

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NARLICA ALTIN YATAĞI BİLGİSAYAR DESTEKLİ
TASARIM VE PLANLAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden. Müh. Engin DOĞAN

Anabilim Dalı: Maden Mühendisliği

Programı: Maden Mekanizasyonu

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Selamet G. ERÇELEBİ

HAZİRAN 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NARLICA ALTIN YATAĞI BİLGİSAYAR DESTEKLİ
TASARIM VE PLANLAMASI**

YÜKSEK LİSANSI TEZİ
Maden.Müh. Engin DOĞAN
(505991049)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007

Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Selamet G. ERÇELEBİ (İ.T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Hasan ERGİN (İ.T.Ü.)

Doç. Dr. Ataç BAŞÇETİN (İ.Ü.)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği bünyesinde gerçekleştirmiş olduğum yüksek lisans bitirme tez çalışmalarım sırasında, tezimin danışmanlığını yürüten, tezimin sonuçlanmasında bilgi, tecrübe ve destekleri ile yardımcı olan değerli hocam Doç.Dr. Selamet G. ERÇELEBİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmaları sırasında, tezimle ilgili yol gösterici desteklerini esirgemeyen değerli abilerim ve meslek büyüklerim Dr. Attila C. ÖZTÜRK'e ve Yük.Müh. Abdullah FİŞNE' ye teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin konusuyla ilgili olarak, çalıştığım şirketten izinlerin alınması sırasında benden değerli desteğini esirgemeyen meslek büyüğüm ve yeraltı üretim müdürüm Maden Mühendisi Hasan GİRAY'a, kaya mekaniği ile ilgili çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Maden Yük.Müh. Koray ÖNAL'a, datamine programı ile ilgili engin bilgilerini esirgemeyen arkadaşım Maden Mühendisi meslektaşım Halit Semih DEMİRCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimle ilgili planlamaların yapımı kısmında benden değerli görüşlerini esirgemeyen meslektaşlarım Maden Mühendisleri Engin BAŞER ve Umut YAŞA'ya şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarımı sürekli takip ederek, eğitimimi tamamlamamda gösterdikleri özenden ve destekten dolayı Hüseyin DOĞAN ve Mahire DOĞAN' a, tüm hayatım boyunca benden hiçbir desteğini esirgemeyen sevgili anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Haziran, 2007

Engin DOĞAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	vii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
2. MADENCİLİKTE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM	4
2.1. Genel İlkeler	4
2.2. Geleneksel Yöntemler ile Maden Yataklarının Değerlendirilmesi	4
2.2.1. Poligon Yöntemi	5
2.2.2. Üçgen Yöntemi	6
2.2.3. Kesit Yöntemi	6
2.2.4. Değer Taşıma Yöntemi	6
2.3. Jeostatistiksel Modelleme Yöntemi	7
2.3.1. Variogram fonksiyonunun Özellikleri	8
2.3.2. Kriging Tekniği	10
3. DATAMINE PROGRAMININ TANITILMASI	13
3.1. Veri Tabanı Oluşturma	13
3.2. Blok Modelin Oluşturulması Ve Rezerv Hesaplamaları	17
4. NARLICA ALTIN YATAĞININ DATAMINE PROGRAMI İLE YERALTI ÜRETİM TASARIMI	21
4.1. Coğrafi Durum	21
4.2. Yapısal Jeoloji	22
4.3. Bölgede Yapılan Sondajlar	27
4.4. Narlıca Modelinin Datamine Programından Yararlanılarak Oluşturulması	32
5. ÜRETİM YÖNTEMİ SEÇİMİ	38
5.1. İşletme Metoduna Tesir Eden Faktörler	38
5.1.1 Cevherin ve Yan Taşların Fiziksel Özellikleri	39
5.1.2. Yatım Açısı	39
5.1.3. Cevherin Kalınlığı	40
5.1.4. Yataklanma Durumu	40
5.1.5. Cevher İçinde Faydalı Minerallerin Dağılımı	41
5.1.6. Cevherin Geometrik Şekli ve Cevher Kontakı	42
5.1.7. Cevher ve Yan Taş Arasındaki Kontak	42
5.1.8. Cevherin Mineralojik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi	42
5.1.9. İşletme Derinliği	43
5.1.10. Üretim Sırasında Meydana Gelen Tavan Hareketleri ve Yeryüzü Hasarları	43

5.1.11. Konsantrasyon	43
5.2. Narlıca Altın Yatağı İçin İşletme Metodunun Seçilmesi	44
5.2.1. Ambarlı Kazı yöntemi	46
5.2.2. Dolgulu Tavan Ayak Yöntemi	50
5.2.2. Küp Tahkimatlı Tavan Ayak Yöntemi	51
5.2.4 İşletme Yönteminin Seçimi	52
5.3. Narlıca Altın Yatağının Kaya Mekaniği Açısından Değerlendirilmesi	53
5.3.1. PHASE ² Sonlu Elemanlar Programı	54
5.3.2 Analizlerde kullanılan sonlu elemanlar ağları	54
5.3.3 Analizlerde kullanılan kaya kütlesi özellikleri	57
5.3.4. Sayısal Modelleme Sonuçları	59
5.3.4.1. Tünel açılmadan önceki arazi gerilmelerinin oluşturulması	59
5.3.4.2. Galeri etrafında kaya kütlesinin davranışı	63
6. ÜRETİM YÖNTEMİNİN TANITILMASI	69
6.1 Topoğrafyanın İrdelenmesi ve Kesitlerin Çıkarılması	69
6.2 Narlıca Altın Yatağı Cevherinin Üretim Planının Yapılması	73
6.2.1 Nakliyat	73
6.2.2 Kazı	76
6.2.3 Tahkimat	81
6.2.4 Havalandırma	82
6.2.5 Üretim Yöntemi ve Uygulama Planı	82
6.3 Proje Maliyetleri	89
7. SONUÇLAR	90
KAYNAKLAR	92
EKLER	94
ÖZGEÇMİŞ	97

KISALTMALAR

ReV	: Bölgeselleştirilmiş Değişken
SV	: Semivariogram
RMR	: Kaya Kütle İndisi
RQD	: Kaya Kalite Derecesi
K	: Kuzey
G	: Güney
D	: Doğu
B	: Batı

