanmaktadır. Bu birim uzaklık, adım (lag) uzaklığı ya da adım aralığı olarak bilinmektedir. İkinci parametre ise birim uzaklık için kullanılacak toleranstır.

Eğer örnekler düzenli bir grid üzerinde yer alıyorsa tolerans uzaklığı adım uzaklığının yarısından daha küçük alınabilmektedir. Bu variogram hesabında bazı örnek çiftlerinin kullanılmamasına yol açmakta ancak daha net bir variogramın ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

4.6 Açı Toleransının Seçimi

Deneysel variogramlar hesaplanırken olanaklı olduğu kadar küçük açı toleransları kullanmak gerekmektedir. Ancak çok küçük açı toleransı, variogramdaki örnek çifti sayısında azalmaya yol açar ve çoğu zaman böyle durumlarda yönsel variogram anlamsız bir yapı göstermektedir. Burada en iyi yaklaşım birkaç tolerans açısı seçmek ve bunlar içerisinde en iyi sonuçları veren en küçük açı toleransını kullanmaktır.

Deneysel variogramlarda variogram değerleri belirli uzaklıklar için hesaplanmakta ve bunun dışındaki uzaklıklarda variogram değerleri bilinmemektedir. Bölgesel değişkenin özelliklerinin belirlenmesinde ve özellikle örneklenmemiş noktadaki değerlerinin kestiriminde, variogramı bütün uzaklıklarda bilmek gerekmektedir. Bu ise variogram modellemeyi yani deneysel variogram değerlerine bir fonksiyon uyarlamayı gerektirmektedir. Uyarlanan bu eğriye örnek aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

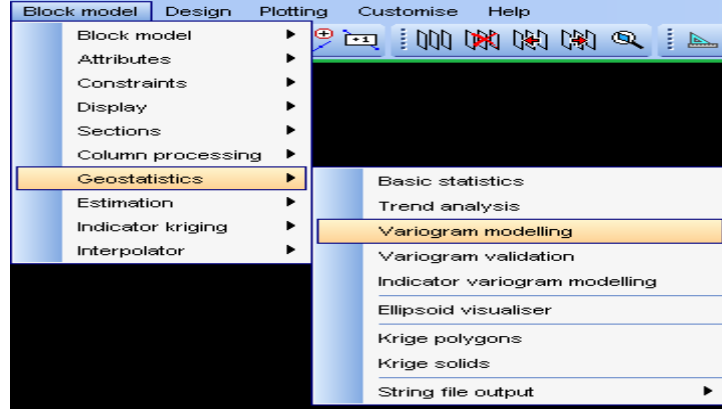


Şekil 4.4 Eğrinin sill değerine ulaşması ve yapısal uzaklık

4.7 Variogram Model

Daha önce anlatılanların ışığında edinilen bilgilerle variogram model oluşturulmaya başlanır. Variogram model oluşturmak için izlenecek prosedür aşağıda verildiği gibi olup kullanılacak komuta ait ekran görüntüsü şekil 4.5 de verilmiştir.

Geoistatistics → Variogram modelling

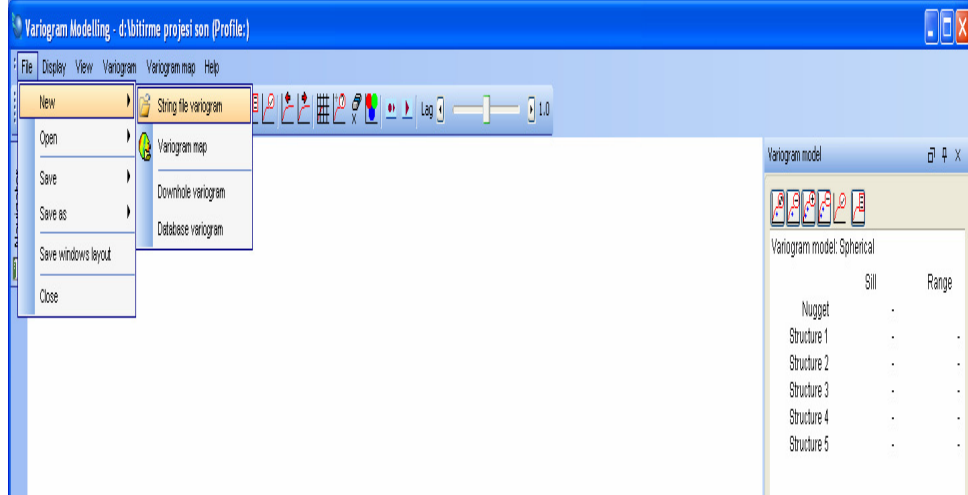


Şekil 4.5 Variogram model oluşturmak için seçilecek komut

Yine istatistikteki gibi yeni bir çalışma sayfası açılacaktır. Burada da yine daha önce oluşturulan kalker sahasının analiz string dosyasından yararlanılmaktadır.

Bu string dosyasını açmak için ;

File menü → New → String file variogram komutlarının sırasıyla uygulanması gerekmektedir. Oluşan ekran görüntüsü şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4.6 Variogram model ve dosya seçimi

Daha sonra aşağıdaki gibi bir pencere açılmaktadır. Buradan hem ilgili dosya seçimi hemde variogram modele ait bazı değerlerin belirtilmesi gerekmektedir. Bu değerler şekilde de görüldüğü gibi ;

1. Azimuth (Doğrultu)
2. Plunge (Dalım açısı)
3. Spread (Açı toleransı)
4. Spread limit (Uzaklık toleransının maksimum değeri)
5. Lag (adım uzaklığı)
6. Maximum Distance (değerlerin alınacağı maksimum mesafe)

Buradaki değerlerin anlamlarına jeostatistik bölümünde değinilmiştir. Bu pencere aşağıdaki gibi doldurulmuştur.

Variogram Calculation

Basic **Advanced**

Location: analizzz
 Id range: 1
 String range:
 D field: D3
 Minimum value:
 Maximum value:
 Data Selection Windows

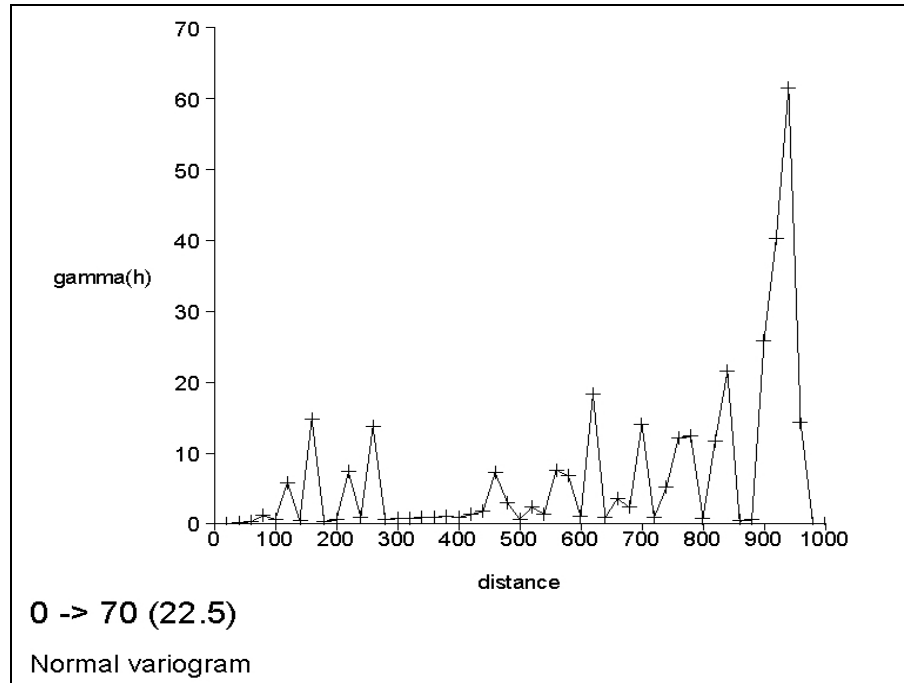
	Azimuth	Plunge	Spread	Spread limit	Chart colour
1	70	0	22.5		black

Lag: 50
 Maximum distance: 1000
 Output report file name:
 Output report file format: .not - Surpac Note File
 Display report:

Apply Cancel

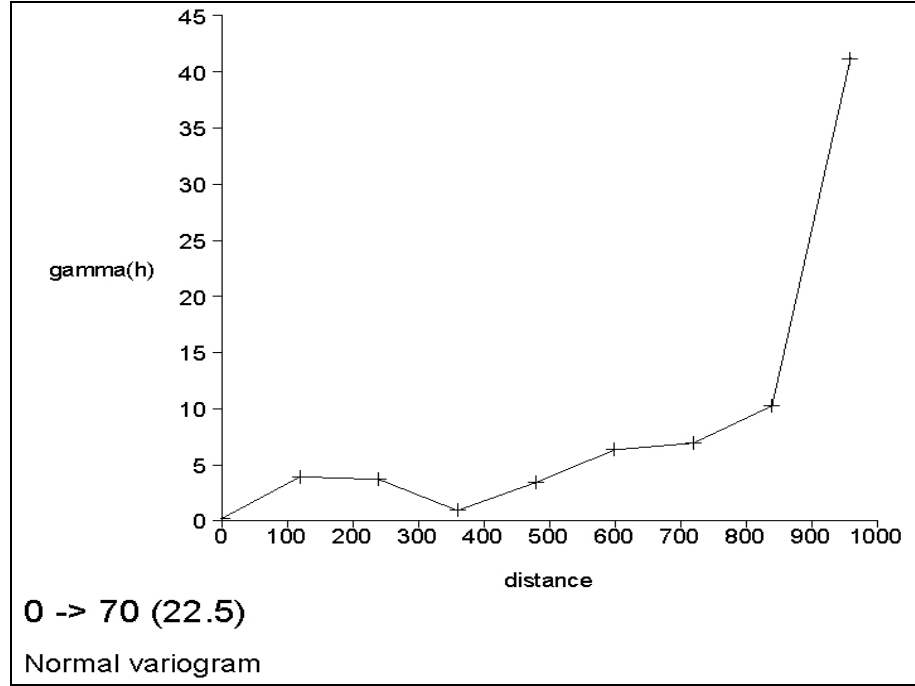
Şekil 4.7 Variogram model için gerekli olan bilgilerin girildiği ekran görüntüsü

Uygula tuşuna bastıktan sonra variogram otomatik olarak oluşur. Oluşan ilk görüntü şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Oluşan ilk variogram görüntüsü

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi bu variogram eğri uydurmak çok zordur. Daha düzgün bir variogram elde etmek için lag (adım uzaklığı) değerinin büyültülmesi gerekmektedir. Bu sayede şekil 4.9’da olduğu gibi daha düzgün bir variogram elde edilir.



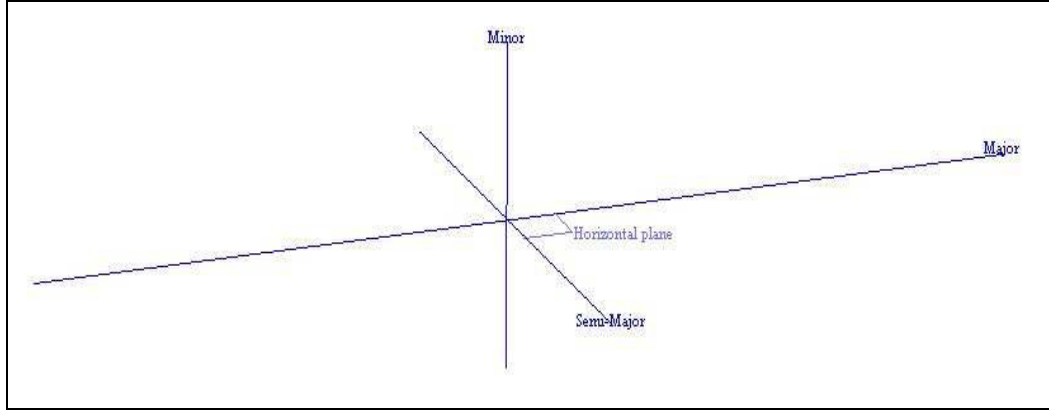
Şekil 4.9 Lag değeri değıştirilerek düzeltilmiş variogram

Variogramın düzenli hale gelmesinden sonra amaç en çok veri çiftinin geçtiği değerler göz önünde bulundurularak en uygun eğriyi ve bu eğri yardımıyla uzaklık, nugget, sill gibi değerleri belirlemektir.

Blok model oluştururken kullandığımız kriging yöntemi için şekil 4.10’da gösterilen elipsoide ait bazı büyüklüklerin bilinmesi gerekmektedir. Bu büyüklükler;

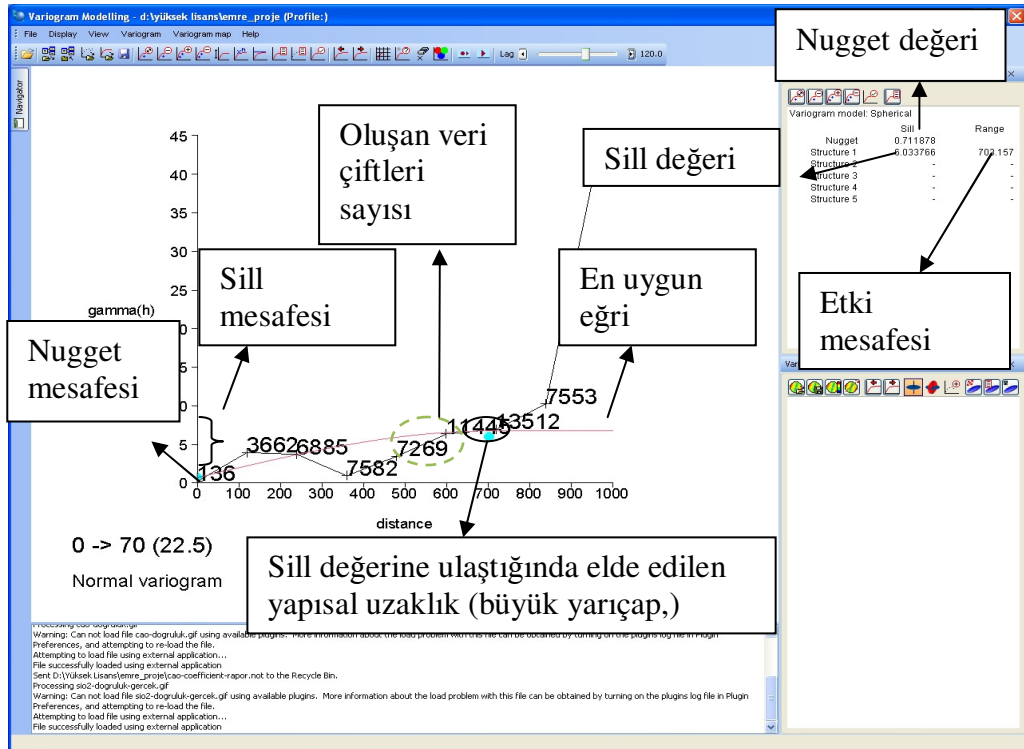
1. Büyük yarıçap (major)
2. Küçük yarıçap (semi major)
3. Düşey yöndeki yarıçap (minor)

Bu değerler variogram model yardımıyla belirlenecektir.



