

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖRNEK BİR BAKIR MADENİNİN SURPAC PROGRAMI İLE MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Müh. Şener ALİYAZICIOĞLU

HAZİRAN 2011
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖRNEK BİR BAKIR MADENİNİN SURPAC PROGRAMI İLE MODELLENMESİ

Maden Müh. Şener ALİYAZICIOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"MADEN YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.05.2011
Tezin Savunma Tarihi : 24.06.2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayhan KESİMAL

Trabzon 2011

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalında

Şener ALİYAZICIOĞLU tarafından hazırlanan

ÖRNEK BİR BAKIR MADENİNİN SURPAC PROGRAMI İLE MODELLENMESİ

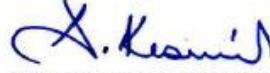
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07 / 06 / 2011 gün ve 1408 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 24 / 06 / 2011 tarihinde yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

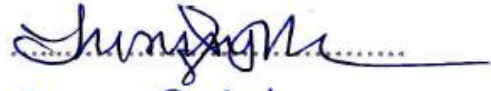
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ayhan KESİMAL



Üye : Doç. Dr. Yusuf BAYRAK



Üye : Yrd. Doç. Dr. Bayram ERÇIKDI



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında örnek bir bakır madenin sondaj verileri kullanılarak alternatif modelleme tekniği olarak Surpac programı ile modelleme ve dizayn metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen metot sonunda program kapsamlı çalışmanın önemli özellikleri ve katkıları ifade edilmiştir

Bu çalışmanın başlangıcından sonuna kadar bilgi, deneyim, tecrübe ve destekleri ile bana yol gösteren, zorlukların üstesinden gelmeme yardımcı olan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ayhan KESİMAL'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında çalışmalarına destek veren ve her türlü izni sağlayan Gümüşhane Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Verilere ulaşmada ve temin etmede her türlü yardımı, kolaylığı sağlayan ve fikirleri ile bana yol gösteren Maden Tetkik ve Arama Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü sondaj Baş Mühendisi İlker ÖZKAN'a, Baş Mühendis vekili M.Kemal KURUÇELİK'e, Jeoloji Yüksek Müh. Sebahattin GÜNER'e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının her aşamasında görüş ve önerilerinden yararlandığım hocalarım Arş. Gör. Dr. Ferdi CİHANGİR'e, Arş. Gör. Kadir KARAMAN'a (K.T.Ü. Maden Müh. Bölümü) teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen iş arkadaşlarım Arş. Gör. Gökhan KÜLEKÇİ, Arş. Gör. İbrahim ÇAVUŞOĞLU ve Arş. Gör. Tekin YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak her türlü maddi manevi imkan ve olanağı sunan, en öncesinde doğruya ve iyiye ulaşmada yol göstericim ve varlık sebebim aileme sonsuz minnet, saygı ve sevgilerimi sunarım.

Şener ALİYAZICIOĞLU

Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ÖRNEK BİR BAKIR MADENİNİN SURPAC PROGRAMI İLE MODELLENMESİ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ayhan KESİMAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/07/2011

Şener ALİYAZICIOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Program Hakkında Genel Bilgi	2
1.4. Çalışma Alanının Genel Özellikleri	4
1.4.1. Sahanın Genel Durumu	4
1.4.2. Çalışma Sahasının Jeolojisi.....	6
1.4.3. Sahanın Yapısal Jeolojisi	6
1.4.4. Sahanın Ekonomik Jeolojisi	7
1.4.5. Sahanın Jeofizik Çalışmaları.....	8
1.5. Önceki Çalışmalar	8

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.1.	Giriş.....	9
2.2.	Rezerv Değerlendirme	9
2.3.	Poligon Yöntemi ile Modelleme	10
2.3.1.	Surpac ile Poligon Yöntemi Uygulamak.....	10
2.3.2.	Poligon Metoduyla Cevher Hacmi Hesabı	12
2.3.3.	Poligon Metodu ile Dekapaj Hesabı	15
2.4.	Surpac Programı ile Modelleme ve Dizayn	20
2.4.1.	Topografik Harita.....	20
2.4.2.	Fay Hattı.....	23
2.4.3.	Jeolojik Veri.....	24
2.4.4.	Veritabanı Oluşturmak	24
2.4.5.	Sondaj Verileri	27
2.4.6.	Üç Boyutlu Görüntüleme Yöntemiyle Kesit Oluşturmanın Önemi	30
2.4.7.	Cevher Modelleme	33
2.4.7.1.	Düzgün Kesit Oluşturmanın Önemi.....	34
2.4.7.2.	Kesit Oluşturmada Panel Uzaklıklarının Önemi.....	37
2.4.7.3.	Kesit Yumuşatma (Section Smooth).....	39
2.4.7.4.	Topografik Kesit Alma	43
2.4.8.	Blok Modelleme.....	45
2.4.8.1.	Blok Model Oluşturma.....	45
2.4.8.2.	Tenör Dağılımı	49

2.4.8.3.	Blok Model Tonaj Hesabı	50
2.4.9.	Açık Ocak Modelleme	52
2.4.9.1.	Açık Ocak Dizayn Kriterleri	52
2.4.9.2.	Ocak Tabanı Oluşturma	54
2.4.9.3.	Açık Ocak Modeli	55
2.4.10.	Üretim Planlaması	59
3.	SONUÇLAR	63
4.	ÖNERİLER	64
5.	KAYNAKLAR	65
6.	EKLER.....	66

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ÖRNEK BİR BAKIR MADENİNİN SURPAC PROGRAMI İLE MODELLENMESİ

Şener ALİYAZICIOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL
2011, 65 Sayfa, 16 sayfa Ek

Bu çalışma açık işletme dizaynının bilgisayar destekli olarak oluşturulması için; madencilik sektöründe önemli bir yer edinen açık ocak ve yeraltı madenciliğinde aktif olarak kullanılan Gemcom Surpac programı ile modellemeyi ve ayrıntılarını anlatmaktadır. Bu amaçla, Trabzon Sürmene Kutlular bölgesinde Karadeniz Bakır İşletmeleri bünyesinde 1986-1995 yılları arasında işletmeye alınan açık ocak işletmeye elverişli bakır madeni projelendirilmiştir. Tez çalışması, cevherin bulunduğu bölgenin 3 boyutlu modellenmesini, sondaj verilerinin jeo-istatistiksel değerlendirilmesini, cevherin 3 boyutlu oluşturulmasını, rezerv hesaplamalarını, blok model oluşturulmasını ve 3 boyutlu basamak dizaynının yapılmasını içermektedir. Bu kapsamda oluşturulan bilgisayar destekli modellemenin klasik modelleme metotlarına göre üstünlüğü, klasik metotlarda uygulanan istatistiksel analizlerin kolay uygulanabilirliği ortaya konmuş ve Kutlular Bakır Madeninin rezerv hesabı ile proje çalışması ve maden ocağı modellemesi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Surpac, Bilgisayar Destekli Modelleme, Rezerv Hesaplama Modeli, Blok Modelleme, 3 Boyutlu Maden Analizi, Açık Ocak Maden Tasarımı

Master Thesis

SUMMARY

MODELING OF A SAMPLE COPPER MINE WITH THE SURPAC PROGRAM

Şener ALİYAZICIOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Mining Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL
2011, 65 Pages, 16 pages Appendix

This study, to model computer aided design of open pit mining, is telling about Gemcom Surpac which has an important role in the mining sector and is used actively to design open pit and underground mining models. For this purpose, Trabzon Sürmene Kutlular copper open pit mining is projected which is planned and applied by Karadeniz Bakır İşletmeleri between 1986 and 1995 and is applicable for open pit mining. For thesis, this study includes 3-d modeling of ore body area, geo-statistical evaluation of drill hole databases, 3-d modeling of ore body, reserve calculations, creating block model and 3-d bench design. According to this project, the superiority of computer aided design from the classical methods of modeling and the easy applicability of the statistical analysis which has applied in classical methods has been demonstrated and in the result, reserve calculation of Kutlular Copper Mine, project work and open pit mine design has been applied.

Key Words: Surpac, Computer Aided Modeling, Reserve Calculation Model, Block Modeling, 3D Mining Analysis, Open Pit Mine Design

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Surpac programının genel görünümü	4
Şekil 2. Çalışma sahası görünümü ve konumu	5
Şekil 3. Sondajların arazideki konumları ve dağılımları	10
Şekil 4. Surpac programı ile poligon yöntemi	11
Şekil 5. Oluşturulan poligonların harita üzerinde görünümü	12
Şekil 6. Poligonların 3 boyutlu olarak görünümü.....	14
Şekil 7. Poligonların izometrik açıdan görünümü	15
Şekil 8. Örtü tabakasının poligon metodu ile modellenmesi	16
Şekil 9. Örtü tabakası poligonlarının topografik harita ile birlikte gösterilmesi	17
Şekil 10. Cevher ve dekapaj poligonlarının birlikte gösterilmesi.....	18
Şekil 11. Maden ocağının bulunduğu topografik bölge ve koordinatları	21
Şekil 12. Topografik yüzeyin çizgisel ve yüzeysel modeli	22
Şekil 13. Topografik yüzeyin yüksekliğe bağlı renk dağılımı.....	22
Şekil 14. Sondaj verileri ile fay hattının 3 boyutlu gösterilmesi	23
Şekil 15. Bölgede MTA ve KBİ tarafından yapılan tüm sondajlar	28
Şekil 16. Sondaj tenör değerleri % dağılımlara göre renklendirilmesi.....	29
Şekil 17. Sondaj tenör dağılımı	30
Şekil 18. Surpac tanıtım dosyalarından sondaj verileri tenör dağılımı.....	31
Şekil 19. Sondaj tenör dağılımının orantısal disk şekilli dağılımı.....	31
Şekil 20. Sondaj logları tenör dağılımı ve fay hattı	32
Şekil 21. Sondajların üstten (X – Y), önden (X – Z) ve yandan (Y – Z) görünümü	33
Şekil 22. Sondaj verileri kullanılarak katı model için oluşturulan kesitler.....	34
Şekil 23. Eğitim dosyası verilerinin tenör dağılımlarının grafiksel görüntülenmesi.....	35
Şekil 24. Eğitim verileri sondajlarının tenör dağılımı üstten görüntülenmesi.....	36
Şekil 25. Tenör değerlerine göre oluşturulmuş cevher modeli kesiti	36
Şekil 26. Sondajların üstten görünümü ve kesit çizgisi	38
Şekil 27. Aynı kesit çizgisi ile farklı değerlerde oluşturulan cevher modeli kesitleri	38

Şekil 28. Smooth uygulamasının Surpac programı ile oluşturulması ve görüntülenmesi..	40
Şekil 29. Kesitlerin üstten, önden ve yandan görünümü ile izometrik cevher modeli....	41
Şekil 30. Cevher modelinin sondaj verileri ile birlikte gösterilmesi	42
Şekil 31. Cevher modeli ile topografik haritadan alınan bazı kesitler.....	44
Şekil 32. Cevheri içine alacak blok model ile cevher modeli sınırlı blok modeli	46
Şekil 33. Cevher blok modelinin nitelik değerleri ve farklılığı	47
Şekil 34. Tenör atama kestiriminde program içinde bulunan metotlar	48
Şekil 35. Cevher modeli tenör dağılımının renksel dağılım şekli	49
Şekil 36. Blok model üzerinde tenör dağılımının izometrik görünümü	50
Şekil 37. Açık ocak nihai şeklinin çizgisel gösterimi.....	55
Şekil 38. Açık ocak nihai şekil modelinin görünümü.....	56
Şekil 39. Nihai açık ocak şeklinin yüzey görünümü	57
Şekil 40. Açık ocak modeli ile kazı yapılacak kısmın modeli.....	58
Şekil 41. Açık ocak nihai şekli ile cevher modelinin beraber gösterilmesi.....	58
Şekil 42. Model üzerinde açık ocak başlangıç bölgesi gösterimi	60
Şekil 43. Cevher modelinin topografik yüzey ile birlikte görüntülenmesi.....	61
Şekil 44. Başlangıç için oluşturulan cevher parçası	61
Şekil 45. Başlangıç cevher parçasının açık ocak şekli	62

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. K10 sondaj veri bölgesinde oluşturulan poligonun raporu.....	13
Tablo 2. Türkiye’deki bazı bakır yatakları ile tenör ve rezerv değerleri	19
Tablo 3. Veritabanı dosyaları ve yeni tabloların eklenmesi	25
Tablo 4. Kesit modelleme paneli ve örnek değerler	37
Tablo 5. Blok model için yoğunluğa bağlı tona ve tenör dağılım değerleri	51
Tablo 6. Poligon metodu ile Surpac uygulaması verileri karşılaştırması	51
Tablo 7. Açık Ocak Dizayn Kriterleri	53
Tablo 8. Poligon metot ile Surpac uygulamasının karşılaştırılması	59

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Şüphesiz yeryüzünde en eski bilim alanlarından biri madenciliktir. Günümüzde kullanılan teknolojilerin en vazgeçilmezlerinden biri de bilgisayarlardır. Bilgisayarların araştırma ve geliştirme alanlarına uyarlanması ile gelişen teknolojik faaliyetler, birçok alanda akıl almaz kolaylıklar sağlamıştır. Gelişen bilgisayar destekli teknolojik faaliyetlerin, uygulamalara yansısıyla, yeni gelişmeler ile doğru ve güvenilir analizlere ulaşmak hız kazanmıştır. Madencilik faaliyetleri de gelişen teknolojiye sessiz kalmayıp, bilgisayar uygulamaları madencilik alanlarında hızla geliştirilmiştir.

Bilgisayar teknolojisinde madencilik faaliyetleri açısından en önemli uygulamalardan biri de modelleme olmuştur. Bilgisayar destekli modelleme denince akla ilk gelen terim CAD (Computer Aided Design) tabanlı program sistemleridir. Bu konuda akla ilk gelen program AUTOCAD olup, makine mühendisliği alanı başta olmak üzere, birçok alanla sıklıkla kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir. Jeolojik ve topografik alanlarda geliştirilen coğrafik bilgi sistemi GIS (Geological Information System) ile bilgisayar destekli analizlere jeolojik açıdan yeni bir boyut kazandırılmıştır.

Madencilik faaliyetlerinin gelişmesi ve üretimde hız kazanması bilgisayar mekaniğinin gelişimini hızlandırmış, bilgisayar teknolojisinin gelişimi madencilik faaliyetlerine yeni bir boyut kazandırmıştır. CAD ve GIS sistemlerinin birleştirilmesi ve aynı uygulamalar üzerinde kullanılması ile jeolojik ve madencilik alanlarında 3 boyutlu modelleme programları ortaya çıkmıştır. Bu programlar başlıca Surpac, Vulcan, Micromine, Minesight ve Netpro/mine'dır. Bu programların çalışma mantığı aynı olmakla birlikte, her bir programın kendine has uygulama tekniği ve çözüm yöntemleri bulunmaktadır. Herhangi bir madencilik projesinin bu programlardan herhangi biri ile oluşturulması, sonuç olarak benzer verileri ortaya koyacaktır.

Bu çalışmada Surpac programı kullanılarak 3 boyutlu modelleme geliştirilmiş ve sonuçların klasik yöntemlere göre artıları ve kazandırdıkları ortaya konmuştur.

1.2. Çalışmanın Amacı

Madencilik faaliyetlerinin ekonomik ve teknolojik gelişimin öncüsü olması ve bilgisayar teknolojisinin gelişime hız kazandıran araç olması, bu iki teknolojiyi birleştirme gereksinimi ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmanın amacı, bu iki bilim dalını birleştirmede kullanılan yöntemlerden biri olan bilgisayar destekli modellemeyi uygulamalı olarak ortaya koymaktır.

Bu çalışmada, aynen klasik yöntemde uygulandığı gibi bir maden faaliyeti düşünülen bölgedeki sondaj verilerinden yola çıkarak sondaj verilerinin analizi ve rezerv hesabı ile madencilik yöntemi ortaya konmuştur. Bu çalışmada uygulanmak üzere kullanılan programın örnek bir madencilik faaliyetine uyarlanması ile çalışma kapsamında yürütülen çalışmaları ortaya koymanın yanında, programın kullanımı ve kullanımında dikkat edilmesi gereken bazı kriterler de vurgulanmıştır.

1.3. Program Hakkında Genel Bilgi

Bu çalışma kapsamında kullanılan Surpac programı GEMCOM Software International Inc. Şirketi tarafından geliştirilmekte olup, tüm dünyada yaygın şekilde kullanılmaktadır. Program kendi bünyesinde 3 boyutlu çizim modülleri ile jeolojik veri sistemini barındırmaktadır. (URL-1, 2011)

Surpac programı 3D grafik oluşturmaya, jeostatistik analize ve modelleme ortamı oluşturmaya olanak sağlar. Surpac programı ile başlıca olarak; (URL-1, 2011)

- Program kapsamında, herhangi bir maden işletmesi için gerekli 3 boyutlu yüzey modellemesi yapılabilir.
- Cevher sondaj verileri kullanılarak veritabanı oluşturulur ve bu veritabanı programa tanıtılarak görselliği arttırılmış şekilde sondajların konumları değerleriyle beraber analiz edilir.
- Sondaj verileri kapsamında yeraltı ya da açık ocak işletmesi için belirlenmesi gereken cevher modeli oluşturulabilir.

- Oluşturulan cevher modeli blok modelleme yöntemiyle program bünyesinde sayısallaştırılarak tenör verilerinin jeostatistiksel dağılım ve analizleri gerçekleştirilebilir.

- Oluşturulan blok modele her türlü veri ataması yapılarak istenilen veriye göre cevherin kriterleri belirlenebilir.

- Cevher ya da blok modelinin topografik harita ile analizinden sonra tenör dağılımı yaklaşımıyla işletme metodu belirlenebilir.

- Açık ocak işletmelerinde tüm açık ocak dizaynı parametreleri göz önünde bulundurularak açık ocak modeli oluşturulur.

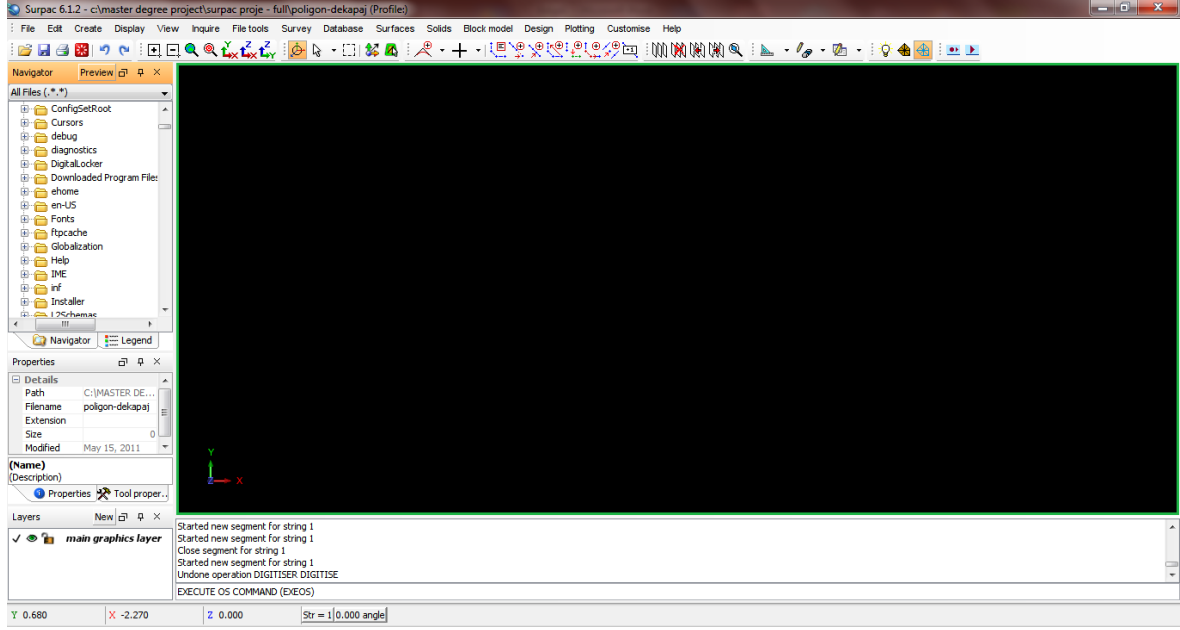
- Basamak üstü patlatma dizaynı oluşturmak mümkündür.

- Yeraltı işletmelerinde her türlü yeraltı galerileri, istenilen profil şekli ile beraber oluşturulabilir.

- Kuyu, ana giriş galerileri ve üretim galerileri ile üretim panel modelleri kolaylıkla oluşturulabilir.

Tüm bu çözümleri kağıt üzerinde modelleme yerine program üzerinden modellemek hem kolaylık, hem doğruya en yakın hesap hem de değişimleri anlık olarak adapte edebilme kolaylığı sağlar. Bu kapsamda 3 boyutlu madencilik modelleme programı olarak hızlı, etkin ve kolay kullanım ile son zamanların gözde programlarından biridir.

Program ara yüzü ve kullanımı gayet basit olup, birkaç uygulama sonucunda deneme yanılma metodu ile tüm menülerin işlevlerine vakıf olmak mümkündür. Programın genel görünümü Şekil 1’de gösterilmiştir. Programın ara yüzünde siyah görünen kısım 2 ve 3 boyutlu modellemenin uygulandığı koordinat sistemi tabanlı bölgedir. Bu kısımda, çalışmada anlatılacak olan tüm uygulamalar gerçekleştirilir. Tüm uygulamalara 3 boyutlu görsellik ve çizimde kolaylık sağlayan program, menüleriyle de gayet kullanışlıdır. Oluşturulan her bir dosya programın sol tarafında bulunan klasörler kısmında kullanıcı tarafından belirtilen klasör içinde kaydedilir. Sonrasında, uygulamalar sonucu istenilen dosyaya belirtilen klasör içinde rahatça ulaşmak mümkün olur.



Şekil 1. Surpac programının genel görünümü

Surpac programı menü kullanımı gayet basit olup, proje oluşturmada tüm araçlara kolaylıkla ulaşılır. Program kendi içinde bulundurduğu modelleme özellikleri yanında, makro oluşturmayı da mümkün kılar. Kullanıcılar program üzerinde yeni uygulamalar geliştirebilir. Program, proje oluşturmada kullanılan her bir aşama için farklı profiller içermekte olup, bu aşamalara kolaylık sağlamak amacıyla program görünümü uygulamaya göre değiştirilebilir.

1.4. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

1.4.1. Sahanın Genel Durumu

Çalışma sahası Trabzon ili, Sürmene ilçesi, Çamburnu belediyesine bağlı Kutlular Mahallesinde bulunmaktadır. Trabzon – Rize asfalt yoluna 7 km uzaklıktadır.(Şekil 2)

Arazi az engebelidir. Yükselti 260 m – 420 m arasında değişmektedir. Yörede her mevsim yağışlı Karadeniz iklimi görülür (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).

Çalışma sahası tamamen bitki örtüsü ile örtülüdür. Bitki örtüsünü çay ve fındık gibi endüstriyel bitkiler ile kestane, kumar, karayemiş, kızılğaç, yüksek kesimlerde iğne yapraklı ladin ve köknar ağaçları oluşturur. Yörede su ve elektrik sorunu yoktur (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).



Şekil 2. Çalışma sahası görünümü ve konumu

Çalışma sahasının 7 km kuzeyinden Trabzon – Rize asfalt yolu geçmektedir. Bu asfalt yola bağlı stabilize yollar ile yörede ulaşım sorunu bulunmamaktadır.

1.4.2. Çalışma Sahasının Jeolojisi

Çalışma sahası Doğu Pontid Tektonik Kuşağında yer almaktadır. Yörenin kayaçlarını üst krease denizaltı volkanizmasının ürünleri olan dasitik andezitik lav ve piroklastları oluşturur. Bu volkanik piroklastların arasında kalınlıkları ve devamlılıkları fazla olmayan sedimaner kayaçlar bulunmaktadır. Ayrıca volkano-sedimanter serileri kesen diabaz ve dasit daykları bulunmaktadır (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).

Birimin gençten yaşlıya doğru sıralanışları şöyledir.

- Dasit dayk
- Diabaz dayk
- Andezit – bazalt lav ve piroklastları
- Dasitik aglomera
- Dasitik tuf
- Dasitik tuf-breş
- Dasit lav

1.4.3. Sahanın Yapısal Jeolojisi

Çalışma sahasında belirgin bazı yapısal özellikler gözlenmektedir. Yörenin cevherli kayacını oluşturan dasitik piroklastlar doğu batı yönünde uzanım gösterirler.

Faylar Kuzey Doğu – Güney Batı ve Doğu – Batı doğrultularında gelişmişlerdir. Açık işletme esnasında ortaya çıkan ve cevher merceğini kuzeyinden sınırlayan Kuzey Doğu – Güney Batı doğrultulu 65° Kuzey Batı eğimli bir fay bulunmaktadır.

Kutlular açık işletmesinin, güneyinde dasitik tuf-breşlerle diabazların dokanında Kuzey Batı – Güney Doğu doğrultulu, doğusunda dasitik tuf breşlerle örtü birimleri arasında Kuzey Doğu – Güney Batı doğrultuyu fay bulunmaktadır.

Andezit – bazalt lav ve piroklastların içindeki kırmızı çamurtaşı – marn arakatkılarında küçük kıvrımlanmalar mevcuttur. Bu arakatkıların genel doğrultuları Kuzey Batı – Güney Doğu olup Kuzey Doğu'ya 25^0 - 30^0 eğimleri bulunmaktadır (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).

1.4.4. Sahanın Ekonomik Jeolojisi

Kutlular Maden Arama ve Geliştirme Projesi gereğince Kutlular Maden sahası ve civarında rezerv artırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla eski çalışmalar incelenip yorumlanmış proje kapsamında yapılan çalışmalarla yeni değerlendirmeler yapılmıştır.

Cevherleşmenin yerleştiği zamanki topografyaya göre masif tipi cevherleşme, sahanın güneyinde oluşmamış olabilir. Bu kesimlerde saçınımlı ile ağsal cevherleşmeler bulunabilir.

Sahada 1974 yılına kadar yapılan çalışmaları içeren 25 lokasyonda toplam 3855m sondaj yapıldığı ve %2.52 Cu tenörlü, açık işletmeye elverişli 1.444.596 ton rezervi olan bir maden yatağı tespit edildiği belirtilmiştir.

Önerilen Saha Kutlular Maden Yatağının bir kısmı ile kuzeyini içine alan 1.65 km^2 lik bir alanı kapsamaktadır. Bu sahada yapılan jeoloji etüdleriyle elde edilen veriler burada bazik örtü birimleri altında cevherleşme olabileceğini düşünmüş, Jeofizik ve detay jeokimya çalışmaları sonuçları ile de bu veriler doğrultusunda değerler elde edilince yeni sondajlar önerilmiştir.

Ocağın hemen kuzeyinde küçük de olsa bulunabilecek ana kütleden ayrılmış cevher merceği parçasının ekonomik olabileceği bir gerçektir.

1.4.5. Sahanın Jeofizik Çalışmaları

Jeofizik çalışmaları 1989 yılında gerçekleştirilmiştir.

Sürmene Kutlular sahasında IP(induced polarizasyon) metodu ve SIP (Faz indüklenmiş polarizasyon) metodu uygulanarak yapılan jeofizik etüd şu anda yapılan işletmenin üzerinde ve sahayı yaklaşık olarak kuzey-güney yönünde ikiye bölen profilde kuzey batıya doğru belirgin; mümkün ve muhtemel olarak ayırt edilebilecek aykırılık alanları saptanmıştır.

1.5. Önceki Çalışmalar

Kutlular Maden Yatağı ve çevresinde bir çok maden zuhurunun ve masif sülfür cevherleşmelerinin yankayıcı olan dasitik tüf-breşler bulunmuştur ve bunlara ait geniş bilgiler “Kutlular Maden Arama ve Geliştirme Projesi”nde verilmiştir.

Sahada yapılan 1/2000 ölçekli detay jeoloji haritası ve sondajlı çalışmaları içeren raporda, dasit ve dasitik tüflerin temeli oluşturduğu belirtilmektedir.

Ekonomik değerde masif pirit ve kalkopirit merceği tespit edilen bu alanda 25 noktada yapılan toplam 3855m sondaj verisine dayanılarak yapılan cevher analizinde, Kutlular sahasında % 2.52 Cu tenörlü 1.444.560 ton rezerve sahip açık işletmeye uygun bir maden yatağının varlığı tespit edilmiştir.