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Narlıca altın yatağı rezerv tablosu.....	3
Tablo 3.1 Örnek sondajlara ait collar dosyası.....	14
Tablo 3.2 Survey dosyası.....	14
Tablo 3.3 Assay dosyası.....	15
Tablo 3.4 Geology dosyası.....	17
Tablo 4.1 Narlıca bölgesi kaya ve toprak örnekleri jeokimyasal istatistik sonuçları.....	27
Tablo 4.2 Narlıca bölgesinde 2005 yılı sondajlarında kesilen cevher zonları	30
Tablo 4.3 Datamine programında hazırlanmış Narlıca altın yatağı rezerv tablosu.....	34
Tablo 5.1 Narlıca altın yatağı üretim yöntemi seçimine etki eden faktörler.....	44
Tablo 5.2 Sayısal modellemelerde kullanılan kaya kütlesi parametreleri.....	58
Tablo 5.3 1255 kotu için henüz yeraltı açıklıkları mevcut değilken oluşturulan asal gerilmeler.....	59
Tablo 5.4 1215 kotu için henüz yeraltı açıklıkları mevcut değilken oluşturulan asal gerilmeler.....	61
Tablo 6.1 Ana kat galerilerine sürülecek desandri uzunlukları	73
Tablo 6.2 Kat galeri uzunlukları.....	74
Tablo 6.3 Desandri ve ana kat galeri patlatmalarında kullanılacak patlayıcı miktarları.....	76
Tablo 6.4 Baca patlatmalarında kullanılacak patlayıcı miktarları.....	77
Tablo 6.5 Panolarda bulunan cevher miktarları.....	84
Tablo 6.6 Hazırlıklar sırasında elde edilecek tüvenan cevher.....	86
Tablo 6.7 Genel maliyetler.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 1.1:	Son beş yıla ait altın fiyatları..... 1
Şekil 2.1:	Poligon yönteminin uygulanması..... 5
Şekil 2.2:	Semivariogram modelleri..... 9
Şekil 3.1:	Cevher sınırlarının oluşturulması..... 18
Şekil 3.2:	Üç boyutlu cevher katı modeli..... 18
Şekil 3.3:	Tenör değeri olmayan blok model..... 19
Şekil 3.4:	Cevher tenör haritası oluşturulmuş blok model..... 20
Şekil 4.1:	Narlca bölgesi ruhsat alanı ve yer bulduru haritası..... 21
Şekil 4.2:	Batı anadolu'nun genel tektonik kuşakları..... 22
Şekil 4.3:	Ayvalık-Bergama/ Dikili-Bergama yöresinin genelleştirilmiş stampı..... 26
Şekil 4.4:	Narlca bölgesi jeoloji haritası..... 28
Şekil 4.5:	Narlca sondaj lokasyonları haritası..... 29
Şekil 4.6:	Narlca cevherinin katı modelinin oluşturulması..... 33
Şekil 4.7:	Narlca cevherine ait blok model..... 35
Şekil 4.8:	Narlca cevheri blok modeli batıdan görünümü..... 36
Şekil 4.9:	Narlca cevheri blok modeli doğudan görünümü..... 37
Şekil 5.1:	Ambarlı kazı yöntemi genel görünüşü..... 47
Şekil 5.2:	Ambarlı kazı hazırlık çalışmaları..... 48
Şekil 5.3:	Ambarlı kazı kesit görünüşü..... 49
Şekil 5.4:	Dolgulu tavan ayak..... 51
Şekil 5.5:	Küp tahkimatlı tavan ayak..... 52
Şekil 5.6:	+1255 kotu için Phase ² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı..... 55
Şekil 5.7:	+1215 kotu için Phase ² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı..... 56
Şekil 5.8:	+1255 kotu için Phase ² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı (Yeraltı açıklığı çevresinde detaylı görüntü)..... 56
Şekil 5.9:	+1215 kotu için Phase ² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı (Yeraltı açıklığı çevresinde detaylı görüntü)..... 57
Şekil 5.10:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 1 ($\sigma_{h1}=\sigma_{xx}$)..... 60
Şekil 5.11:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 2 ($\sigma_{h2}=\sigma_{zz}$)..... 60
Şekil 5.12:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: düşey ($\sigma_v=\sigma_{yy}$)..... 61
Şekil 5.13:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 1 ($\sigma_{h1}=\sigma_{xx}$)..... 62
Şekil 5.14:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 2 ($\sigma_{h2}=\sigma_{zz}$)..... 62
Şekil 5.15:	Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: düşey ($\sigma_v=\sigma_{yy}$)..... 63
Şekil 5.16:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{xx})..... 64
Şekil 5.17:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{yy})..... 64
Şekil 5.18:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucu elde edilen Emniyet faktörü dağılımı..... 65

Şekil 5.19:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı(σ_{xx}).....	66
Şekil 5.20:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{yy}).....	67
Şekil 5.21:	Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucu elde edilen Emniyet faktörü dağılımı.....	67
Şekil 6.1:	Topoğrafik harita ve cevher bloğunun iz düşümleri.....	70
Şekil 6.2:	En kesitler.....	71
Şekil 6.3:	Boy kesit.....	72
Şekil 6.4:	Ana galeri kesit görünümü.....	75
Şekil 6.5:	8 m ² galeri için patlatma dizaynı	78
Şekil 6.6:	2,25 m ² kesitli baca için patlatma dizaynı.....	79
Şekil 6.7:	Pano içerisindeki patlatma dizaynı.....	80
Şekil 6.8:	Trapez bağ.....	81
Şekil 6.9:	Küb tahkimat.....	81
Şekil 6.10:	Üretim planı.....	85
Şekil 6.11:	Üretim planı boy kesit görünümü.....	87
Şekil 6.12:	Üretim planı datamine tasarımı.....	88

SEMBOL LİSTESİ

$\gamma(h)$	: Semivariogram
N	: Numune sayısı
$Z(x)$	: Bölgeselleştirilmiş değişkenin siddeti
$Z(x + h)$	: $Z(x)$ ' den h mesafe uzaktaki bölgeselleştirilmiş değişkenin siddeti
$z(x_0)$	: Bilinen değerlerin lineer kombinasyonu
w_i	: Değişkenin şiddetine ve lokasyonuna bağlı olarak değişen ağırlık katsayısı
C_{ij}	: Bilinen noktalar arasındaki kovaryans
C_{i0}	: Değeri bilinen nokta ile kestirim yapılması istenen noktalar arasındaki kovaryans
E	: Young modülü
ν	: Poisson oranı
γ	: Birim ağırlık
c	: Kohezyon
ϕ	: İçsel sürtünme açısı
c_r	: Kalıntı kohezyon değeri
ϕ_r	: Kalıntı sürtünme açısı değeri
σ_t	: Çekme dayanımı
δ	: Şişme açısı
s	: Süreksizliklerin derecesine bağlı istatistiksel parametre
m	: Kaya özelliklerine bağlı istatistiksel parametre
e	: Eksponansiyel
σ_1	: Yenilme anında uygulanan en büyük asal gerilme
σ_3	: Yenilme anında uygulanan en küçük asal gerilme
C_0	: Laboratuvar tek eksenli basma dayanımı
$\sigma_{xx}=\sigma_{h1}$	: 1. yatayda oluşan asal gerilmeler
$\sigma_{zz}=\sigma_{h2}$	: 2. yatayda oluşan asal gerilmeler
$\sigma_{yy}=\sigma_v$	: Düşeyde oluşan asal gerilmeler
q_u	: Basma dayanımı

NARLICA ALTIN YATAĞI BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE PLANLAMASI

ÖZET

Bu çalışmada, Ovacık Altın Madeni'nin 3,5 km kuzey doğusunda keşfedilen Narlıca altın yatağının bilgisayar destekli tasarım ve planlaması yapılmıştır. Narlıca altın madeni 2005 yılında tamamen keşfedildiğinde işletilebilir halde 12.648 ons altın rezervine sahiptir. Bu rezervin tamamı 3,5 gr/ton altın tenörünün üstündedir. Ayrıca söz konusu maden yatağında 3,5gr/ton altın tenörünün altında 8.970 ton altın bulunmaktadır.