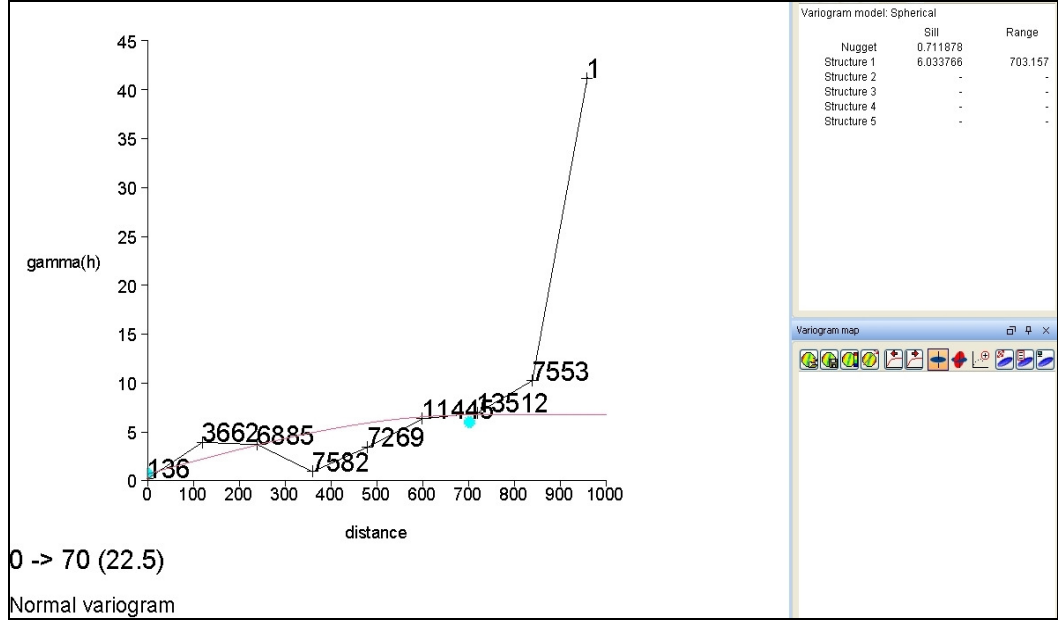
Şekil 4.10 Blok modelde kullanılacak elipsoide ait büyüklükler

Şekil 4.11'de bu projedeki kalker sahasına ait oluşturulan bir variogram model ve bu variogramda bizim için gerekli değerler gösterilmiştir.

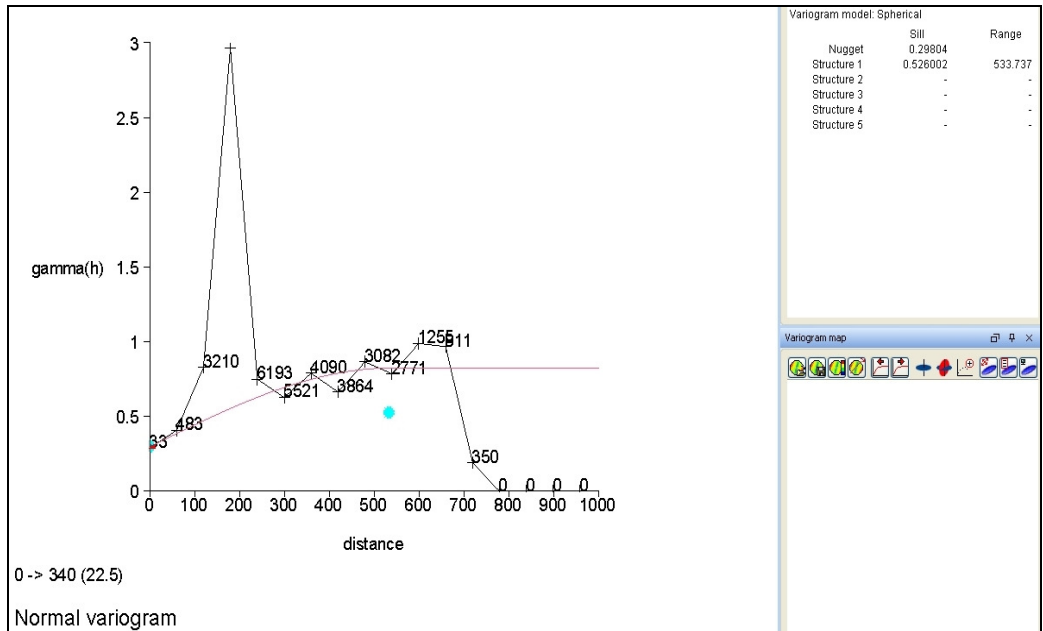


Şekil 4.11 Variogram parametrelerinin tanıtılması

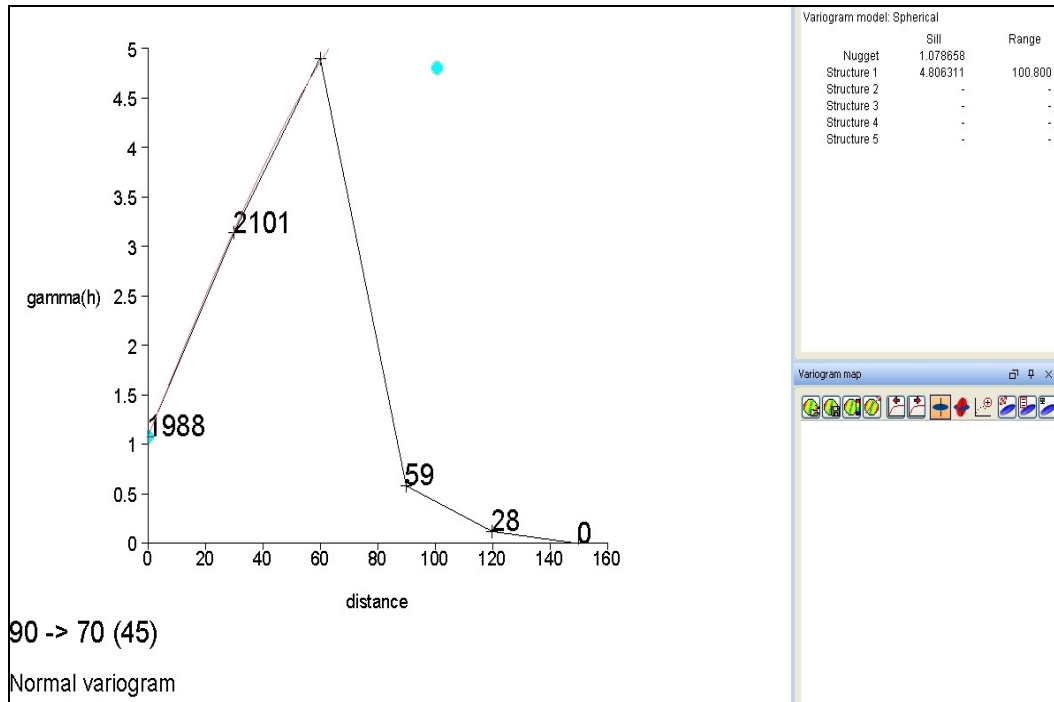
Yapılan modelleme çalışmasında SiO_2 ve CaO verileri için ayrı ayrı üç etki mesafesi değeri, nugget ve sill değerleri variogram model yardımıyla belirlenmiştir. Bu verilerin elde edilmesinde kullanılan variogramlar şekil 4.12 ve şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 (a) CaO verilerine ait büyük etki mesafesi (major range) variogramı

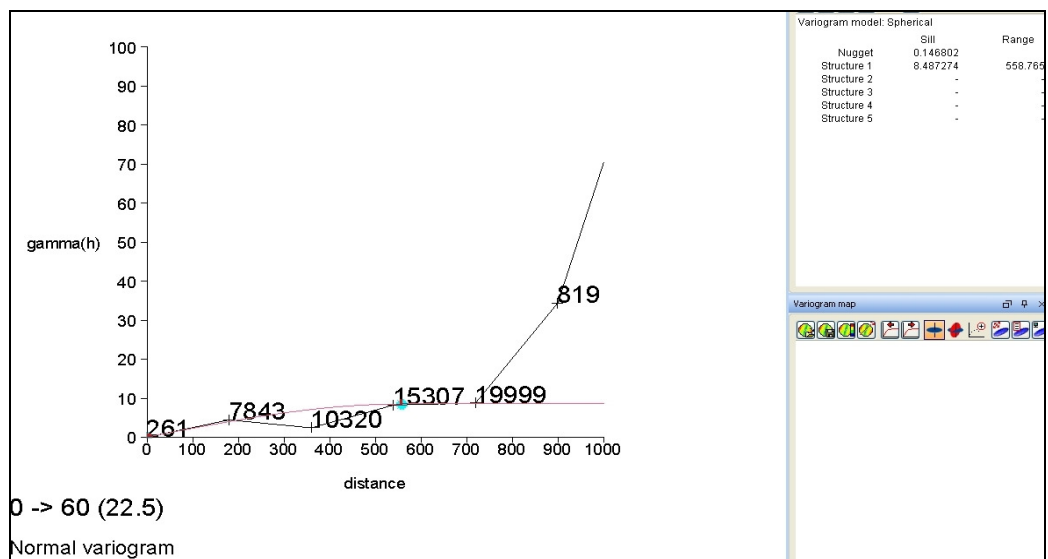


Şekil 4.12 (b) CaO verilerine ait küçük etki mesafesi (semi-major range) variogramı

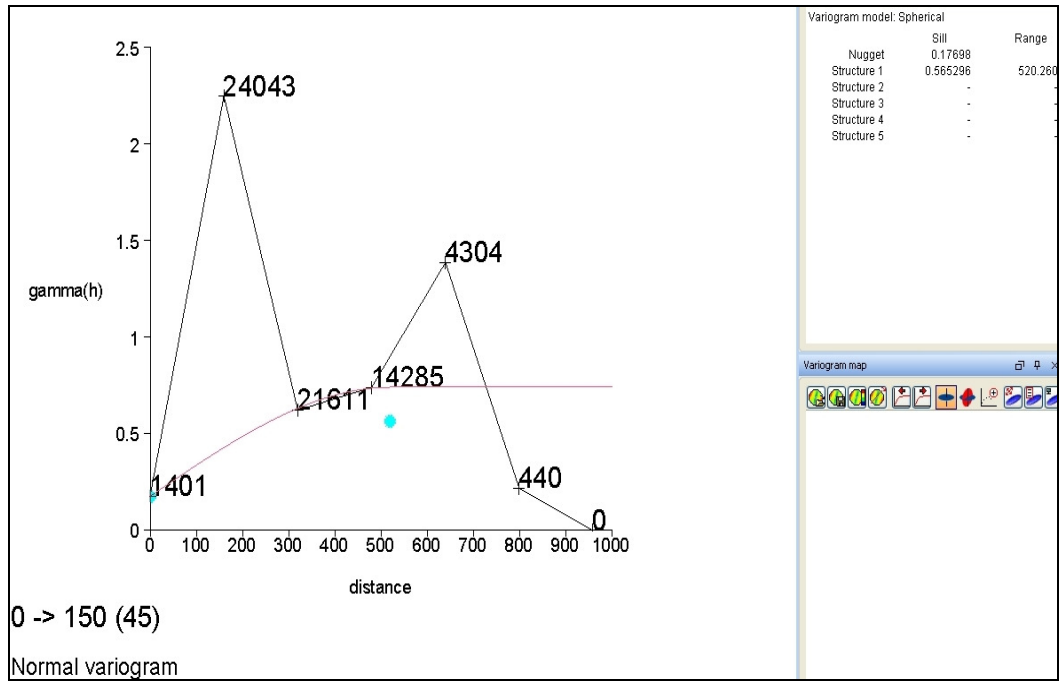


Şekil 4.12 (c) CaO verilerine ait düşey yönde etki mesafesi (minor range) variogramı

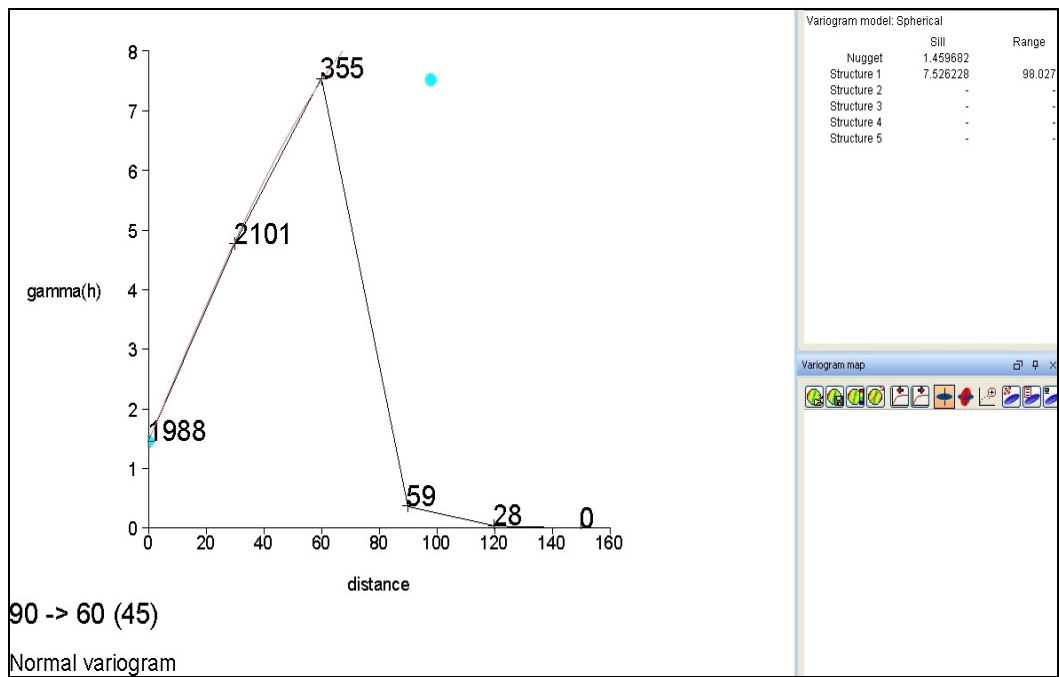
Düşey yöndeki yarıçap bulunurken, adım uzaklığı (lag) değerleri ve maksimum mesafe değerlerinin küçük alınması gerekmektedir. Böylece birbirine çok yakın mesafelerde program yatay yöndeki analiz verilerini değil düşey yöndeki verileri alacaktır.



Şekil 4.13 (a) SiO₂ verilerine ait büyük etki mesafesi (major range) variogramı



Şekil 4.13 (b) SiO₂ verilerine ait küçük etki mesafesi (semi-major range) variogramı



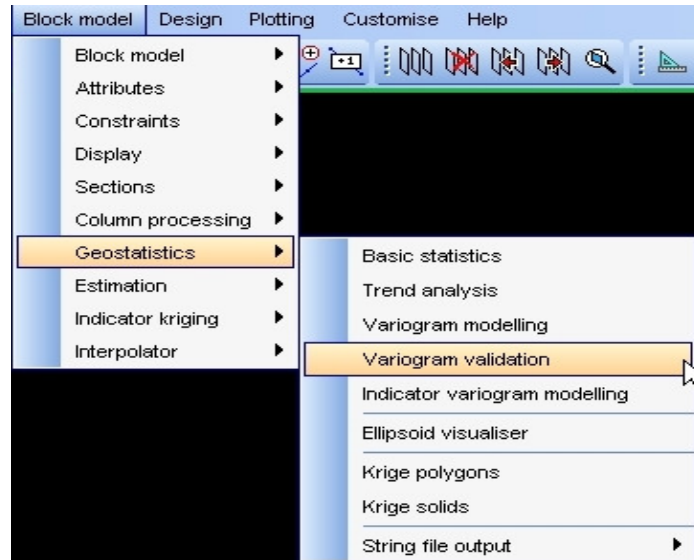
Şekil 4.13 (c) SiO₂ verilerine ait düşey yönde etki mesafesi (minor range) variogramı

Elde edilen bu variogramlar sayesinde edinilen verilerle kalker sahasının blok modellenmesi yapılmıştır.