Bu analiz sonucunda, 1986 yılında işletmeye alınan Sürmene Kutlular açık ocak işletme yöntemli maden ocağı, 1995 yılına kadar işletilmiş, 1995 yılında projenin tamamlanması ile işletmeye kapatılmıştır. Açık ocak madencilik uygulamasından sonra arazide oluşan yeni alan günümüzde çöp dökme ve geri dönüşüm sistemi amacıyla “Katı Atık Tesisleri Yakma ve İşletme Birliği” adı altında proje oluşturulmuştur (URL-2, 2011).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

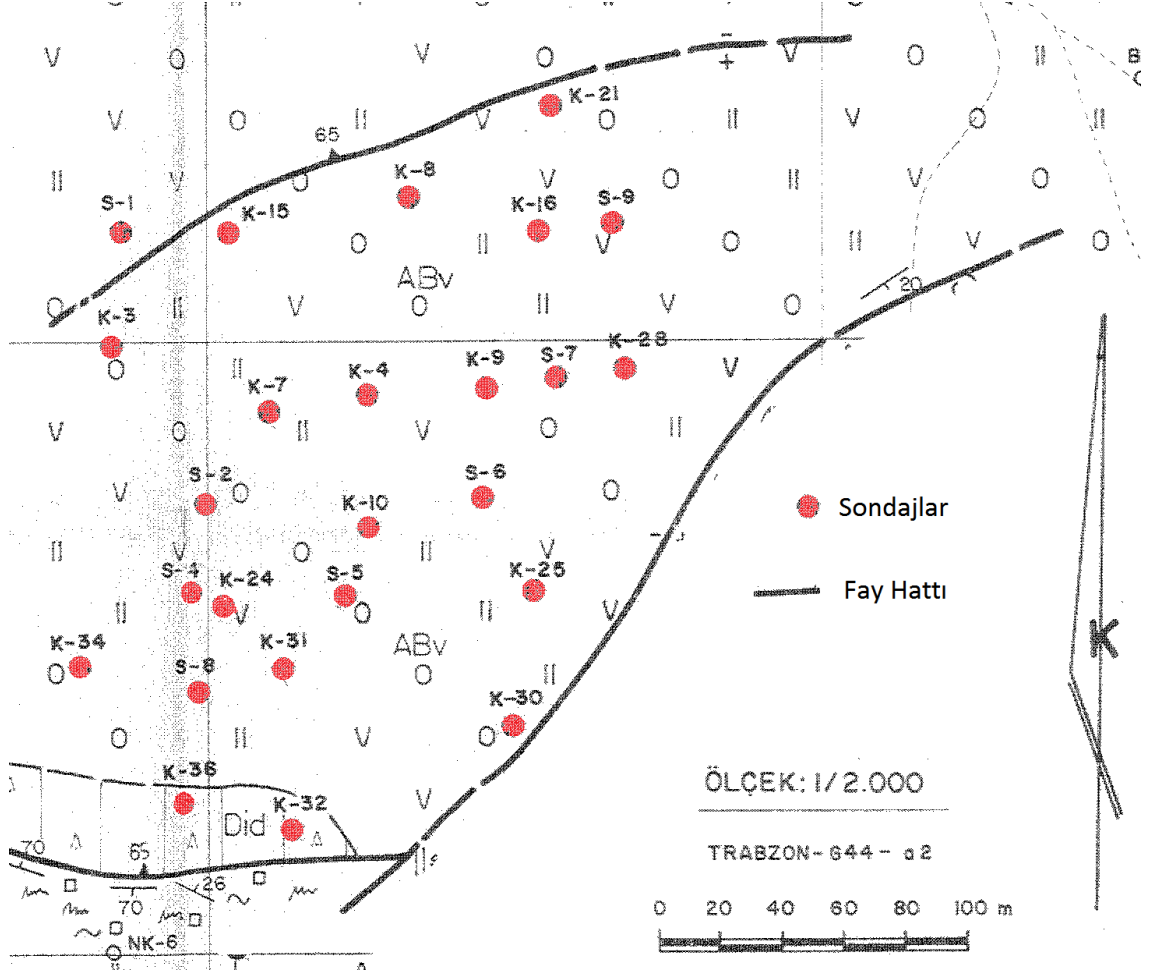
Bu çalışmada bilgisayar destekli 3 boyutlu rezerv hesabı ve açık ocak modelleme ile oluşturulacak verilerin daha önce uygulanan ve elde çizim yöntemi poligon metot ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Öncelikle rezerv hesaplamada klasik yöntem olarak poligon metot uygulaması değerlendirilerek sonuçları ortaya çıkarılmıştır. Bu yöntemde rezerv hesabı yapılarak daha sonraki aşamada karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Bir sonraki aşamada Surpac programı ile 3 boyutlu modelleme ile rezerv hesabı yapılmış ve sonuçları poligon yöntem ile karşılaştırılmıştır. Surpac programı ile modelleme uygulamasında Sürmene – Kutlular bölgesine ait M.T.A. ve K.B.İ. tarafından yapılan toplam 25 sondaj verisi kullanılarak cevher modelleme ile rezerv hesabı yapılmıştır.

2.2. Rezerv Değerlendirme

Bu çalışma kapsamında rezerv hesabı için 2 yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde klasik olarak çoğunlukta uygulanmakta olan poligon yöntemi uygulanmıştır. İkinci yöntemde ise rezerv hesaplama için çalışmanın asıl içeriğini oluşturan Surpac programı kullanılarak bilgisayar destekli 3 boyutlu modelleme yapılmıştır.

Poligon yöntemi uygulamasında, poligonların oluşturulması için de Surpac programından yararlanılmıştır. Elde poligonları oluşturmak ve alan ve hacim hesaplamaları yapmak yerine, poligon hesabında sadece programın geometrik hesap yetisini kullanmak ve tam değere ulaşmak için Surpac programından yararlanılmıştır. Surpac programına tanıtılan sondaj noktalarını içeren harita kullanılarak program kapsamında poligonları oluşturmak oldukça kolaydır (Şekil 3).

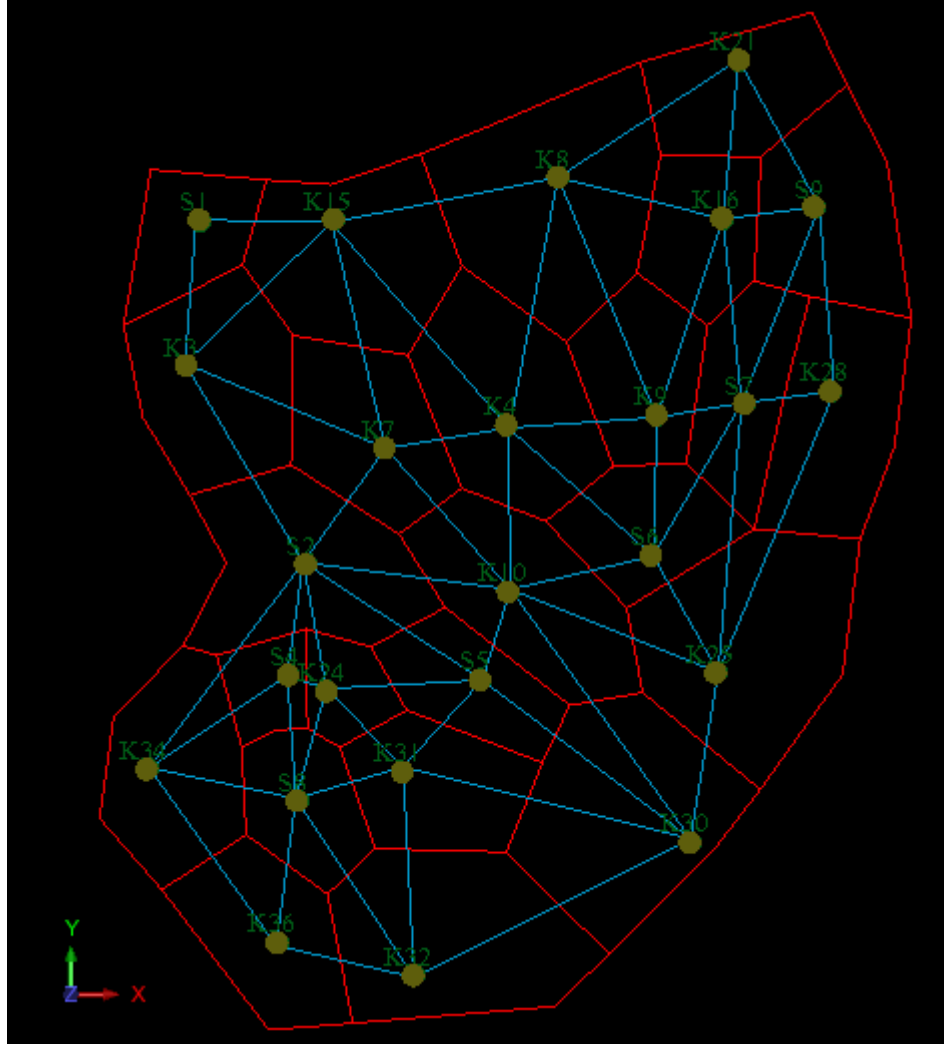


Şekil 3. Sondajların arazideki konumları ve dağılımları

2.3. Poligon Yöntemi ile Modelleme

2.3.1. Surpac ile Poligon Yöntemi Uygulamak

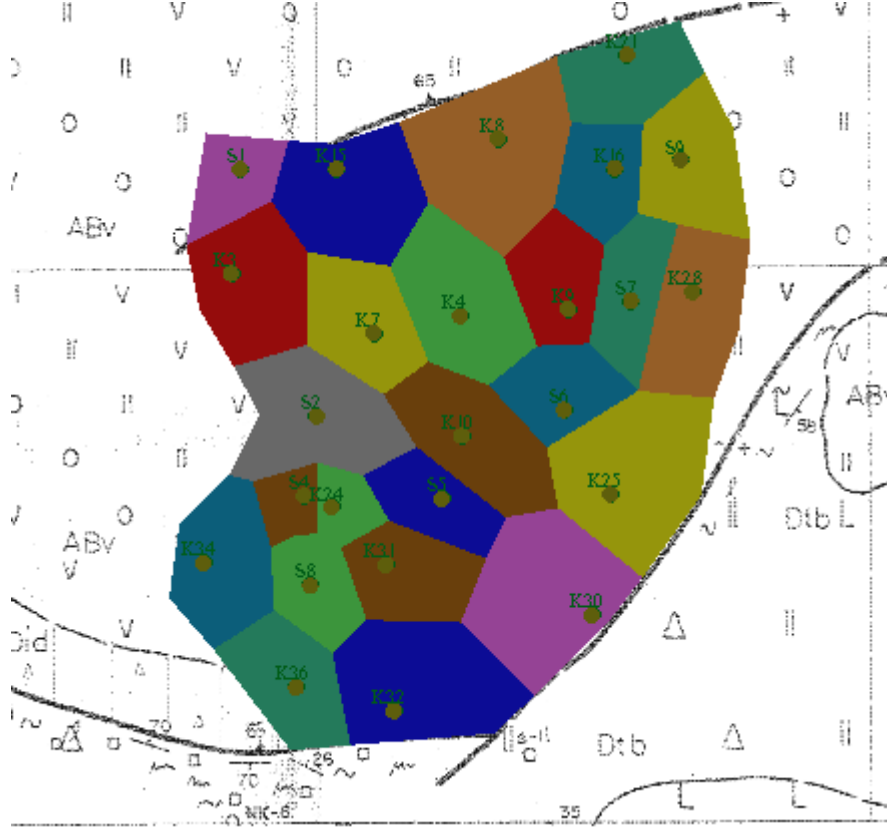
Poligon yöntemi rezerv hesaplamasında sondaj noktaları topografik haritada en yakındaki sondaj noktası ile birleştirilir. Bu birleştirmeden oluşan üçgenlerin orta noktaları birleştirilerek sondajların etrafında poligonlar oluşturulur (Şekil 4). Bu poligonların merkezinde bulunan sondajın tenör değeri ile cevher boyutu, o poligonun tamamını temsil eder. Haritada oluşturulan poligonların yüzey alanları da hesaba katılarak cevher için hacimsel hesap yapılır.



Şekil 4. Surpac programı ile poligon yöntemi

Poligon metodu uygulanırken, Surpac programında önce sondajlar en yakındaki diğer sondajlar ile birleştirilerek üçgenleme uygulanır. Bu aşamadan sonra üçgenlerin orta noktaları ve cevher bölgesinin nihai sınırı göz önüne alınarak her bir sondajın etrafında uygun poligonlar oluşturulur. Sonuç olarak toplam 25 sondaj etrafında sondaj verilerini temsil edecek 25 farklı poligon oluşturulmuştur (Şekil 5).

Buradaki uygulamada topografik harita üzerinde el ile poligonları oluşturmak yerine bilgisayar programı Surpac’da oluşturmak, poligonları 3 boyutlu görmek için imkan sağlamaktadır.



Şekil 5. Oluşturulan poligonların harita üzerinde görünümü

2.3.2. Poligon Metoduyla Cevher Hacmi Hesabı

Harita üzerinde görülen poligonları elle topografik harita üzerinde de oluşturmak mümkündür. Fakat elle yapılan çizimde her bir poligonun alanını hesaplamak zordur. Alternatif olarak programda poligonları oluşturmak ve her bir poligonun alanı ile hacmini hesaplamak çok kolaydır.

Örnek olarak, sondaj numaralarına göre K10 numaralı sondaj verisi için program tarafından oluşturulan poligon raporu detaylı olarak Tablo 1’de görülmektedir. Diğer tüm raporlar Ek Tablo 1’de verilmektedir.

Programa işlenen tüm sondaj verileri ile oluşturulan poligonların bu tip raporlaması gayet kolay olup, sadece cevher kalınlığı ve yüzey poligon şekli kullanılarak, anlık olarak poligonun yüzey alanının ve hacminin ne olduğunu hesaplanır.

Tablo 1. K10 sondaj veri bölgesinde oluşturulan poligonun raporu

Object: K10	(nesne: K10)
Trisolation: 2	(trisolation: 2)
Validated = true	(onay= doğru)
Status = solid	(durum= masif)
Trisolation Extents	(trisolation ölçüleri)
X Minimum: 602024.059	X Maximum: 602087.373
Y Minimum: 4528609.297	Y Maximum: 4528665.589
Z Minimum: 308.270	Z Maximum: 319.270
Surface area: 5821	(yüzey alanı: 5821)
Volume : 21149	(hacim: 21149)

Validated bilgisinde yapılan işlemin doğrulanıp doğrulanmadığı bilgisine yer verilir.

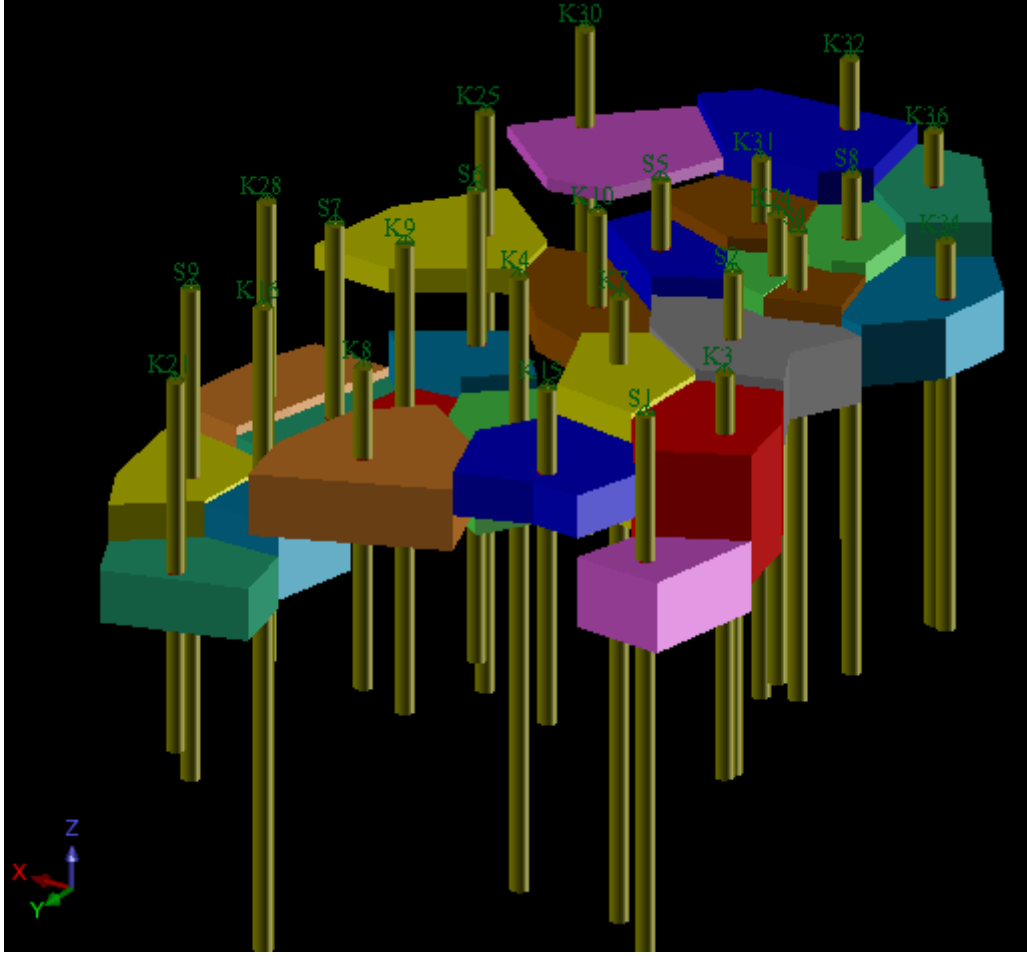
Status kısmında program ile oluşturulan cismin katı model ya da yüzey olup olmadığı bilgisine yani hacmi olup olmadığı ayırımına yer verilir.

X,Y,Z minimum ve maximum bilgilerinde oluşturulan cismin koordinat sınırları ile yükseklik sınırları bilgilerine yer verilir.

Surface area kısmında oluşturulan cismin yüzey alanı bilgisine yer verilir.

Volume kısmında ise oluşturulan cismin hacim bilgisine ulaşılır.

K10 sondajını temsil eden poligonun Surpac programında alınan detay bilgilerine göre k10 poligonunun yüzey alanı 5.821 m² olup, hacmi 21.149 m³'tür.

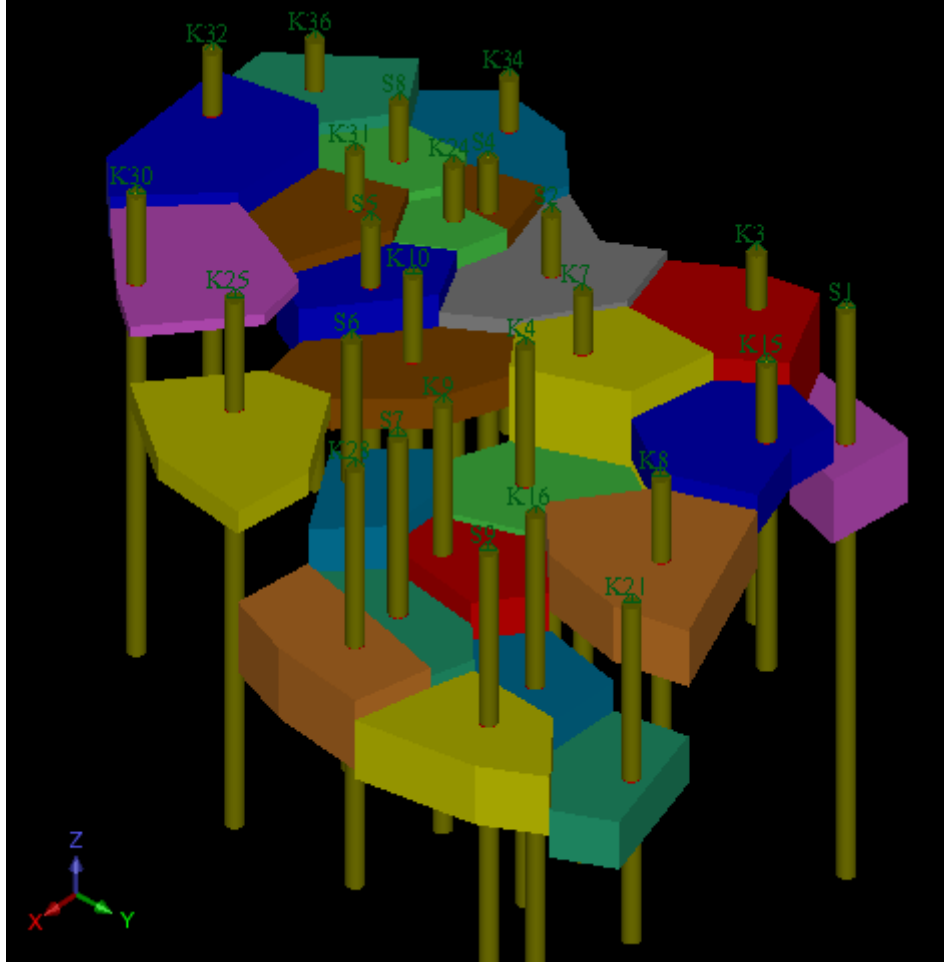


Şekil 6. Poligonların 3 boyutlu olarak görünümü

Program üzerinden oluşturulan poligonlar cevher kalınlığı da işlenerek Şekil 5'teki görülmektedir. Poligonlar sondaj verileri ile birlikte gösterilmekte olup, cevherin şekli ve yayılımı konusunda ön bilgi vermektedir.

Poligon metodu ile oluşturulan poligonların toplam yüzey alanı 158.719 m^2 olup, cevherin toplam hacmi 777.867 m^3 'tür.

Topografik harita üzerinde elde oluşturulan poligonlara alternatif olarak poligonların Surpac programı ile oluşturulması, 3 boyutlu görüntüleme ile hesap ve yorumlama açısından büyük kolaylık sağlar. Oluşturulan poligonları istenilen yönde ve istenilen doğrultuda görüntülemek mümkündür. (Şekil 6).



Şekil 7. Poligonların izometrik açıdan görünümü

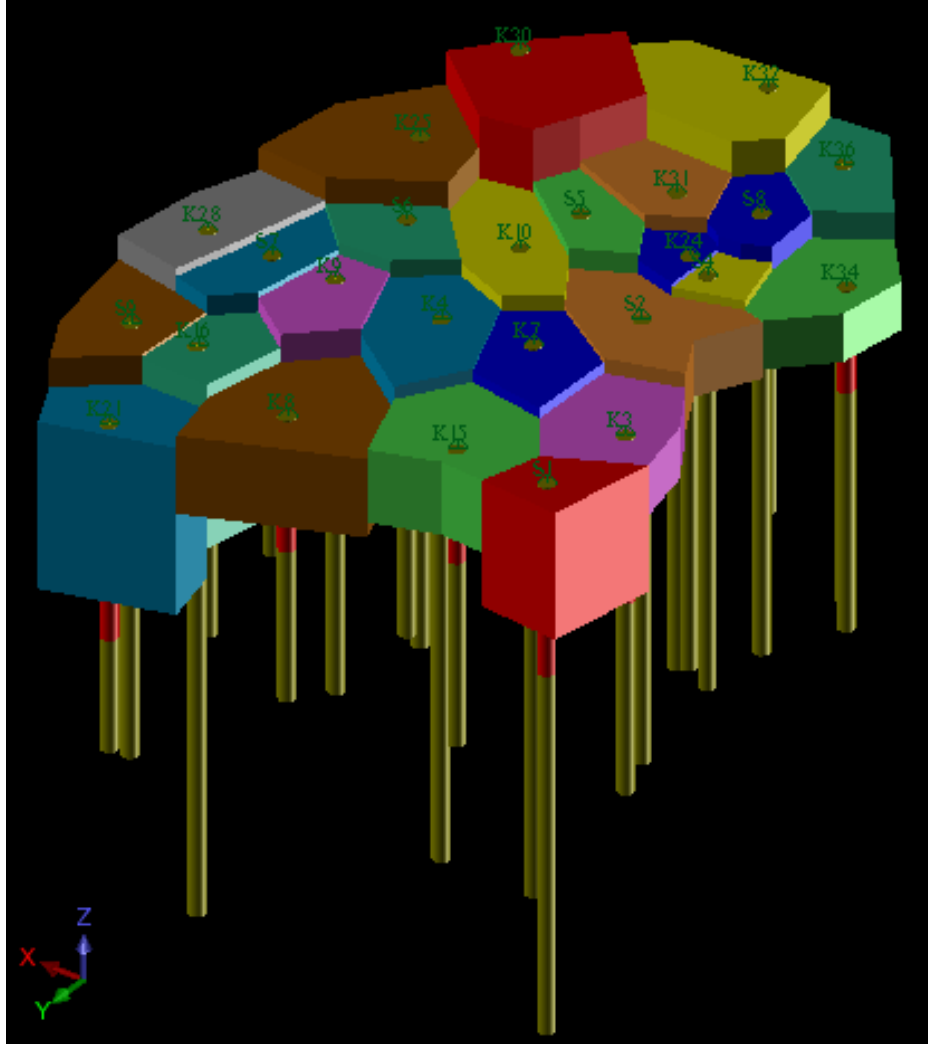
Surpac programı üzerinden poligon çizimi yapılarak cevherin tonajı tam olarak 1.555.734 ton cevher olarak hesaplanmıştır.

2.2.3. Poligon Metodu ile Dekapaj Hesabı

Tüvenan cevher hesabı yapmak için, 2 boyutlu topografik harita üzerinde el ile çizim yapmak yerine, Surpac programı ile poligonlar ve hacimsel hesapları 3 boyutlu modelleme yöntemi ile elde edildi.

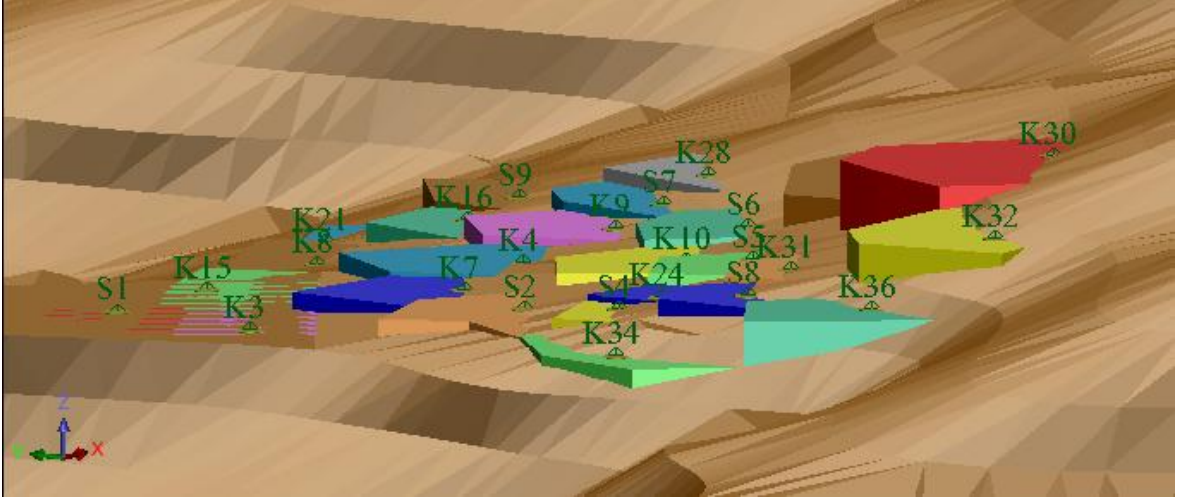
Dekapaj hesabı için de Surpac programında daha önce oluşturulan poligon kesitler hem sondaj loglarının yüzey noktasında hem de cevherin başlangıç noktasında

oluşturulmuştur. Bu iki kesit arasında oluşan poligonal şekillerin prizmatik şekilde modellenmesi ile örtü tabakasının topografik harita üzerinde modelleme ile ortaya çıkan hesabın aynısı bilgisayar modelleme programı yardımıyla 3 boyutlu görsel hale getirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Örtü tabakasının poligon metodu ile modellenmesi

Klasik olarak poligon metodu ile oluşturulan örtü tabakası poligonları topografik harita üzerinde kimi yerde yüzeye taşmış olarak, kimi yerde de yüzeye çıkamamış olarak görülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Örtü tabakası poligonlarının topografik harita ile birlikte gösterilmesi

Oluşturulan örtü tabakası cevherin üzerindeki örtü tabakasının hacimsel hesabı yine program yardımıyla yapılmış olup, toplam yüzey alanı 219144m^2 ve toplam dekapaj hacmi $1.395.033\text{m}^3$ 'tür. Raporlama Ek Tablo 2'de verilmektedir.