Bu çalışmada bilgisayar destekli madencilik yazılımlarının başında gelen Datamine programı kullanarak cevher yatağının bir blok modeli oluşturulmuş ve bu blok model üzerinden rezerv hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen rezerv sonuçları ve oluşturulan blok model doğrultusunda bir maden yatağının üretim yönteminin nasıl seçileceği üzerinde durulmuş ve seçim kriterleri değerlendirilerek yeraltı üretim yöntemi belirlenmiştir. Değerlendirme sonucu cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi ile üretimin yapılması kararlaştırılmıştır. Cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi ile madenin üretim planlaması yapılmış ve yeraltı madeninin tasarımı Datamine programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Cevher yatağının eğimi $80^0 - 90^0$ arasında ve ortalama kalınlığı 3 metredir. Cevherin 3 ana katta üretilmesi ve katlar arasının 40 metre olması planlanmıştır. Altın cevherinin maden yatağından üretilmesi delme – patlatma tekniği ile gerçekleştirilecektir. Üretilen cevher 8 m^2 kesitli galeriler ve 27^0 eğimli desandriler ile yeryüzüne taşınacaktır. Yeryüzüne taşınan cevher buradan kamyonlar vasıtasıyla 3,5 km mesafede bulunan Ovacık cevher hazırlama tesisine nakledilecektir. Cevher tavanında bırakılacak emniyet topukları PHASE sonlu elemanlar programı kullanılarak 4 metre olarak bulunmuştur.

COMPUTER AIDED DESIGN AND PLANNING OF NARLICA GOLD DEPOSIT

SUMMARY

In this study, The computer aided design and planning of Narlica gold deposit, located 3.5 km North-East of Ovacik Gold Mine, was carried out. The Narlica gold deposit contains 12.648 ounce gold. All of this reserve contains over 3.5 g/ton gold. Also deposit has 8.970 tonnes gold reserve which has lower grade than 3.5 g/ton gold.

Detailed exploration of deposit was completed in 2005. Using Datamine a block model was constructed and reserve of deposit was calculated. After completing the reserve calculations, and block model of deposit, it was decided to exploit the mine by an underground mining method. Several methods were discussed and finally, it was decided to apply shrinkage stopping method. Again using Datamine program underground mine design study in detail was carried out.

Slope angle of the deposit is between 80 – 90 degrees and has an average 3 meters thickness. It is planned that gold deposit is mined in 3 main production levels and the distance between the main production levels is 40 meters. Production will be carried out as conventional drill and blast method. Produced gold ore will be transported to the surface via 8 m² haulage tunnels and 27⁰ sloped tunnels. After that the ore will be transported to the Ovacik ore processing facilities with trucks. Safety pillars which will be left between the levels are designed 4 meters by using PHASE finite element program.

1. GİRİŞ

Son yıllarda metal maden fiyatlarındaki artışla birlikte madencilik piyasasında gözle görülür bir hareketlenme başlamıştır. Özellikle Hindistan ve Çin gibi ülkelerin ekonomilerini büyütme politikası ve Ortadoğu'da olası bir savaş beklentisi metal maden fiyatlarındaki artışın en büyük nedeni olarak gösterilmektedir.

Özellikle son 5 yılda altın fiyatlarındaki %100'den fazla olan artış, altın madenciliğine yapılan yatırımların artmasına da olanak sağlamıştır. Şekil 1.1. de görüldüğü üzere son 5 yılda altının ons fiyatının 300\$/ons'dan 650\$/ons'a çıktığı görülmektedir.



Şekil 1.1: Son beş yıla ait altın fiyatları (<http://www.infomine.com>).

Ülkemizde madencilik alanında son 5 yılda ciddi yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Bunun başlıca iki nedeni vardır. Birincisi yukarıda da belirtildiği gibi metal maden fiyatlarındaki artış ikincisi de Türkiye'de madenlerin henüz sığ derinliklerde ve bakir

olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle yabancı şirketlerin son yıllarda yaptığı araştırma ve yatırım faaliyetleri şimdiye kadar tüketim ve tekstil sektörüne yatırım yapan büyük Türk şirketlerinin de madencilik sektörüne girmelerini cesaretlendirmiştir.

Türkiye’de son iki yılda iki altın maden sahası işletmeye alınmıştır. Bunlardan biri Uşak/Kışladağ diğeri ise Balıkesir/Havran-Küçükdere’dir. Önümüzdeki yıllarda işletilmesi muhtemel üç altın yatağı daha faaliyete geçmeyi beklemektedir. Bunlar ise İzmir/Efemçukuru, Gümüşhane/Mastıra ve Erzincan/İliç ‘tir.

Günümüzde madencilik sektöründe teknolojik gelişmeler sayesinde işletilebilir altın madeni tenörü 1 gr/ton’ a kadar düşebilmektedir. Altın madenciliği için düşük tenörlü cevherle çalışmak belli hassasiyetleri de beraberinde getirmiştir. Özellikle arama safhasında yapılan ön fizibilite çalışmaları sırasında ortaya çıkarılacak rezerv ve tenör ilişkisinin çok hassas ve dikkatli yapılması gerekmektedir.

Son zamanlarda madencilik sektörü için kullanılan jeostatistiksel tabanlı yazılım programlarının gelişmesiyle birlikte herhangi bir maden yatağının üç boyutlu blok modeli yapılabilmekte ve bu modelin herhangi bir noktasındaki tenör değeri kestirilebilmektedir. Bu programlar o kadar gelişmiştir ki büyük bir potansiyele sahip maden yatağının hangi yöntemle üretilebileceğini alternatifli olarak çıkarılabilmektedir.

2005 senesinde İzmir/Bergama-Ovacık altın madeninin kuzeydoğusunda bulunan Narlıca köyünde madencilik açısından küçük bir rezerve sahip bir altın yatağı keşfedilmiştir. Tablo 1.1. de görüldüğü üzere toplam 175.573 ton tüvenan cevher rezervi bulunan bu altın yatağının bu günkü değeri 14.000.000 \$’ dır. Ancak işletilebilir rezerv tenörü 3,5 gr/ton’dan yüksek tüvenan cevher hedef alınmıştır.

Buna göre işletilebilir rezerv 60.876 ton ve bunun bu günkü şartlarda ekonomik değeri 8.227.000 \$’dır. Altın yatağı rezerv baz alınarak değerlendirildiğinde küçük bir rezerve sahiptir. Ancak altın yatağının Ovacık’a 3,5 km mesafede olması nedeniyle çıkarılan cevher yine burada bulunan zenginleştirme tesisinde işleneceğinden ekonomiye kazandırılması olası gözükmemektedir. Yine altın yatağının rezerv miktarının azlığından dolayı tam mekanize kazıya uygun olmadığı

görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın ileriki bölümlerinde geleneksel madencilik yöntemlerinin kullanılabilirliği ile ilgili bir araştırmaya da yer verilecektir.