4.8 Variogram Validation (Onaylama)

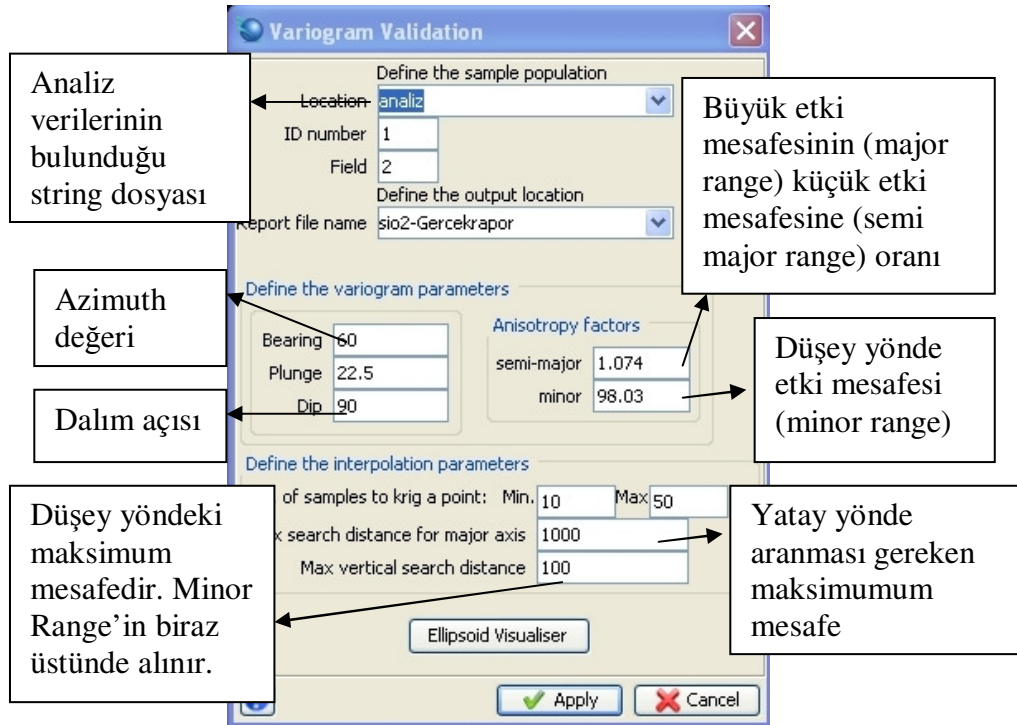
Oluşturulan variogramların ne derece doğru olduğunu bulmak için onaylamasını yapmak gereklidir. Bu onaylama sonucunda elde edilecek korelasyon katsayısı değeri yani doğruluk yüzdesi çok önemlidir.

Variogram Validation yapmak için ilk komutun nereden verileceğinin ekran görüntüsü şekil 4.14’de verilmiştir.



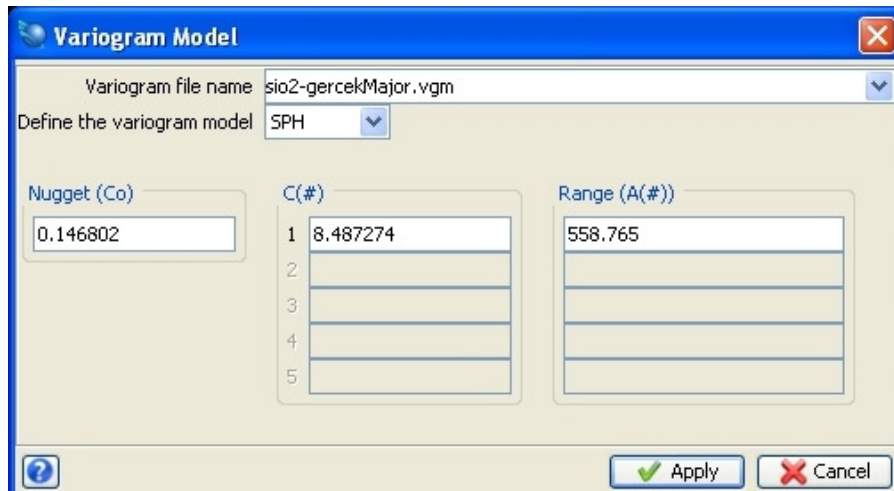
Şekil 4.14 Variogram validation yapmak için verilecek komut

Bu komutu seçtikten sonra açılacak pencerede, SiO_2 ve CaO için daha önce oluşturulan variogram modellerden elde edilen veriler girilecektir. Açılacak bu pencere açıklamasıyla birlikte şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15 Variogram validation verilerinin girildiği ekran görüntüsü

Apply tuşuna bastıktan sonra variogram modelin seçildiği pencere açılacaktır. Şekil 4.16'da açılan pencere gösterilmiştir.



Şekil 4.16 Variogram validation için variogram modelin seçileceği pencere

Apply tuşuna bastıktan sonra önce rapor sunar ve bu raporda variogram ile ilgili bütün bilgileri bulmak mümkündür. Bu rapor şekil 4.17’de gösterilmiştir. Rapor penceresini kapattıktan sonra şekil 4.18’de gösterildiği gibi “xy plot” yapılması gereklidir. Parametreler şekilde görüldüğü gibi seçilmelidir.

```

sio2-Gercekrapor.not - Notepad
File Edit Format View Help
Variogram Validation Jul 24, 2010

Import from cimentasocak.txt
VARIOGRAM PARAMETERS
  ANGLES OF ROTATION OF THE MAJOR AXIS;
    Bearing          60.00
    Dip angle        22.50
    Tilt angle       90.00
  ANISOTROPY FACTORS;
    Semi-major axis  1.07
    Minor axis      98.03
  TYPE OF VARIOGRAM = SPH
  S111              8.6340
  Nugget effect     0.1470
  MODEL C VALUE RANGE
    1      8.487  559.

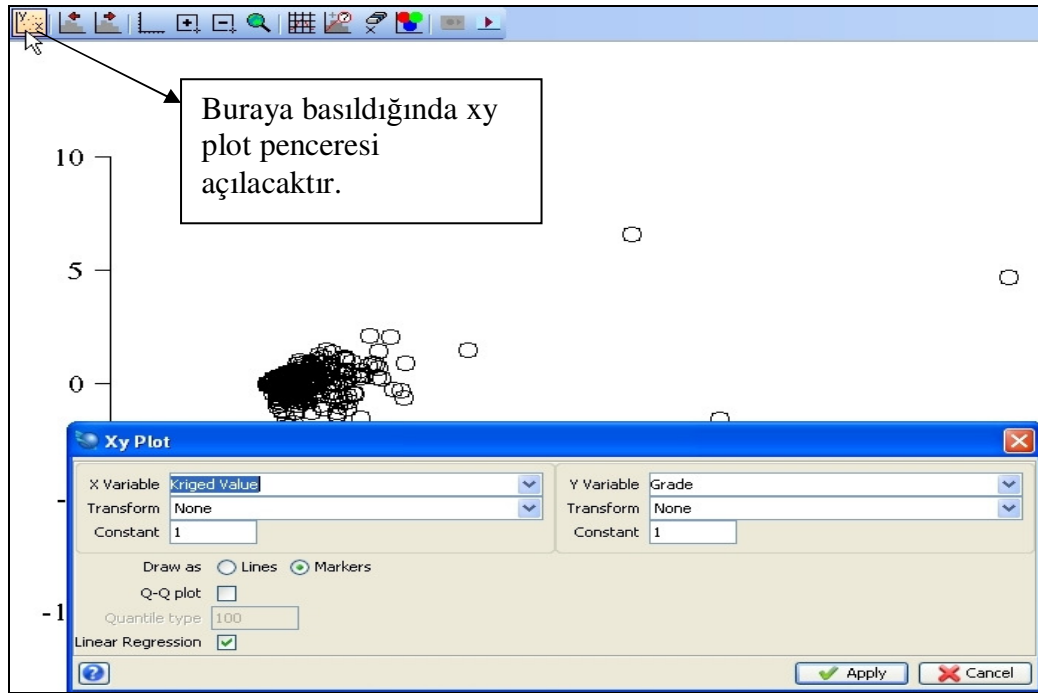
OTHER INTERPOLATION PARAMETERS
  Max search distance of major axis  1000.
  Max vertical search distance      100.
  Max number of samples used per block  50
  Min number of samples used per block  10

-----
DEBUGGING OUTPUT
-----
COMBINED ROTATION AND ANISOTROPY MATRIX
8.00103e-001 3.55938e-001 -4.90150e+001
4.61940e-001 2.05501e-001 8.48965e+001
3.82683e-001 -9.92247e-001 -7.25628e-012

AUGMENTED MATRIX
8.634 8.400 8.310 8.221 8.133 8.044 7.957 7.867 7.778 7.691 7.515
7.426 7.337 7.250 7.162 7.075 -1.000 8.397 8.397
8.400 8.634 8.397 8.308 8.221 8.131 8.044 7.954 7.865 7.778 7.602
7.512 7.423 7.337 7.248 7.162 -1.000 8.310 8.310
8.310 8.397 8.634 8.397 8.310 -1.000 8.221 8.133 8.044 7.954 7.691
7.602 7.512 8.308 7.426 8.397 7.337 8.634 8.400 -1.000 8.310 8.223 8.133 8.044 7.957 7.780
7.691 7.602 8.308 7.515 7.426 7.339 8.400 -1.000 8.131 8.223 8.133 8.044 7.867
8.133 8.221 8.310 8.400 8.634 8.397 8.310 8.221 8.131 8.044 7.867
7.778 7.688 7.602 7.512 7.426 -1.000 8.044 8.400 8.310 8.221 8.133 7.957
8.044 8.131 7.691 8.221 8.310 8.397 8.634 8.400 8.310 8.221 8.133 7.957
7.867 7.778 7.691 7.602 7.515 -1.000 7.954 8.634 8.397 8.308 8.221 8.044
7.954 7.865 8.044 8.133 8.223 7.688 8.310 8.400 8.634 8.397 8.308 8.221 8.044
7.867 7.954 8.044 8.133 8.221 8.310 8.397 8.634 8.397 8.310 8.133

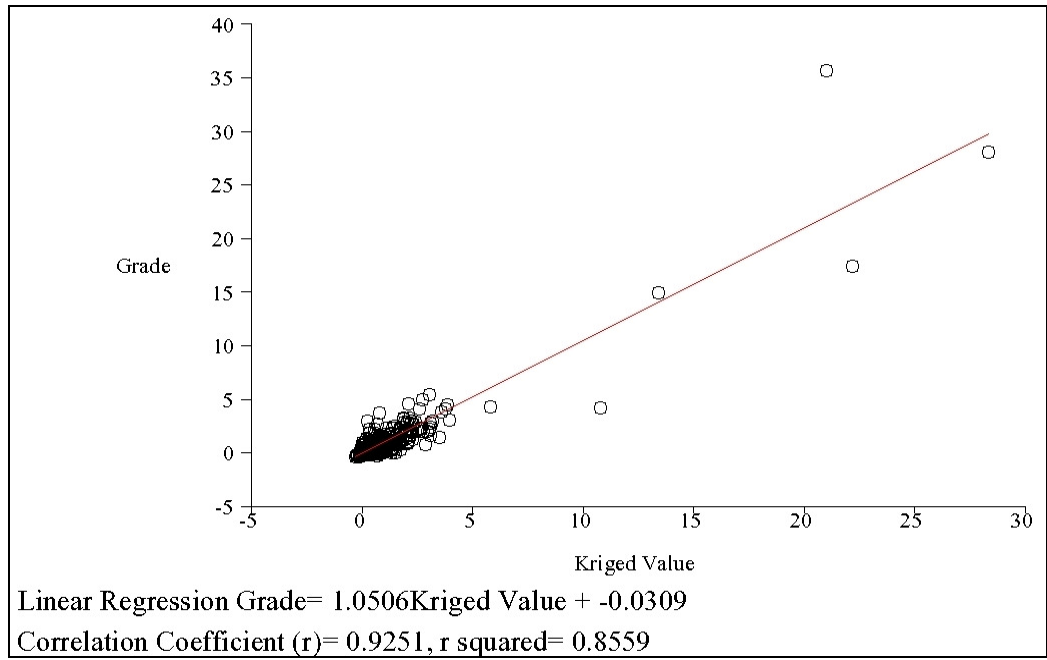
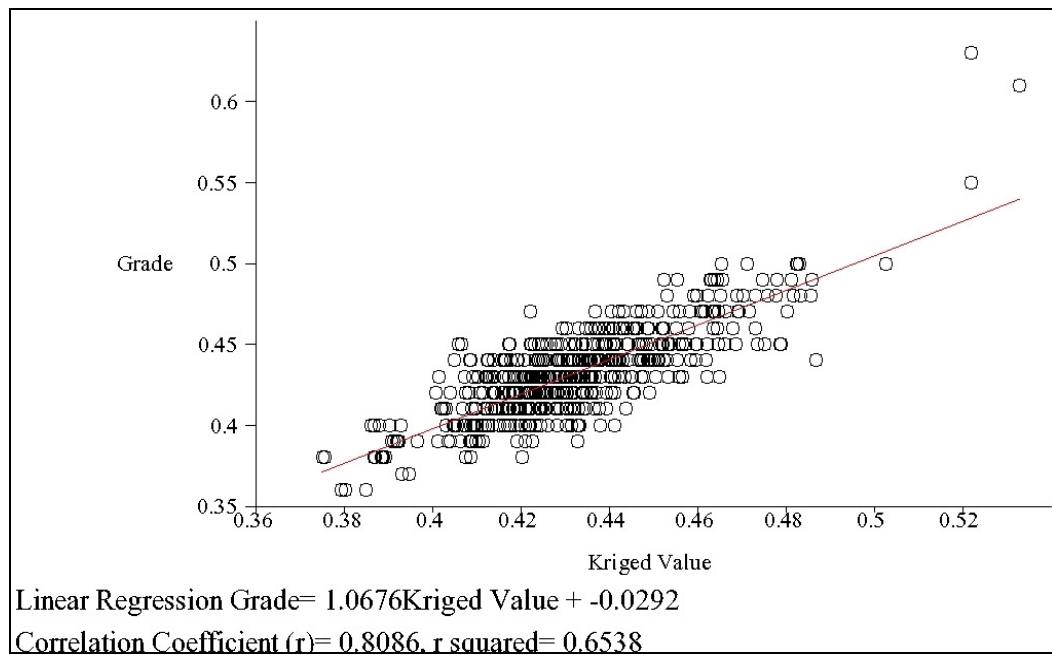
```

Şekil 4.17 SiO₂'ye ait variogram validation raporu



Şekil 4.18 Xy plot ekran görüntüsü

Bu aşamadan sonra oluşacak ekran görüntüsünde yapılan işlemlerin doğruluk oranı belirlenmiş olacaktır. Bu çalışmada SiO_2 için doğruluk oranı %92 ve CaO için doğruluk oranı %80 olarak bulunmuştur. Ekran görüntüleri sırasıyla şekil 4.19 ve şekil 4.20’de gösterilmiştir.