Topografik harita üzerinde oluşturulan örtü tabakası poligonlarının, topografik yüzey üzerinde %100 doğru veriler vermesi mümkün değildir. Oluşturulan poligonların hacimlerinin sahadaki gerçek veri ile birebir tutması için arazinin düz olması gerekir. Arazi eğimi eğer düzenli bir eğim ile değişim gösterirse yine veriler gerçeğe yakındır. Fakat yüzeyin düzensiz olarak eğim göstermesi poligon metdo ile oluşturulan verilerin gerçek verilerden uzaklaşmasını sağlayacaktır.

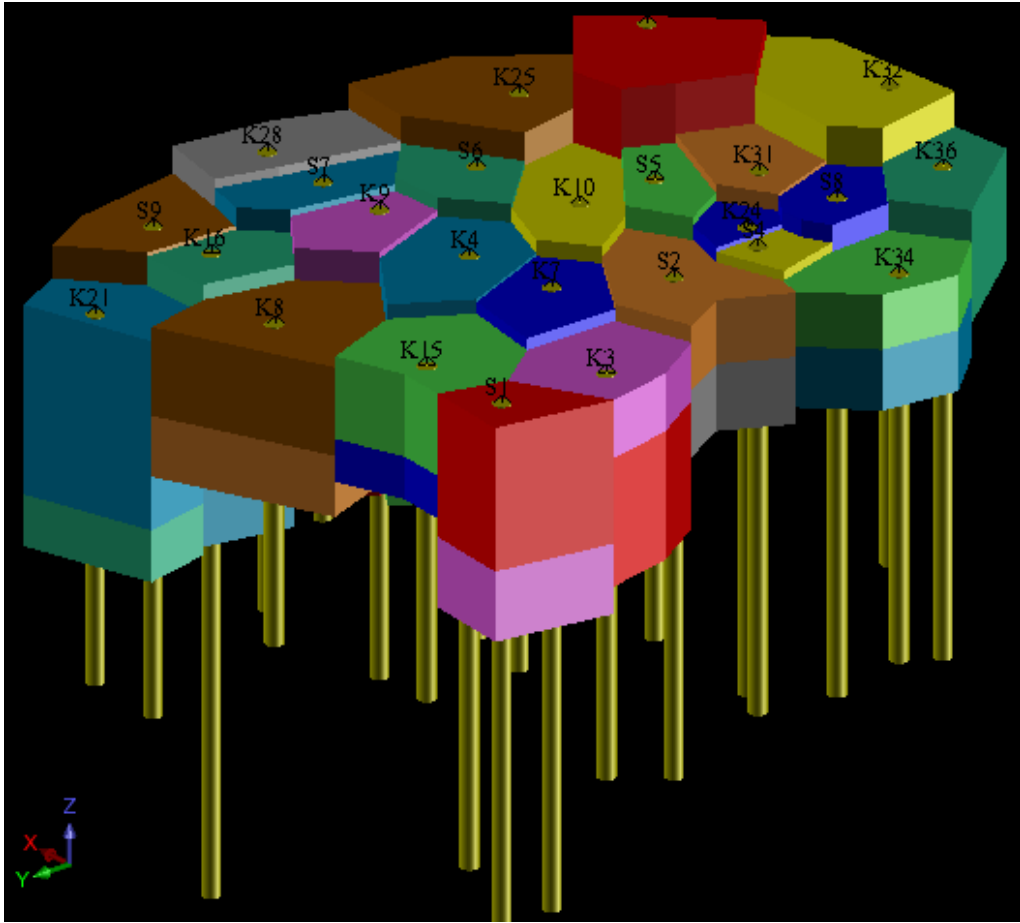
Buna alternatif olarak, bilgisayar programı Surpac yardımıyla "Surpac programı ile açık ocak modelleme" kapsamında yapılan modelleme gerçeğe en yakın verileri göz önüne getirecektir. Bu da maden ocağı ve cevher hakkında gerçeğe en yakın verilere ulaşmayı mümkün kılacaktır.

Buradaki uygulamada poligon metodunun topografik harita yerine yine bilgisayar programı Surpac yardımıyla yapılmasının nedeni, topografik harita üzerinde yapılacak olan hesap ile aynı sonuçları vereceğindendir.

Poligon metodunun Surpac aracılığı ile yapılmasının nedeni, harita üzerinde oluşturulacak poligonları 3 boyutlu ortama taşıyabilmek ve yüzey alanları ile hacimsel

hesaplamaları Surpac yardımıyla oluşturulmuş poligonların tam değerini otomatik olarak ve kesin sonuç olarak hesaplamaktır.

Burada oluşturulan poligonlar, oluşturma aşamasında mühendisin yorum ve belirlediği sınırlara göre değişiklik gösterir. Oluşturulmuş poligonların yüzey alanları ve hacim hesabı, harita üzerinde milimetrik hesaplama tekniğiyle kabul edilebilir değişkenlikler gösterecektir. Aynı metodun Surpac programı ile uygulanmasında, poligonların yüzey alanları ile hacim hesabı kesindir.



Şekil 10. Cevher ve dekapaj poligonlarının birlikte gösterilmesi

Hesaplamalar kısmında herbir sondaj logu için cevher tonajları ile dekapaj hacmi Surpac programı yardımıyla poligon metodu ile oluşturulmuştur. Oluşturulan herbir sondaj

poligonu için metal içeriği hesaplanmış olup, madenin metal içeriği 39872 tondur. Ortalama bakır tenörü 2.563 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2 - Türkiye'deki bazı bakır yatakları ile tenör ve rezerv değerleri

Yatak adı	cut-off (‰ Cu)	Tenörü (% Cu)	Rezervi (ton)
Çakmak kaya	0.5	1.08	21.300.000
Çakmak kaya ilâve	0.5	0.97	7.475.000
Damar,	0.5	1.586	17.648.754 (31.8.1972'deki)
Damar ilâve	0.5	1.50	6.163.163
Küre - Bakibaba	—	6.39	713.042
Espiye - Lahanos	—	6.59	2.312.180
Espiye - Kızılkaya	0.3	0.85	5.530.940
Küre - Aşıköy	—	7.96	183.000 (1.1.1972'deki)
Ergani - Anayatak	—	1.73	13.091.000 (1.1.1971'deki)
Ergani - Mihrapdağı	—	1.42	388.000
Çayeli - Madenköy	0.5	4	13.000.000 (takribi) veya
		2.2	20.000.000

Tablo 2'deki verilere dayanılarak (Göktepe, 2011); Sürmene Kutlular bölgesinde 1555734 ton cevher üretimi için alınması gereken örtü miktarı 1395033m³ olup, ortalama 2.563 tenör değeri ile açık işletmeye uygun bir bakır madeni yatağıdır. Tablo 1'deki verilere göre, üretim için gerekli minimum tenör değerleri yaklaşık olarak %0.5 Cu olup, Kutlular verilerinde en düşük tenör %1.8 Cu olmakla, üretimde cevherin tamamını açık ocak metodu ile çıkarmak mümkündür. Herhangi bir açık ocak üretim alt sınır değeri oluşturacak değer bulunmamaktadır.

Burada dekapaj miktarı sadece oluşturulan cevher modelinin dik kesit sondaj boyu kadar genişletilmesiyle hesaplanmıştır. Topografik harita üzerinde poligon metodu modeline göre bu miktar dekapaj miktarı cevher çıkarımı için mümkün değildir. Arazi şartlarına ve arazideki eğim dikkate alınarak dekapaj miktarının bu değerden 2.5 kat fazla olacağı düşünülse bile, değer miktarı ocak işletmesinin açık ocak uygulaması olmasını değiştirmez. Buna göre, örtü miktarı değeri yaklaşık 3.5 milyon m³ olup, kazı oranı 1:2,25 oranında çıkmaktadır. Bu değere göre, açık ocak madenciliği için gayet uygun bir madendir.

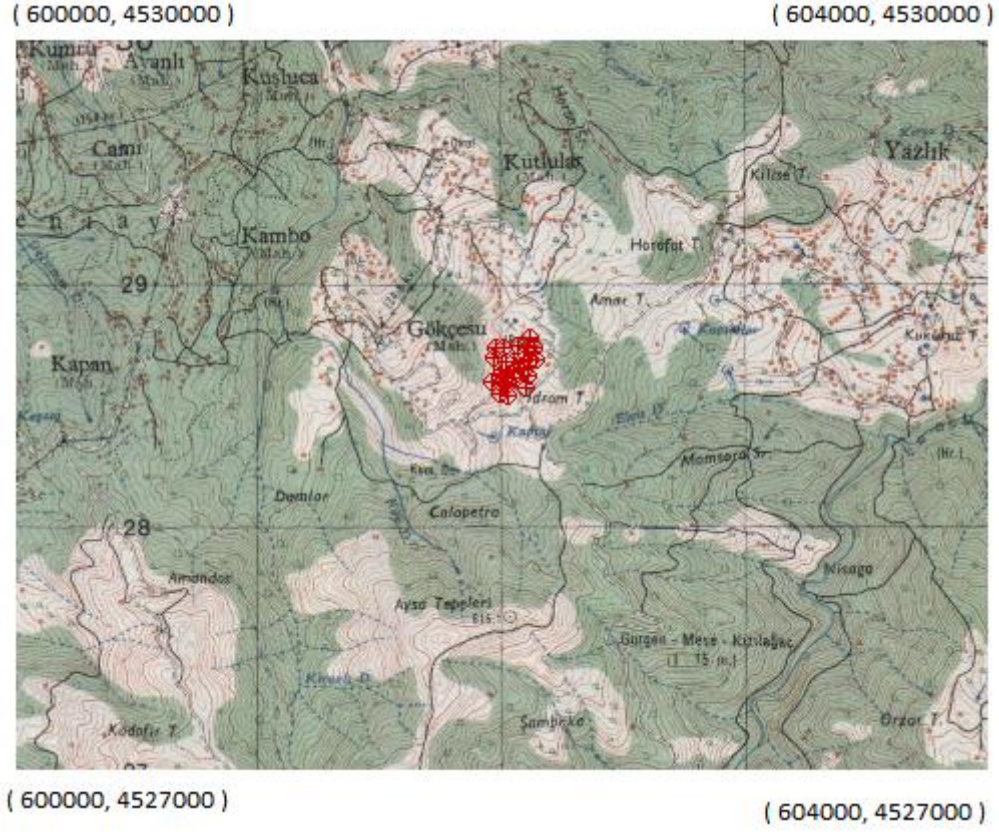
Tabiki bu çalışmada poligon metodu ile örtü tabakası hesabında, birebir hesaplama yapılmamış olup, cevherin üzerinde bulunan dekapaj miktarını belirlemede uygulamaya alınmıştır. Dekapaj hesabı program vasıtasıyla yapılabileceği gösterilmiş olup, birebir sonuçlar 3 boyutlu modellemede ortaya çıkacaktır.

2.4. Surpac Programı ile Modelleme ve Dizayn

2.4.1. Topografik Harita

Karadeniz Bakır İşletmelerine bağlı Kutlular bakır madeni ocağı, Türkiye’de G44a2 pafta bölgesine düşmektedir (Ek Şekil 1). Bölgenin koordinatları ile topografik harita Şekil 11’de gösterilmektedir.

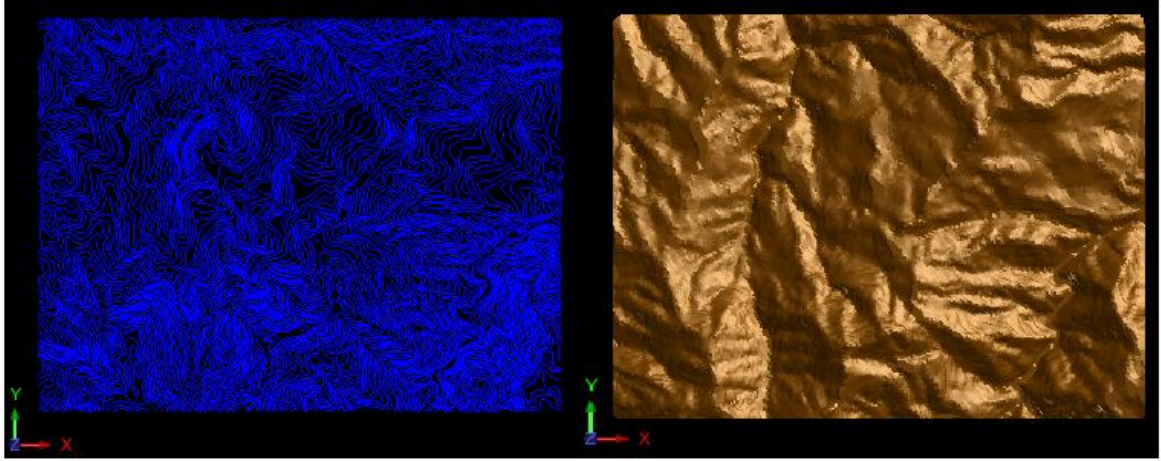
MTA’dan alınan verilere dayanılarak ulaşılan topografik harita numarası ve topografik harita üzerindeki koordinat verilerine göre maden bölgesi konumlandırılmıştır. Verileri işlemede G44A2 pafta nolu haritanın koordinat verileri sondaj bölgesini daha belirgin hale getirmek için daraltılmıştır. Buna bağlı olarak Şekil 11, G44A2 pafta numaralı topografik haritanın sadece ufak bir bölgesini kapsamaktadır.



Şekil 11. Maden ocağının bulunduğu topografik bölge ve koordinatları

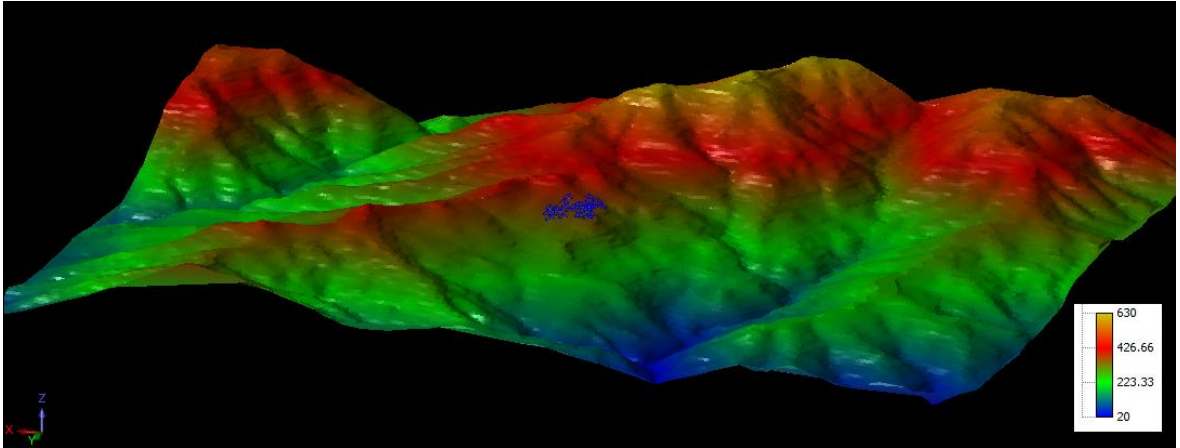
Surpac programı topografik yüzey modelleme için koordinatları ve eş yüksekli eğrileri belirli olan Trabzon bölgesi G44A2 pafta nolu topografik harita kullanılmıştır. Yukarıda görülen topografik harita, bu paftanın köşelerinde belirtilmiş koordinatlar ile kısıtlanmış halidir. Resim dosyası halinde köşe koordinatları bilinen harita, Surpac programının içinde hali hazırda olan koordinat sistemine tanıtılarak program içindeki gerçek yerini alması sağlanmıştır. Resim dosyası içinden eş yükselti eğrileri, yükseklik değerleri girilerek dijitalleştirme yöntemiyle program için gerekli sayısal verilere dönüştürülür. Bu aşamada program haritayı tam gerçekliği ile tanımış olur.

Bilgisayar programı yardımıyla topografik haritanın 3 boyutlu modellenmesi Şekil 12’de gösterilmektedir.



Şekil 12. Topografik yüzeyin çizgisel ve yüzeysel modeli

Topografik yüzeyin eş yükselti eğrilerini kullanarak Surpac programında modellenmesiyle ortaya çıkan yüzeye bakarak, arazi hakkında geniş bilgi elde edilir. Arazinin tepe noktaları, vadileri, düzlükleri ve akarsu varsa göl ve göletleri 3 boyutlu olarak analiz edilir.

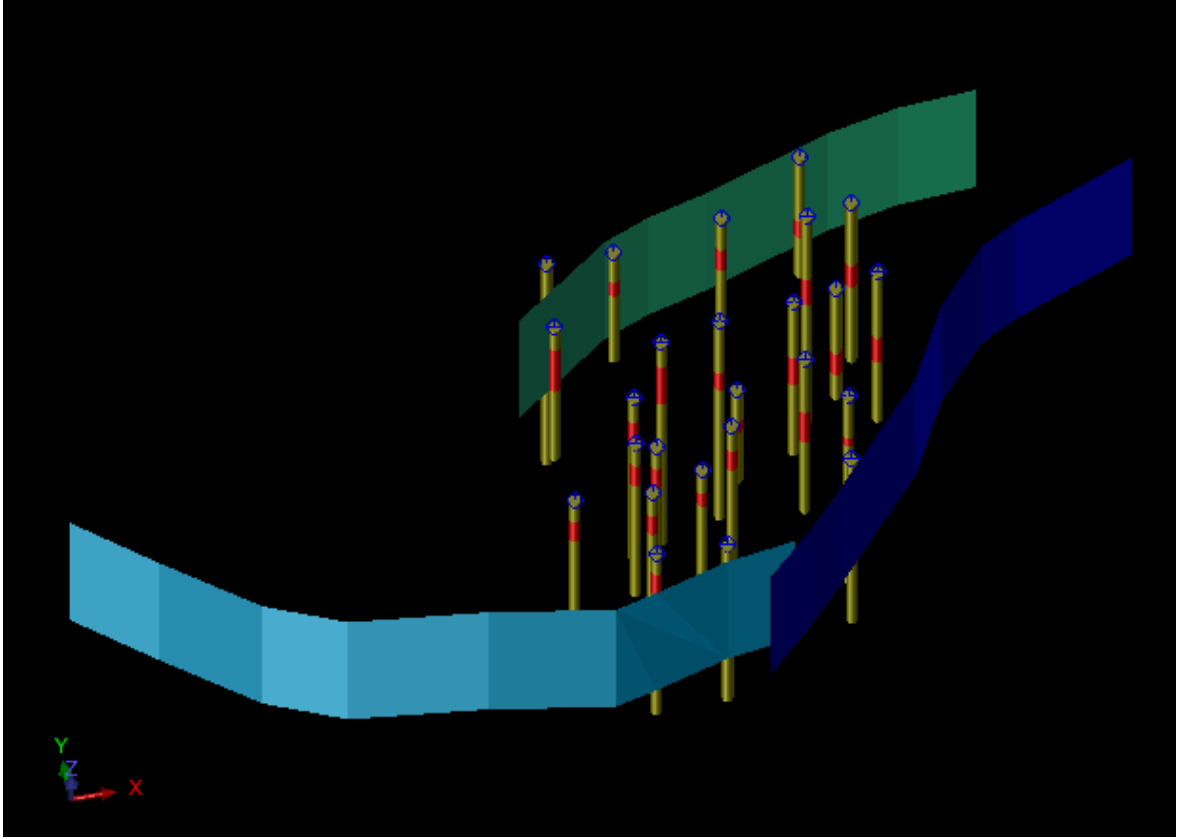


Şekil 13. Topografik yüzeyin yüksekliğe bağlı renk dağılımı

Maden işletmesinin bulunduğu topografik paftanın ihtiva ettiği yüzey, 20 m ile 630 m arasında bir yükseklik dağılımı göstermektedir.

2.4.2. Fay Hattı

Bakır cevherinin bulunduğu alanın 3 tarafı 90 – 120 m arasında değişkenlik gösteren fay hattı ile çevrilidir (Şekil 14). Fay hattı cevher oluşumunu sınırlamış olup, MTA araştırma ve proje verilerine göre güney tarafında oluşan 2 farklı fay hattının dışında etkili bir cevher oluşumu bulunmamaktadır. Kuzey yönünde olan fay hattı cevherin kuzey tarafına yayılımını kesmiş ve cevherin devamlılığı bozulmuştur. Kuzey yönündeki fay hattının devamındaki parça etkili cevher oluşumu içermeyip, ayrı bir değerlendirme bölgesi olarak incelenmeye gerek duyulmamıştır (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).



Şekil 14. Sondaj verileri ile fay hattının 3 boyutlu gösterilmesi

Kuzey yönündeki fay hattının dışında kalan sondajlarda bir tanesi uygulamaya alınmış olup, fay dışı diğer sondajlar belirli bir derinliğe kadar cevheri kesmediği için değerlendirme kapsamında değildir.

2.4.3. Jeolojik Veri

Sahada MTA kapsamında 1974 yılına kadar yapılan çalışmaları içeren Gümrükçü (1974)'te 25 lokasyonda %2.52 Cu tenörlü, açık işletmeye elverişli 1.444.596 ton rezervli açık işletmeye uygun maden yatağı tespit edilmiştir (Nalbantoğlu ve Yılmaz, 1992).

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü maden cevheri araştırma ve belirleme için ön çalışma olarak yaptığı çalışmalarda jeofizik hatlarından yararlanmıştır.

Rapordan anlaşıldığı üzere masif cevherleşme bölgede bulunan 3 farklı fay zone ile sınırlandırılmış olup, kuzey tarafındaki fay zone cevherin bir kısmını kesmiştir. Kuzey tarafta kalan cevher parçacığı sadece doğu tarafındaki sondajla ortaya çıkmış olup, fay zoneunun dışında kalan diğer bölgeler sondaj verilerinde çıkmamıştır.

Bu verilerden yararlanılarak, 25 noktada sondaj verisine ulaşılmış ve program için oluşturulan veritabanında kullanılmıştır.

2.4.4. Veritabanı Oluşturmak

Surpac programında jeolojik veri tabanı oluşturmak için öncelikle gerekli olan dosyaların hazırlanması gereklidir. Sondaj verilerinin koordinatları, sondaj adları, derinlikleri ve güney açısı (azimuth) ile dalma açısı (dip) programa tanıtılmak zorundadır. Burada önemli olan verilerin tam ve eksiksiz olarak oluşturulmasıdır. Programa önceden tanıtılmış olan hazır dosyalar vardır. Bunlardan 2 tanesi bizim için gerekli olan COLLAR ve SURVEY dosyalarıdır. Bu dosyalar excel tabloları şeklinde hazırlanıp .csv uzantılı olarak kaydedilir. Collar dosyası program içinde; hole_id, x, y, z ve max.depth başlıkları içerir. Survey dosyası program içinde; hole_id, azimuth, dip ve depth

başlıkları içerir (Ek Tablo 3 ve 4). Dosyalar hazırlanırken bu isimlerde hazırlanması takip açısından programa tanıtımda kolaylık sağlar.

Bu dosyaları yanında programa sonradan yeni dosya isimleri tanıtılabilir. Yeni dosya olarak GEOLOGY ve SAMPLE dosyaları eklenmiştir (Ek Tablo 5 ve 6). Eklenen geology dosyası için alt başlık olarak hole_id, depth_from ve depth_to başlıkları, sample için hole_id, sample_id, depth_from ve depth_to başlıkları otomatik oluşturulur. Her bir oluşturulan dosyaya yeni alt başlık eklemek de mümkündür. Geology için lithology, sample için grade alt başlıkları eklenir. Bu bilgilere ait uygulama Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3. Veritabanı dosyaları ve yeni tabloların eklenmesi

Database Name: database2
Database Type: access
Mandatory Tables: collar survey translation

Define the optional tables for the database

Table name	Table type	Time dependent
1 geology	interval	☐
2 sample	interval	☐
3 translation	interval	☐

Insert
Add
Remove
Set default number of rows

Apply Cancel

collar survey translation styles geology sample

Mandatory Fields

Field	Type	Nulls	Index	Length	No. Dec	Low Bound	High Bound
1 hole_id	character	☐	none	12	0	-999999	99999999
2 samp_id	character	☒	none	10	0	-999999	99999999
3 depth_from	real	☐	none	7	2	0	9999
4 y_from	real	☐	none	11	3	-999999	99999999
5 x_from	real	☐	none	11	3	-999999	99999999
6 z_from	real	☐	none	11	3	-999999	99999999

Optional Fields

Field	Type	Nulls	Length	No. Dec	Case	Low Bound	High Bound	Phys, Virt or Exp	Reference field or Expression
1 grade	character	☒	10	2	mixed	0	999	physical	
2	character	☒	10	2	mixed	0	999	physical	

Insert
Add
Remove
Set default number of rows

Apply Cancel

Collar: Collar dosyası sondajın genel bilgilerini içerir.

Hole_id: Herbir sondajın birbirinden ayrılması için ayrı ayrı rakam ya da harflerle isimlendirilir.

Bu tablo adı ve değerler diğer dosyalarda da aynen kullanılarak programın dosyalar arasında senkronizasyonu sağlar.

X: Sondaj verisinin doğu yönündeki koordinat verisini içerir.

Y: Sondaj verisinin kuzey yönündeki koordinat verisini içerir.

Max_depth: Sondajın yüzeyden toplam derinliğini içerir.

Survey: Survey dosyası sondajın yüzeyden derinlere gidildikçe nasıl bir ilerleme yaptığını belirtmede önemlidir.

Azimuth: Azimuth değeri sondajın kuzeyle yaptığı açı değeridir. X-Y yönleri üzerinden yaptığı açı olarak da değerlendirilebilir. Kuzey “0” derece alınarak tam tur “360” derece düşünülüp, “0-359” derece arasında bir değerdir.

Dip: Dip değeri sondajın dalma açısıdır. Z yönü ile yaptığı açıdır. Sondaj eğer herhangi bir azimuth değeri ile yapılmışsa, bir dalma açısı da yapmış demektir. Dalma açısı “0” ise azimuth değeri de “0” olmak zorundadır. Ters durumda, azimuth değeri “0” olduğu halde dalma açısı değişebilir.

Geology: Geology dosyasında sondajın jeolojisi hakkında bilgi verilir.

Depth_from: Bu tabloda sondaj kesitinin kayaç üst sınırı ile cevher üst sınırı yükselti değerleri bulunmalıdır.

Depth_to: Bu tabloda sondaj kesitinin kayaç alt sınırı ile cevher alt sınırı yükselti değerleri bulunmalıdır.

Lithology: *Depth_from* ve *depth_to* tabloları ile senkronize olarak cevher ve kayaç ayrımları bildirilir. Kayaç veya cevher cinsi isimleri de kullanılabilir.

Sample: Sample dosyasında sondaja ait tenör değerleri ayrıntılı olarak belirtilir.

Sample_id: Sample dosyasına eklenen *sample_id* tablosunda, sondaj kesitleri kayaç ve cevher ayrımını farklı isimlendirmek için kullanılır.

Grade: Sondaj kesitlerinin depth_from ve depth_to ayrımlarının tenör değerlerini barındırır. Belirli bir cevher kesiti kendi içinde sample_id ile bölümlendirilerek ayrı tenör değerleri girilmesi mümkündür.