Tablo 1.1: Narlıca altın yatağı rezerv tablosu

Tenör Aralığı (gr/ton)	Ortalama Altın Tenörü (gr/ton)	Tüvenan (Ton)	Ons	Altın Fiyatı (USD/ons)	Cevher Ekonomik Değeri (USD)
0-2	1,62	27.727	1446,945	650,00	940.514,54
2-3.5	2,69	86.970	7523,499		4.890.274,42
3.5-6	4,46	37.871	5431,304		3.530.347,75
6+	9,77	23.006	7225,488		4.696.567,15

Yapılan çalışmada İzmir/Bergama Ovacık altın madeninin kuzey-doğusunda bulunan Narlıca köyü altın yatağının bilgisayar destekli bir yazılım olan Datamine programı kullanılarak, üç boyutlu katı modeli ve tenör haritası çıkarılmıştır. Daha sonra bu katı model baz alınarak işletme metodunun seçimi yapılmış ve üretim sistemi planlanmıştır.

2. MADENCİLİKTE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

2.1 Genel İlkeler

Bir maden yatağının planlanması günümüzde geleneksel yöntemlerle yapılabildiği gibi günümüzde bilgisayar destekli yazılımlarla da yapılabilmektedir. Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde madencilik çalışmalarında bilgisayar kullanımı ve programları oldukça kullanılabilir hale gelmiştir. Kabul edilebilir bir gerçektir ki tüm iş yaşamında hayatımıza giren bilgisayar teknolojileri maden sanayinde de çalışmaları daha da kolaylaştırıcı hale getirmiştir. Özellikle doksanlı yılların ikinci yarısından sonra bilgisayar ortamında üç boyutlu yer altı ve yerüstü maden işletme tasarım sistemlerinin yapılabilir hale gelmesi, o tarihten itibaren bu tür programların madencilik sektöründeki gelişimini ve kullanımını hızlandırmıştır.

Bir maden yatağının nasıl üretileceği, bu üretim yöntemi için hangi ekipmanların seçileceği gibi genel tahminlerin en doğru şekilde yapılabilmesi için maden yatağı rezervinin, tenör dağılımlarının en doğru şekilde kestirilebilmiş olması gereklidir.

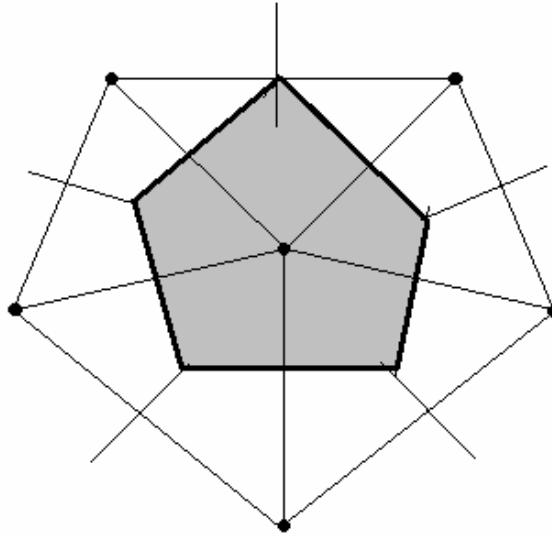
Bu bölümde maden yataklarının geleneksel yöntemlerle değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler verilecektir.

2.2 Geleneksel Yöntemler ile Maden Yataklarının Değerlendirilmesi

Geleneksel yöntemlerin genel prensipleri, çalışma sahasında gerçekleştirilen sondaj lokasyonlarından yöntemin uygulanış şekline bağlı olarak bir geometrik şekil oluşturulması ve bu geometrik şeklin içinde bulunduğu kabul edilen maden cevherinin tonajının tespit edilmesi şeklindedir. Bu yöntemler, poligon, üçgen, kesit, izopak ve değer taşıma yöntemleri olarak adlandırılabilir. Bu çalışmanın amacı jeostatistiksel yöntemler olduğu için, geleneksel yöntemlerin uygulamaları üzerinde durulmamış sadece farkları ve olumsuz yönleri üzerinde durulmuştur.

2.2.1 Poligon yöntemi

Bu yöntemin uygulanması için, öncelikle sondajlar birleştirilerek dar açılı üçgenler oluşturulur ve üçgenlerin kenar orta dikmeleri birleştirilerek orta noktaya ait olan poligon bu orta dikmelerin birleştirilmesi ile elde edilir. Bu durumda ortaya çıkan şekil şu şekilde yorumlanmalıdır. Orta noktaya aile olan cevherin kalınlığı gri olarak verilmiş tüm poligonun alanıdır. Daha sonra yüzeyden alan hesabı yapılır ve kalınlık değeri ile çarpılarak poligonun hacmi ve cevherin yoğunluğu ile çarpılarakda cevherin tonajı bulunur. Yöntemin en önemli avantajı basit olmasıdır. Buna karşı uygulamada elde edilen sonuçlar aşağıda verilen sebeplerden dolayı son derece tartışmalıdır.



Şekil 2.1: Poligon yönteminin uygulanması.

Bir sondajın etki alanı Şekil 2.1’ den de görüleceği üzere sadece sondaj lokasyonlarına bağlıdır. Sondaj lokasyonları ise belirli bir sistematığa veya rastgeleliğe bağlı olduğuna göre, sondajların etki alanının tespiti tamamen rastgeledir. Sonuçların doğru çıktığı durumlar ise tesadüften öteye gidemez. Bunların sebepleri üzerinde özellikle jeostatistiksel uygulamanın anlatıldığı bölümde daha fazla durulacaktır. Özellikle yatay ve sedimenter olmayan maden yataklarında uygulanması durumunda elde edilecek sonuçlar son derece aldatıcı olacaktır. Modelde oluşacak olan hatanın büyüklüğünü tespit etmek mümkün olamayacağı için doğruluk payları hakkında bir yorum getirilemeyecektir. Sondaj yerlerinin poligon yöntemine uygun yerlerde yapılmak istenmesi ise son derece zor olacaktır.

2.2.2. Üçgen yöntemi

Bu yöntemde sondaj noktaları üçgenler oluşturulacak şekilde birleştirilir. Oluşturulan bu üçgenlerin eşkenar üçgen olmalarına özen gösterilir. Üçgenin köşelerinde bulunan sondajlardan alınan kalınlık değerlerinin ortalaması elde edilen üçgenin bulunduğu alana ait cevher kalınlığı değeri olarak atanır. Bu aşamadan sonra her bir üçgenin alanı, hacmi ve tonajı hesaplanabilir. Bu yöntem poligon yöntemine nazaran bir alanın kullanılmasında 3 farklı sondaj verisini kullanması açısından daha ileridir. Ancak üçgenin büyüklüğüne bağlı olarak modelin güvenilirliği düşecektir. Benzer şekilde, modelin hatasının araştırılabilmesi söz konusu değildir. Bunun yanında bir sondaj birden fazla üçgen alanında temsil edilir ki bu durumda temsiliyetin anlamını yitirmesine ve bağlı olarak güvenilirliğin azalmasına neden olur.

2.2.3. Kesit yöntemi

Kesit yöntemi maden sahasından alınan jeolojik kesitlere eldeki verilerin işlenmesi sonucunda gerçekleştirilir. Her bir kesitin üzerine veriler işlenir ve kesitler arası, jeolog veya maden mühendisinin tecrübesine dayandırılarak birleştirilir. Bu sayede yeraltının haritası çıkartılmış olunur. Bu yöntem, kişisel bilginin modellemede kullanılabilmesinin sağlanması açısından son derece önemlidir. Bu yönüyle diğer iki yöntemden çok daha avantajlıdır. Yatağın 3 boyutu ile ortaya çıkarılması mümkündür. Ancak sondaj aralıklarının alınan kesitlere göre istenilen sıklıklarda olmaması, kesitlerin değerlendirilmesinde karşılaşılan sorunlar, bir sondajın etki alanının, alınan kesit aralıkları ile tayin edilmesinin dışında başka bir parametreye bağlı olmaması ve hatanın kontrol edilememesi gibi çok önemli sakıncaları mevcuttur. En önemlisi ise, jeolojik kesitlerin çıkartılacağı haritaların temini ve bunların büyük ölçekli olma mecburiyetidir.