Şekil 4.19 SiO₂ doğruluk oranı

Şekil 4.20 CaO doğruluk oranı

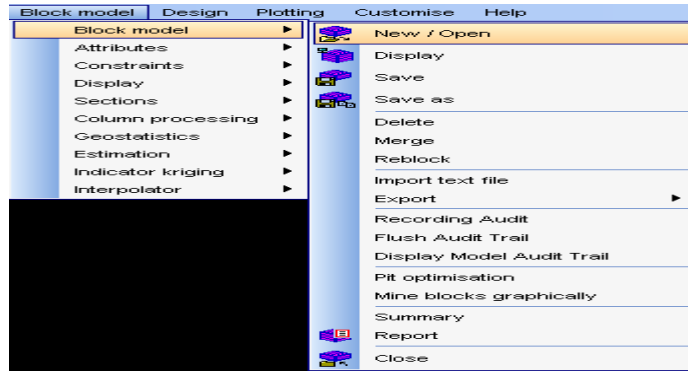
BÖLÜM BEŞ

BLOK MODEL

5.1 Blok Model Oluşturmak

Oluşturulan cevherin bloklara ayrılması işlemidir. Bu bloklar sayesinde verileri yorumlamak, gerekli rezerv ve ortalama kalite değerlerinin bulunması daha kolay olmakta, üretim aşamasında ise selektif üretim yapma imkanı sağlamaktadır. En baştan bir blok model yaratmak için izlenmesi gereken prosedür şöyledir;

Block model menü → Block model → New/Open



Şekil 5.1 Blok model oluşturma komutu ekran görüntüsü

Bu komuttan sonra blok modelin isminin yazılacağı pencere açılacaktır. İstenilen isim girildikten sonra analiz verilerinin bulunduğu string dosyasının seçileceği pencere açılacaktır. String dosyasının seçileceği boş sayfa şekil 5.2’de ve string dosyasının atandığı ayrıca blok boyutlarının yazıldığı pencere ise şekil 5.3’de gösterilmiştir.

Model name: block model.mdl

Description: [Empty]

Define model using:
 Min/Max Coords Origin Coords/Extents

Extents | Rotation

Get extents from string file?

Extents String: Location ID [Empty]

User Block Size	
Y	0
X	0
Z	0

Sub blocking: None

Maintain Audit Trail:

Apply Cancel

Şekil 5.2 Blok model için string dosyasından verilerin aktarıldığı pencere

Model name: asdasdasd.mdl

Description: [Empty]

Define model using:
 Min/Max Coords Origin Coords/Extents

Extents | Rotation

Get extents from string file?

Minimum Coordinates		Maximum Coordinates		User Block Size	
Y	4251984.000	Y	4252716.000	Y	25
X	518385.000	X	519257.000	X	25
Z	59.900	Z	223.000	Z	10

Sub blocking: None

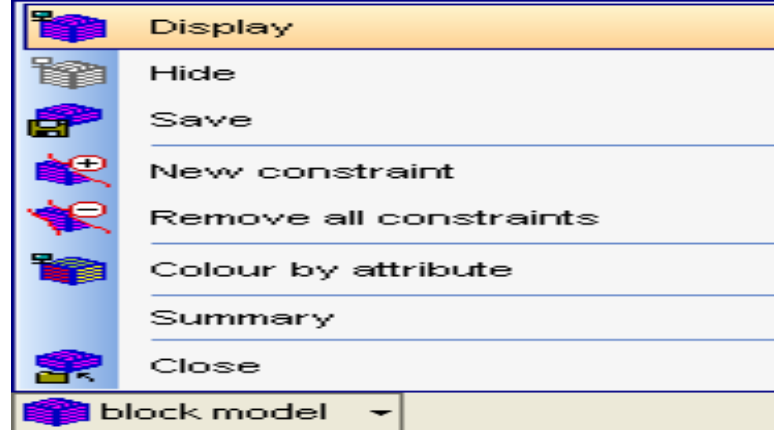
Maintain Audit Trail:

Apply Cancel

Şekil 5.3 String dosyası tanııldıktan ve blok boyutları girildikten sonraki ekran görüntüsü

Burada blok boyutları tamamen kullanıcıya bırakılmıştır. Sahanın yapısına ve planlama özelliklerine göre blok boyutları belirlenmelidir. Blok boyutları X, Y, Z şeklinde girilmelidir. Yapılan çalışmada blok boyutları X=25, Y=25 ve Z=10 şeklinde alınmıştır. Şekil 5.3'de uygula tuşuna basıldıktan sonra blok özelliklerini

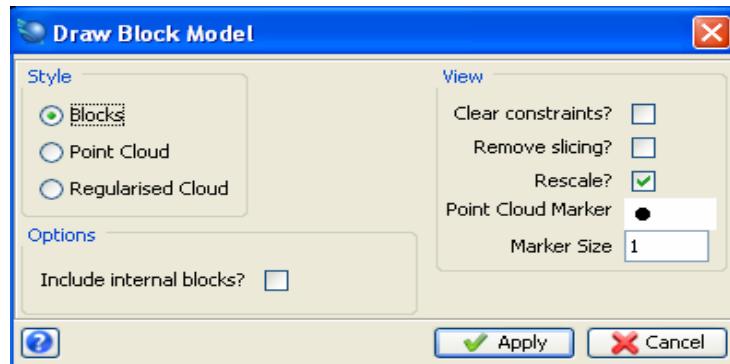
veren bir pencere açılacaktır burayıda create model diyerek geçtikten sonra bloklar oluşturulacaktır. Oluşan blok model programın ana ekranında durum çubuğunda gözükecektir. Buna ait ekran görüntüsü şekil 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.4 Oluşturulan blok modelin durum çubuğunda görünmesi

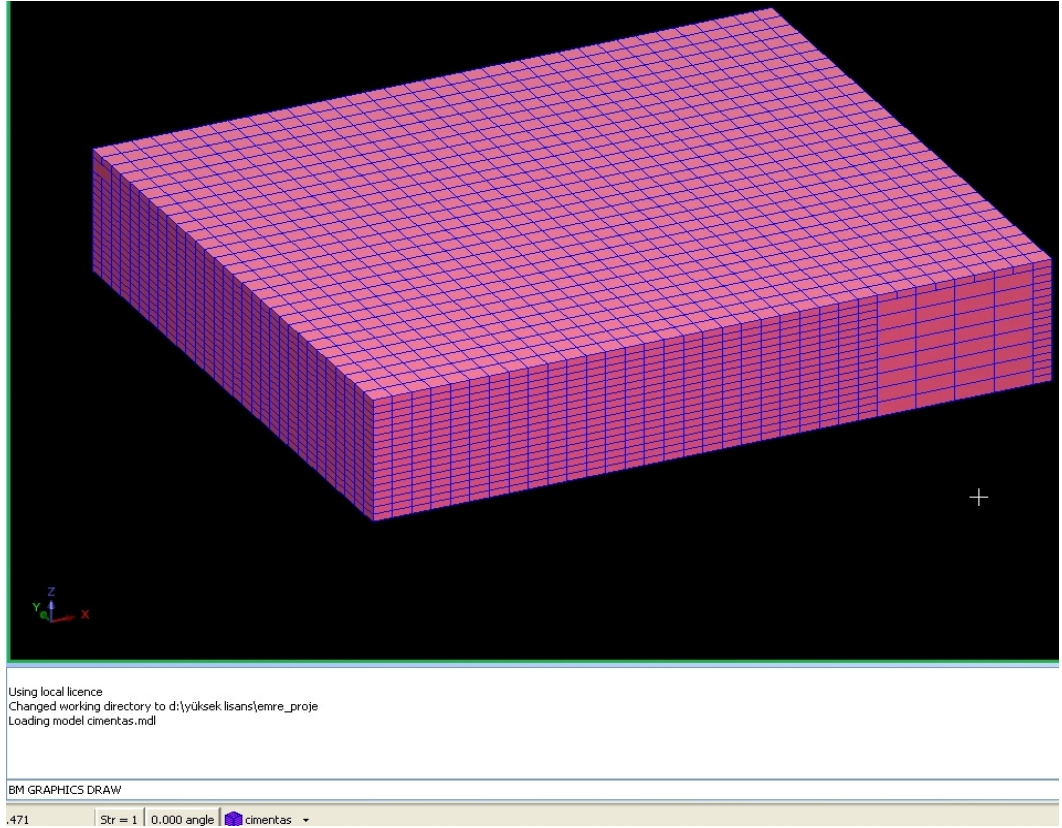
Blok modelle ilgili birçok işlem şekil 5.4’deki menüden yapılabilmektedir. Bu işlemler, blok modelin görüntülenmesi (display), kayıt edilmesi (save), kısıt (constraint) ekleme ve kaldırma, bloğa ait bilgilerin görüntülenmesi (summary) ve özelliklere göre renklendirme (colour by attribute).

Display (göster) komutu tıklandığında şekil 5.5’de ekran görüntüsü verilen pencere açılır. Buradan blok modelin görüntüsüne ait seçenekler vardır. Bloklar normal görüntüde veya noktalar halinde görülebilmektedir.



Şekil 5.5 Blok model görüntü özelliklerinin değiştirilmesi

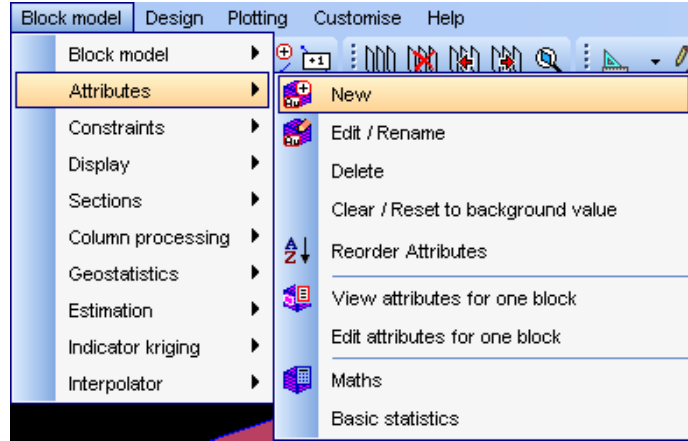
Apply tuşuna basıldığında herhangi bir özellik veya kısıt eklenmeden oluşan blok görüntüsü şekil 5.6'daki gibi olacaktır.



Şekil 5.6 Kalker sahasına ait oluşturulan blok modelin ekran görüntüsü

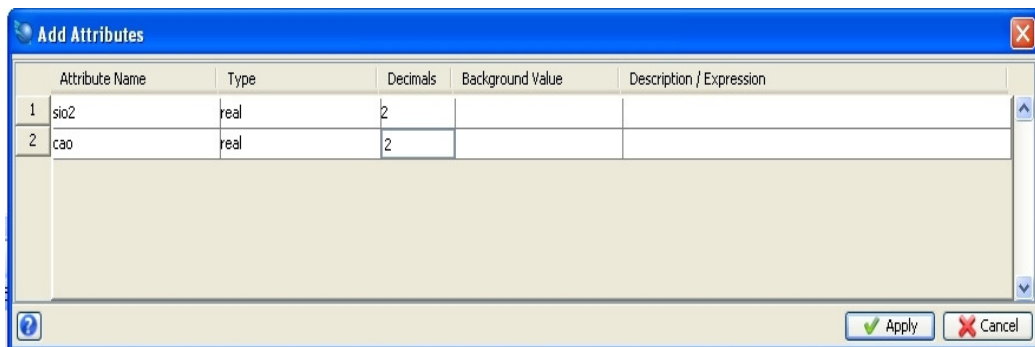
5.2 Blok Model İçin Özellik Ekleme

Blok modelde tahmin işleminden önce bu işlemde kullanılacak olan özelliklerin eklenmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada CaO ve SiO₂ özellikleri isim olarak özellik ekleme (attributes) seçeneği ile eklenmektedir. Bu komut şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7 Bloklara özellik eklemek için kullanılan komut

Açılan pencerede blok modelde istenilen özellikler eklenmelidir. Ekran görüntüsü şekil 5.8’de gösterilmiştir.



Şekil 5.8 Bloklara özelliklerin eklenmesi

Özelliklerin eklenmesinden sonra, oluşan bütün blokların değerlerinin tahmin edileceği bölüme geçmek uygun olacaktır.

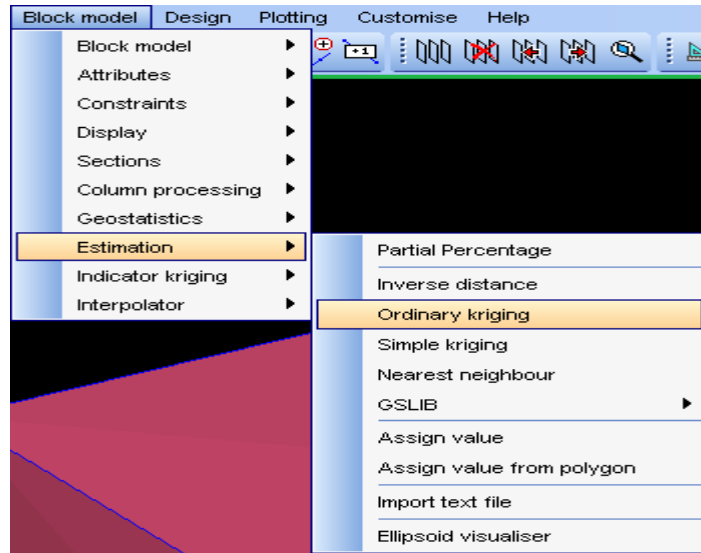
5.3 Blok Tahmini (Estimation)

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi bloklar oluşturulduktan sonra önemli olan her bir bloktaki tenör değerlerinin bilinmesidir. Bu tahminlerin yapımında birden fazla yöntem vardır. Bu yöntemler ;

- Inverse distance (mesafelerin tersi)
- Ordinary kriging (normal kriging)
- Simple kriging (basit kriging)
- Nearest neighbour (en yakın komşular)

Yapılan bu çalışmada bu yöntemlerden “Ordinary Kriging” yöntemi kullanılmıştır. Yöntem seçimi için izlenmesi gereken prosedür aşağıda gösterilmiş ve buna ait ekran görüntüsü şekil 5.9’da verilmiştir.

Block model menu → Estimation → Ordinary kriging



Şekil 5.9 Tahmin yönteminin seçilmesi

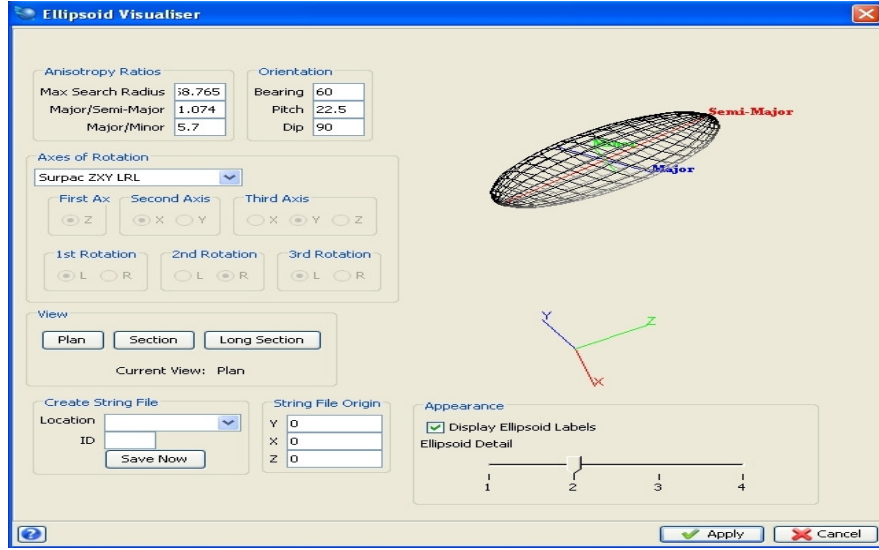
Bu komuttan sonra analiz verilenin olduğu string dosyasının seçildiği pencere açılmaktadır. Ayrıca tahmini yapılacak cevheri “D Field” bölümünde belirtilmesi gerekmektedir. Bu pencerenin ekran görüntüsü şekil 5.10’da gösterilmiştir.