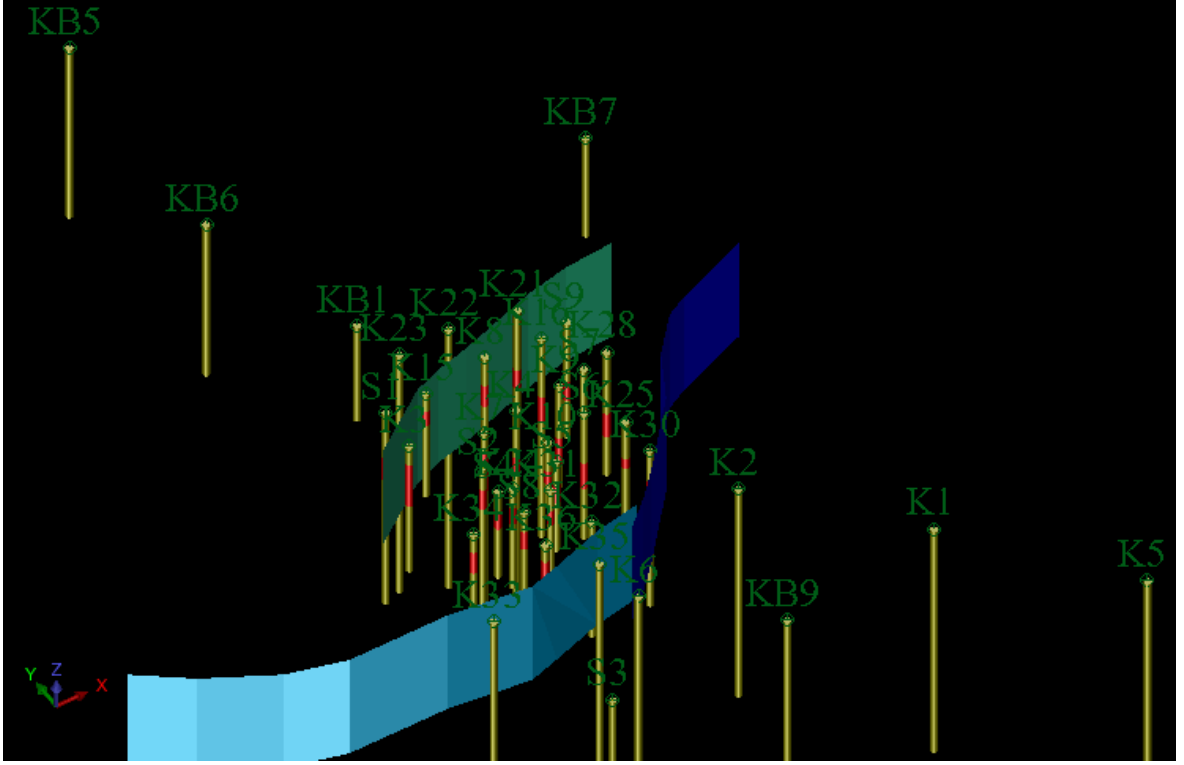
Surpac programında ön tanımlı olarak veritabanı ayırıcı olarak “virgöl (,)” sayısal veri ondalık ayırıcı olarak “nokta (.)” kullanılmaktadır. Buna ters olarak Microsoft Office Word programında ön tanımlı olarak veri ayırıcı “noktalı virgöl (;)” sayısal veri ondalık ayırıcı olarak “virgöl(,)” kullanılmaktadır. Veritabanı oluşturulup dosyalar .csv (Comma Separated Value) olarak kaydedildikten sonra dosyaları “Not Defteri” programı üzerinden açıp, gerekli olan değişimler not defteri içindeki “tümünü değiştir” komutu ile yapılmalıdır. Aksi halde ne kadar uğraşılsa uğraşılsın Surpac programı hiçbir veriyi tanımayacak ve sürekli hata verecektir.

Bu uygulama sonucunda tez kapsamında oluşturulan veritabanı tablolarının tamamı ekler kısmında verilmiştir.

2.4.5. Sondaj Verileri

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ve Karadeniz Bakır İşletmesi bünyesinde yapılan tüm sondajlar konumları itibariyle Surpac programı yardımıyla Şekil 15’te gösterilmiştir.

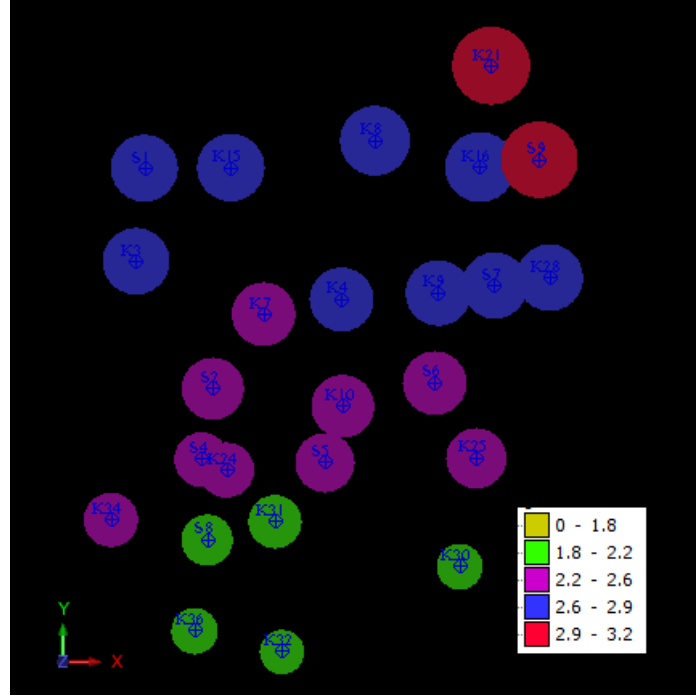
K, KB ve S kodlarıyla numaralandırılmış sondajlar ayrı zamanlarda farklı firmalar tarafından yapılmıştır. KB sondajlarını ön analiz kapsamında yapan Karadeniz Bakır İşletmeleri fay hattı bölgesi dışına düşen arazide etkin bir cevherleşme olmadığını ortaya çıkarmıştır.



Şekil 15. Bölgede MTA ve KBİ tarafından yapılan tüm sondajlar

Şekil 15'te görüldüğü gibi, fay zone dışında kalan sondajlarda cevherleşme görülmemektedir. Cevherleşme fay bölgesi içinde kalıp kuzey tarafındaki fayın dışında s1 sondajında da cevherleşme görülmektedir.

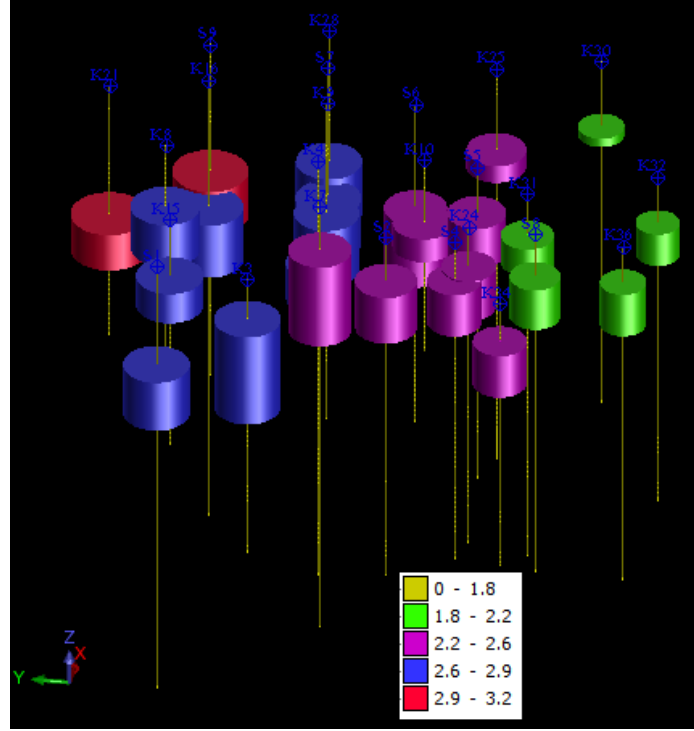
Cevher modeli oluşturan sondaj kesitleri Surpac programı yardımıyla cevher ve kayaç ayrımı olarak gösterilebildiği gibi sondajların tenör değerlerine göre farklı uygulamalar ile de gösterilebilir Tenör dağılımı, belirli aralıklarda farklı renklere ayrılarak tenör dağılımının analizinde önemli bir görsellik sağlanır. Bu bilgilere dayanılarak, cevher modelini oluşturma sürecini etkileyecek önemli bilgilere ulaşılır.



Şekil 16. Sondaj tenör değerleri % dağılımlara göre renklendirilmesi

Sondaj verilerine üstten bakıldığında bölgede hangi kısımda nasıl bir dağılım olduğu (Şekil 17), tenör yoğunluğunun hangi yönde olduğu ve bu yoğunluğun birbirlerine göre oranı kolaylıkla anlaşılmaktadır. Şekil 17’de gösterildiği gibi, kırmızı renkli cevher bölgesi tenör yönünün en yoğun bölge olup, 1.8 tenör değerinin altında sondaj bulunmamaktadır. Bu tez kapsamında az sondaj verisi bulunduğundan analizi kolaydır

Örneğin, 1000 adet sondaj verisi olan bir modellemede renksel dağılım projelendirme kapsamında büyük önem arz etmektedir. Hangi bölgede cevher tenörünün yoğun olduğu ya da hangi bölgenin cevher dağılımının daha az tenör içerdiği kolaylıkla analiz edilir.

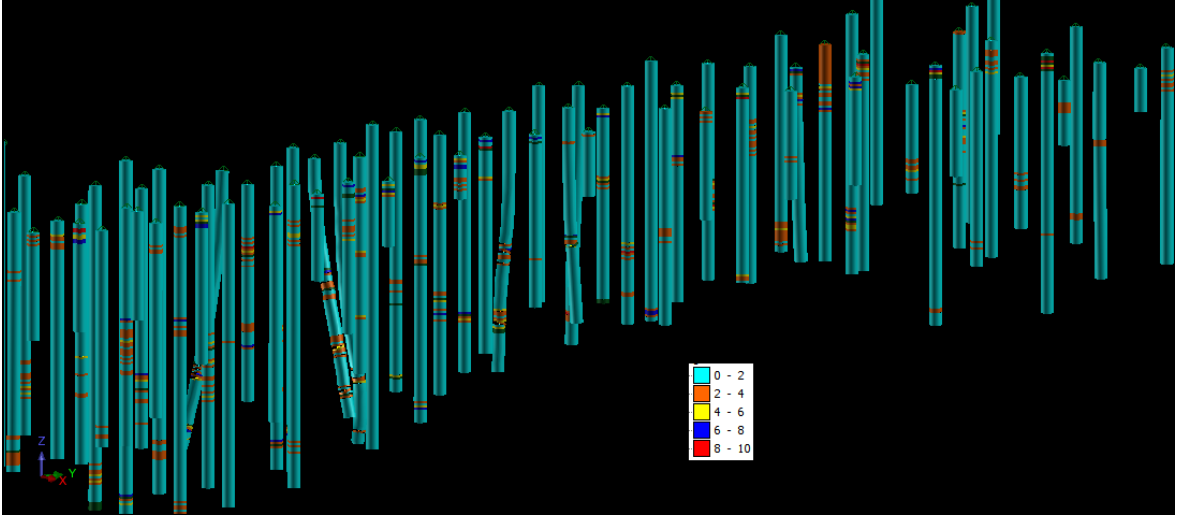


Şekil 17. Sondaj tenör dağılımı

2.4.6. Üç Boyutlu Görüntüleme Yöntemiyle Kesit Oluşturmanın Önemi

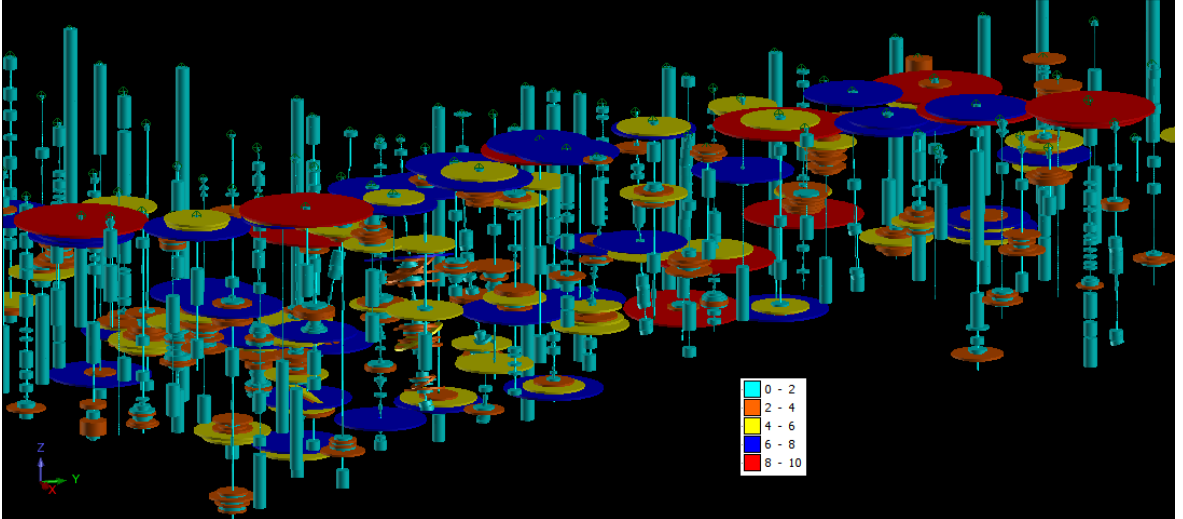
Cevher modellemede sondajların 3 boyutlu görüntülenmesi ve bu verilere dayanılarak hangi bölgede tenörün arttığı hangi bölgede daha düşük tenör olduğu ve dağılımının birbirleri ile ilişkisi önemlidir. Buradaki çalışmada ortaya çıkmamakla birlikte, bir sondaj üzerinde farklı derinliklerde birbirinden kopmuş vaziyette oluşan cevherleşme modellerinde masif cevher şeklini topografik harita üzerinde çıkarmak zordur.

Şekil 18’de görüldüğü gibi, altın madeni için yapılan sondajlarla bir sondaj üzerinde ayrı olarak çok sayıda cevherleşme kesitleri görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak, yakındaki birkaç tane sondaj üzerindeki altın kesitlerini dikkate alarak, altın için masif cevher kütlesi oluşturmak oldukça zordur.



Şekil 18. Surpac tanıtım dosyalarından sondaj verileri tenör dağılımı

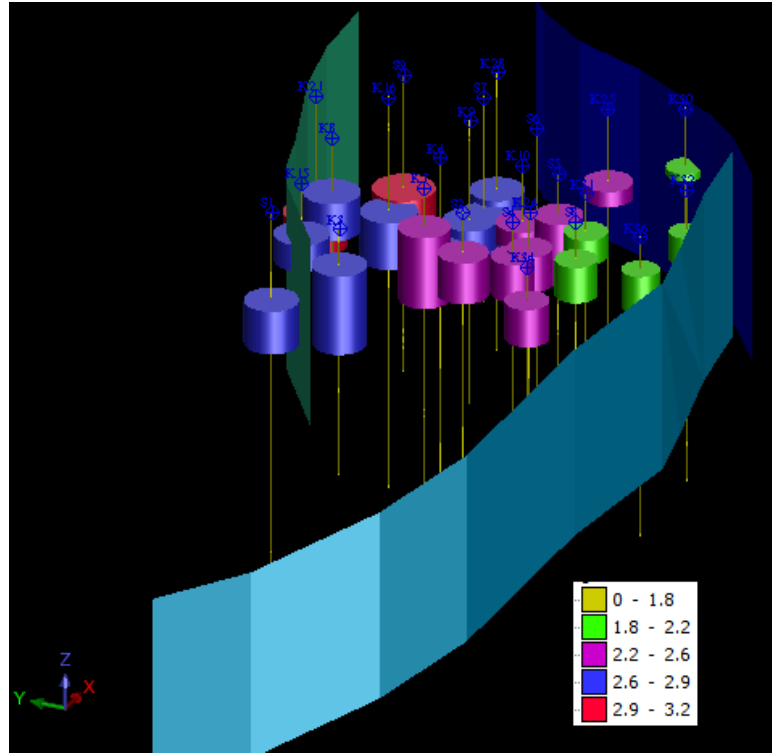
Farklı bir açıdan düşünülürse, Şekil 19’da görüldüğü gibi, altın oluşumunun fazla olduğu kesitle program yardımıyla daha geniş diskler şeklinde görüntülenerek yoğunluğun nerelerde fazla olduğu ve yoğunluğa göre masif cevher kütlesinin nasıl şekil alması gerektiği kolaylıkla anlaşılmaktadır.



Şekil 19. Sondaj tenör dağılımının orantısal disk şekilli dağılımı

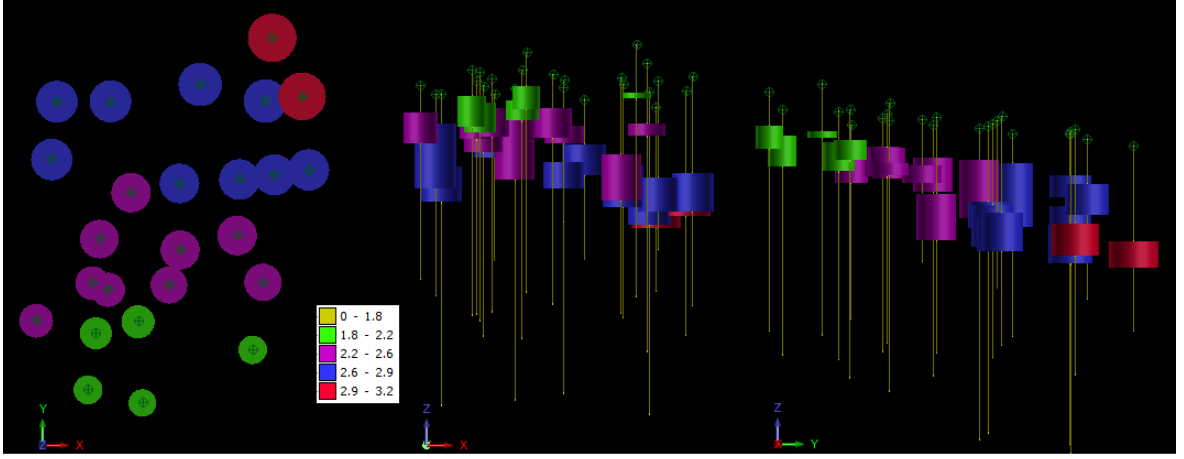
2 boyutlu ortamda yapılan hesaplamalar yüksek derecede 3 boyutlu düşünebilme ve sondaj verilerinin hepsini bir arada kesit değerleri ile düşünebilmeyi gerektireceği için, cevherleşmeyi 3 boyutlu görmeden cevher kütlesini oluşturmak yanlışlara sebep olabilecektir. Bilindiği üzere, cevher kütlesinin yanlış tarafa ve yanlış metrajlarda çizimi ve proje kapsamında değerlendirilmesi yüksek miktarda cevher kaybına ve buna bağlı olarak büyük bir ekonomik kayba neden olabilecektir.

Deneysel çalışmalara tekrar bakmak gerekirse, sondaj verilerinin tenör değerine göre dağılımı fay hattı görüntüleriyle birlikte Şekil 20’de gösterilmektedir.



Şekil 20. Sondaj logları tenör dağılımı ve fay hattı

Tenör dağılımlarına ilişkin farklı yönlerden görüntüleme Şekil 21’de gösterilmektedir. Üstten, önden ve yandan görüntüleme ile genel olarak cevherin 3 boyutlu modeli tahmini olarak ortaya çıkmış olur. Bu da modellemeye büyük kolaylık sağlar.

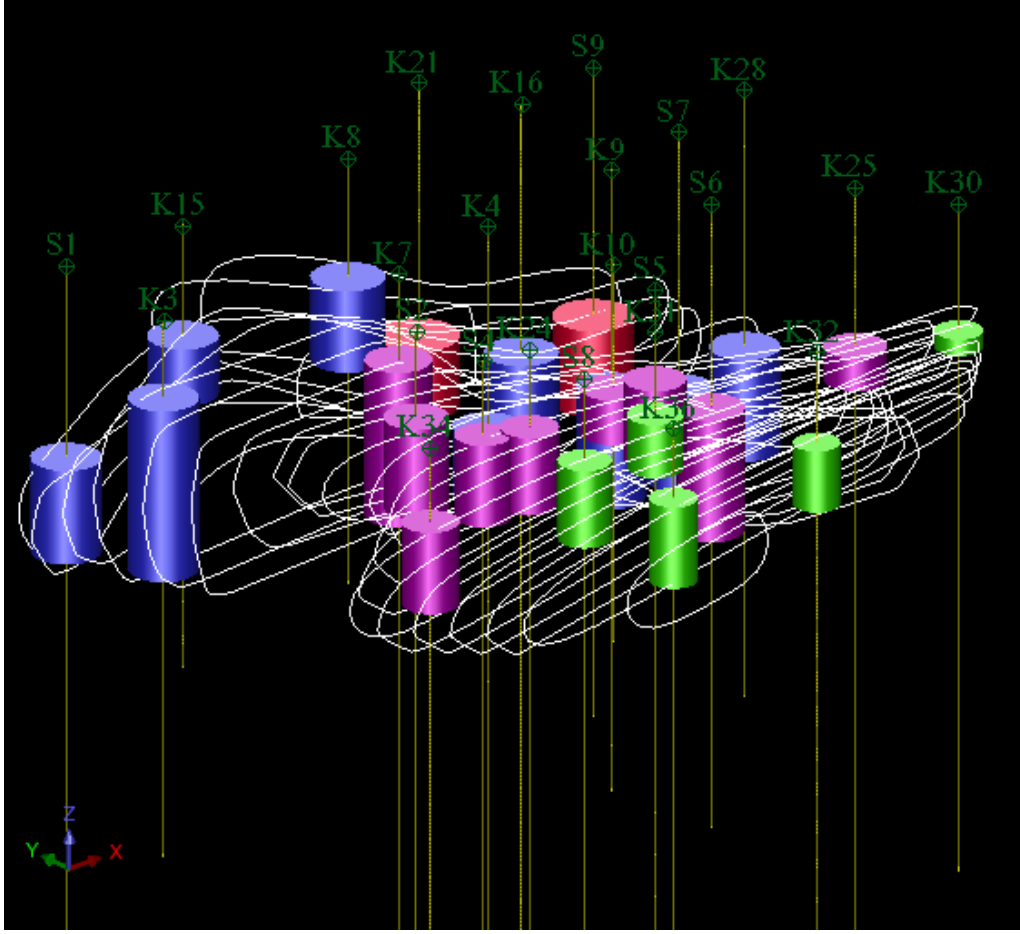


Şekil 21. Sondajların üstten (X – Y), önden (X – Z) ve yandan (Y – Z) görünümü

2.4.7. Cevher Modelleme

Tez çalışmasının bu kısmında dijital ortamda oluşturulmuş sondaj loglarının cevher alt ve üst limitleri kullanılarak cevherin katı modeli oluşturulur. Katı model oluşturmada dikkat edilecek husus, cevher alt ve üst limitlerini kullanarak model oluşturmak yerine sondaj logları içindeki cevher tenör değerleri dikkate alınarak en uygun şekilde cevher modelini oluşturmaktır. Bu çalışmada sondaj tenör değerleri ile cevher kayaç ayrımını düşünerek oluşturulacak modeller aynı olacağından burada tenör değeri ya da cevher alt üst limit ayrımı yapmaya gerek yoktur.

Cevher kayaç ayırım noktaları kullanılarak program yardımıyla oluşturulan kesitler 3 boyutlu katı model oluşturma metoduyla birleştirilerek, tüm sondajların cevher kesitlerini içine alacak şekilde cevher modeli çizgileri oluşturulmuştur. (Şekil 22).

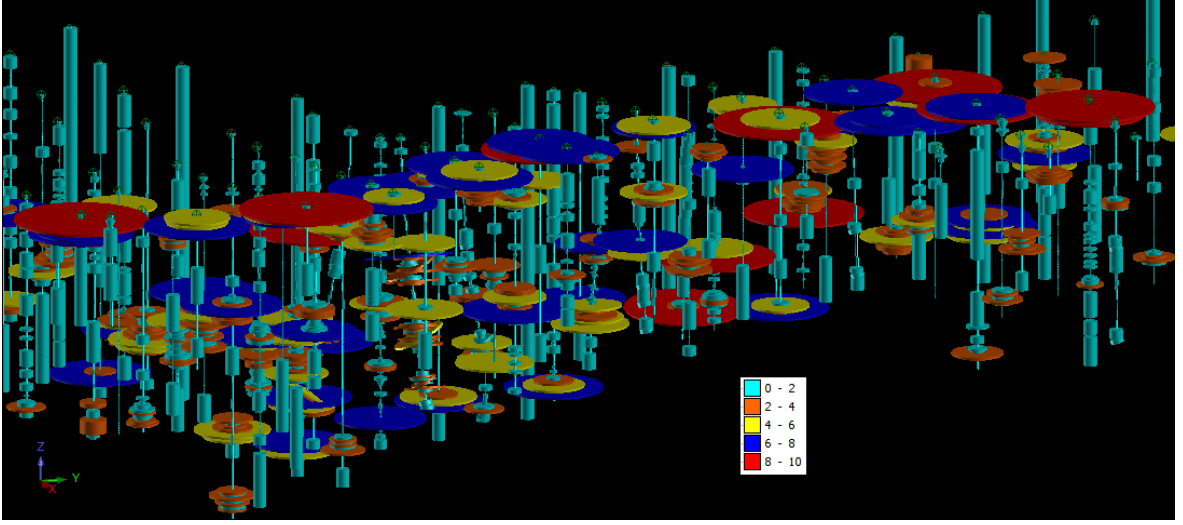


Şekil 22. Sondaj verileri kullanılarak katı model için oluşturulan kesitler

2.4.7.1. Düzgün Kesit Oluşturmanın Önemi

Kesit alma işlemi elde yapılan projelerde de mümkün olduğu gibi, modelleme programları ile yapılanlara göre çok daha zordur. Ayrıca kesitleri belirlemede uzun uğraşların yanında yanlış yerden katı modelin kesit çizgisini belirlemek, üretim ve maden çalışmalarını olumsuz yönde etkileyecektir.

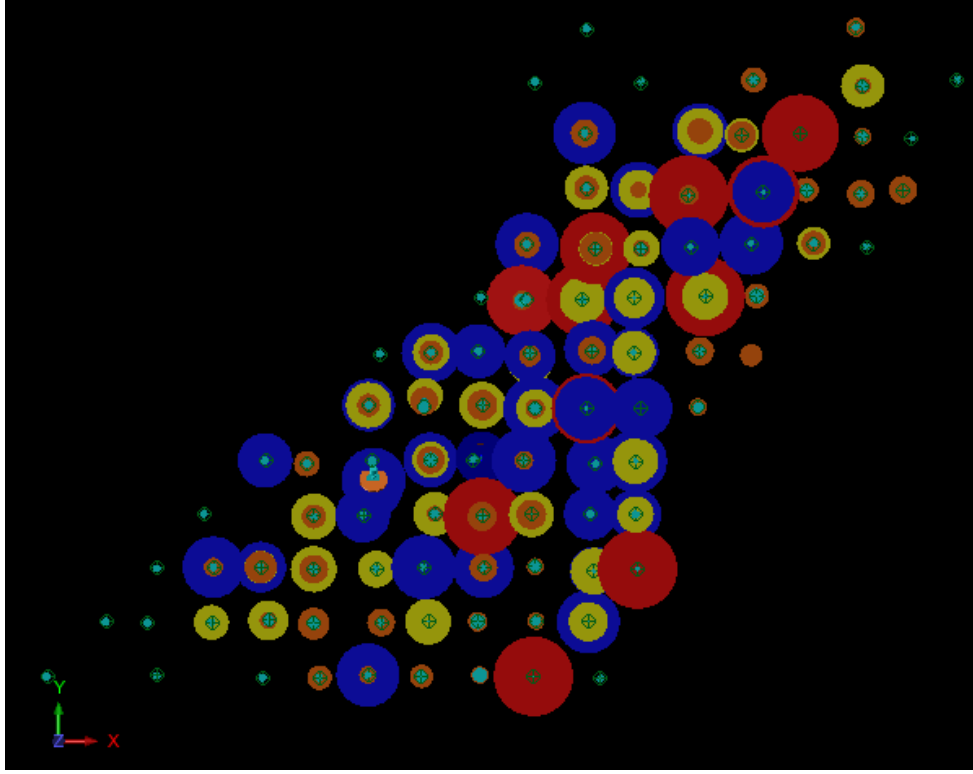
Daha önce de verilen Surpac programının eğitim dosyalarından bir örnek konunun daha iyi anlaşılması açısından Şekil 23'te verilmiştir.