2.2.4. Değer taşıma yöntemi

Bu yöntem uzaklığın terslerinin karelerinin alınmaları ile gerçekleştirilen bir yöntemdir. Özellikle sondaj sayısının çok ve bilgisayar kullanımının olduğu durumlarda efektif olarak kullanılabilir. Bu yöntemde, değer atanmak istenen noktaya veya bloğa, etrafında bulunan noktaların sahip olduğu kalınlık değerleri ile değer atanacak nokta ile bilinen nokta arasındaki mesafenin tersinin karesi alınır. Bu

iki değerin bölünmesi ile elde edilen değer diğer tüm noktalara aynı işlemin uygulanması sonucunda elde edilecek değerler ile toplanarak değeri bilinmeyen nokta veya bloğun incelenen değişkenin değeri kesirim yapılır. Bu yöntem, incelenilen saha içersinde sadece tonaj hesabının değil diğer başka parametrelerinde nasıl değiştiğinin araştırılabilme imkanını sunması açısından önemlidir. Bunun yanında değeri bilinmeyen noktanın kestirimini yapması ile de yine diğer yöntemlerden farklıdır. Ancak uzaklığın tersinin karesini fonksiyon olarak almak ve her durumda bunu kullanmak hata miktarlarının değişken ve yerine göre çok çıkmasına sebebiyet vermektedir. Oysa her maden yatağının kendi içersinde özel olarak değerlendirilebilmesini sağlayan bir yöntemin uygulanması çok daha verimli olacaktır.

Söz konusu tüm bu rezerv araştırma yöntemlerinin uygulanma alanlarına bağlı olarak farklı farklı sonuçlar verdiği yukarıdaki tanımlardan ortaya çıkmaktadır. Tüm bu yöntemler özellikle bilgisayar uygulamalarının olmadığı veya yaygın hale gelmediği dönemlerde kullanılan yöntemlerdir. Ancak günümüzde teknoloji ve bilimin hızla ilerlemesi sonucunda maden yataklarının değerlendirilmesinde bilgisayar yazılımlarında efektif olarak kullanılabilir bir hale geldiği görülmüştür. Bu durum, maden yataklarındaki rezerv kalitelerinin değerlendirilmesi için farklı ve daha modern tekniklerin kullanılabilme imkanlarını artırıcı nitelikte olmuştur.

2.3. Jeostatistiksel Modelleme Yöntemi

1963 yılında Matheron tarafından ortaya sürülen bölgeselleştirilmiş değerler (ReV) teorisi ile klasik istatistiksel çalışmaların yerini jeostatistiksel çalışmalar almıştır. Bu yöntem ile bir değişkenin dağılımını tespit etmek için kullanılan en önemli parametrelerden biri, klasik istatistikte olduğu gibi örnek noktalarından alınan değişkenin değeridir. Bununla beraber klasik istatistikten farklı olarak değişkenin lokasyonuda dikkate alınmaktadır. Böylece, incelenilen değişken blgeselleştirilerek, araştırılan dağılım iki farklı parametreye bağlı olarak yapılmaktadır. Bu sayede hangi noktada ne tarz bir değişimin olduğunu tespit etmek mümkün olabilmektedir. Bu yöntem yıllardan beri madencilik uygulamalarında geniş bir şekilde uygulama alanı bulmuştur. Ayrıca, inşaat, hidroloji, jeoloji, meteoroloji ve evre bilimlerinde başarı ile uygulanmaktadır.

Jeoistatistiksel modelleme çalışması iki aşamalı olup birinci aşamada semivariogram fonksiyonu, ikinci aşamada ise kriging elde edilmektedir. Semivariogram ile bölgesel değişkenin saha içersinde nasıl dağıldığının araştırılması yapılır. Bu fonksiyon sayesinde, değişkenin etki alanının ne olduğu, değişiminin ne derece büyük veya küçük olduğu ve ani değişimlerin olup olmadığı tespit edilir. Kriging tekniği ile ise, hata varyansları minimum olacak şekilde incelenilen değişkenin sahanın örneklendirilen ve örneklendirilmeyen noktalarındaki değerlerinin kestirimi gerçekleştirilir.

2.3.1. Variogram Fonksiyonunun Özellikleri

Tanım olarak variogram; belirlenen bir yönde, numune çiftleri arasındaki değerlerin olası farklarını tanımlayan formül veya grafikdir. Diğer bir tanımla, incelenen olayın uzaysal süreklilik yapısını karakterize etmeye yarayan bir ifadedir. Variogramın pratik uygulaması eşitlik 2.1'deki formülle açıklanır (Journel, 1989).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [Z(x+h) - Z(x)]^2 \quad (2.1)$$

Burada;

$\gamma(h)$: Semivariogram

N : Numune sayısı

$Z(x)$: Bölgeselleştirilmiş değişkenin siddeti

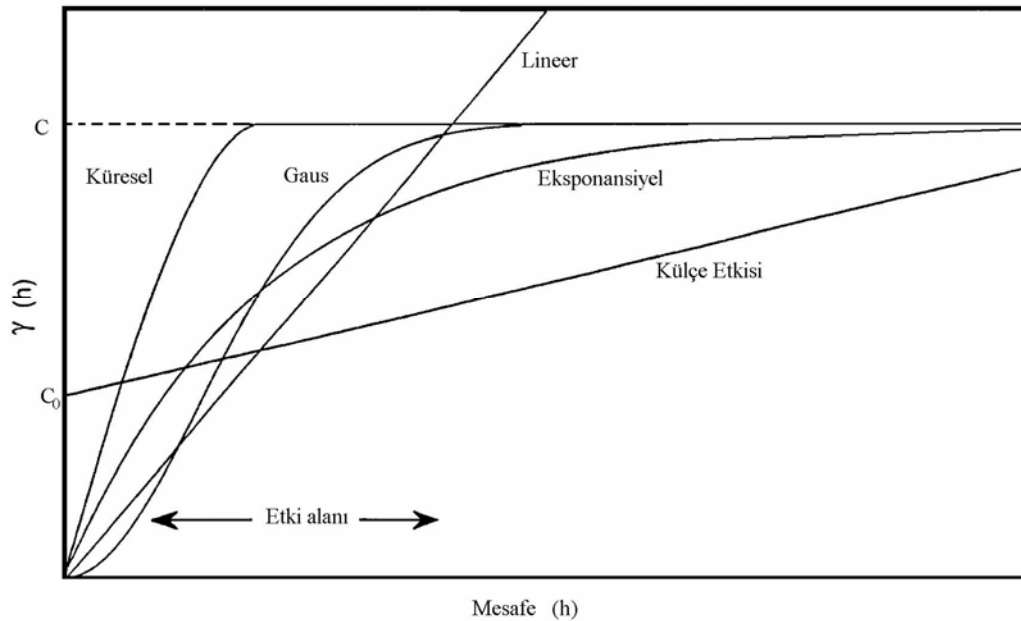
$Z(x+h)$: $Z(x)$ ' den h mesafe uzaktaki bölgeselleştirilmiş değişkenin siddeti

Farklı h değerleri için semivariogram değerleri bulunarak, $\gamma(h) - h$ grafiğine plot edilerek deneysel variogramlar elde edilir. Variogram uygulaması ile elde edilecek avantajlar şu şekilde özetlenmektedir (Isaak ve Srivastava, 1989, Journel ve Huijbregts, 1978).