Şekil 5.10 Tahmin için analiz string dosyasının atanması

Uygula tuşuna bastıktan sonra açılacak pencerede variogram model oluştururken elde edilen veriler istenecektir. Böylece değerleri bilinmeyen bloklara değer atanacak yani tahmin işlemi yapılacaktır. Açılan pencere şekil 5.11’de verilmiştir.

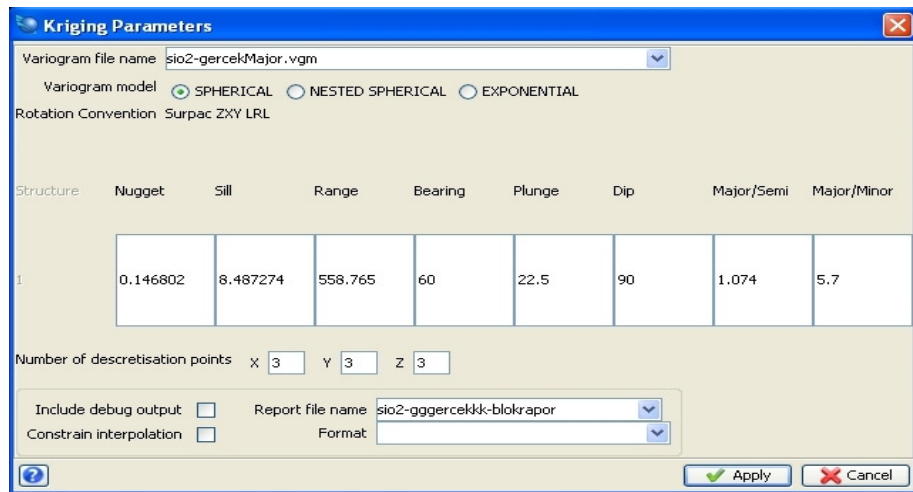
Şekil 5.11 Arama parametrelerinin girilmesi

“Elipsoid Visualiser” tuşuna basıldığında girilen değerler ile oluşan elipsoid 3 boyutlu olarak görülebilmektedir. Oluşan bu elipsoidin ekran görüntüsü şekil 5.12’de verilmiştir.



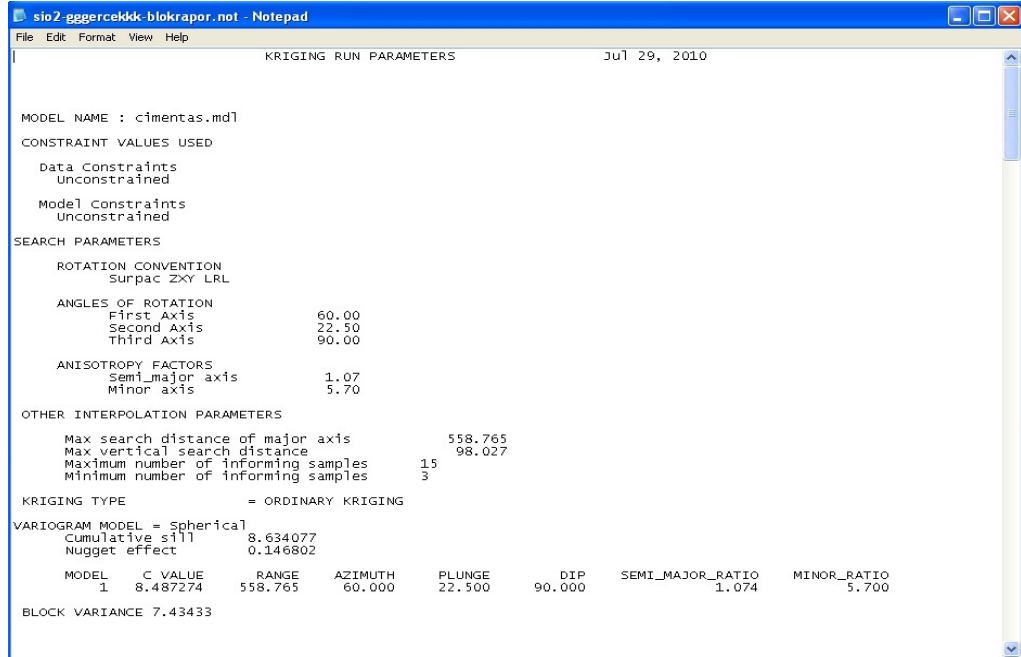
Şekil 5.12 Oluşan elipsoidin ekran görüntüsü

Bu aşamadan sonra şekil 5.11’de uygula tuşuna basılınca şekil 5.13’deki pencere açılacaktır. Burada yine variogram modelden elde edilen veriler ya elle girilecektir ya da oluşturduğumuz variogram model seçilerek otomatik olarak değerler yazılacaktır.



Şekil 5.13 Kriging parametrelerinin girilmesi

Uygula tuşuna basıldıktan sonra modellemeye ait bütün bilgiler rapor halinde şekil 5.14'deki gibi görünmektedir.

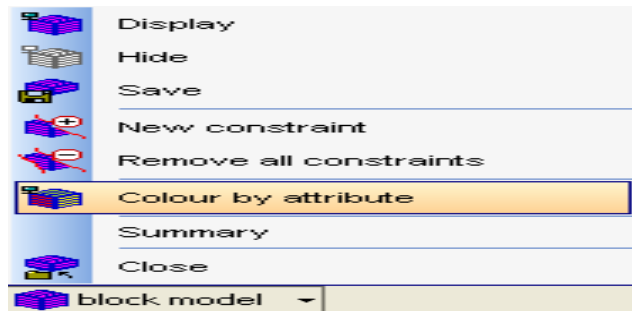


Şekil 5.14 Modellemeye ait bilgilerin rapor olarak tek dosyada görünmesi

5.4 Blokların Renklendirilmesi

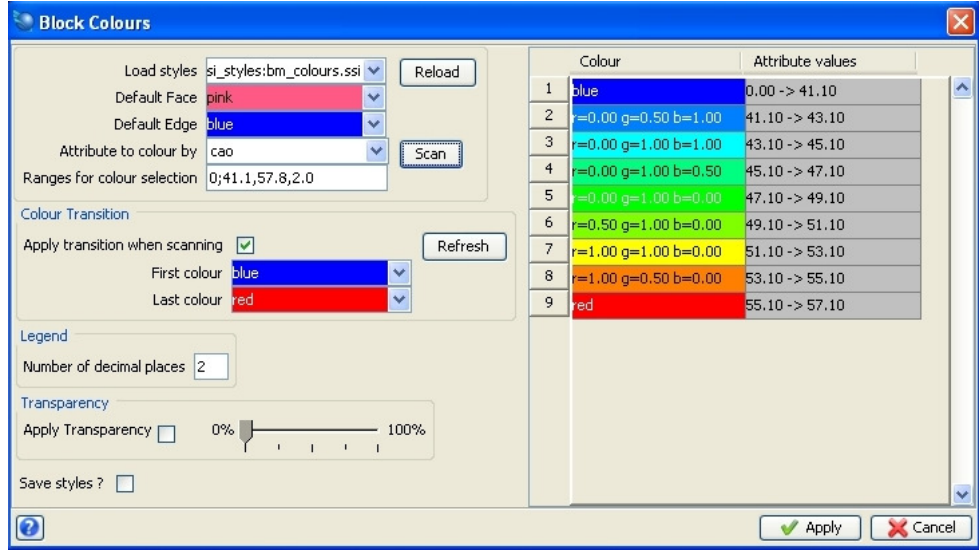
Blokların kalite değerlerinin ve cevherleşmenin sahada nasıl değiştiğini görmek açısından açılarından renklendirme önemlidir. Bloklara renk atamak için durum çubuğundan;

Block model → Colour by attribute (özelliklerden renk ata) komutları uygulanır.



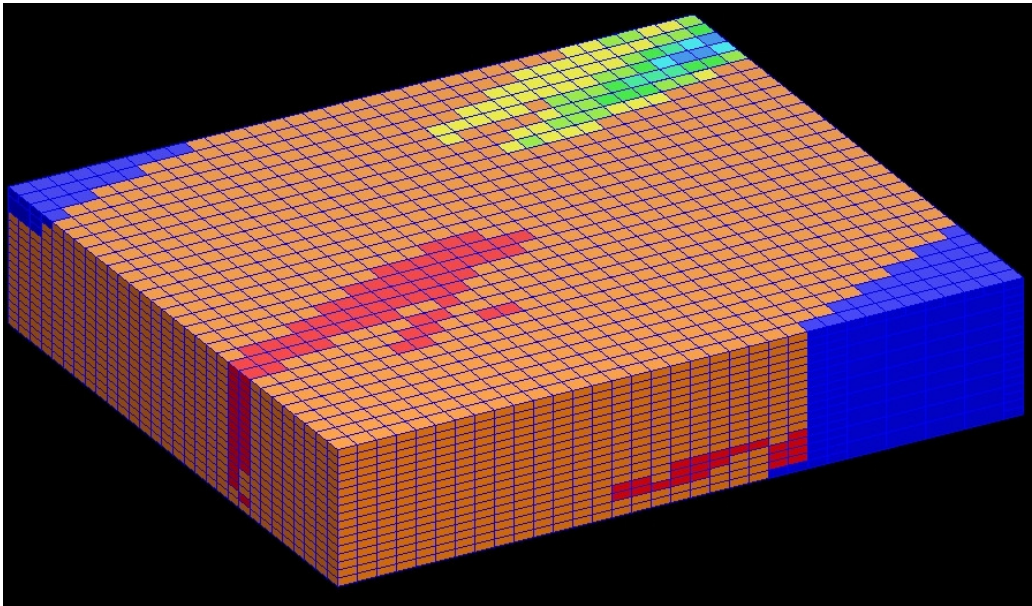
Şekil 5.15 Bloklara renk atamak için kullanılacak komut

Şekil 5.15'deki komuttan sonra ekrana şekil 5.16'da gösterilen pencere gelecektir. Burada tenör dağılımı dikkate alınarak renklendirme yapılır. Şekil 5.16'da görüldüğü gibi CaO içeriklerine göre renklendirme yapılmıştır.



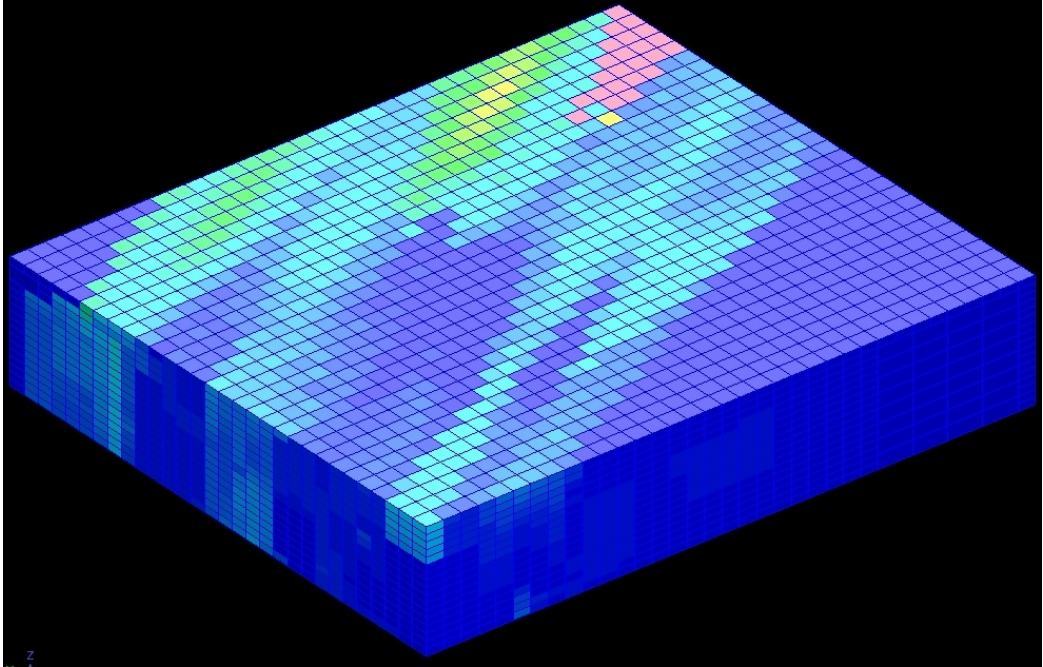
Şekil 5.16 Blokların kalite değerlerine göre renklendirilmesi

Uygula tuşuna basıldıktan sonra CaO'ya ait kalite dağılımının renklendirilmiş görüntüsü şekil 5.17'deki gibi olacaktır.



Şekil 5.17 CaO'ya ait renklendirilmiş kalite değerlerinin ekran görüntüsü

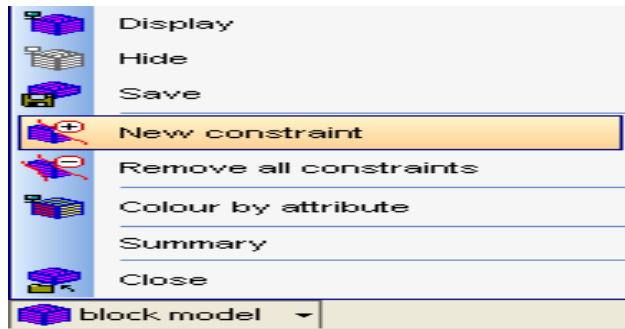
Bu çalışmada dikkate alınan değerler CaO ve SiO₂ değerleridir. Şekil 5.17'de CaO değerlerine ait renklendirilmiş blok model gösterilmiştir. Şekil 5.18'de SiO₂ değerlerine ait renklendirilmiş blok model gösterilmektedir.



Şekil 5.18 SiO₂ kalite değerlerinin renklendirilmiş ekran görüntüsü

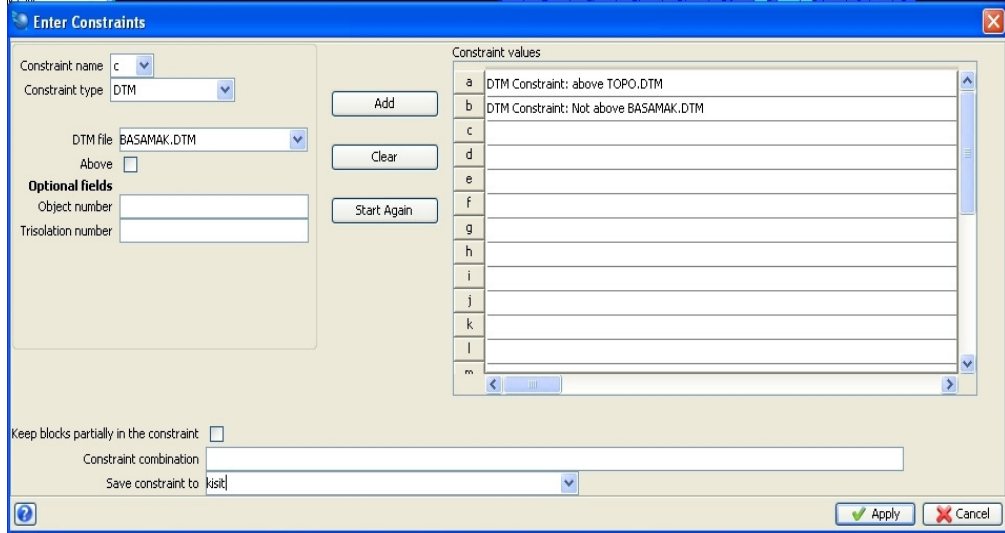
5.5 Bloklara Kısıtlar (Constraint) Ekleme

Topografyanın üzerinde ve planlanan ocağın dışında kalan blokların atılması için gerekli bir işlemdir. Bu işlem sayesinde gereksiz bloklardan kurtulmuş olunur. Bloklara kısıt eklemek için gerekli olan komut şekil 5.19'de gösterilmiştir.