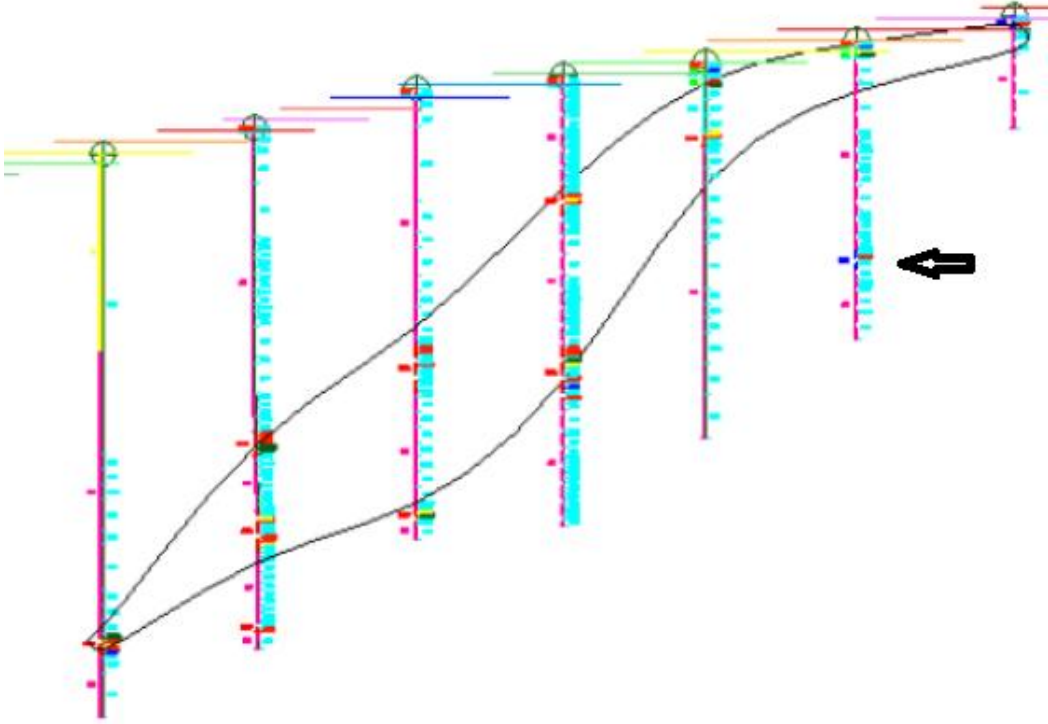
Şekil 23. Eğitim dosyası verilerinin tenör dağılımlarının grafiksel görüntülenmesi

Sondajların tenör dağılımlarının üstten grafiksel gösterimi (Şekil 24) cevher modeli hakkında bir fikir edindirir de derinlik boyunca yani 3. boyutta cevherin nasıl şekil alabileceğini kestirmek zordur. Hatta yılların tecrübesi ile kestirim yoluyla oluşturulabilmektedir. Fakat program yardımıyla istenilen mesafeden istenilen sondaj loglarını içine alan bir paneli gösterebilecek şekilde 3. boyuta geçilebilir ve tenör dağılımının fazla olduğu kesitler çevrelenerek cevher modeli oluşturulur.

Şekil 25'ten anlaşıldığı üzere, sondaj loglarına üçüncü boyuttan bakılarak, her bir sondaj üzerindeki projeye uygun tenör değeri cevher modelini oluşturacak kesit içerisine alınmış, cevher modelinin şeklini değiştirebilecek ve ilave edilmesi halinde projeyi baştan aşağıya değiştirebilecek projeye uymayan sondaj kesiti dışarıda bırakılmıştır. Bu düşünceye göre, 3 boyutlu olarak modelleme yapıp, gerçeğe en yakın şekilde sondaj verilerini analiz etmek projeyi en güvenilir sonuca götürecektir.



Şekil 24. Eğitim verileri sondajlarının tenör dağılımı üstten görüntülenmesi



Şekil 25. Tenör değerlerine göre oluşturulmuş cevher modeli kesiti

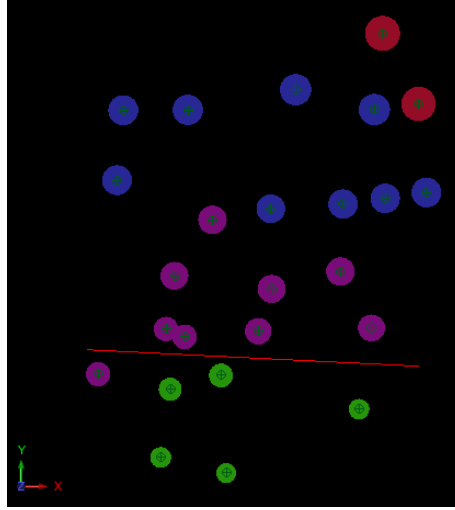
2.4.7.2. Kesit Oluşturmada Panel Uzaklıklarının Önemi

Kesitlerin oluşturulmasında sondaj verilerinin üzerinde kullanıcı tarafından kesit çizgisi çizilerek ya da çevre sondajları da görececek şekilde en iyi hizadan kesit alacak şekilde ayarlamak mümkündür. Burada modelleme yapmak için kesit panellerinin alınan kesit konumundan ne kadar geri ve ileri mesafeyi göstereceği önemlidir.

Tablo 4. Kesit modelleme paneli ve örnek değerler

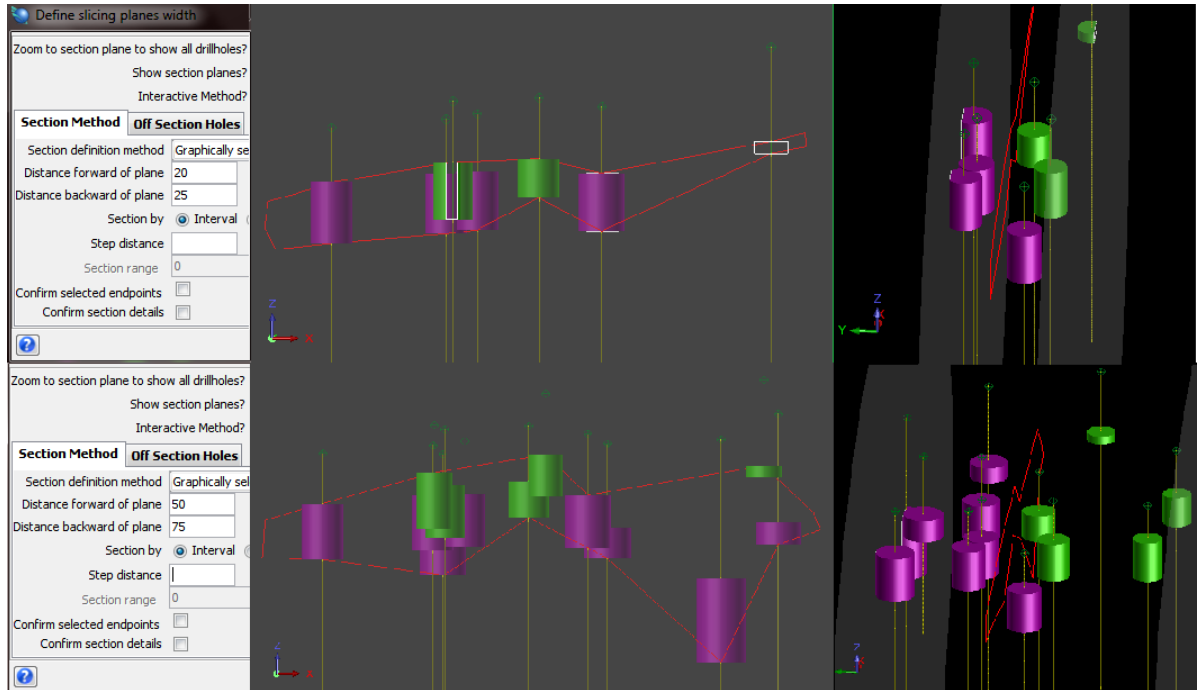
Tablo 3'te görüldüğü üzere, grafik üzerinde çizilecek olan çizgiyi kesit olarak kullanabildiğimiz kesit alma işleminde, ileri ve geri panel uzaklıkları (distance forward & backward of plane) sondajlara en uygun şekilde belirlemek gerekir.

Kesit oluşturma modülünde, sondaj verileri ve cevher konumları analiz edilecek tahmini nasıl bir cevher modeli ortaya çıkacağı tahmin edilir. Kesitleri oluşturmada, sondajların cevher – kayaç ayırımı modunda, üstten görünümde, kesit oluşturulacak doğrultu programa tanımlanır. Bu doğrultu uygulayıcının belirlemesine bağlı olmakla birlikte, panel uzaklık mesafesine bağlı olarak önemle oluşturulmalıdır (Şekil 26).



Şekil 26. Sondajların üstten görünümü ve kesit çizgisi

Şekil 26’da oluşturulan kesit çizgisinin panel uzaklığı girilmesi kısmında farklı değerler girilerek ne gibi değişikliğe yol açabileceği Şekil 27’de gösterilmektedir.



Şekil 27. Aynı kesit çizgisi ile farklı değerlerde oluşturulan cevher modeli kesitleri

Şekil 27’de görüldüğü gibi, cevher katı modeli için gerekli kesitleri oluşturmada mesafeler (distance forward & backward of plane) çok önemlidir. İlk sırada çizilen şekilde oluşturulan kesit üzerinden yapılan cevher tonaj hesabı ile ikinci arasında çok büyük farklılıklar çıkacaktır. Bu da tüm projeyi etkileyecektir. Buna istinaden, bu mesafe (distance forward & backward of plane) değerleri her projede, her modellemeye ve farklı olan her sondaj verisinde farklı olmak zorundadır. Bu mesafeler sondaj loglarına göre ve her sondajda bulunan cevher konumuna göre farklılık göstermek zorundadır.

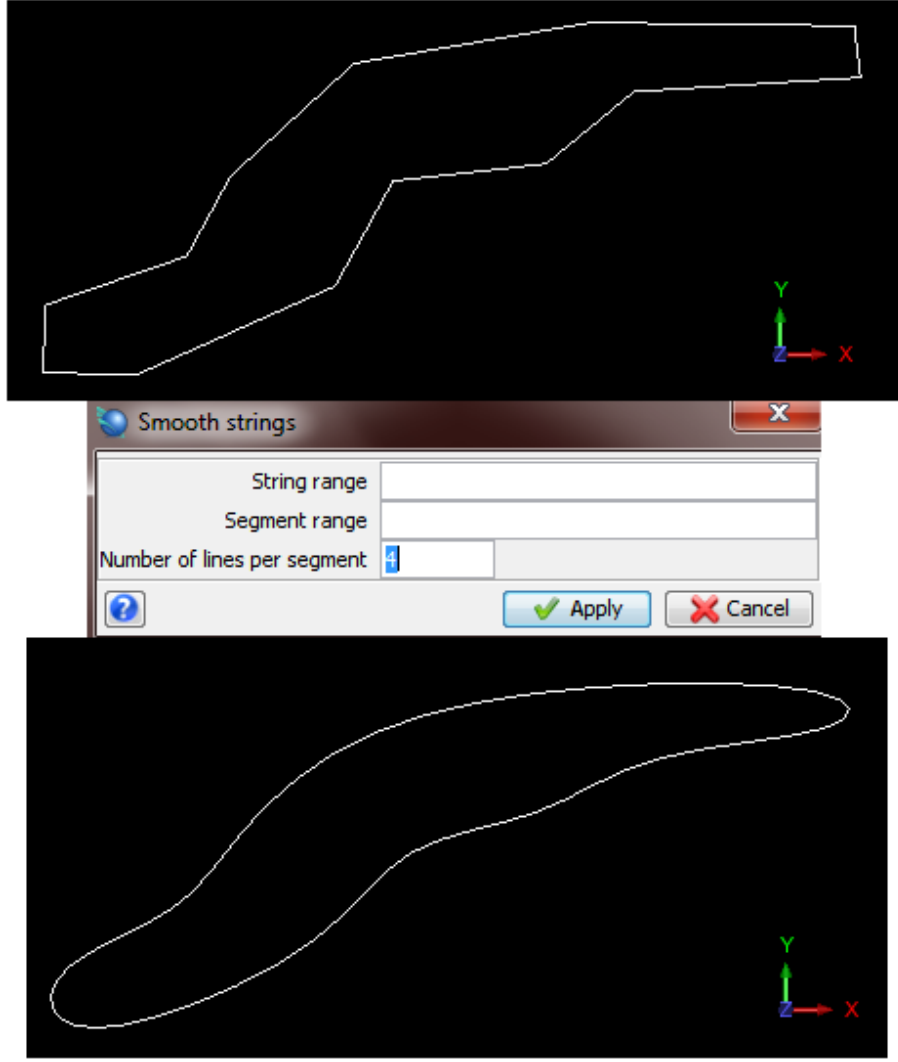
Bu çalışma kapsamında oluşturulan tüm kesitlerin birbirlerine olan uzaklıklarının çok fazla olması durumunda 2 kesit arasına istenilen sayıda ara kesit atamak mümkündür. Programın otomatik kesit oluşturma uygulamasıyla kesitler arası geçişte otomatik kesitler oluşturulabilir.

2.4.7.3. Kesit Yumuşatma (Section Smooth)

Kesit oluşturmada çizilen kesitlerin köşe ve dönüş kısımlarının keskin olmamasına dikkat edilmelidir. Gerçek dünyada gerçek oluşumlar göz önüne alınarak çizimler daha yumuşak dönüşlerden oluşmalıdır. Örneğin Şekil 27’de ikinci kesit çizim örneğinde kesitin en alt noktası keskin olarak dönülmüştür. Doğal oluşumlarda böyle bir şey beklenmeyeceğinden ve de keskin dönüş yapılan sondajın belirli bir mesafeyi temsil ettiği düşünüldüğünden dönüş kısmı yumuşatılmalıdır.

Ayrıca kesit panelinde çizim yaparken sağ ve sol kısımdaki sondaj verilerinden hemen sonra dönüş yapmamak gerekir. Poligon metotta her bir sondajın belirli bir alanı temsil ettiği farz edildiğine göre, burada da dikey mesafede sağ ve sol uçtaki sondajların belirli bir mesafe daha ileriye temsil ettiği göz önüne alınarak kesit çizimi biraz daha ileriye devam ettirilmelidir.

Çizilen kesitlerde her ne kadar düzgün bir cevher kesiti oluşturulsa da çizilen çizgiler modelleme kapsamında el yardımıyla çizilmesinden dolayı kesik kesik görülür. Bu durumda, gerçeğe daha yakın kesit oluşturmada çizgilerin her bir segmentinin parça noktaları otomatik olarak artırılarak daha pürüzsüz (smooth) bir kesit çizgisi oluşturulmalıdır.



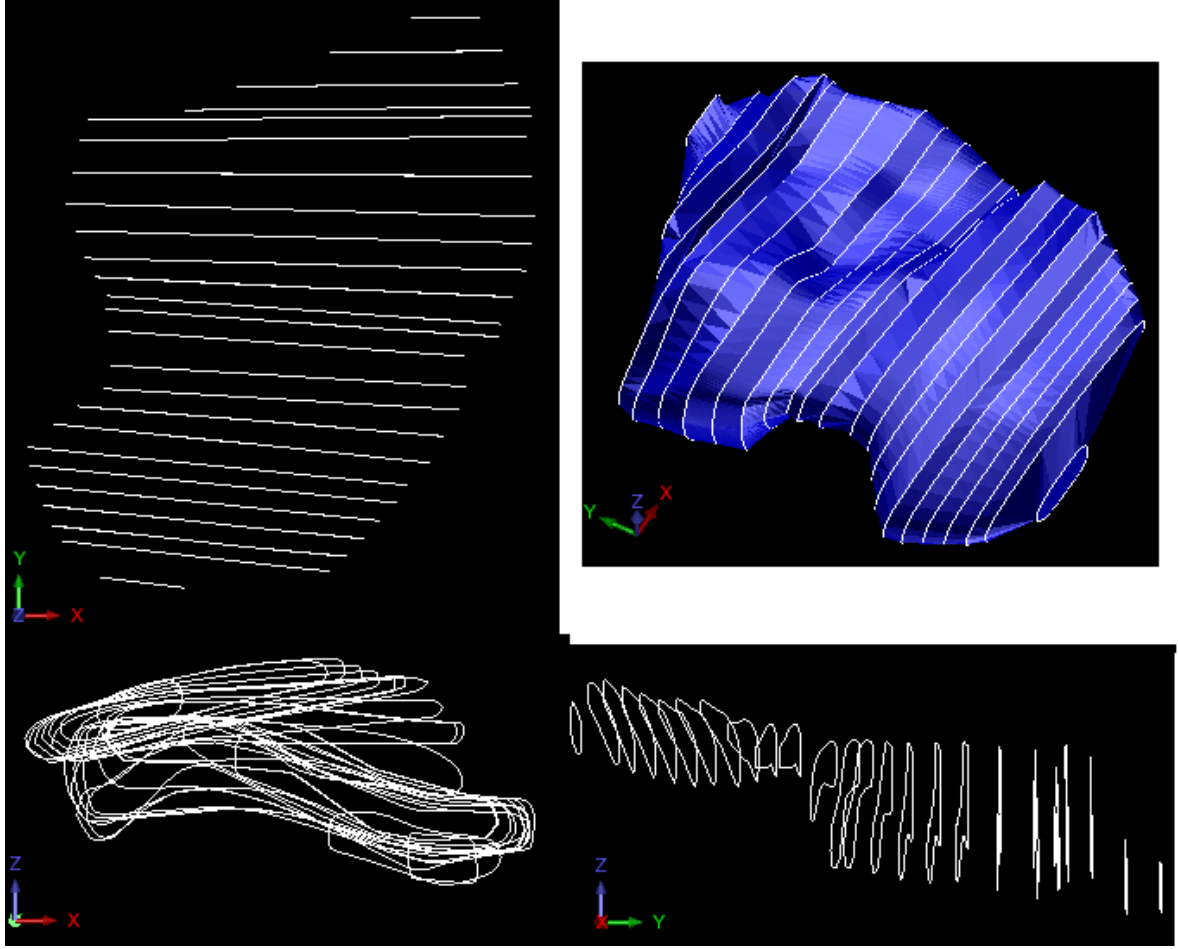
Şekil 28. Smooth uygulamasının Surpac programı ile oluşturulması ve görüntülenmesi

Smooth uygulamasını yapmada her bir segment için kaç çizgi kullanılabileceği birkaç denemeden sonra kestirilebilir. Otomatik olarak belirli bir rakama sabitlemek yanlışla götürür.

Cevher modelini ortaya çıkarmak için sondaj verilerinden yararlanılarak çizilen kesit çiziminde, yumuşatma (smoothing) uygulaması uygulanacak diye kesitler çizilirken üstün körü davranılmamalıdır. Çizgilerin oluşturulmasında olabildiğince titiz çalışılmalı ve verilere göre olabilecek en düzgün şekil ortaya çıkarılmalıdır. Yumuşatma uygulaması çizgilerin kırıklı yapısını giderip, kesitin tamamının düzgün devamlı bir çizgiye

dönüştürür. Bu dönüşümü yaparken, cevher verileri ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapmaz. Sadece kullanıcı tarafından çizilen çizgi üzerinden yumuşatma yapar. Bu yüzden yumuşatma önce çizgilerin düzeni önem arz etmektedir.

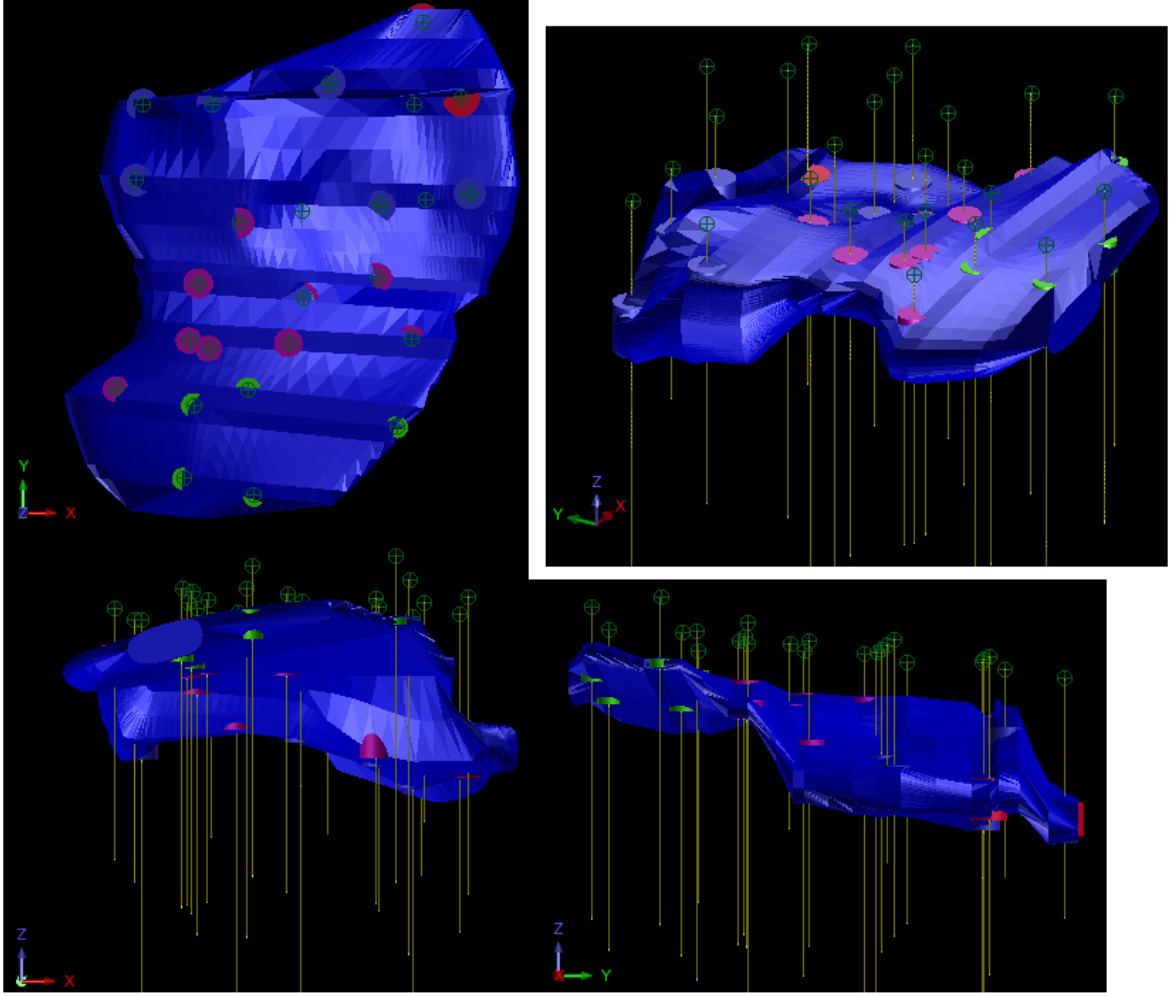
Çalışma kapsamında oluşturulan tüm kesitler Şekil 29’da gösterilmektedir.



Şekil 29. Kesitlerin üstten, önden ve yandan görünümüleri ile izometrik cevher modeli

Surpac yardımıyla kesitler arası birleştirilerek dijital yüzey modeli oluşturulur. Bu oluşum 2 kesit arasını üçgenleme modeli ile birleştirilerek içini boş bırakır. Cevher modelini oluştururken tüm kesitler arası birleştirildikten sonra 2 uçtaki kesitler açık kalacaktır. Kesit içini kapatma komutu ile cevher modelinin uçları kapatılmalıdır. Aksi halde cevher modeli oluşmamış olur.

Surpac'ta her bir yüzey ya da katı cisim oluşturduktan sonra onaylama raporu oluşturmak gereklidir. Çoğu uygulamada onaylama “validate” yapılmadan işleme devam etmez. Onaylama, o çizim hakkında geçerli olup olmadığı raporu sunar.



Şekil 30. Cevher modelinin sondaj verileri ile birlikte gösterilmesi

Her ne kadar çok titiz bir şekilde çalışma yürütülse de, programda 2 kesit arası geçişler düzgün yüzeysel olduğu için, aralarda bırakılan sondajlar cevherin dışına taşmış olabilir. Bu durumda 2 kesit arasına otomatik olarak yeni kesitler oluşturabilir ya da sıkıntı oluşan sondajın üzerinde yeni bir kesit oluşturulabilir. Bazı durumlarda arada kalan sondaj sayısı 1 olduğundan, 1 sondaja kesit yapmak o noktada cevher sanki boğum oluşturmuş gibi görünür. Bu gibi durumlarda önceki ve sonraki kesitler arasında o sondajın

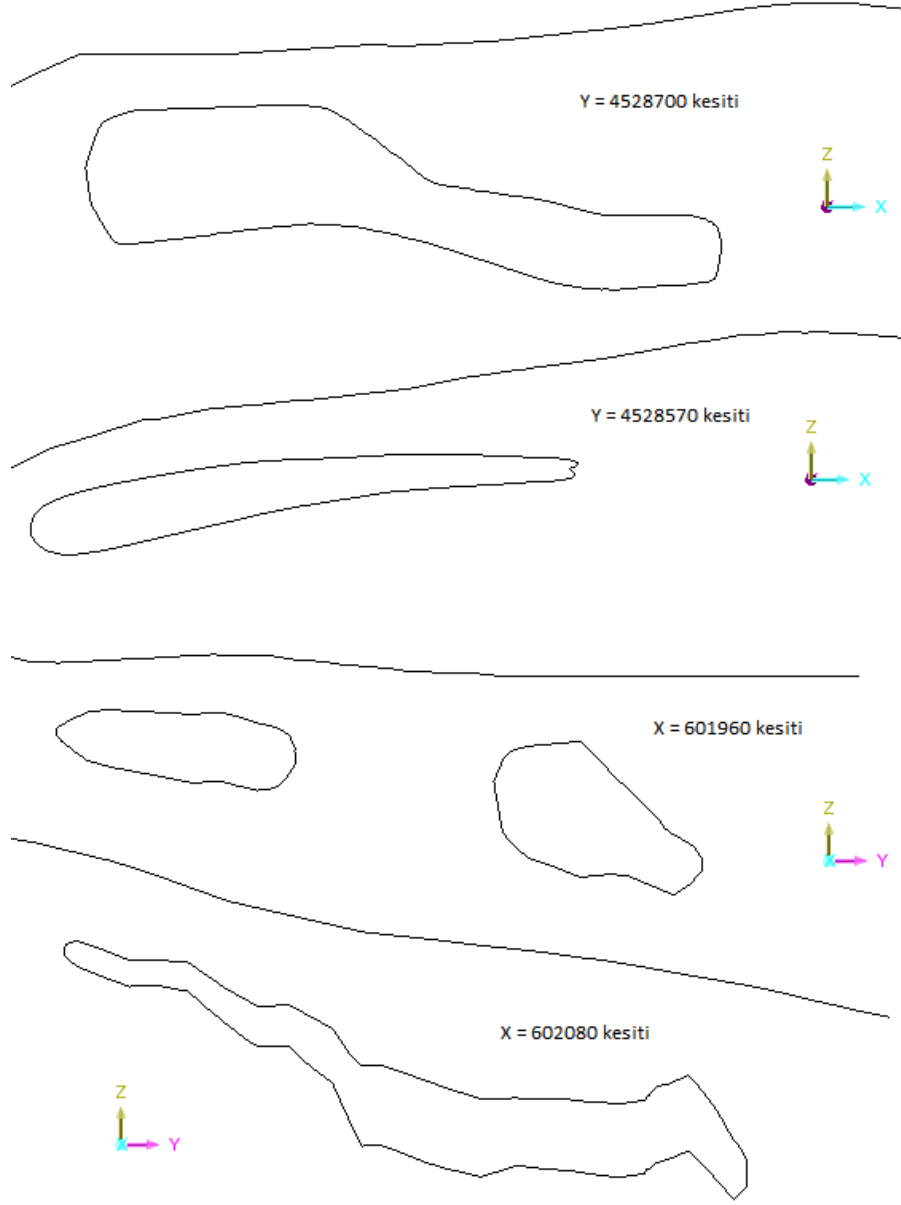
yakınlarına düşecek şekilde otomatik kesit oluşturulur. Bu yeni kesit çizgisi, kesit oluşturma komutu ile görüntülenerek sondajı içine alacak şekilde düzeltilir.

2.4.7.4. Topografik Kesit Alma

Oluşturulan cevher ve topografik harita ile yine kesit oluşturarak istenilen herhangi bir koordinatta hızlıca kesitler almak mümkündür. Bu kesitlerden bazıları Şekil 31’de gösterilmektedir.