- Bağımlılığının yanında uzay içindeki değişkenlerin farklarının ölçülmesi içinde kullanılır.
- Örneklendirilen sahadaki uyumluluk analizi en iyi variogram ile gösterilir.

- Variogramlar global (omnidirectional) veya farklı yönlerde elde edilebilir. Bu işlem ile homojenliğin yanında süreklilik hakkında da bilgi sahibi olunabilir.
- Eğer variogram sadece kesin bir h mesafesine bağlı ise, incelenen bölgedeki doğal olayın değişimi izotropiktir. Ancak, variogram h 'nin yönü ve değerine bağlı ise sahadaki incelenen doğal olayın değişimi anizotropiktir.
- Relatif ve indikatör variogramlar durağan olmayan ve bölgesel ortalama etkisinin çözümü içindir.

Deneysel variogram elde edildikten sonra, teorik variogramlara geçiş yapılır. Bu teorik variogram incelenen ReV' nin incelendiği bölge içersinde nasıl dağıldığını söylemesi açısından son derece önemlidir. Teorik variogram modelleri silli ve silsiz modeller olarak ikiye ayrılırlar. Silli modeller kovaryans fonksiyonu içermesinden dolayı dönüşüm modelleri olarakda isimlendirilirler. Bunlar, küresel, eksponansiyel, gaus vb. modellerdir. Şekil 2.2' de lineer, küresel, gaus ve eksponansiyel modeller verilmiştir. (Isaak ve Srivastava, 1989, Journel ve Huijbregts, 1978, Clark, 1979, Rendu, 1981).



Sekil 2.2: Semivariogram modelleri.

Özetle söylemek gerekirse, variogram, bir saha içinde incelenen doğal olayın yapısal ilişkisini yorumlayan ve karakterize eden temel ve çok iyi bir istatistiksel malzemedir. Pekçok arazi çalışmasında numune boyutu araziyi layıkıyla yansıtmak

için çok küçüktür. Bu numuneler variogramdaki sadece bir kaç noktanın sonucunu verir. Oluşturulan deneysel variogramlar jeostatistiksel modellere dönüştürülerek numunelendirilmemiş bölgeler içinde fikir sahibi olunur. Bunun yanında, model variogramlar, doğal olayın bölgesel davranışının yorumlanması içinde basit ve güvenilir bir yöntem olarak kullanılırlar.

Variogramların tahmin problemlerinde kullanılmak üzere ve değişkenin bölgesel değişiminin yorumunun yapılması için kullanılan 3 farklı parametre vardır. Bunlar; sill değişkenliğin derecesini gösterir. Örneğin yüksek sill değeri yüksek değişkenliği ifade eder. Etki alanı, ilgilenilen noktanın etkili olduğu uzaklığı vererek numunelerin etki alanının bulunmasında kullanılır. Külçe etkisi, yukarıda anlatıldığı üzere, çok küçük mesafelerde dahi hızlı değişimleri göstermektedir (Isaak ve Srivastava, 1989, Journel ve Huijbregts, 1978).

2.3.2. Kriging Tekniği

SV fonksiyonunun elde edilmesinden sonra, ReV' nin sahanın her noktasında ne şekilde dağıldığının araştırılabilmesi için kriging tekniğinin çalıştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. SV fonksiyonu ile incelenen ReV' nin saha içerisindeki dağılımı şiddetine ve lokasyonuna bağlı olarak tayin edildikten sonra, ReV' nin sahanın her noktasındaki şiddetinin tespiti için kriging tekniği kullanılır. Kriging tekniğinin en önemli avantajı hata varyansını minimize eden, lineer bir teknik olmasıdır. Bunun yanında kriging, bir örnek noktasının verilen lokasyondaki tahmini ile sınırlı kalmayıp, verilen bloğun ortalama değerinin tahmininin belirlenmesinde de kullanılır. Bu sayede, araştırma yapılan sahada, yeni ölçüm noktalarının belirlenmesi amacıyla da kullanılır. Kriging tekniği aşağıdaki ifadede elde edilir.

$$Z(x_0)^* = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i) \quad (2.2)$$

Eşitlik 2.2' deki formülden de görüleceği üzere, bilinmeyen noktanın tahmini değeri ($z(x_0)^*$), bilinen değerlerin lineer kombinasyonudur. Burdaki ifadede bulunan w_i değişkeni ağırlık katsayısı olup, değişkenin şiddetine ve lokasyonuna bağlı olarak bir önceki bölümde belirtilen SV fonksiyonundan elde edilir. Ağırlıkların toplamı her

zaman 1' e eşittir. Bu ifadede iki bilinmeyen bulunmaktadır. Bu sorun, eşitli aşamaların geçilmesi sonucunda, eşitlik 2.3'de verilen kriging matrisinin çalıştırılması ile aşılabılır.

$$\begin{vmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} & 1 \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ C_{n1} & & C_{nn} & 1 \\ 1 & & 1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \\ \mu \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} C_{10} \\ \vdots \\ C_{n0} \\ 1 \end{vmatrix} \quad (2.3)$$

Burda C_{ij} değerleri bilinen noktalar arasındaki kovaryansı, w_i ağırlık katsayılarını ve C_{i0} ise değeri bilinen nokta ile kestirim yapılması istenen noktalar arasındaki kovaryansı temsil etmektedir. Burada kovaryans değerleri yerine variogram değerleri bir önceki aşamada elde edilen SV fonksiyonundan elde edilebilir. Bu durumda geriye sadece bilinmeyen olarak ağırlık katsayıları değerleri kalmaktadır. Bu ağırlık katsayıları değerlerinin SV fonksiyonundan elde edilmesini takiben bilinmeyen noktaların kestirimi, bilinen noktaların lineer kombinasyonlarından elde edilebilir.

Özetle söylemek gerekirse, jeostatistiksel bir çalışmanın temel olarak iki basamağı bulunmaktadır. Bunların birincisi SV' in elde edilişi diğeri ise kriging çalıştırılarak tahmin probleminin çözümüdür. Bu işlemlerin yapılabilmesi jeostatistik yöntembiliminin kendine özgü kabulleri ile olmaktadır.

Semivariogram ile bölgesel değişkenin saha içersinde nasıl dağıldığının araştırılması yapılır. Bu fonksiyon sayesinde, değişkenin etki alanının ne olduğu, değişiminin ne derece büyük veya küçük olduğu ve ani değişimlerin olup olmadığı tespit edilir. Kriging tekniği ile ise, hata varyansları minimum olacak şekilde incelenilen değişkenin sahanın örneklendirilen ve örneklendirilmeyen noktalarındaki değerlerinin kestirimi gerçekleştirilir.