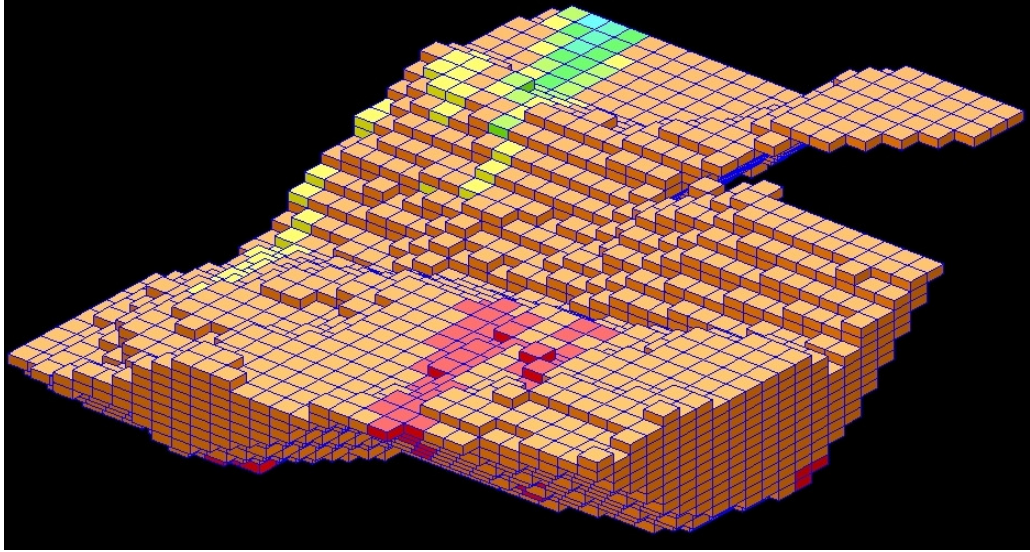
Şekil 5.19 Kısıt eklemek için gerekli olan komut

Komut uygulandıktan sonra oluşacak ekran görüntüsü Şekil 5.20'deki gibi olacaktır . Burada öncelikle yapmak istenilen kısıt tipi (constraint type) seçilmelidir. Bunlar, DTM, string, 3DM türündeki dosyalar olabilmekle beraber herhangi bir X, Y, Z koordinatı veya blok değeri olabilmektedir.



Şekil 5.20 Bloklara kısıt eklenecek yerin ekran görüntüsü

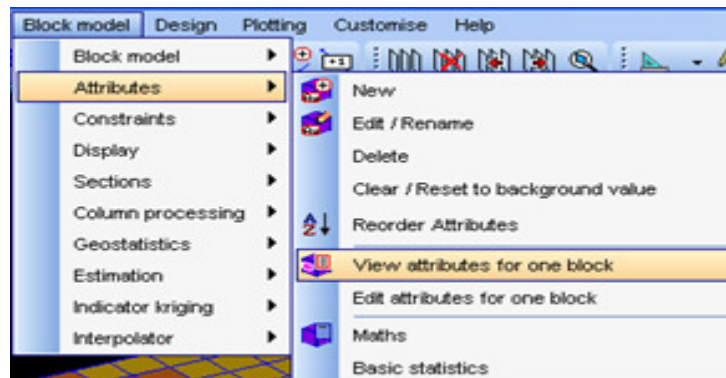
Burada bize lazım olan böyle topografya ile planlanan ocak arasında kalan kısımdır. Bu yüzden DTM file kısmında topografya dosyasını seçip above yazan yerin işaretlenmesi gereklidir. Ardından add butonuna basarak kısıt değerleri kısmına bu işlem atanır. Daha sonra yine DTM file kısmından bu sefer oluşturulan basamakları (daha sonraki bölümlerde anlatılacaktır) seçerek above seçeneği kaldırılarak kısıt değerlerine eklenir. Uygula seçeneğine bastıktan sonra kısıt dosyası (.con) oluşacaktır. Oluşan ekran görüntüsü ise şekil 5.21'de verilmiştir.



Şekil 5.21 Kısıtlar uygulandıktan sonra oluşan blokların ekran görüntüsü

5.6 Blok Özelliklerinin İncelenmesi

Herhangi bir bloğun özelliklerinin o blok üzerine tıklanarak incelenebilmesi program içinde bulunan şekil 5.22'de ekran görüntüsü verilmiş komut yardımı ile yapılabilmektedir.



Şekil 5.22 Bir bloğun özelliğinin görülmesi için uygulanacak komut

Bu komuttan sonra blok model üzerindeki herhangi bir bloğa tıklandığında o bloğun özellikleri şekil 5.23'deki ekrana gelecektir.

Block Attributes

Block centroid
 Y: 4252271.5 X: 518647.5 Z: 184.9

Block size
 Y: 25 X: 25 Z: 10

Attribute	Value	
2	b	106.772
3	c	30
4	cao	55.21
5	d	0.486
6	s1	69.043
7	s2	83.500
8	s3	15
9	s4	1.396
10	sio2	0.27

Apply Cancel

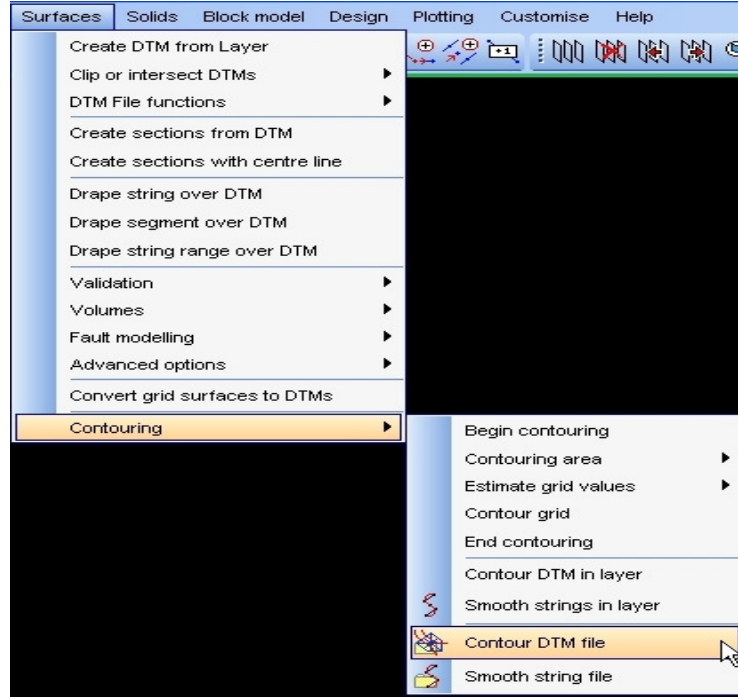
Şekil 5.23 Bir bloğa ait özellikler

BÖLÜM ALTI

AÇIK OCAK DİZAYNI

Blok model oluşturulduktan sonra açık ocak dizaynı yapılmıştır. Açık ocak yapılırken blok model, topografya ve ruhsat sınırı dikkate alınmıştır. Ayrıca basamak yüksekliği 10 metre, basamak genişliği 10 metre ve şev açısı 70 derece olarak belirlenmiştir.

Basamaklar oluşturulurken kontur çizgilerinden yararlanılmıştır. Bunun için topografyaya ait topo.dtm dosyasından yararlanılmıştır. Kontur çizgilerini yaratmak için uygulanması gereken ilk komut şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1 Kontur çizgilerini yaratmak için uygulanan komut

Şekilde görüldüğü gibi Contour DTM file sekmesine basıldığında daha önce oluşturulan topo.dtm dosyasının seçileceği pencere gelecektir. Dosya seçilip ilerlendiğinde kontur aralıklarının belirleneceği pencere açılacaktır. Bu çalışmada kontur çizgilerinin araları 5’er metredir.

Extract Contours From a DTM

DTM from which contours will be extracted

Location: topo

ID number: 0

	NORTHING	EASTING	Contour Value
Minimum	4251719.91000000	518189.914	27.2
Maximum	4253413.92	519629.78	270.8

Define contours by Interval Range

Minimum contour: 27.2

Maximum contour: 270.8

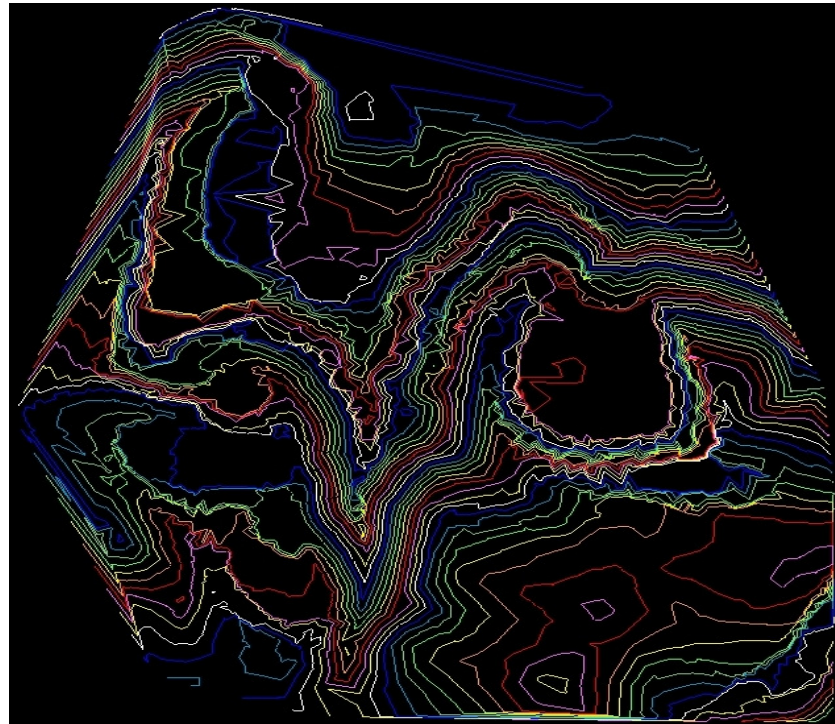
Contour interval: 5

Contour range:

Apply Cancel

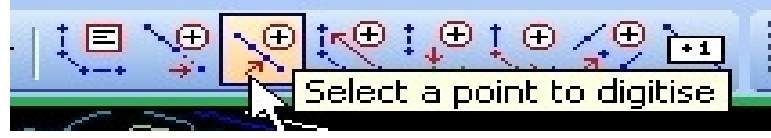
Şekil 6.2 Kontur çizgi aralıklarının belirlenmesi

Şekil 6.2’de görüldüğü gibi contour interval kısmı kontur çizgi aralıklarının belirlendiği yerdir. Bu aşama uygula diyerek geçildiğinde kontur çizgilerinin oluştuğu string dosyası hazır olacaktır. Şekil 6.3’de kontur çizgileri gösterilmiştir.



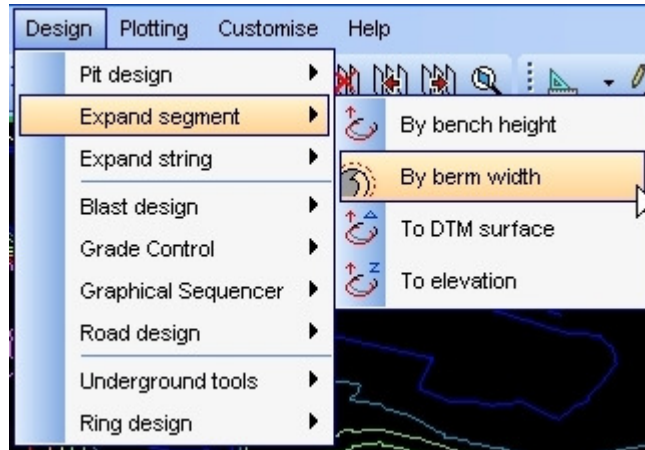
Şekil 6.3 Kontur çizgileri ekran görüntüsü

Kontur çizgilerini oluşturmaktaki amaç basamakları oluşturmakta kolaylık ve fikir vermesi açısından önemlidir. Basamak yüksekliği 10 metre olduğu için kontur çizgilerinde her 10 metredeki çizgi kullanılarak takibi daha kolay hale gelir.



Şekil 6.4 Surpac çizim aracı

Şekil 6.4’de gösterildiği gibi “Select a point to digitise” seçilerek kontur çizgileri üzerinde basamak çizgileri oluşturulmuştur. Basamak genişliğini tanıtmak ve oluşturmak için şekil 6.5’deki komut uygulanmıştır.



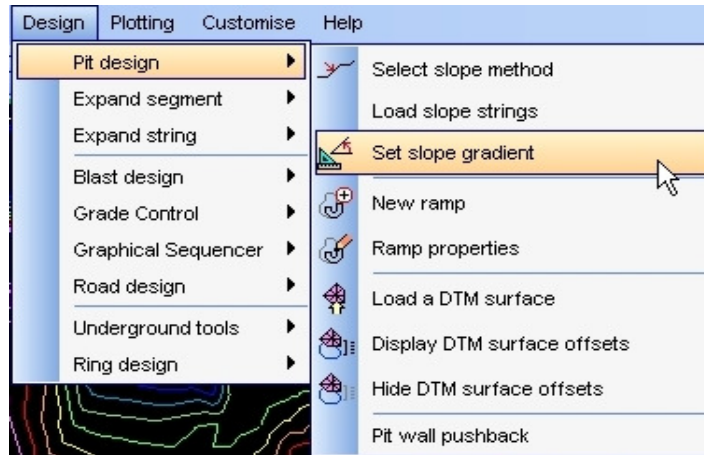
Şekil 6.5 Basamak genişliği oluşturmak

Bu komut uygulandıktan sonra ne yöne ve hangi genişlikte olacağının belirleneceği pencere açılacaktır.



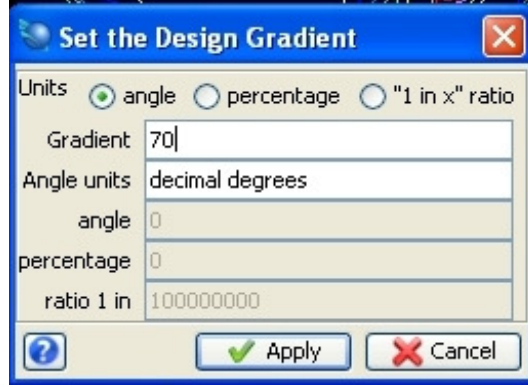
Şekil 6.6 Basamak genişliği parametrelerinin belirlenmesi

Basamak yüksekliğini girmeden önce basamak şev açısını belirlenmesi gerekir. Basamak şev açısının belirleneceği komut şekil 6.7’de gösterilmiştir.