Kesit almada program ile oluşturulan topografik yüzey ile cevher katı modeli aynı anda görüntülenerek kesit alma (sectioning) modunda istenilen bölgeden kesit alınabilir. İster modelleme yapanın belirleyeceği herhangi bir çizgi üzerinde, ister belirgin yönlerde otomatik olarak kesit oluşturma, istenirse X veya Y koordinatları üzerinde herhangi bir değer girilerek kesit oluşturmak mümkündür.

Şekil 31’de alınan kesitler doğu batı yönü ile yükselti değeri (Y-Z) sisteminde alınmıştır. Bu çalışmada örnek olarak sunulan kesitler için $Y=4528700$, $Y=4528570$, $X=601960$ ve $X=602080$ doğrultuları kullanılmıştır. $X=601960$ kesitinde topografik yüzeyin altında iki parça cevherleşmenin olmasının sebebi, o bölgede cevher modeli farklı iki kola ayrılmıştır.



Şekil 31. Cevher modeli ile topografik haritadan alınan bazı kesitler

Kesit almada da elde oluşturmaktan çok daha hızlı bir şekilde kesitler almak X,Y ve Z değerlerini değiştirerek yeni kesitler oluşturmak, istenilen çizgi oluşturularak kesitler almak mümkündür. Alınana kesitlerin düşey mesafeleri de program üzerinden kolaylıkla öğrenilebilir.

2.4.8. Blok Modelleme

2.4.8.1. Blok Model Oluşturma

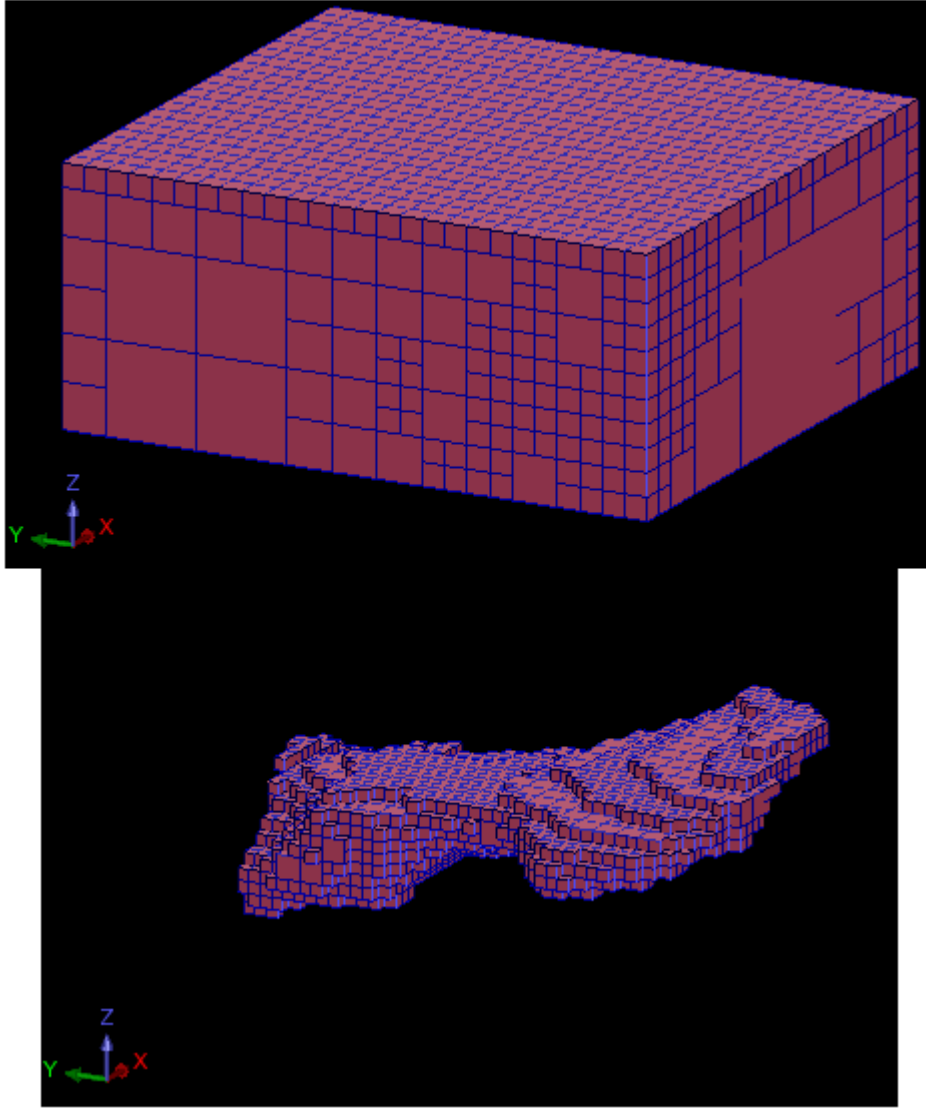
Bir önceki bölümde sondaj verilerinden yararlanılarak cevher modeli oluşturuldu. Fakat program için cevher modelinin tenör değeri bulunmamaktadır. Program sadece sondaj yapılan noktalarda tenör değeri tanımaktadır.

Cevherin tamamına tenör değerleri atamak için blok modelleme yapılmalıdır. Blok model oluşturmada öncelikle cevherin X,Y ve Z değerleri belirlenerek bu değerleri kapsayacak şekilde blok model oluşturulur. Daha sonra program içinde sınırlama (constraint) oluşturularak cevher şeklinde blok model oluşturulur.

Burada blok model oluşturmada önemli olan, cevher modeli ile çevre blok modeli arasında atanacak olan nitelik (attribute) değerlerinin uygun sıra ile oluşturulmasıdır. Blok modellemede bloklara istenilen kadar değişik değer atanabilir.

Atanacak olan değer cevher ve kayaçta ortak olan farklı değerlikli nitelik ise değer atamada önce nitelik (attribute) tüm bloklara kayaç değeri üzerinden kaydedilir daha sonra cevher değeri sınırlama (constraint) yardımı ile cevher değerine değiştirilir. Değişmeyen değerler eski atanan olarak kalacağından değersel olarak da cevher kayaç ayrımı yapılmış olur.

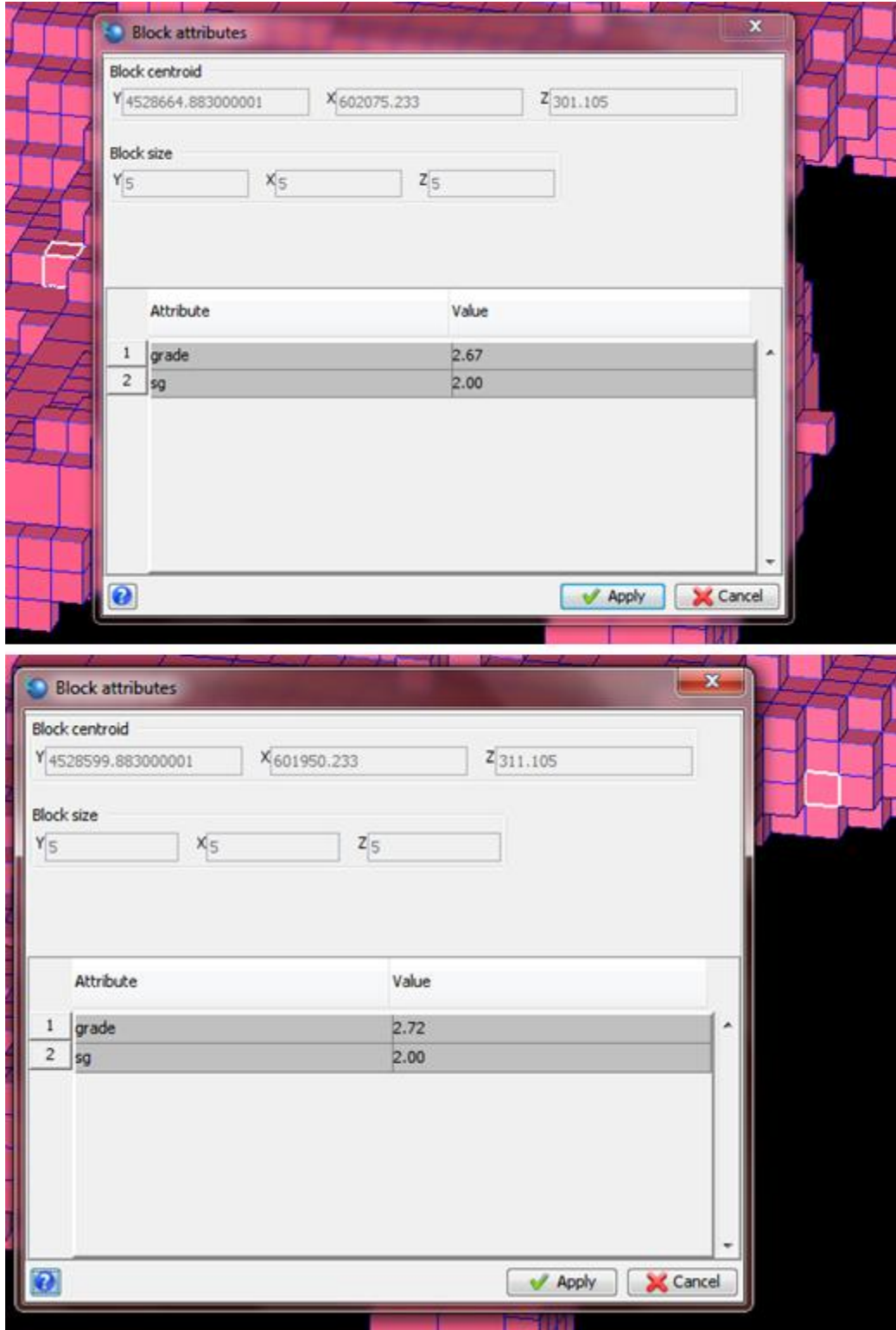
Bu bilgilere dayanılarak oluşturulan cevherin tamamını içine alan prizmatik blok modeli ile bu blokların sadece cevher modeli ile kesişen kısmı yani cevher şeklinde blok modelleme Şekil 32’de gösterilmektedir.



Şekil 32. Cevheri içine alacak blok model ile cevher modeli sınırlı blok modeli

Oluşturulan blok modele tanımlanan tenör değeri başlangıç olarak 0 ya da -99 geri plan değeri olarak girilebilir. Burada sondaj veritabanı açılarak “composite” çizgileri oluşturulur. Bu çizgilerin amacı, program sondajları analiz edip boşluktaki blokları tenör değerleri ile doldururken hangi yolu izleyerek bu işlemi yapacağını belirlemenin içindir. “composite” eğrileri oluşturulduktan sonra bu değer tenör değerlerini atamada kullanılacak metot içinde uygulanacaktır.

Blokların “attribute – nitelik” değerlerine göre farklılığı Şekil 33’te görünmektedir.



Şekil 33. Cevher blok modelinin nitelik değerleri ve farklılığı

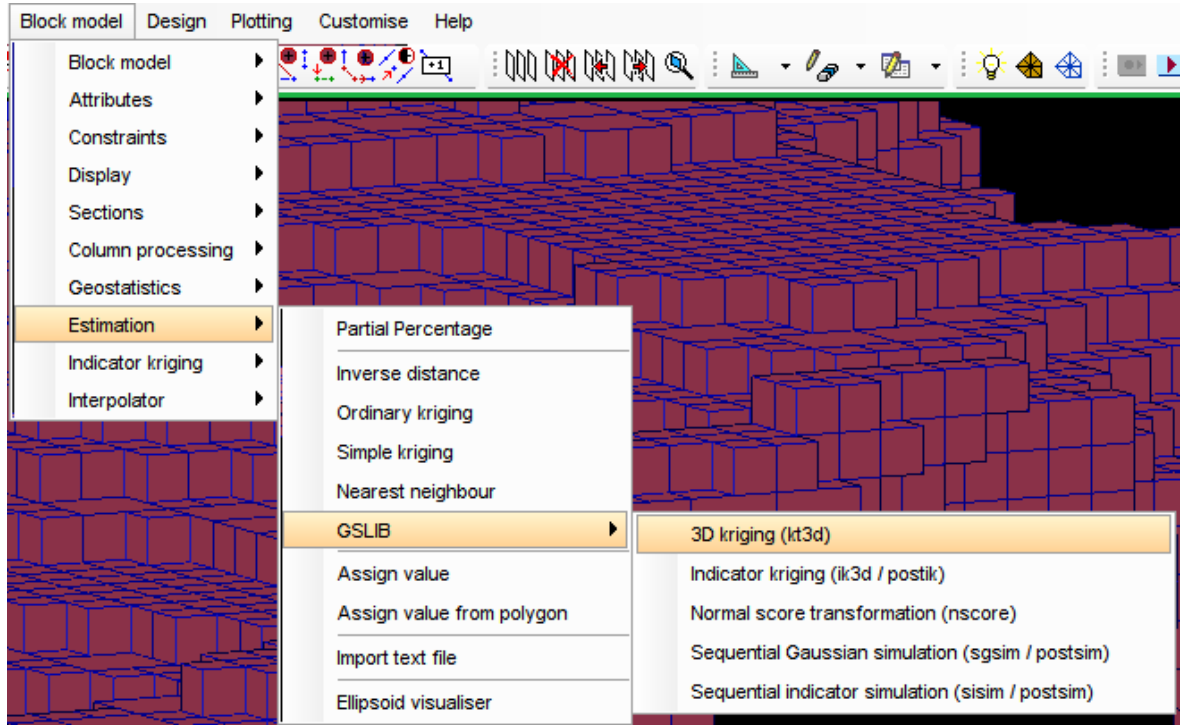
Şekil 33'te görüldüğü gibi blok modelin tamamını oluşturan her bir blok için tenör ve yoğunluk değerleri atanmıştır. Bu veriler bir blok için istenilen sayıda eklenebilir.

İçinde birden fazla maden ihtiva eden cevher modelleri için herbir madenin tenör değeri ayrı ayrı eklenebilir, tüm derinliklerde aynı olduğu kabul edilebilir maden işleme birim fiyatı varsa, bu hesap nitelik “ attribute” olarak herbir bloka eklenebilir ve tonaj hesabından sonra herbir blok üretimi için ayrı ayrı maliyet hesapları yapılabilir.

Tabi bu hesapları yapmada çok daha fazla kolaylık sunan aynı şirkete ait diğer bir program Whittle, blok modellemede optimizasyon uygulaması ile üretim için en iyi ekonomik hesabın yapılmasını mümkün kılmaktadır.

İkinci şekil ile ilk şekli karşılaştırdığımızda farklı bloklara farklı tenör değeri atanmıştır.

Bu değerleri atamada program kendi içinde değişik metotlar barındırmaktadır.

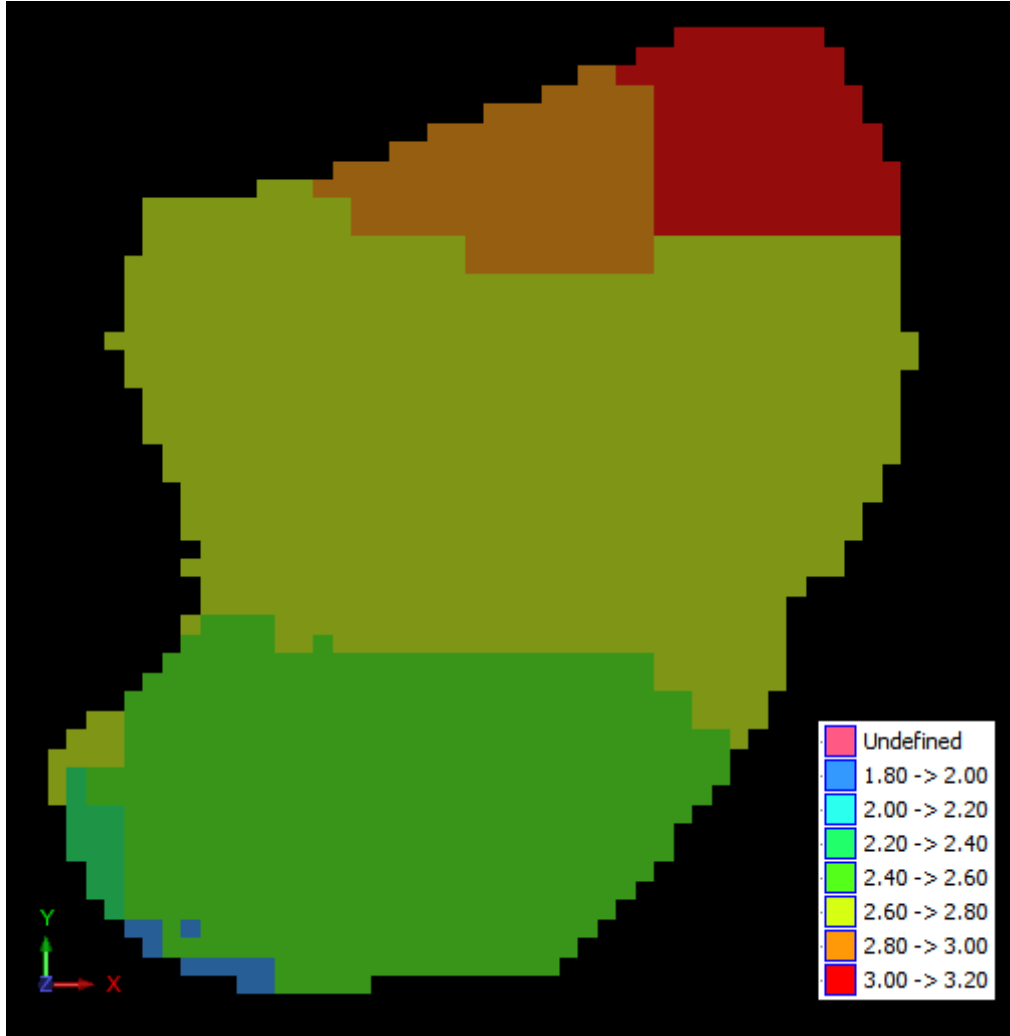


Şekil 34. Tenör atama kestiriminde program içinde bulunan metotlar

Bu metotlar genel olarak ters uzaklık, sıradan kriging, basit kriging ve en yakın komşu istatistiksel metotlarıdır (Şekil 34). Bu metotları elde uygulamak uzun uğraşlar istemekle birlikte programa hesaplatmak oldukça kolaydır.

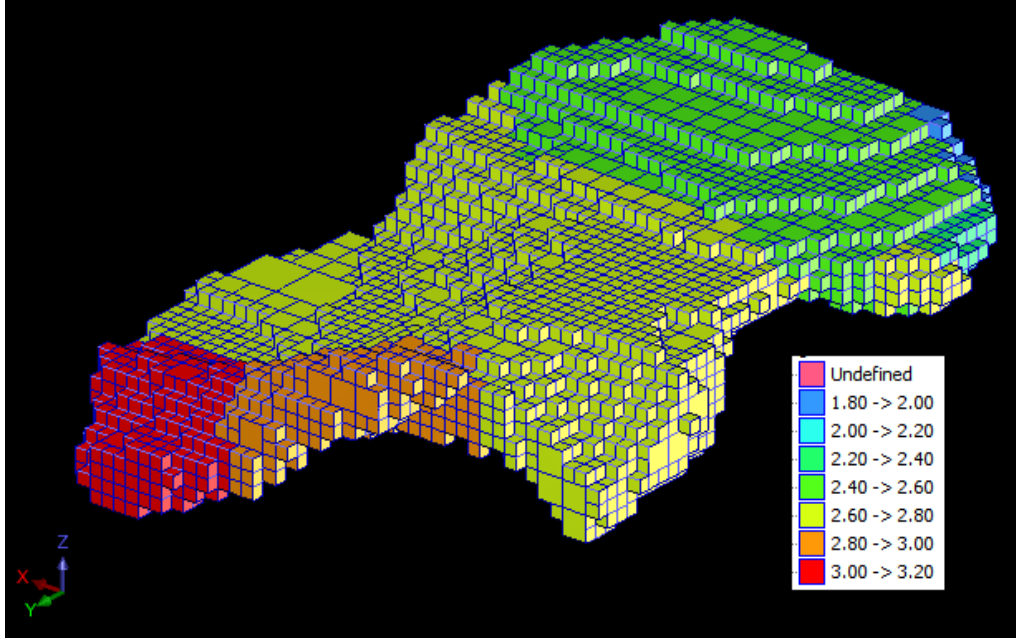
2.4.8.2. Tenör Dağılımı

Çalışma kapsamında en yakın komşu “nearest neighbour” yöntemi ile tenör dağılım hesaplaması yapılmış olup, sonuçlar Şekil 35’te gösterilmektedir.



Şekil 35. Cevher modeli tenör dağılımının renksel dağılım şekli

Bakır tenör dağılımı blok modelleme yöntemi ile şekil 36’da görülmektedir. Cevher modeli üzerindeki bu dağılımdan yola çıkarak cevherin genel durumu ve tenör değişiminin nasıl oluştuğu bilgisine varılır.



Şekil 36. Blok model üzerinde tenör dağılımının izometrik görünümü

2.4.8.3. Blok Model Tonaj Hesabı

Blok model raporlama kısmından cevherin hacmi tonajı ile tenör dağılım ağırlıklarına ulaşmak mümkündür. Burada raporlama yapılırken dikkat edilmesi gereken husus, tenör değerleri dağılım raporu almaya çalışırken tonaj hesabı için nitelik (attribute) değeri olarak yoğunluk değeri seçilmelidir. Daha önce yapılan uygulamalarda karşılaşılan bu hata sonucunda, programı raporlama sistemi hacim üzerinden tonaj hesabı için 1m³ için cevherin kaç ton geldiği yerine hacim değerini direk olarak tenör değeri ile çarpmaktadır. Bu da farklı cevher tonajı değeri oluşturmaktadır.

Alınan raporlama bilgileri sonucunda oluşan değerler Tablo 5'te verilmektedir. Tablo 5'ten anlaşıldığı üzere, cevherin hacmi 863625m³, tonajı 1727250 ton ve ortalama tenör değeri %2.71'dir.

Tablo 5. Blok model için yoğunluğa bağlı tona ve tenör dağılım değerleri

Sg	Volume	Tonnes
2.0 -> 3.0	863625.00	1727250.00
Grand Total	863625.00	1727250.00

Grade	Volume	Tonnes	Grade
0.0 -> 1.0	0.00	0.00	0.00
1.0 -> 2.0	2875.00	5750.00	1.83
2.0 -> 3.0	793250.00	1586500.00	2.68
3.0 -> 4.0	67500.00	135000.00	3.12
Grand Total	863625.00	1727250.00	2.71

Poligon oluşturma yöntemi ile hesap edilen metal içeriği ile ortalama tenör değerleri ile Surpac programı üzerinden aynı bilgilerle oluşturulan metal içeriği ve ortalama tenör değerleri farklılık göstermektedir. Karşılaştırılan değerler Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6. Poligon metodu ile Surpac uygulaması verileri karşılaştırması

	Cevher Hacmi (m ³)	Cevher Miktarı (ton)	Ortalama Tenör (%)	Bakır İçeriği (ton)
Poligon Metot	777867	1555733	2,56	39873
Surpac Uygulama	863625	1727250	2,71	46808
Fark	85758	171517	0,15	6935

Tablo 6’da görüldüğü gibi Surpac uygulaması değerleri poligon metoda göre büyük farklılık göstermektedir. Poligon metot arazi şartlarını etkin bir şekilde kullanamadan direk olarak sondaj verilerinin diğer sondajlara göre temsil ettiği alanı hesaba katarak oluşturulmuş ve ortalama tenör değeri düşük çıkmıştır. Program kendi içinde tek bir blok tenör değeri atamada “nearest neighbour” metodunu kullansa da burada “ellisoid” oluşturma ile “ellipsoid” çapları artırılarak birden fazla sondajı aynı anda değerlendirmeye alır.

2.4.9. Açık Ocak Modelleme

Açık ocak modellemede öncelikle programa uygulanacak bazı açık ocak kriterleri maden ve kayaç cinsine göre belirlenmelidir. Bunlar; basamak açısı, basamak yüksekliği, basamak genişliği ve maden içi yolun genişliğidir. Çalışma kapsamında basamak açısı 65° , basamak yüksekliği 12m, basamak genişliği 10m ve yol genişliği 15m olarak alınmıştır.

Kriterleri oluşturmada gerekli değerler herbir maden ve kayaç oluşumu için farklılık gösterir. Burada seçilen değerler Sürmene Kutlular bakır madenine uygun olarak seçilmiştir. Ocak içi yol “ramp” oluşturmada modelleme mümkündür fakat “slope” ile “design gradient” programın hata vermemesi için gerekli kriterlerdir.

2.4.9.1. Açık Ocak Dizayn Kriterleri

Açık ocak nihai model için tabandan yukarı doğru ya da yüzeyden aşağıya doğru modelleme yapılabilir. Eğer cevher modelinin tamamı açık ocak kapsamında değerlendirilecekse ve yüzeyde cevher modeli için gerekli açık ocak şekinden daha küçük sınırlayıcı ruhsat sahası yoksa modellemeye tabandan yukarı doğru başlanır. Eğer cevherin tamamını açık ocak modeli ile çıkarmayı kısıtlayan ruhsat sahası varsa ve basamak açısından kaynaklanan daralma yüzünden cevherin tamamını çıkarabilmek söz konusu değilse, modellemeye yüzeyden ruhsat sahası sınırı baz alınarak başlanır.

Bunun dışında cevherin tamamı açık ocak uygulaması için uygun değilse ve belirli bir derinlik sonrası açık ocak için ekonomik değer taşıyorsa, ekonomik sınır yükseltisinden kesit alınarak yukarı doğru modelleme yapılır.

Bu tez çalışmasında cevherin tamamının üretilmesini engelleyen herhangi bir ölçüt olmadığı için üretime cevherin tamamını kapsayacak şekilde tabandan başlanmıştır.

Tablo 7. Açık Ocak Dizayn Kriterleri

The image displays four screenshots of software dialog boxes used for open pit design:

- View/alter the design slope angle method:** This dialog box allows users to define slope angles using 'design slope' (selected), 'descriptions', or 'slope strings'. It includes an 'Apply' button and a 'Cancel' button.
- Set the design gradient:** This dialog box allows users to set the design gradient. It includes fields for 'Units' (angle, percentage, or '1 in x' ratio), 'Gradient' (set to 65), 'Angle units' (decimal degrees), 'angle' (0), 'percentage' (0), and 'ratio 1 in' (100000000). It includes an 'Apply' button and a 'Cancel' button.
- Define a new ramp:** This dialog box allows users to define the ramp characteristics. It includes fields for 'Ramp name' (ramp), 'Ramp String' (100), 'Ramp type' (clockwise), 'Ramp width' (20), 'Ramp gradient 1' (15), 'Gradient method' (inside edge, outside edge, or centre of ramp), 'Define the berm crossing characteristics' (exit at: crest, toe, crest and toe, or neither), and 'Berm taper distance' (15). It includes an 'Apply' button and a 'Cancel' button.
- Expand segment by bench height:** This dialog box allows users to expand a segment by bench height. It includes fields for 'String' (2), 'Segment' (1), 'Minimum Z value' (319.270), 'Maximum Z value' (319.270), 'Define the method of expansion' (Bench Height: 12, Limiting elevation: 9999, Z direction: up, down), and 'Horizontal direction' (expand, contract). It includes an 'Apply' button and a 'Cancel' button.

Açık ocak modelleme kriterleri belirlemede Tablo 7’deki sıralama takip edilmelidir. Öncelikle “view/alter the design angle method” tablosunda açık ocak şev açısını belirleyecek yöntem seçilir. “Set the design gradient” tablosunda birim olarak “angle-açı” seçilerek açı değeri girilebilir. Yüzde ya da orantısal değer girilecekse “percentage” ya da “1 in x ratio” seçilir. Sonrasında ocak içi nihai yol kriterleri belirlemede “ramp gradient” ile “ramp width” değerleri belirlenir. “Ramp gradient” oluşacak yolun orantısal değeri olarak, “ramp width” de yol genişliği metre olarak girilir. Bundan sonrasında sırasıyla basamak yüksekliği ve genişlikleri istenilen değerler girilerek tabandan tavana genişleme ile açık ocak modeli oluşturulur.

Modellemede öncelikle cevherin taban yükselti değeri bulunur. Bu değer kesit alma işleminde “elevation” uygulaması değeri girilerek o yükseltide cevher tabanı çevrelenerek oluşturulur. Taban oluşturmada dikkat edilecek husus, açık ocak şeklinin taban kısmını oluşturacağı için çalışma ortamına uyum sağlamalıdır.