İşte bu sonuçlar özellikle madencilik çalışmaları için son derece hayati anlamlar ifade etmektedir. Bu sonuçlardan hareket edilerek yapılabilecek olan yorumlar şu şekilde özetlenebilir.

- 1) Sondajların etki mesafelerinin en doğru şekilde tayini,

- 2) Değişkenin dağılımının tayin edilmesi ve cevherin türüne bağlı olarak sahadaki jeolojik olayların yorumlanabilmesi,
- 3) Sondaj verileri ve semivariogram fonksiyonundan hareket ederek, kriging uygulanması ve sonucunda maden cevherinin içeriklerinin saha içersindeki her nokta veya blokta ne olduğunun kestiriminin yapılması.
- 4) Cevherin modellenmesi ile sahada bulunan rezervin minimum hata ile tayin edilmesi,
- 5) Sahanın bloklara ayrılması ve dolayısıyla her bir bloğun cevher tenörünün ve tonajının tespit edilmesi,
- 6) Farklı eşik değerleri (cutoff) için sahanın tonaj – tenör eğrilerinin çıkartılması.
- 7) Cutoff değerinden hareket ederek sahanın hangi bölgelerinin işletilebilir hangi bölgelerinin işletilemez olduklarının tespiti.

Techbase, Vulcan, MineSight, Surpac 2000 ve Datamine gibi bilgisayar programları jeostatistiği temel kabul ederek bir maden yatağının modellemesini yapabilecek programlardır. Bu araştırma konusunda Datamine programı kullanılmıştır. Bu yüzden bir sonraki bölümde Datamine programının nasıl çalışacağı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

3. DATAMINE PROGRAMININ TANITILMASI

Datamine Studio programı jeolojik modelleme ve maden dizaynı konularında kullanılmak üzere yazılmış bir yazılımdır. Temel olarak sondaj verilerini kullanmaktadır. Mevcut sondaj verilerinden yola çıkarak cevherleşmeye ait blok model olarak adlandırılan cevher modelini oluşturmakta ve buna bağlı olarak açık işletme ve/veya yeraltı dizaynı yapılmaktadır.

3.1. Veri Tabanı Oluşturma

Bir sahada veya bölgede yapılan sondajlar neticesinde belli başlı veriler elde edilmektedir. Bunlar;

- 1- Cevherleşmenin lokasyonu,
- 2- Sondajların kesiştiği bölgelerde, cevherleşmenin tenör değerleri
- 3- Yan kayaç ve cevhere ait jeolojik bilgiler,

Bu bilgilerin Datamine'da kullanılması için her birinin tablolar şeklinde bilgisayar ortamında kaydedilmesi gerekmektedir. Datamine için gerekli olan 4 temel bilgi dosyası vardır. Bunlar Survey, Assay, Collar ve Geology olarak adlandırılır.

Aşağıda Datamine programında veri girişi yapılabilecek her bir bölüm için örnek bir tablolama sistemi verilmiştir. Daha sonraki bölümlerde bu örnek veriler kullanılarak bir blok model oluşturulacaktır.

Collar dosyasında, yapılan her sondajın başlangıç noktasının X, Y ve Z koordinatlarının kaydedilmesi gerekmektedir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Örnek sondajlara ait collar dosyası

Sondaj No:	X Koordinatı	Y Koordinatı	Z Koordinatı
DH2675	8.075.296	6.634.682	3.870.823
DH2737	8.026.002	6.625.184	3.850.276
DH2812	7.977.098	6.656.163	3.899.645
DH2813	7.977.208	6.676.462	3.928.393
DH2832	7.930.126	6.634.572	3.875.157
DH4266	7.929.923	6.652.543	3.899.414
DH4267	7.930.042	6.670.870	3.920.805
DH4269	7.953.456	6.635.204	3.871.606
DH4270	7.953.551	6.660.345	3.905.618

Survey dosyasında, yapılan her sondajın eğim ve doğrultu değerinin işlenmesi gerekmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Survey dosyası

Sondaj No:	Sapma Başlangıç Noktası	Doğrultu	Eğim
DH2675	0.0	180.29	29.95
DH2737	0.0	180.55	30.0
DH2812	0.0	179.91	27,4
DH2813	0.0	180.81	48.38
DH2832	0.0	168.13	29.42
DH4266	0.0	179.91	59.1
DH4267	0.0	179.61	85.23
DH4269	0.0	179.64	19,12
DH4270	0.0	182.53	39.19

Assay dosyasında, her bir sondajın örneklemeleri sonucunda elde edilen tenör değerlerini ifade etmektedir. Genelde sondajlara ait loglar 1'er metreyle örneklenir ve tenör değerleri Assay adı verilen dosyaya işlenir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Assay dosyası

Sondaj No:	Başlangıç	Bitiş	Altın	Bakır
DH2675	0	82	0	0
DH2675	82	84	0,63	0,07
DH2675	84	86	0,56	0,06
DH2675	86	88	0,7	0,07
DH2675	88	185	0	0
DH2737	0	60	0	0
DH2737	60	62	0,31	0,05
DH2737	62	64	0	0,03
DH2737	64	66	20,65	0,98
DH2737	66	68	4,41	0,24
DH2737	68	70	2,24	0,14
DH2737	70	72	4,34	0,25
DH2737	72	74	2,86	0,05
DH2737	74	76	1,89	0,13
DH2737	76	78	1,26	0,1
DH2737	78	80	0,42	0,05
DH2737	80	195	0,28	0,05
DH2812	0	65	0	0
DH2812	65	68	0,35	0,05
DH2812	68	70	1,26	0,09
DH2812	70	72	0,07	0,04
DH2812	72	74	0,21	0,04
DH2812	74	76	0,28	0,05
DH2812	76	78	2,73	0,18
DH2812	78	80	0	0,03
DH2812	80	182	0	0
DH2813	0	87	0	0
DH2813	87	90	5,95	0,4
DH2813	90	92	6,86	0,47
DH2813	92	94	2,1	0,16
DH2813	94	96	6,44	0,46
DH2813	96	98	3,85	0,29
DH2813	98	100	4,6	0,31
DH2813	100	102	5,11	0,46
DH2813	102	104	0	0,02
DH2813	104	106	0,45	0,45
DH2813	106	108	0,08	0,03
DH2813	108	110	0,02	0,06
DH2813	110	130	0	0
DH2832	0	82	0	0
DH2832	82	83	11,62	0,71
DH2832	83	85	0	0,01
DH2832	85	88	1,5	0,09

Tablo 3.3: Assay dosyası (devam)

DH2832	88	90	1,75	0,14
DH2832	90	92	2,3	0,16
DH2832	92	94	1,54	0,13
DH2832	94	96	0,6	0,07
DH2832	96	98	0,1	0,02
DH2832	98	108	0	0
DH4266	0	86	0	0
DH4266	86	88	5,6	0,38
DH4266	88	90	0,56	0,06
DH4266	90	92	0,28	0,05
DH4266	92	94	1,19	0,1
DH4266	94	96	0,35	0,04
DH4266	96	98	0,1	0,02
DH4266	98	120,5	0	0
DH4267	0	109	0	0,02
DH4267	109	112	2,31	0,2
DH4267	112	114	1,12	0,11
DH4267	114	116	0,63	0
DH4267	116	118	0,4	0,02
DH4267	118	120	0,1	0,02
DH4267	120	140	0	0
DH4269	0	94	0	0
DH4269	94	96	0,84	
DH4269	96	97	3,15	0,24
DH4269	97	100	0,56	0,06
DH4269	100	102	1,45	0,13
DH4269	102	104	0,19	0,04
DH4269	104	120	0	0
DH4270	0	100	0	0
DH4270	100	102	0,52	0,06
DH4270	102	104	1,52	0,03
DH4270	104	106	1,32	0,03
DH4270	106	108	0,98	0,03
DH4270	108	110	0,4	0,02
DH4270	110	121	0	0

Geology dosyasında, sondajlara ait loglamalar sonucunda elde edilen veriler girilmektedir. Bunlar RQD değerleri, kayaç türleri v.b. (Tablo 3.4).