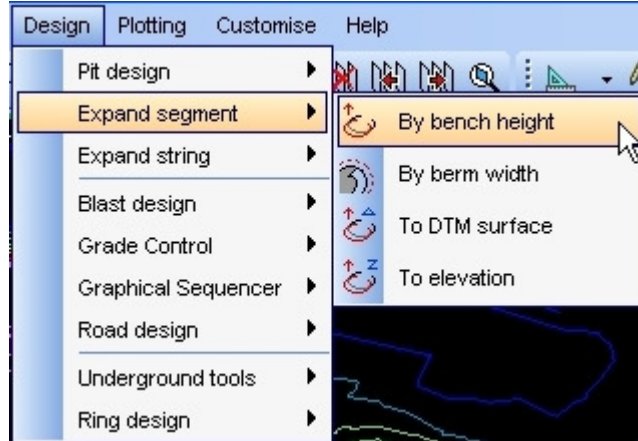
Şekil 6.7 Şev açısının belirleneceği komut

Şekil 6.7’deki komut uygulandıktan sonra şev açısının belirleneceği pencere açılacaktır. Bu çalışmada şev açısı 70 olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.8 Şev açısının belirlenmesi

Şev açısı belirlendikten sonra basamak yüksekliği aşamasına geçilir. Basamak yüksekliğinin komutu şekil 6.9'da ve parametrelerin belirlendiği pencere şekil 6.10'da gösterilmiştir. Basamak yüksekliği 10 metre alınmıştır.



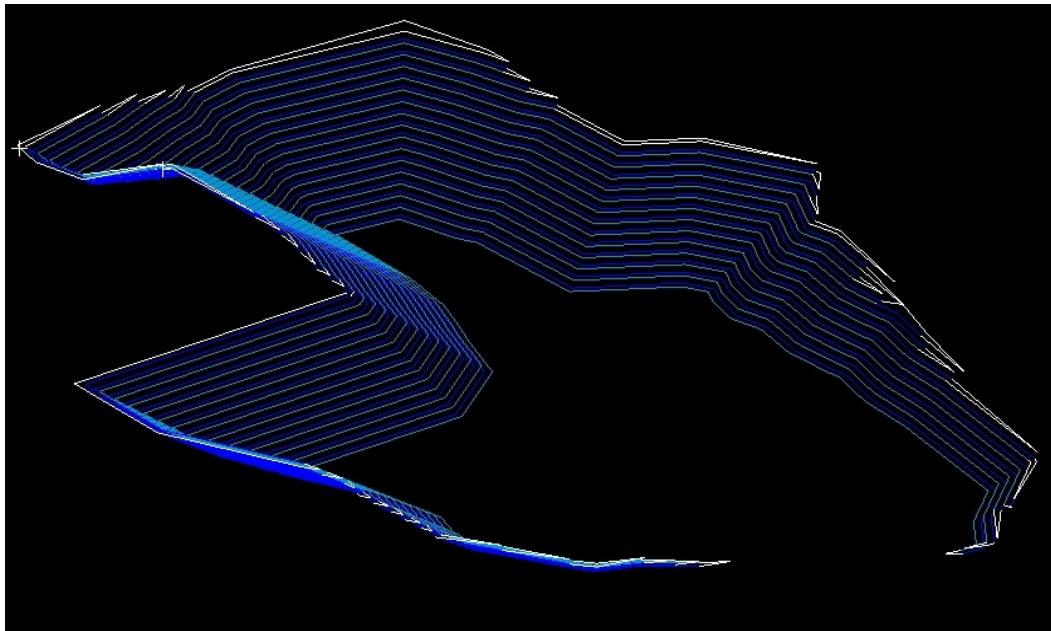
Şekil 6.9 Basamak oluşturmak için kullanılan komut



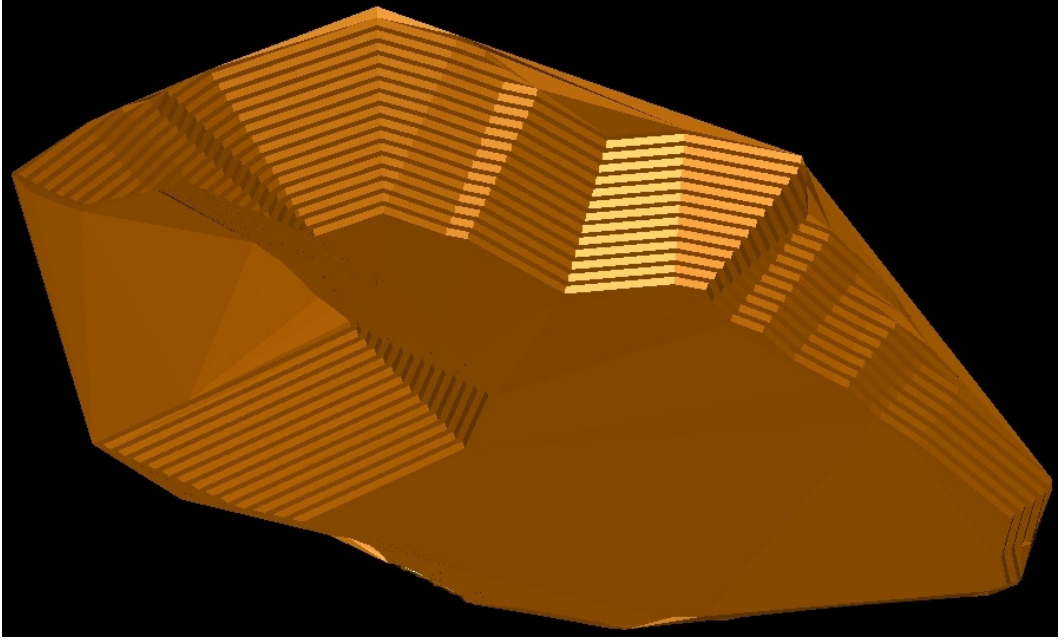
Şekil 6.10 Basamak parametrelerinin belirlenmesi

Basamak yüksekliği “Bench Height” kısmından ayarlanır. Basamakların aşağıya mı yoksa yukarıya doğru mu olduğunu up veya down kısımlarından ayarlanır.

Ruhsat sınırı, blok modelin konumu ve topografyaya dikkat edilerek yukarıdaki komutlar yardımı ile blok modelin en alt kotuna göre basamaklar son halini alır ve açık ocak dizaynı yapılmış olur. Bu çalışmada oluşturulan basamaklar şekil 6.11’de gösterilmiştir.



Şekil 6.11 Kalker ocağının string olarak ekran görüntüsü



Şekil 6.12 Kalker ocağının dtm olarak ekran görüntüsü

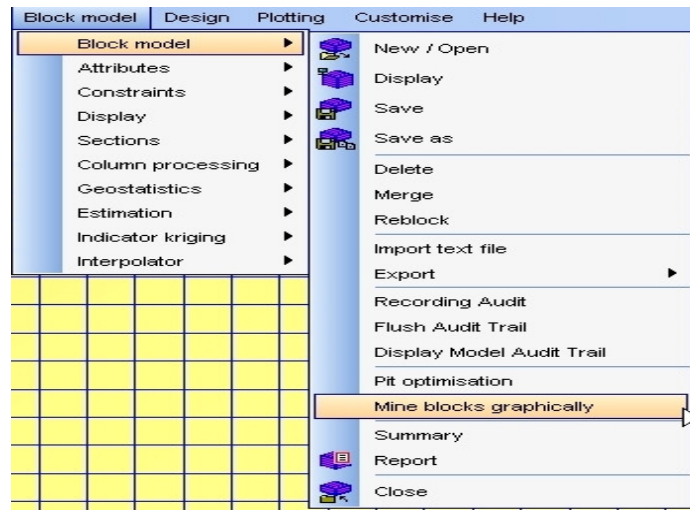
BÖLÜM YEDİ

BLOKLARIN ÜRETİMİ

Blok üretimi yıllık aylık planlar olarak, belirlenmiş üretim miktarına göre yapılır. Bu çalışmada yıllık üretim yapılmış olup, yıllık üretim miktarı ortalama 800000 m³'tür.

Üretimi yaparken, renklendirilen bloklar üretim açısından kolaylık sağlamaktadır. Renklerin hangi kalite aralığında olduğu bilindiğinden üretimi de buna göre ayarlamak kolaylık sağlayacaktır.

Üretime başlamak için kullanılacak komut şekil 7.1'de verilmiştir. Bu komuta basıldıktan sonra açılacak olan pencerede, üretimin hangi tonaj veya hacimde son bulacağı, üretimin hangi kalite değerine göre yapılacağı gibi kriterler belirlenir. Bu pencere şekil 7.2'de verilmiştir. Üretim yapılırken "esc" tuşuna basılarak kalite değerlerinin istenilen aralıkta olup olmadığı kontrol edilebilir. İstenilen değerlerde ise belirlenen sınır hacim veya tonöre ulaştığında, ayarlanan yıllık veya aylık üretim son bulmuş olur. Bu çalışmada yıllık üretim hacim olarak seçildiğinden, belirlenen hacime ulaştığında program otomatik olarak şekil 7.3'de gösterilen pencereyi açacaktır. Bu pencere onaylandığında üretim hangi yıla ait ise o yıllık üretim son bulmuş olur.



Şekil 7.1 Üretime başlamak için kullanılacak olan komut

Select Mining Attributes

Display results: Over Target Volume

Target Volume: 800000

Target Tonnage:

SG Attribute: cao

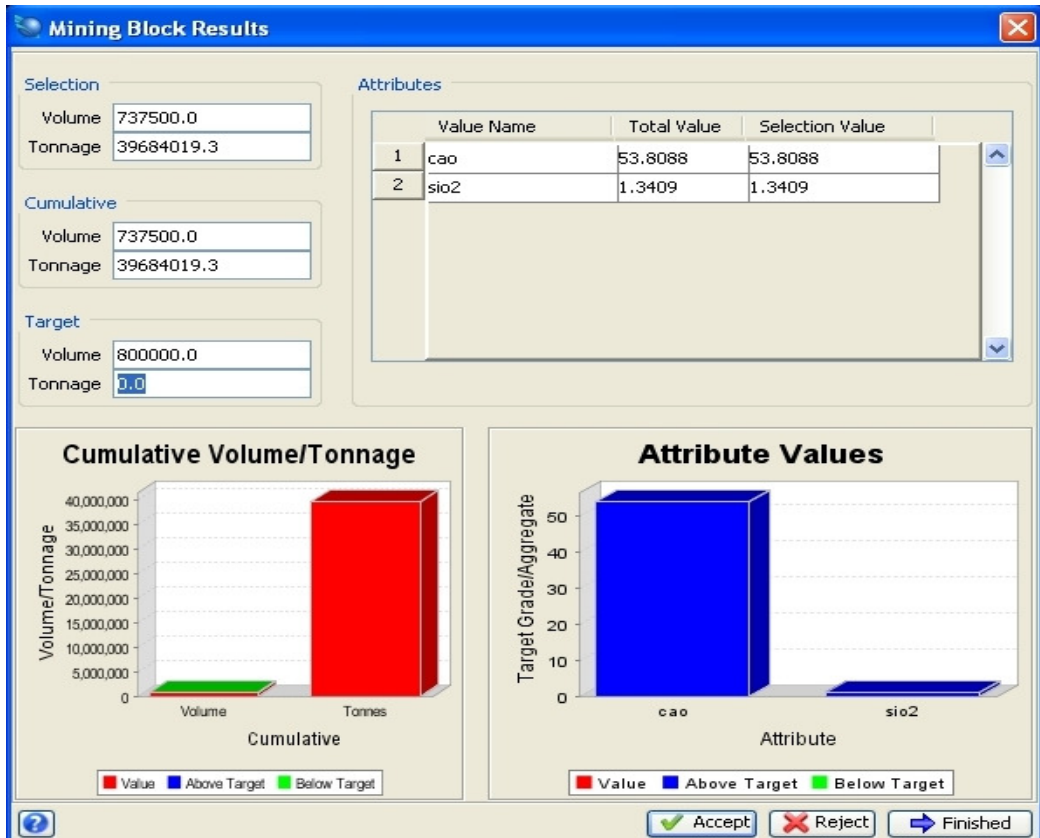
	Attribute Name	Display Name	Average Calculation	Target
1	cao	cao		
2	sio2	sio2		

Save mined blocks to: 1yil

Save resulting mine shape to: 1yilcoa

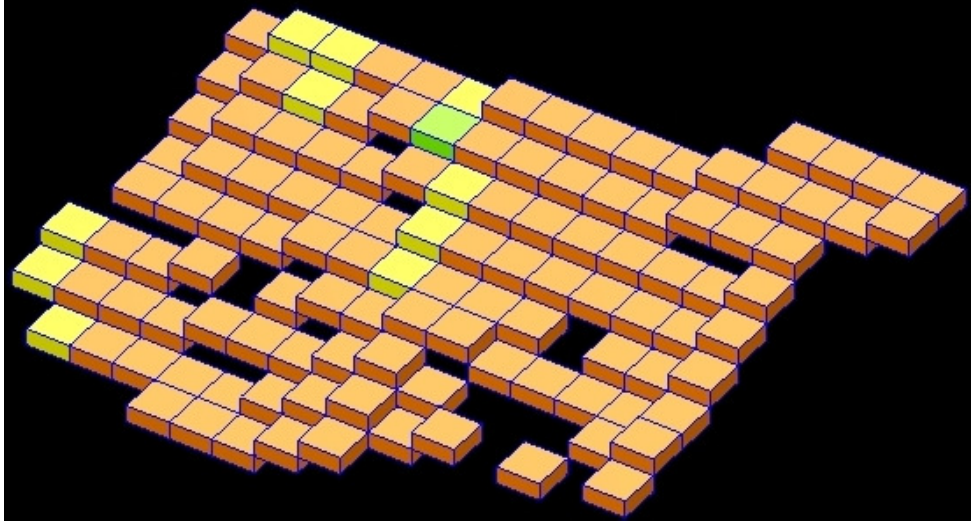
Apply Cancel

Şekil 7.2 Üretim parametrelerinin seçilmesi

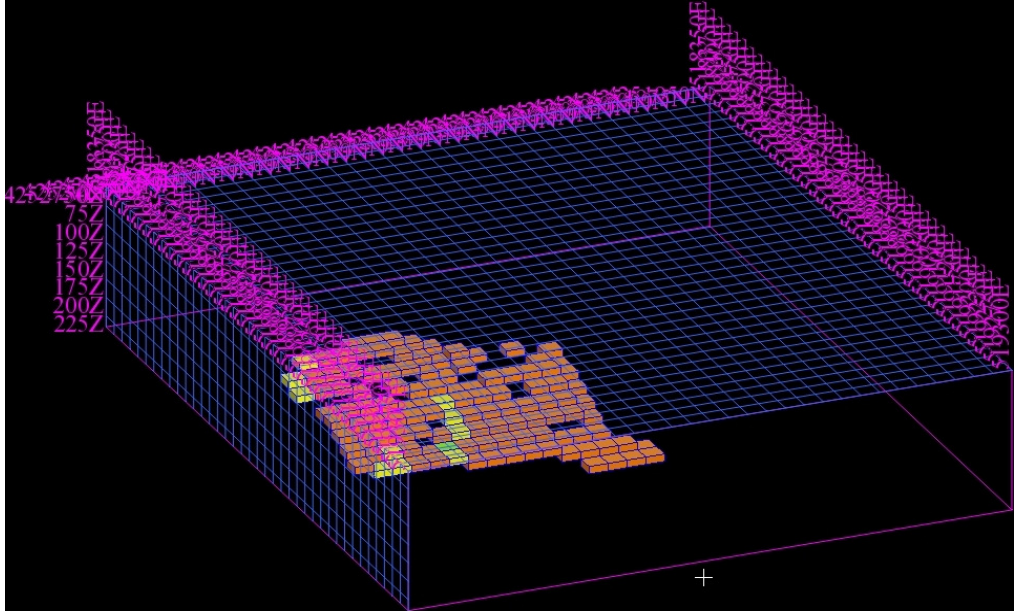


Şekil 7.3 Blok üretimi sonuçlarının görünmesi

Şekil 7.3’de görüldüğü gibi birinci yılın üretiminde, CaO ortalama tenör değeri 53.8 ve SiO₂ ortalama tenör değeri 1.34 olarak hesaplanmıştır. Birinci yılın üretim ekran görüntüsü şekil 7.4’de verilmiştir.