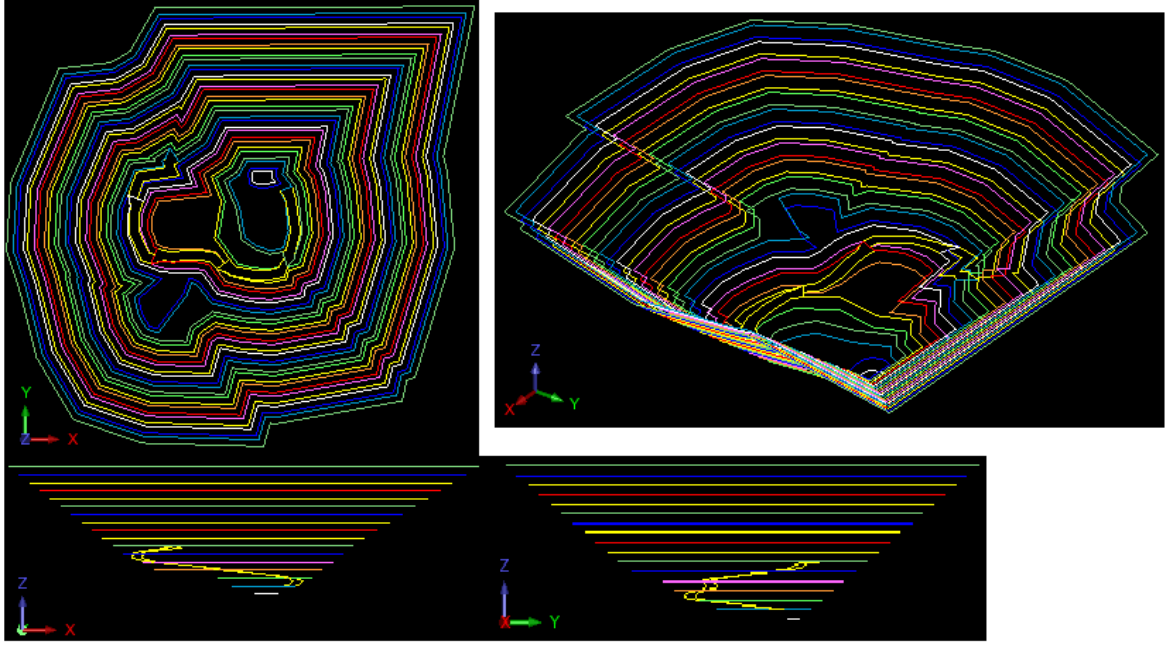
2.4.9.2. Ocak Tabanı Oluşturma

Örneğin, cevherin tabanında görülen kısım 5x5 m boyutlarında ise 12 metre basamak yüksekliğinden sonra en alt alanın 25 m² olarak oluşturulması imkânsızdır. Ayrıca maden içi yolun genişliği 15 metre olarak belirlenmişse en alt basamağın 5metre genişlik ile yol bağlantısı mümkün olmaz. Bu sebeple en alttaki basamağı oluştururken, basamak yüksekliği, yol genişliği ve çalıştırılacak olan kamyon ve makinaların ebatları göz önünde bulundurulmalıdır.

En alttaki basamak çizim yöntemiyle oluşturulduktan sonra daha önce belirlenmiş kriterler programa tanıtılarak tabandan yukarı doğru kesit almak koşuluyla açık ocak modeli oluşturulur.

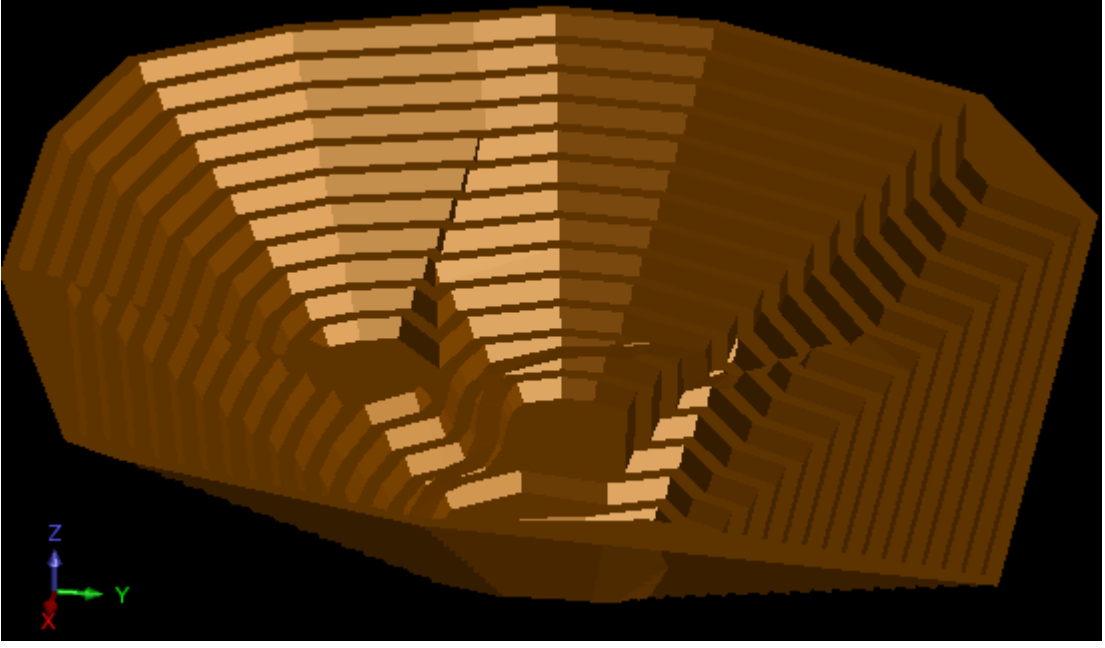
2.4.9.3. Açık Ocak Modeli

Açık ocak şekli program içinde düzgün ve kriterlere bağlı olarak yukarı doğru ilerler. Her bir basamak genişliğinde o yükselti kesiti için basamak genişlik eğrileri cevheri içine alacak şekilde oluşturulmalıdır. Oluşturulan nihai ocak şekli Şekil 37’de gösterilmektedir.



Şekil 37. Açık ocak nihai şeklinin çizgisel gösterimi

Oluşturulan ocak çizgileri cevheri tamamen içine alacak şekilde oluşturulduktan sonra topografik haritanın üzerine tamamen çıkacak şekilde devam ettirilmelidir. Aksi durumda program tarafından açık ocak modeli ile topografik yüzeyin birleştirilmesi mümkün olmayacaktır. Bu birleştirme öncesinde oluşturulan açık ocak konik şekli Şekil 38’de verilmektedir. Tabiki bu konik yüzey arazide oluşacak şeklin tamamı değil, sadece cevher ve topografik yüzeyin en üst yükselti değerine göre oluşturulmuştur.

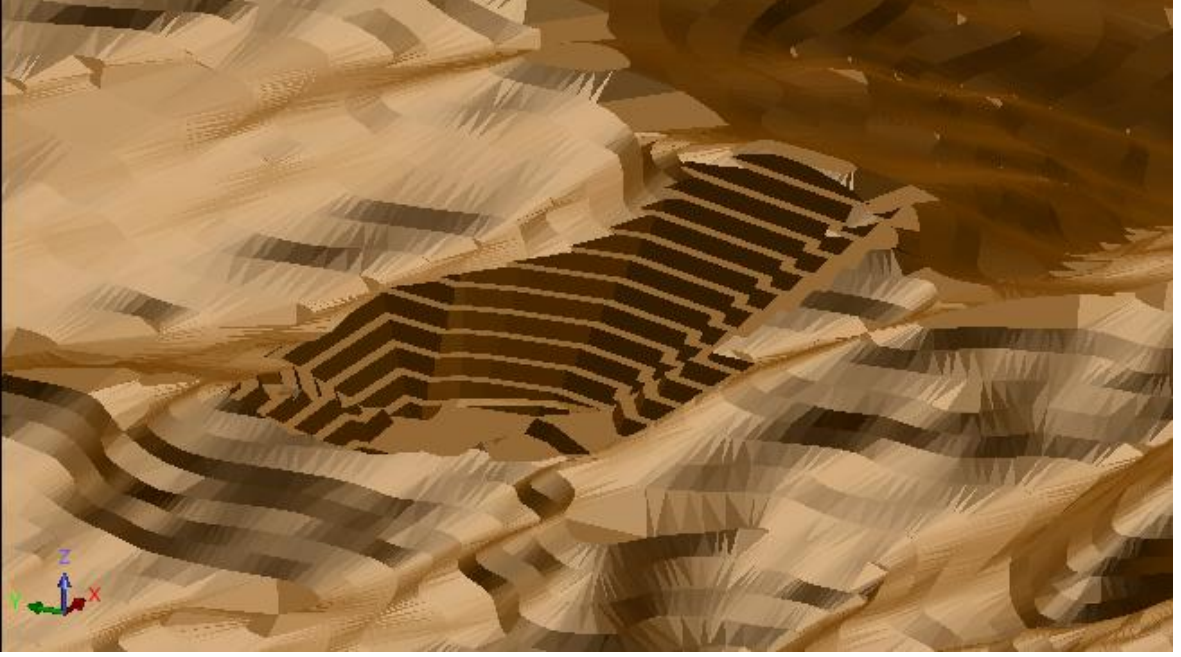


Şekil 38. Açık ocak nihai şekil modelinin görünümü

Açık ocak şekli oluşturulduktan sonra topografik yüzey ile kesilerek açık ocak cevher üretiminden sonra arazinin nasıl görüneceği ortaya çıkar (Şekil 39)

Oluşan şekle göre, açık ocak işletmesi tamamlandıktan sonra, arazide en fazla olan kısımda 12 basamak oluşmaktadır. 12 basamağın her biri için alınan basamak açısı 65 derece, basamak genişliği 10m ve basamak yüksekliği 12m olduğundan hesaplamalar sonucunda, maden ocağının en yüksek basamak oluşturan kuzey tarafında açık ocak nihai şev açısı 37 derece olarak hesaplanmıştır.

Açık ocak genel şev açısı, 35-45° olarak uygulanmakta olup, bu çalışma genel şev açısı yönünden uygun bir çalışmadır (URL-3, 2011).



Şekil 39. Nihai açık ocak şeklinin yüzey görünümü

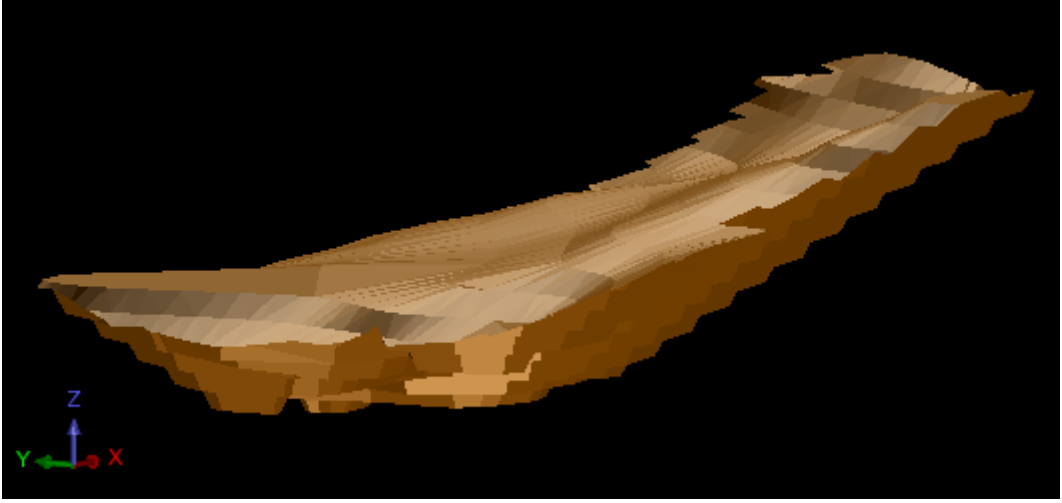
Açık ocak şekli oluşturulduktan sonra topografik yüzey ile kesilerek açık ocak cevher üretiminden sonra arazinin nasıl görüneceği ortaya çıkar(Şekil 39). Açık ocak uygulaması ile kazı yapılan bölgenin şekli ve hacmi bulunur.(Şekil 40).

Topoğrafik haritanın açık ocaktan sonraki şekli ile ilk şekli arasındaki farkın yani maden ocağından kazınan kayacın hacmi 5.443.400m³ olarak bulunmuştur. Burada dikkat edilmesi gereken konu, bu değerin cevherin üzerindeki örtü tabakasının hacmi olmadığı, cevherin örtü tabakası ile cevherin hacminin toplamı olduğudur. Şekil 40'ta modellenen kısım Şekil 41'den anlaşılacağı üzere hem örtü tabakasını hem de cevher hacmini içermektedir. Buna göre örtü tabakasının toplam hacmi:

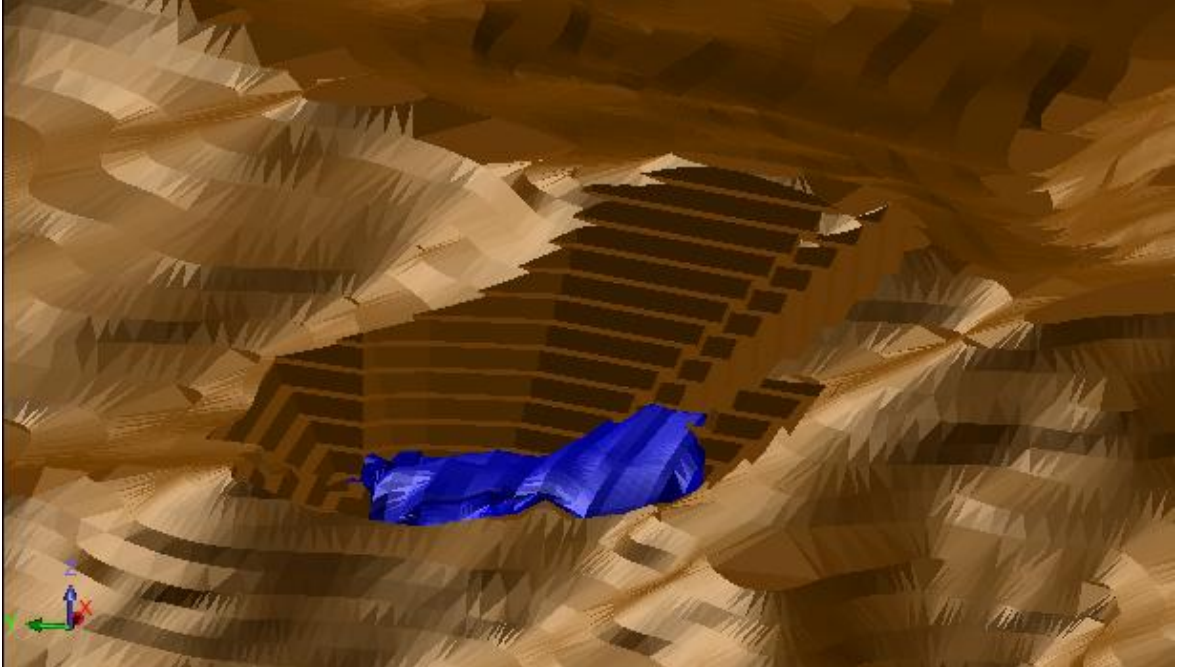
$$\text{Hacim: } 5443400 - 863625 = 4.579.775 \text{ m}^3 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örtü tabakasının hacminin poligon metoda göre çok daha fazla çıkmasının nedeni poligon metotta cevherin bulunduğu poligonları üretmek için üzerindeki örtü tabakası dik olarak kesilmiş ve hacmi hesaplanmıştır. Üretimde poligon metottaki hesap gibi açık ocak üretimi yapılamayacağından, poligon metottaki örtü tabakası hacmi hesaplamaları yanıltacaktır. Cevhere ulaşmada yüzeyden aşağıya doğru basamak yüksekliği, genişliği ve

açısı nispetinde daralma olacağından, yüzeye cevher modeline nispeten çok daha geniş bir maden şekli oluşacaktır.



Şekil 40. Açık ocak modeli ile kazı yapılacak kısmın modeli



Şekil 41. Açık ocak nihai şekli ile cevher modelinin beraber gösterilmesi

Poligon metot uygulamasında her ne kadar cevherden yukarıya yükselti arttıkça bir genişleme çizimi yapılmak istense de arazi modeline birebir uygun model çıkarmak mümkün değildir. Fakat bu modeli gerçeğe en uygun şekilde bilgisayarda 3 boyutlu modelleme programıyla gerçekleştirmek mümkündür.

Nihai ocak şekli oluşturulduktan sonra açık ocak modelleme ile poligon modelleme karşılaştırması Tablo 8’de verilmektedir.

Tablo 8. Poligon metot ile Surpac uygulamasının karşılaştırılması

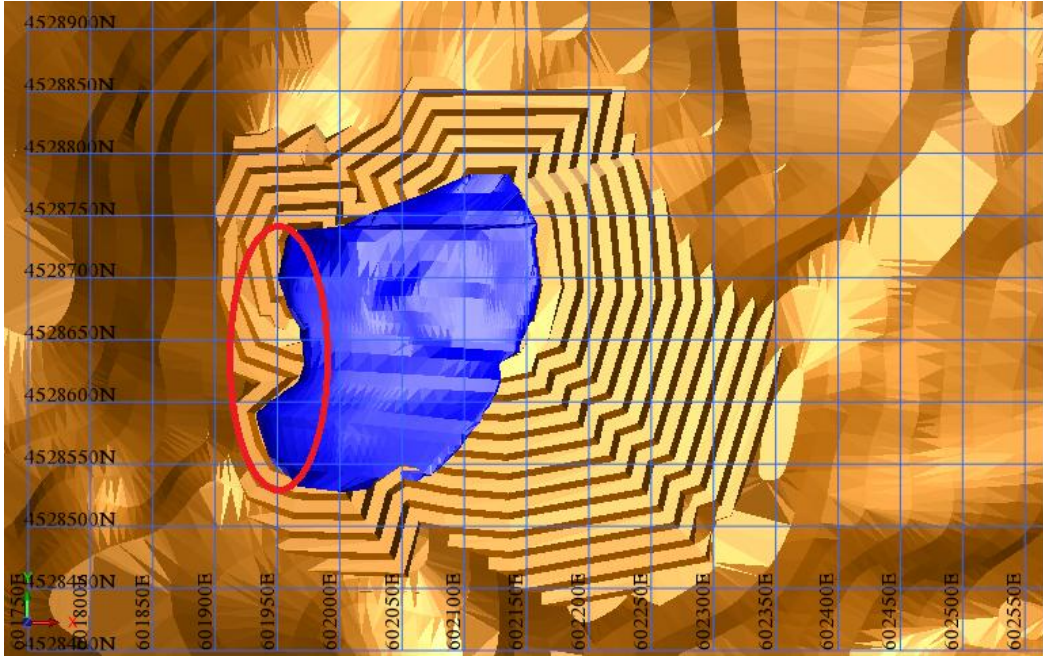
	Cevher Hacmi (m3)	Cevher Miktarı (ton)	Ortalama Tenör (%)	Bakır İçeriği (ton)	Örtü Tabakası Miktarı (m3)
Poligon Metot	777867	1555733	2,56	39873	1395032
Surpac Uygulama	863625	1727250	2,71	46808	4579775
Fark	85758	171517	0,15	6935	3184743

Surpac modellemeye göre oluşturulan hesaplamalar sonucunda yıllık bazda (8 yıllık maden ömrü için) yaklaşık 215.000 ton cevher üretimi için kaldırılması gereken örtü miktarı yaklaşık olarak 572.000 m3’tür. Yaklaşık 7.000 ton bakır metali içeriği farkının çıkması bir kez daha bilgisayar destekli modellemenin önemini ortaya koymaktadır.

2.4.10. Üretim Planlaması

Program üzerinden tam ve etkin bir üretim planlaması ve optimizasyon yapmak mümkün değildir. Modelleme ile oluşturulması gereken üretim planlaması için bu programın devamı niteliğinde olan Whittle programı mevcuttur. Fakat Surpac üzerinden de bazı bilgilere ulaşmak mümkündür. Öncelikle üretime nereden başlanacağını belirlemek gerekirse, açık ocak uygulamasından sonra oluşan şekil ile cevher modeli şeklinin birlikte gösterimi başlangıç konumunu belirler.

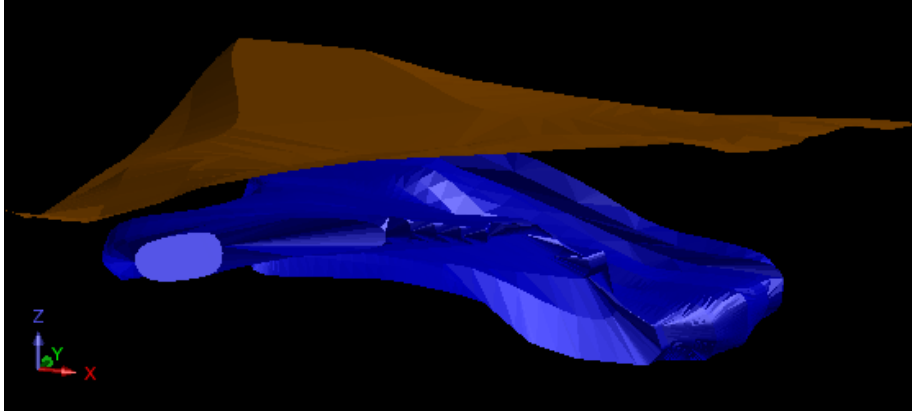
Üretim planlamasında, proje kapsamında cevher tahmini olarak kenarlardan yıllık üretim oranını tutturacak şekilde bölünür. Bu cevher bölümünde cevher tonajı yıllık üretim için düşünülen miktarın üzerinde olduğunda, bu parça tek başına cevhermiş gib modellenir ve açık ocak şekli ortaya çıkarılır. Bu şekil üretime başlanacak konum için önemli bir bilgi vermektedir. Alınan cevher parçasının üretimi için gerekli olan dekapaj miktarı, yıllık bazda hesaplanan cevher-dekapaj oranına göre çok fazla ise, o bölgeden üretime başlamak, ilk yıl için cevher üretimine geçişi zorlaştıracaktır ve yıl sonunda beklenen üretime ulaşmak imkansız olacaktır. Topografik harita ve cevher modeli görüntüsünden yola çıkarak dekapaj miktarı en az seviyede olabilecek koordinattan üretime başlamak, üretimde cevher üretimine geçişi hızlandıracaktır.



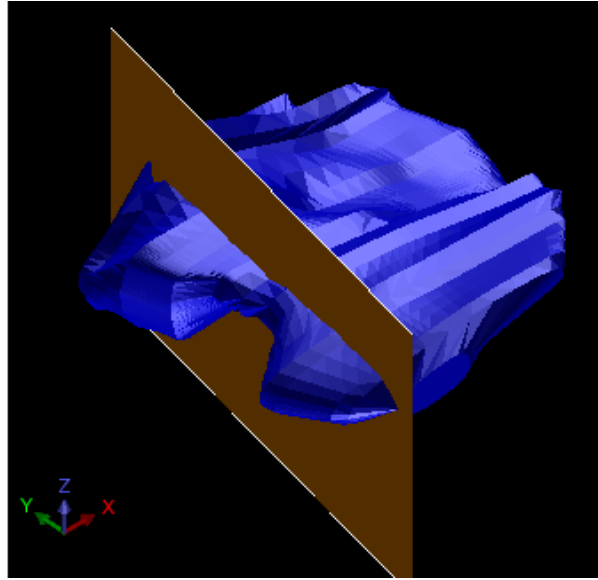
Şekil 42. Model üzerinde açık ocak başlangıç bölgesi gösterimi

Şekil 42’de görüldüğü gibi, cevher modelinin güney batı yönünde 2 basamak sonra cevher ortaya çıkmaktadır. Bu da üretime geçildiğinde, cevher üretiminin en erken başlayabileceği bölgeyi belirler. Şekil 42’de belirtilen kısımdan üretime başlamak, üretimde yatırımın geri kazanıma dönüşünü en erken süreye taşıyacaktır.

Yıllık bazda ortalama 215.000 ton cevher üretimi ile 572.000m³ dekapaj yapılacağından, belirtilen bölgeden maden işlemeye başlamak, ilk yıl cevher üretimi için gerekli olan dekapaj oranını düşürecektir.



Şekil 43. Cevher modelinin topografik yüzey ile birlikte görüntülenmesi



Şekil 44. Başlangıç için oluşturulan cevher parçası

Cevher modelinin topografik yüzey ile birlikte görüntülenmesi (Şekil 43) ile üstten görünüm (Şekil 42) şeklindeki başlangıç bölgesi analiz edilerek ilk üretim kapsamına alınacak cevher parçası (Şekil 44) belirlenir. Bu parçacık ayrı olarak aynen açık ocak modelleme kapsamında anlatılan gibi modellenerek ilk üretim için genel bilgiler elde edilir. Bu kapsamda oluşturulan nihai ocak şekli Şekil 45’de gösterilmektedir.



Şekil 45. Başlangıç cevher parçasının açık ocak şekli

Örnek olarak oluşturulan cevher parçasının tonajı 321710 ton olup, dekapaj miktarı 786966m^3 'tür. Nihai üretim planlamasına göre 321710 ton cevher üretimi için gerekli olan dekapaj oranı 855898m^3 'tür. Nihai üretim planı dekapaj miktarının oluşturulan cevher parçasının dekapajından fazla olması, üretimde 321710 ton cevhere ulaşıldığında, hem cevher için gerekli olan dekapaj yapılmış, hem de gelecek yıl dekapajına başlanmış olacaktır. Daha sonraki yıllarda cevher-dekapaj gerekliliği derinlere gidildikçe artacağından, ilk yıllarda fazla dekapaj yapmak, sonraki yıllarda cevher üretiminin hesaplanan tonajda kalmasını sağlayacaktır. Bu sistemle ortalama kabul edilen cevher üretimi ve dekapaj miktarına ulaşılmış olup, proje en uygun şekilde devam edecektir.

3. SONUÇLAR

Madencilik uygulamalarında bilgisayar teknolojisi kullanımının hızla arttığı günümüzde, programları etkin olarak kullanmak da önemlidir. Bu kapsamda oluşturulan bu çalışmada, örnek bir açık ocak madeninin sondaj verileri ile yola çıkarak Surpac programı ile maden işletme projesi aşamalarını içeren modelleme yapılmıştır. Modelleme kapsamında topografik harita oluşturmada açık ocak modellemeye kadar tüm aşamaların uygulanması yanında, bu uygulamaları yaparken dikkat edilmesi gereken noktalardan bahsedilmiştir. Sadece modellemeyi uygulamak değil, veriler işlenirken gerçek dünyada modellemenin sonuçları ve nasıl yol alacağı da hesaba katılmalıdır.

Madencilik verilerini işlemede Surpac programının klasik metotla karşılaştırılması ile önemli artıları olduğu vurgulanmaktadır. Bu kapsamda programın artıları şöyledir:

- Proje planlamada parametrelerin hızlı ve etkin olarak sisteme işlenebilmesi ve sonradan veri ekleyebilme özelliği ile dinamik bir proje planlaması ve takibi mümkündür.
- Veri sınırlandırması olmadan binlerce sondaj verisi aynı anda programa işlenerek yüzey ile analizi ve modellenmesi mümkündür.
- Bilgisayar destekli modelleme ile gereksiz dekapajın, yanlış rezerv belirlemenin, cevher yayılımını kestirememenin önüne geçilir.
- Çizimlerin hassasiyetle yapılması ve bilgisayar hesaplama tekniği ile hesap hatalarının önüne geçilmiş olur.
- Hesabı uzun süren tenör hesabı kestirimi istatistiksel uygulamaları program ile anlık olarak hesaplanıp, tüm cevher modeline uygulanabilir.
- Proje oluşturmada sonradan eklenen verileri modellemeye eklemeye güncelleme ile yeni veriler hızlı şekilde projeye eklenebilir.

4. ÖNERİLER

Bu çalışmada uygulanan tüm işlemler bir maden mühendisi tarafından uygulanmalıdır. Her ne kadar program bilgisayar uygulaması olsa bile, içeriğinde yapılan tüm işlemlerin ezbere değil de gerçeğe uygun olarak yürütülmesi şarttır. Program gayet kullanışlı olup, program öğrenmeye yatkın herhangi biri programın işleyişini ve uygulanmasını öğrenebilir. Fakat tamamıyla madencilik ve jeolojik amaçlı oluşturulan programda, modelleme sırasında uygulanan tüm aşamaların konu hakkında bilgisi olan mühendisler (maden ve jeoloji mühendisleri ve konu hakkında bilgisi olan kişiler) tarafından uygulanması şarttır.