Şekil 7.4 Üretilen birinci yılın ekran görüntüsü



Şekil 7.5 Üretilen birinci yılın 3D grid ekran görüntüsü

Şekil 7.5’de üretimin 3D grid olarak ekran görüntüsü verilmiştir. Bu şekilde istenilen her şeyin uzaydaki yeri daha kolay belirlenebilir. Ayrıca verileri daha iyi analiz edebilmek içinde 3D grid ekran görüntüsünden yararlanılabilir.

7.1 Blok Üretim Raporlarının Alınması

Üretim raporları hem yıllık hemde rezervin tamamı hakkında net bilgiler edinilmesi açısından önemlidir. Toplam rezerv miktarı veya yıla göre rezerv miktarları, belirlenen tenör aralığına göre rezerv ve üretim miktarları aynı zamanda her kot aralığındaki rezerv ve üretim miktarları hakkında detaylı bilgiler edinilmesi açısından üretim raporları alınmalıdır.

Bu çalışmada toplam 20 yıllık üretim yapılmış olup, toplam rezerv miktarı, birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, onuncu ve yirminci yılların raporları alınmıştır. Birinci, onuncu ve yirminci yılların raporları sırasıyla şekil 7.6, şekil 7.7 ve şekil 7.8’de gösterilmiştir. Toplam üretilmesi gereken cevherin raporu ise şekil 7.9’da gösterilmiştir.

1yilrapor.not - Notepad			1yilsiorapor.not - Notepad		
Şurpac Minex Group			Şurpac Minex Group		
Block Model Report			Block Model Report		
Constraints Used			Constraints Used		
a. INSIDE CONSTRAINT 1yil			a. INSIDE CONSTRAINT 1yil		
Keep blocks partially in the constraint : False			Keep blocks partially in the constraint : False		
Cao	Z	Volume	Sio2	Z	Volume
50.0 -> 55.0	50.0 -> 60.0	0	0.0 -> 5.0	50.0 -> 60.0	0
	60.0 -> 70.0	0		60.0 -> 70.0	0
	70.0 -> 80.0	0		70.0 -> 80.0	0
	80.0 -> 90.0	500		80.0 -> 90.0	500
	90.0 -> 100.0	49875		90.0 -> 100.0	49875
	100.0 -> 110.0	37688		100.0 -> 110.0	37688
	110.0 -> 120.0	56125		110.0 -> 120.0	56125
	120.0 -> 130.0	44187		120.0 -> 130.0	44187
	130.0 -> 140.0	87750		130.0 -> 140.0	87750
	140.0 -> 150.0	112188		140.0 -> 150.0	112188
	150.0 -> 160.0	81250		150.0 -> 160.0	81250
	160.0 -> 170.0	81250		160.0 -> 170.0	81250
	170.0 -> 180.0	80938		170.0 -> 180.0	80938
	180.0 -> 190.0	49750		180.0 -> 190.0	49750
	190.0 -> 200.0	25062		190.0 -> 200.0	25062
	200.0 -> 210.0	30938		200.0 -> 210.0	30938
	210.0 -> 220.0	0		210.0 -> 220.0	0
	220.0 -> 230.0	0		220.0 -> 230.0	0
	230.0 -> 240.0	0		230.0 -> 240.0	0
	240.0 -> 250.0	0		240.0 -> 250.0	0
Sub Total		737500	Sub Total		737500
Grand Total		737500	Grand Total		737500

Şekil 7.6 Birinci yıla ait üretim raporu

Şekil 7.6’da görüldüğü gibi 50 metreden 250 metreye kadar 10’ar metre aralıklarla üretim raporu alınmıştır. Birinci yıla ait üretim miktarı 737500 m³ olarak belirlenmiştir.

10yilrapor.not - Notepad			10yilsiorapor.not - Notepad						
File	Edit	Format	View	Help	File	Edit	Format	View	Help
Cao			S1o2						
Z volume			Z volume						
45.0 -> 50.0	50.0 -> 60.0	0	0.0 -> 5.0	50.0 -> 60.0	0				
	60.0 -> 70.0	0		60.0 -> 70.0	0				
	70.0 -> 80.0	0		70.0 -> 80.0	0				
	80.0 -> 90.0	0		80.0 -> 90.0	0				
	90.0 -> 100.0	0		90.0 -> 100.0	0				
	100.0 -> 110.0	0		100.0 -> 110.0	0				
	110.0 -> 120.0	0		110.0 -> 120.0	250				
	120.0 -> 130.0	0		120.0 -> 130.0	26062				
	130.0 -> 140.0	0		130.0 -> 140.0	131250				
	140.0 -> 150.0	375		140.0 -> 150.0	130750				
	150.0 -> 160.0	37125		150.0 -> 160.0	80625				
	160.0 -> 170.0	0		160.0 -> 170.0	18937				
	170.0 -> 180.0	0		170.0 -> 180.0	37688				
	180.0 -> 190.0	0		180.0 -> 190.0	56313				
	190.0 -> 200.0	0		190.0 -> 200.0	62688				
	200.0 -> 210.0	0		200.0 -> 210.0	81063				
	210.0 -> 220.0	0		210.0 -> 220.0	62625				
	220.0 -> 230.0	0		220.0 -> 230.0	74250				
	230.0 -> 240.0	0		230.0 -> 240.0	0				
	240.0 -> 250.0	0		240.0 -> 250.0	0				
Sub Total			Sub Total						
37500			762500						
50.0 -> 55.0	50.0 -> 60.0	0	5.0 -> 10.0	50.0 -> 60.0	0				
	60.0 -> 70.0	0		60.0 -> 70.0	0				
	70.0 -> 80.0	0		70.0 -> 80.0	0				
	80.0 -> 90.0	0		80.0 -> 90.0	0				
	90.0 -> 100.0	0		90.0 -> 100.0	0				
	100.0 -> 110.0	0		100.0 -> 110.0	0				
	110.0 -> 120.0	250		110.0 -> 120.0	0				
	120.0 -> 130.0	26062		120.0 -> 130.0	0				
	130.0 -> 140.0	131375		130.0 -> 140.0	0				
	140.0 -> 150.0	143063		140.0 -> 150.0	0				
	150.0 -> 160.0	74438		150.0 -> 160.0	62				
	160.0 -> 170.0	18937		160.0 -> 170.0	6188				
	170.0 -> 180.0	37688		170.0 -> 180.0	0				
	180.0 -> 190.0	56313		180.0 -> 190.0	0				
	190.0 -> 200.0	62688		190.0 -> 200.0	0				
	200.0 -> 210.0	81063		200.0 -> 210.0	0				
	210.0 -> 220.0	62625		210.0 -> 220.0	0				
	220.0 -> 230.0	74250		220.0 -> 230.0	0				
	230.0 -> 240.0	0		230.0 -> 240.0	0				
	240.0 -> 250.0	0		240.0 -> 250.0	0				
Sub Total			Sub Total						
768750			6250						
Grand Total			10.0 -> 15.0						
806250			50.0 -> 60.0						
			60.0 -> 70.0						
			0						

Şekil 7.7 Onuncu yıla ait üretim raporu

Onuncu yıla ait üretim miktarı şekil 7.7’de görüldüğü gibi 806250 m³ olarak belirlenmiştir.

20yilrapor.not - Notepad			20yilsiorapor.not - Notepad						
File	Edit	Format	View	Help	File	Edit	Format	View	Help
Cao			Z	volume	SiO2				
50.0 -> 55.0			50.0 -> 60.0	0	0.0 -> 5.0				
			60.0 -> 70.0	0	50.0 -> 60.0				
			70.0 -> 80.0	562	60.0 -> 70.0				
			80.0 -> 90.0	57188	70.0 -> 80.0				
			90.0 -> 100.0	149688	80.0 -> 90.0				
			100.0 -> 110.0	118688	90.0 -> 100.0				
			110.0 -> 120.0	112313	100.0 -> 110.0				
			120.0 -> 130.0	93563	110.0 -> 120.0				
			130.0 -> 140.0	74938	120.0 -> 130.0				
			140.0 -> 150.0	68563	130.0 -> 140.0				
			150.0 -> 160.0	49500	140.0 -> 150.0				
			160.0 -> 170.0	62	150.0 -> 160.0				
			170.0 -> 180.0	6937	160.0 -> 170.0				
			180.0 -> 190.0	74563	170.0 -> 180.0				
			190.0 -> 200.0	31063	180.0 -> 190.0				
			200.0 -> 210.0	12375	190.0 -> 200.0				
			210.0 -> 220.0	0	200.0 -> 210.0				
			220.0 -> 230.0	0	210.0 -> 220.0				
			230.0 -> 240.0	0	220.0 -> 230.0				
			240.0 -> 250.0	0	230.0 -> 240.0				
Sub Total			850000		sub Total				
55.0 -> 60.0			50.0 -> 60.0	0	5.0 -> 10.0				
			60.0 -> 70.0	0	50.0 -> 60.0				
			70.0 -> 80.0	0	60.0 -> 70.0				
			80.0 -> 90.0	0	70.0 -> 80.0				
			90.0 -> 100.0	0	80.0 -> 90.0				
			100.0 -> 110.0	0	90.0 -> 100.0				
			110.0 -> 120.0	0	100.0 -> 110.0				
			120.0 -> 130.0	0	110.0 -> 120.0				
			130.0 -> 140.0	0	120.0 -> 130.0				
			140.0 -> 150.0	0	130.0 -> 140.0				
			150.0 -> 160.0	0	140.0 -> 150.0				
			160.0 -> 170.0	62	150.0 -> 160.0				
			170.0 -> 180.0	6188	160.0 -> 170.0				
			180.0 -> 190.0	0	170.0 -> 180.0				
			190.0 -> 200.0	0	180.0 -> 190.0				
			200.0 -> 210.0	0	190.0 -> 200.0				
			210.0 -> 220.0	0	200.0 -> 210.0				
			220.0 -> 230.0	0	210.0 -> 220.0				
			230.0 -> 240.0	0	220.0 -> 230.0				
			240.0 -> 250.0	0	230.0 -> 240.0				
Sub Total			6250		sub Total				
Grand Total			856250		10.0 -> 15.0				
					50.0 -> 60.0				
					60.0 -> 70.0				
					70.0 -> 80.0				

Şekil 7.8 Yirminci yıla ait üretim raporu

Yirminci yıla ait üretim miktarı şekilde görüldüğü gibi 856250 m³ olarak belirlenmiştir. Toplam üretilecek olan rezerv ise şekil 7.9'da görüldüğü gibi 40687500 m³ olarak hesaplanmıştır.

btmblokrapor.not - Notepad

File Edit Format View Help

Surpac Minex Group

Block Model Report

Constraints Used

a. INSIDE CONSTRAINT kstblok

Keep blocks partially in the constraint : False

CaO	SiO2	Z	Volume
40.0 -> 45.0	15.0 -> 20.0	50.0 -> 60.0	0
		60.0 -> 70.0	0
		70.0 -> 80.0	0
		80.0 -> 90.0	0
		90.0 -> 100.0	0
		100.0 -> 110.0	0
		110.0 -> 120.0	0
		120.0 -> 130.0	0
		130.0 -> 140.0	0
		140.0 -> 150.0	62
		150.0 -> 160.0	6188
		160.0 -> 170.0	0
		170.0 -> 180.0	0
		180.0 -> 190.0	0
		190.0 -> 200.0	0
		200.0 -> 210.0	0
		210.0 -> 220.0	0
		220.0 -> 230.0	0
		230.0 -> 240.0	0
		240.0 -> 250.0	0
Sub Total			6250
Sub Total			6250
45.0 -> 50.0	0.0 -> 5.0	50.0 -> 60.0	0
		60.0 -> 70.0	0
		70.0 -> 80.0	0
		80.0 -> 90.0	0
		90.0 -> 100.0	0
		100.0 -> 110.0	0
		110.0 -> 120.0	0
		120.0 -> 130.0	62
		130.0 -> 140.0	6312
		140.0 -> 150.0	12687

Sub Total	4012500
Sub Total	4012500
Grand Total	40687500

Şekil 7.9 Bütün sahanın üretim raporu

BÖLÜM SEKİZ

SONUÇ

Kalker sahasına yapılan 42 adet toplam 2067,6 metre uzunluğunda sondaj açılmıştır. Çıkarılan karotların analizleri sonucu CaO, SiO₂ ve MgO'ya ait 605 adet tenör değeri elde edilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak Surpac programında kalker sahasına ait modelleme yapılmıştır.

Üretim planlamasından sonra nihai basamak şev açısı 70 derece, basamak genişliği ve basamak yüksekliği 10 metre olarak belirlenmiştir. Yapılan modellemede de bu bilgilerin ışığında X=25, Y=25, ve Z=10 olarak seçilmiştir.

Kalker sahasına ait veriler sayesinde yapılan jeostatistik işlemler ile cevherin dağılımı CaO için %80 ve SiO₂ için %92 doğrulukta bulunmuştur. Cevherin kalite değerlerinin dağılımı yapılmış ve yıllık olarak üretimi yapılmıştır.

Toplam rezerv miktarı 40687500 m³ olarak hesaplanmış ve üretim yıllık ortalama 800000 m³ olarak yapılmıştır. Detaylı bilgi sahibi olabilmek için birinci yıldan beşinci yıla kadar yapılan bütün üretimlerin raporları ve ayrıca onuncu yılın ve yirminci yılın üretim raporları alınmıştır. Üretim yerine ve yılına göre ortalama tenörler bulunmuş ve değerlendirilmesi yapılarak yirmi yıllık üretim yapılmıştır.

Sonuç olarak bütün yapılan bu işlemler kalker sahasının bilgisayar destekli maden programı sayesinde doğru ve akıcı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Normal koşullarda çok uzun sürecek olan modelleme aşaması Surpac programı sayesinde hem daha doğru hem de daha kısa sürede yapılmıştır. Ayrıca madencilik açısından son derece önemli olan planlama bu program sayesinde başarılı bir şekilde yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alkan B. (2007). *Jeoistatistik ve bulanık yaklaşımlar ile Adana çimento hammadde sahasının değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Bristol, R., Jackson, P. & Willoughby, J. (2007). *Introduction to Surpac 6.0*.
<http://www.gemcomsoftware.com/>
- Bristol, R., Jackson, P. & O'Farrell G. (2007). *Geological Database in Surpac 6.0*.
<http://www.gemcomsoftware.com/>
- Ersoy, A. ve Yünsel, T.Y. (2006). *Üretim ve işletme planlaması için maden tenörlerinin ve rezervlerinin, jeostatistik yöntemlerle modellenmesi ve değerlendirilmesi*. Mehmet Kemal Dedeman Araştırma ve Geliştirme Proje Yarışması.