Örnek vermek gerekirse, açık ocak basamak dizaynı yapmak, programı kullanabilen herkes için oldukça kolay bir uygulamadır. Fakat basamak yüksekliğine karar vermede konuyla ilgili teknik bilgi gereklidir.

Programın kullanılması için gerekli bilgi her ne kadar program satın alma sürecinde sağlansa da mühendislik bilgisi ile birleştirilmedikçe mutlaka yanlış sonuçlar ortaya çıkacaktır. Ayrıca, madencilikte yılların tecrübesine sahip mühendislerin de programı tam olarak kullanmayı bilmemesi de yanlış sonuçlar ortaya koyabilir. Bunun sonucunda, iyi bir mühendislik bilgisi yanında, etkin bir Surpac programı kullanımı da gereklidir.

Program içinde iyi bir kullanıcı tarafından iyi bir modelleme yaparken dikkat edilmesi gereken şey, program öncesinde ve veri tabanı oluşturmada verilerin işlenmesinde ve düzenlenmesinde dikkat edilmesi gereklidir. Bunun sebebi, programa hangi veri girilirse o veriye göre modelleme ilerler. Yanlış veri programda hata vermez, yanlış proje oluşmasına sebep olur.

En etkili ve gerçeğe uygun madencilik faaliyetlerinde 3 boyutlu modelleme çözümleri sunan Surpac programı ışığında, programı etkin kullanabilen ve iyi bir modelleme yapabilme kabiliyetine ulaşan mühendisler ve konuyla ilgili kullanıcılar için tek bir gerçek vardır “Yanlış Proje Yoktur, Yanlış Veri Vardır”

5. KAYNAKLAR

Bayraktar, İ., Berk, H., Altun, Y. ve Yıldız, Ş., Karadeniz Bakır İşletmeleri Kutlular Flotasyon Tesisi Optimizasyon Çalışmaları. http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/44878fbdd26871c_ek.pdf 8 Temmuz 2011.

Fernberg, H., Quarrying and Open Pit Mining, <http://www.tunnelbuilder.com/surfacedrilling/page32.pdf> 20 Haziran 2011.

Göktepeli, A., Dünyada ve Türkiye’de Bakır Rezervi, M.T.A. Enstitüsü Plan-Proje Şubesi, Ankara, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/1301141feffabac_ek.pdf 28 Ağustos 2011.

Madencilik Bülteni, 1996. Türkiye’de Bakır Madenciliği ve Geleceği, Kasım-Aralık http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e1d2c2d957a01dc_ek.pdf 5 Temmuz 2011.

Nalbantoğlu, A. K. ve Yılmaz, T., 1992. Kutlular Maden Arama ve Geliştirme Projesi Kutlular Sahası Detay Jeoloji ve Jeokimya Etüdü Raporu, M.T.A. Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü.

URL-1, <http://www.gemcomsoftware.com/products/surpac> Gemcom Surpac, Geology and Mine Planning, 20 Mayıs 2011.

URL-2, <http://www.porttakal.com/ahaber-karadeniz-i-copten-kurtaracak-22-milyon-dolarlik-proje-192067.html>. Karadeniz’i Çöpten Kurtaracak 22 Milyon Dolarlık Proje. 1 Temmuz 2011.

URL-3, <http://www.yerbilimi.com/dokumangoster.asp?id=542>, Şev Açısı, 10 Temmuz 2011.

6. EKLER

Ek Tablo 1. Poligon metodu ile oluşturulan cevher poligonlarının alan ve hacim hesapları raporları

Object: K10 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602024.059 X Maximum: 602087.373 Y Minimum: 4528609.297 Y Maximum: 4528665.589 Z Minimum: 308.270 Z Maximum: 319.270 Surface area: 5820.876 Volume : 21148.585	Object: K15 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601983.433 X Maximum: 602040.436 Y Minimum: 4528700.132 Y Maximum: 4528752.284 Z Minimum: 299.000 Z Maximum: 313.000 Surface area: 6585.381 Volume : 28937.741
Object: K16 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602085.899 X Maximum: 602118.165 Y Minimum: 4528707.777 Y Maximum: 4528751.890 Z Minimum: 255.440 Z Maximum: 280.440 Surface area: 5386.140 Volume : 26990.768	Object: K21 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602086.840 X Maximum: 602140.482 Y Minimum: 4528751.621 Y Maximum: 4528789.037 Z Minimum: 252.780 Z Maximum: 269.780 Surface area: 5218.720 Volume : 23084.824
Object: K24 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601999.994 X Maximum: 602026.071 Y Minimum: 4528598.386 Y Maximum: 4528629.086 Z Minimum: 312.340 Z Maximum: 331.340 Surface area: 2805.130 Volume : 10109.066	Object: K25 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602083.279 X Maximum: 602143.928 Y Minimum: 4528587.496 Y Maximum: 4528655.048 Z Minimum: 313.160 Z Maximum: 321.160 Surface area: 6911.487 Volume : 21226.727
Object: K28 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602116.402 X Maximum: 602157.219 Y Minimum: 4528652.431 Y Maximum: 4528715.306 Z Minimum: 263.640 Z Maximum: 288.640 Surface area: 7897.316 Volume : 43792.601	Object: K3 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601952.523 X Maximum: 601996.608 Y Minimum: 4528663.833 Y Maximum: 4528723.525 Z Minimum: 279.000 Z Maximum: 321.000 Surface area: 10717.258 Volume : 78482.235

Ek Tablo 1'in devamı:

Object: K30 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602051.990 X Maximum: 602117.960 Y Minimum: 4528544.784 Y Maximum: 4528612.633 Z Minimum: 337.420 Z Maximum: 341.420 Surface area: 5907.195 Volume : 10246.347	Object: K31 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602008.705 X Maximum: 602061.319 Y Minimum: 4528571.248 Y Maximum: 4528608.075 Z Minimum: 322.810 Z Maximum: 335.810 Surface area: 4600.658 Volume : 17687.730
Object: K32 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602005.526 X Maximum: 602078.678 Y Minimum: 4528526.874 Y Maximum: 4528572.146 Z Minimum: 330.460 Z Maximum: 345.460 Surface area: 7857.609 Volume : 36980.475	Object: K34 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601946.289 X Maximum: 601984.362 Y Minimum: 4528561.505 Y Maximum: 4528624.725 Z Minimum: 307.860 Z Maximum: 327.860 Surface area: 6537.059 Volume : 33462.100
Object: K36 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601962.429 X Maximum: 602012.068 Y Minimum: 4528525.128 Y Maximum: 4528575.743 Z Minimum: 318.980 Z Maximum: 338.980 Surface area: 5997.914 Volume : 29157.947	Object: K4 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602026.454 X Maximum: 602079.782 Y Minimum: 4528657.061 Y Maximum: 4528723.244 Z Minimum: 278.740 Z Maximum: 295.740 Surface area: 7206.105 Volume : 35481.113
Object: K7 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601996.070 X Maximum: 602040.404 Y Minimum: 4528653.745 Y Maximum: 4528705.241 Z Minimum: 284.830 Z Maximum: 322.830 Surface area: 8949.767 Volume : 58460.948	Object: K8 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602029.680 X Maximum: 602092.083 Y Minimum: 4528703.616 Y Maximum: 4528776.105 Z Minimum: 287.380 Z Maximum: 307.380 Surface area: 9709.807 Volume : 55542.126

Ek Tablo 1'in devamı:

Object: K9 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602067.593 X Maximum: 602104.247 Y Minimum: 4528671.288 Y Maximum: 4528721.506 Z Minimum: 266.660 Z Maximum: 293.660 Surface area: 6212.543 Volume : 33547.221	Object: S1 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601952.523 X Maximum: 601989.617 Y Minimum: 4528707.780 Y Maximum: 4528748.258 Z Minimum: 270.000 Z Maximum: 293.000 Surface area: 4782.244 Volume : 20918.750
Object: S2 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601967.992 X Maximum: 602036.106 Y Minimum: 4528622.303 Y Maximum: 4528671.630 Z Minimum: 302.490 Z Maximum: 324.490 Surface area: 8646.481 Volume : 46711.056	Object: S4 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601976.666 X Maximum: 602000.281 Y Minimum: 4528598.446 Y Maximum: 4528629.086 Z Minimum: 310.860 Z Maximum: 330.860 Surface area: 2868.148 Volume : 10102.536
Object: S5 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602016.687 X Maximum: 602068.450 Y Minimum: 4528594.424 Y Maximum: 4528634.687 Z Minimum: 311.930 Z Maximum: 330.930 Surface area: 4740.568 Volume : 20440.845	Object: S6 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602062.197 X Maximum: 602116.402 Y Minimum: 4528634.558 Y Maximum: 4528672.176 Z Minimum: 270.880 Z Maximum: 300.880 Surface area: 6403.670 Volume : 34862.651
Object: S7 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602098.732 X Maximum: 602130.867 Y Minimum: 4528655.048 Y Maximum: 4528719.339 Z Minimum: 263.670 Z Maximum: 285.670 Surface area: 5800.775 Volume : 26439.032	Object: S8 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601983.208 X Maximum: 602017.900 Y Minimum: 4528560.351 Y Maximum: 4528603.344 Z Minimum: 315.590 Z Maximum: 334.590 Surface area: 4335.510 Volume : 19221.409

Ek Tablo 1'in devamı

Object: S9 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602116.347 X Maximum: 602157.219 Y Minimum: 4528709.739 Y Maximum: 4528770.174 Z Minimum: 260.660 Z Maximum: 281.660 Surface area: 6820.970 Volume : 34831.870	Totals Surface area: 158719.334 Volume : 777866.705
--	---

Ek Tablo 2. Poligon metodu ile oluşturulan dekapaj poligonlarının alan ve hacim hesapları raporları

Object: K10 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602116.347 X Maximum: 602157.219 Y Minimum: 4528709.739 Y Maximum: 4528770.174 Z Minimum: 281.660 Z Maximum: 342.660 Surface area: 13494.588 Volume : 101178.290	Object: K15 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601983.208 X Maximum: 602017.900 Y Minimum: 4528560.351 Y Maximum: 4528603.344 Z Minimum: 334.590 Z Maximum: 354.590 Surface area: 4457.205 Volume : 20233.063
Object: K16 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602098.732 X Maximum: 602130.867 Y Minimum: 4528655.048 Y Maximum: 4528719.339 Z Minimum: 285.670 Z Maximum: 348.670 Surface area: 12131.970 Volume : 75711.772	Object: K21 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602062.197 X Maximum: 602116.402 Y Minimum: 4528634.558 Y Maximum: 4528672.176 Z Minimum: 300.880 Z Maximum: 350.880 Surface area: 9123.332 Volume : 58104.419
Object: K24 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602016.687 X Maximum: 602068.450 Y Minimum: 4528594.424 Y Maximum: 4528634.687 Z Minimum: 330.930 Z Maximum: 352.930 Surface area: 5149.341 Volume : 23668.346	Object: K25 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601976.666 X Maximum: 602000.281 Y Minimum: 4528598.446 Y Maximum: 4528629.086 Z Minimum: 330.860 Z Maximum: 348.860 Surface area: 2682.359 Volume : 9092.283
Object: K28 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601967.992 X Maximum: 602036.106 Y Minimum: 4528622.303 Y Maximum: 4528671.630 Z Minimum: 324.490 Z Maximum: 345.490 Surface area: 8446.480 Volume : 44587.826	Object: K3 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601952.523 X Maximum: 601989.617 Y Minimum: 4528707.780 Y Maximum: 4528748.258 Z Minimum: 293.000 Z Maximum: 340.000 Surface area: 7874.303 Volume : 42747.012

Ek Tablo 2'nin devamı

Object: K30 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602067.593 X Maximum: 602104.247 Y Minimum: 4528671.288 Y Maximum: 4528721.506 Z Minimum: 293.660 Z Maximum: 346.660 Surface area: 9802.049 Volume : 65851.953	Object: K31 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602029.680 X Maximum: 602092.083 Y Minimum: 4528703.616 Y Maximum: 4528776.105 Z Minimum: 307.380 Z Maximum: 336.380 Surface area: 11579.824 Volume : 80536.083
Object: K32 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601996.070 X Maximum: 602040.404 Y Minimum: 4528653.745 Y Maximum: 4528705.241 Z Minimum: 322.830 Z Maximum: 343.830 Surface area: 6322.428 Volume : 32307.366	Object: K34 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602026.454 X Maximum: 602079.782 Y Minimum: 4528657.061 Y Maximum: 4528723.244 Z Minimum: 295.740 Z Maximum: 344.740 Surface area: 12913.130 Volume : 102269.089
Object: K36 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601962.429 X Maximum: 602012.068 Y Minimum: 4528525.128 Y Maximum: 4528575.743 Z Minimum: 338.980 Z Maximum: 355.980 Surface area: 5535.596 Volume : 24784.255	Object: K4 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601946.289 X Maximum: 601984.362 Y Minimum: 4528561.505 Y Maximum: 4528624.725 Z Minimum: 327.860 Z Maximum: 345.860 Surface area: 6217.974 Volume : 30115.890
Object: K7 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602005.526 X Maximum: 602078.678 Y Minimum: 4528526.874 Y Maximum: 4528572.146 Z Minimum: 345.460 Z Maximum: 367.460 Surface area: 9223.487 Volume : 54238.030	Object: K8 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602008.705 X Maximum: 602061.319 Y Minimum: 4528571.248 Y Maximum: 4528608.075 Z Minimum: 335.810 Z Maximum: 355.810 Surface area: 5612.679 Volume : 27211.892

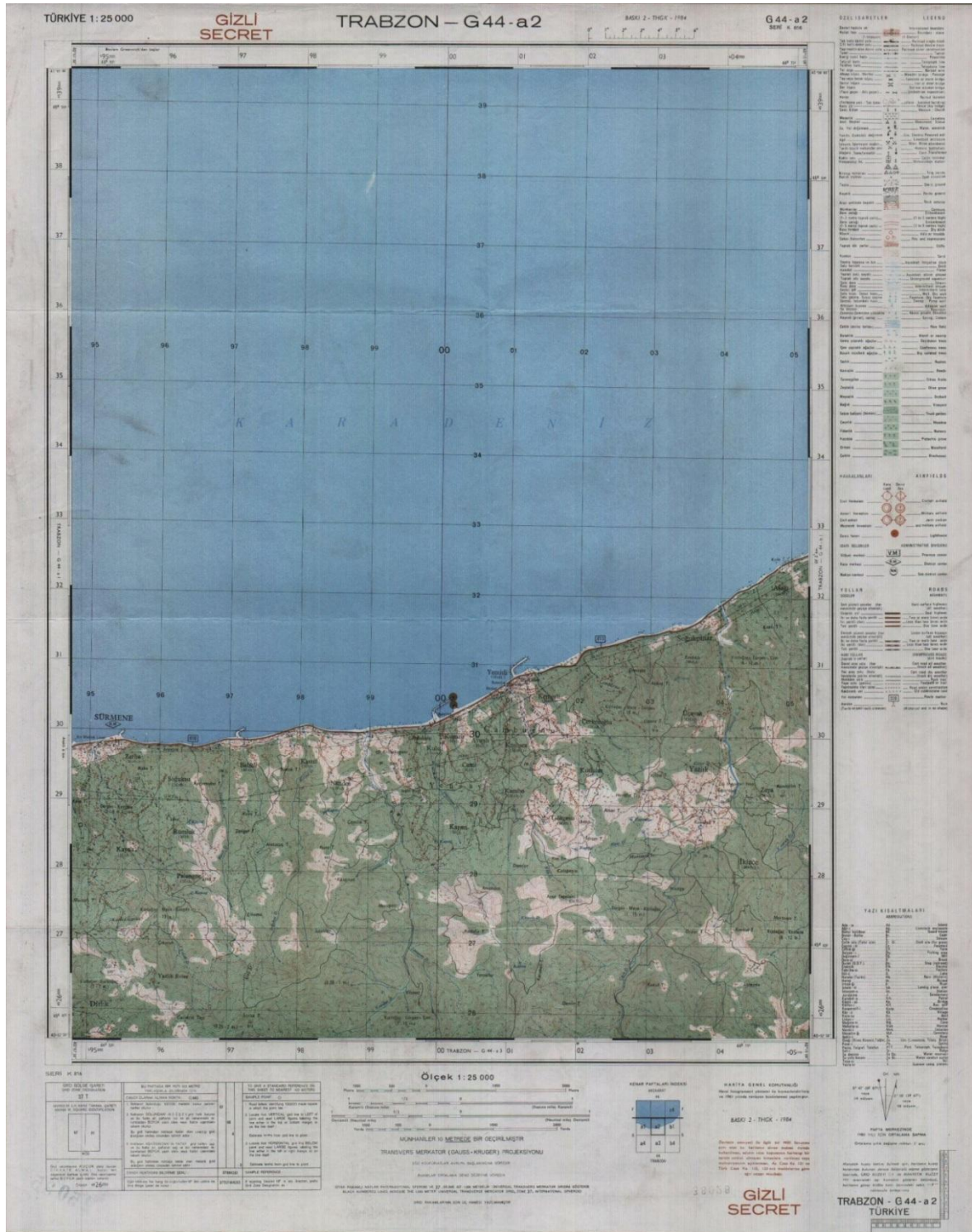
Ek Tablo 2'nin devamı:

Object: K9 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602051.990 X Maximum: 602117.960 Y Minimum: 4528544.784 Y Maximum: 4528612.633 Z Minimum: 341.420 Z Maximum: 372.420 Surface area: 11199.342 Volume : 79409.190	Object: S1 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601952.523 X Maximum: 601996.608 Y Minimum: 4528663.833 Y Maximum: 4528723.525 Z Minimum: 321.000 Z Maximum: 340.000 Surface area: 6894.872 Volume : 35503.868
Object: S2 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602116.402 X Maximum: 602157.219 Y Minimum: 4528652.431 Y Maximum: 4528715.306 Z Minimum: 288.640 Z Maximum: 351.640 Surface area: 14576.057 Volume : 110357.355	Object: S4 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602083.279 X Maximum: 602143.928 Y Minimum: 4528587.496 Y Maximum: 4528655.048 Z Minimum: 321.160 Z Maximum: 360.160 Surface area: 13130.108 Volume : 103480.294
Object: S5 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601999.994 X Maximum: 602026.071 Y Minimum: 4528598.386 Y Maximum: 4528629.086 Z Minimum: 331.340 Z Maximum: 350.340 Surface area: 2805.130 Volume : 10109.066	Object: S6 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602086.840 X Maximum: 602140.482 Y Minimum: 4528751.621 Y Maximum: 4528789.037 Z Minimum: 269.780 Z Maximum: 331.780 Surface area: 11843.932 Volume : 84191.710
Object: S7 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602085.899 X Maximum: 602118.165 Y Minimum: 4528707.777 Y Maximum: 4528751.890 Z Minimum: 280.440 Z Maximum: 341.440 Surface area: 10032.846 Volume : 65857.473	Object: S8 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 601983.433 X Maximum: 602040.436 Y Minimum: 4528700.132 Y Maximum: 4528752.284 Z Minimum: 313.000 Z Maximum: 340.000 Surface area: 8861.698 Volume : 55808.500

Ek Tablo 2'nin devamı:

Object: S9 Trisolation: 2 Validated = true Status = solid Trisolation Extents X Minimum: 602024.059 X Maximum: 602087.373 Y Minimum: 4528609.297 Y Maximum: 4528665.589 Z Minimum: 319.270 Z Maximum: 349.270 Surface area: 9233.413 Volume : 57677.958	Totals Surface area: 219144.145 Volume : 1395032.985
--	--

Ek Şekil 1. Türkiye G44A2 pafta numaralı topografik harita



Ek Tablo 3. Surpac veritabanı “collar” dosyası içeriği.

hole_id	x	y	z	max_depth
S1	601972,079	4528735,225	700	203,00
K3	601968,706	4528697,504	700	132,00
K15	602007,008	4528735,426	700	109,00
K8	602065,353	4528746,345	700	104,55
K21	602112,340	4528776,722	700	120,45
K16	602107,915	4528735,636	700	210,20
S9	602131,809	4528738,646	700	160,00
K7	602020,304	4528676,062	700	203,55
K4	602051,858	4528682,018	700	200,10
K9	602090,953	4528684,599	700	152,70
S7	602113,756	4528687,643	700	110,00
K28	602136,057	4528690,830	700	149,50
S2	601999,772	4528645,849	700	163,50
K34	601958,534	4528592,720	700	126,60
S4	601995,171	4528617,159	700	152,50
K24	602005,259	4528612,909	700	152,50
S8	601997,472	4528584,573	700	162,50
K31	602024,905	4528592,011	700	175,60
S5	602045,082	4528615,919	700	150,00
K10	602052,339	4528638,765	700	92,75
S6	602089,507	4528648,151	700	153,80
K25	602106,319	4528617,689	700	188,55
K36	601992,335	4528547,737	700	160,65
K32	602027,734	4528539,236	700	156,70
K30	602099,593	4528573,769	700	164,30

Ek Tablo 4. Surpac veritabanı “survey” dosyası içeriği.

hole_id	azimuth	dip	depth
S1	0	-90	203,00
K3	0	-90	132,00
K15	0	-90	109,00
K8	0	-90	104,55
K21	0	-90	120,45
K16	0	-90	210,20
S9	0	-90	160,00
K7	0	-90	203,55
K4	0	-90	200,10
K9	0	-90	152,70
S7	0	-90	110,00
K28	0	-90	149,50
S2	0	-90	163,50
K34	0	-90	126,60
S4	0	-90	152,50
K24	0	-90	152,50
S8	0	-90	162,50
K31	0	-90	175,60
S5	0	-90	150,00
K10	0	-90	92,75
S6	0	-90	153,80
K25	0	-90	188,55
K36	0	-90	160,65
K32	0	-90	156,70
K30	0	-90	164,30

Ek Tablo 5. Surpac veritabanı “geology” dosyası içeriği.

hole_id	depth_from	depth_to	lithology
S1	0	46,00	KAYAC
S1	46	73,00	CEVHER
S1	73	203,00	KAYAC
K3	0	18,00	KAYAC
K3	18	64,00	CEVHER
K3	64	132,00	KAYAC
K15	0	15,00	KAYAC
K15	15	36,00	CEVHER
K15	36	109,00	KAYAC
K8	0	28,00	KAYAC
K8	28	52,00	CEVHER
K8	52	104,55	KAYAC
K21	0	61,00	KAYAC
K21	61	82,00	CEVHER
K21	82	120,45	KAYAC
K16	0	60,00	KAYAC
K16	60	90,00	CEVHER
K16	90	210,20	KAYAC
S9	0	61,00	KAYAC
S9	61	92,00	CEVHER
S9	92	160,00	KAYAC
K7	0	20,00	KAYAC
K7	20	62,00	CEVHER
K7	62	203,55	KAYAC
K4	0	48,00	KAYAC
K4	48	68,00	CEVHER
K4	68	200,10	KAYAC
K9	0	53,00	KAYAC
K9	53	89,00	CEVHER
K9	89	152,70	KAYAC
S7	0	62,00	KAYAC
S7	62	88,00	CEVHER
S7	88	110,00	KAYAC
K28	0	63,00	KAYAC
K28	63	94,00	CEVHER
K28	94	149,50	KAYAC
S2	0	21,00	KAYAC
S2	21	50,00	CEVHER
S2	50	163,50	KAYAC

Ek Tablo 5'in devamı.

K34	0	17,00	KAYAC
K34	17	43,00	CEVHER
K34	43	126,60	KAYAC
S4	0	18,00	KAYAC
S4	18	43,00	CEVHER
S4	43	152,50	KAYAC
K24	0	19,00	KAYAC
K24	19	45,00	CEVHER
K24	45	152,50	KAYAC
S8	0	18,00	KAYAC
S8	18	44,00	CEVHER
S8	44	162,50	KAYAC
K31	0	19,00	KAYAC
K31	19	36,00	CEVHER
K31	36	175,60	KAYAC
S5	0	21,00	KAYAC
S5	21	45,00	CEVHER
S5	45	150,00	KAYAC
K10	0	29,00	KAYAC
K10	29	46,00	CEVHER
K10	46	92,75	KAYAC
S6	0	50,00	KAYAC
S6	50	83,00	CEVHER
S6	83	153,80	KAYAC
K25	0	38,00	KAYAC
K25	38	51,00	CEVHER
K25	51	188,55	KAYAC
K36	0	14,00	KAYAC
K36	14	42,00	CEVHER
K36	42	160,65	KAYAC
K32	0	19,00	KAYAC
K32	19	47,00	CEVHER
K32	47	156,70	KAYAC
K30	0	30,00	KAYAC
K30	30	46,00	CEVHER
K30	46	164,30	KAYAC

Ek Tablo 6. Surpac veritabanı “sample” dosyası içeriği

hole_id	sample_id	depth_from	depth_to	grade
S1	S1A	0	46,00	0
S1	S1B	46	73,00	2,73
S1	S1C	73	203,00	0
K3	K3A	0	18,00	0
K3	K3B	18	64,00	2,72
K3	K3C	64	132,00	0
K15	K15A	0	15,00	0
K15	K15B	15	36,00	2,75
K15	K15C	36	109,00	0
K8	K8A	0	28,00	0
K8	K8B	28	52,00	2,85
K8	K8C	52	104,55	0
K21	K21A	0	61,00	0
K21	K21B	61	82,00	3,18
K21	K21C	82	120,45	0
K16	K16A	0	60,00	0
K16	K16B	60	90,00	2,85
K16	K16C	90	210,20	0
S9	S9A	0	61,00	0
S9	S9B	61	92,00	3,12
S9	S9C	92	160,00	0
K7	K7A	0	20,00	0
K7	K7B	20	62,00	2,59
K7	K7C	62	203,55	0
K4	K4A	0	48,00	0
K4	K4B	48	68,00	2,61
K4	K4C	68	200,10	0
K9	K9A	0	53,00	0
K9	K9B	53	89,00	2,67
K9	K9C	89	152,70	0
S7	S7A	0	62,00	0
S7	S7B	62	88,00	2,69
S7	S7C	88	110,00	0
K28	K28A	0	63,00	0
K28	K28B	63	94,00	2,71
K28	K28C	94	149,50	0
S2	S2A	0	21,00	0
S2	S2B	21	50,00	2,53
S2	S2C	50	163,50	0

Ek Tablo 6'nın devamı:

K34	K34A	0	17,00	0
K34	K34B	17	43,00	2,21
K34	K34C	43	126,60	0
S4	S4A	0	18,00	0
S4	S4B	18	43,00	2,22
S4	S4C	43	152,50	0
K24	K24A	0	19,00	0
K24	K24B	19	45,00	2,25
K24	K24C	45	152,50	0
S8	S8A	0	18,00	0
S8	S8B	18	44,00	2,09
S8	S8C	44	162,50	0
K31	K31A	0	19,00	0
K31	K31B	19	36,00	2,17
K31	K31C	36	175,60	0
S5	S5A	0	21,00	0
S5	S5B	21	45,00	2,41
S5	S5C	45	150,00	0
K10	K10A	0	29,00	0
K10	K10B	29	46,00	2,56
K10	K10C	46	92,75	0
S6	S6A	0	50,00	0
S6	S6B	50	83,00	2,59
S6	S6C	83	153,80	0
K25	K25A	0	38,00	0
K25	K25B	38	51,00	2,45
K25	K25C	51	188,55	0
K36	K36A	0	14,00	0
K36	K36B	14	42,00	1,89
K36	K36C	42	160,65	0
K32	K32A	0	19,00	0
K32	K32B	19	47,00	1,81
K32	K32C	47	156,70	0
K30	K30A	0	30,00	0
K30	K30B	30	46,00	1,87
K30	K30C	46	164,30	0

ÖZGEÇMİŞ

Şener ALİYAZICIOĞLU, 16.11.1984 tarihinde Trabzon ili Yomra İlçesi'ne bağlı İkisu Köyü'nde doğdu. 1995 yılında Dr. İbrahim Ustaömeroğlu İlkokulu'nu, 1998 yılında Gazi Ortaokulu'nu bitirdi. Lise eğitimini 2001 yılında Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 2001 yılında girdiği Ortadoğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nden 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında başladığı yüksek lisans eğitimine halen Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde devam etmektedir. Aynı zamanda Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Açık İşletmeler Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.