Tablo 3. 4: Geology dosyası

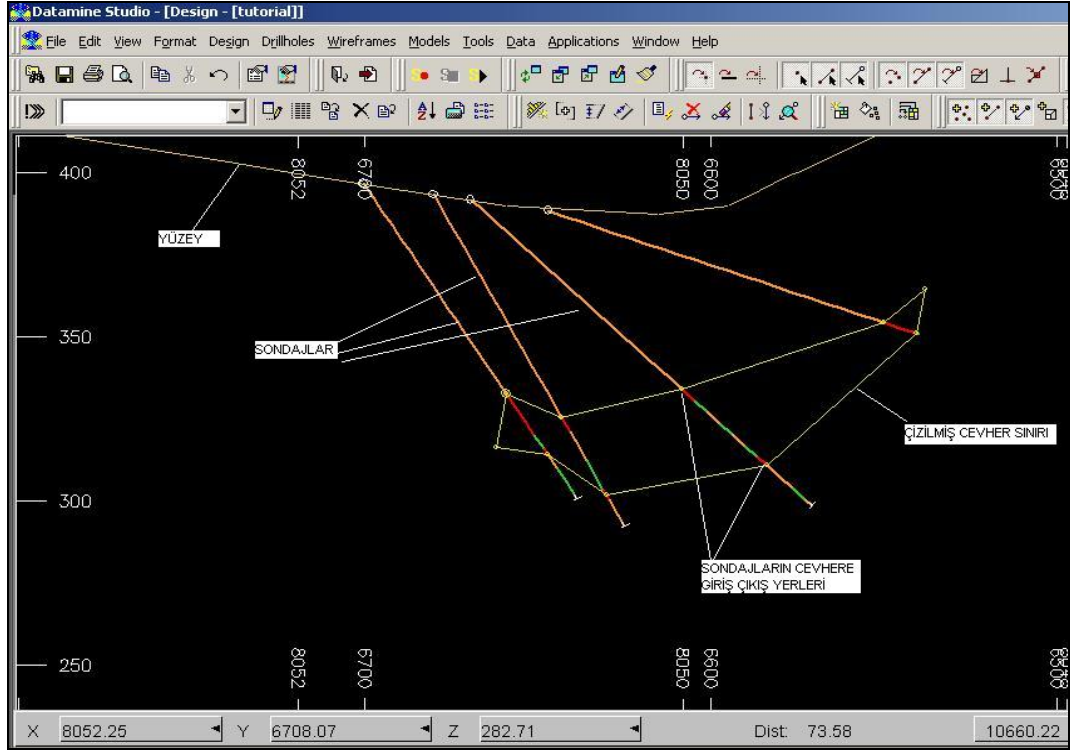
Sondaj No:	Başlangıç	Bitiş	RQD
DH2675	82	100	60
DH2675	100	112	80
DH2737	64	86	60
DH2737	86	116	80
DH2812	65	78	60
DH2812	78	106	80
DH2813	87	102	60
DH2813	102	130	80
DH2832	82	102	60
DH2832	102	108	80
DH4266	86	102	60
DH4266	102	118	80
DH4267	109	120	60
DH4267	120	140	80
DH4269	80	97	60
DH4269	97	116	80
DH4270	86	96	60
DH4270	96	121	80

3.2. Blok Modelin Oluşturulması Ve Rezerv Hesaplamaları

Bir önceki bölümde belirtilen 4 adet dosya Tablo olarak oluşturulduktan sonra, bu dosyalar programa aktarılırlar. Bu aşamadan sonra program sayesinde 3 boyutlu olarak görülebilen sondajlar oluşturulur.

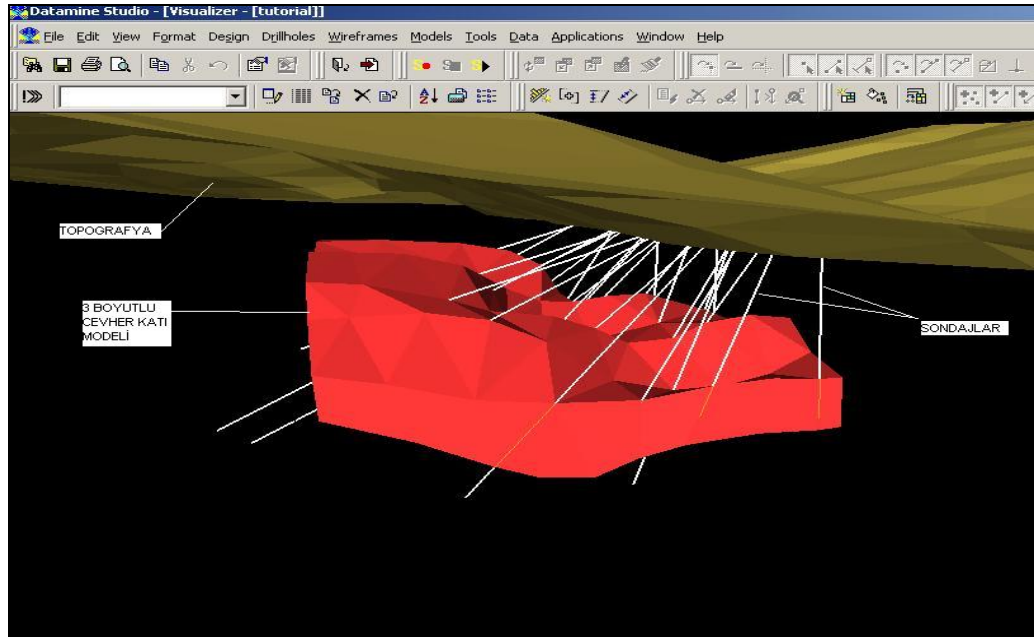
Sondajlar oluşturulduktan sonra cevherin sınırlarını belirleyip katı modelini oluşturma işlemine geçilir. Bu aşamada daha öne programda oluşturulmuş olan sondaj dosyalarından faydalanılır.

Sondajlar programda açıldıktan sonra, kesit görünümü alındıktan sonra her bir sondajın cevhere giriş ve çıkış yerlerine çizgi veya noktalar konularak cevher zonu çizilir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Cevher sınırlarının oluşturulması

Bu şekilde cevher sınırları oluşturulduktan sonra, cevhere ait katı model oluşturulur. Bu proses wireframing olarak adlandırılan bir işlemdir. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra içi boş 3 boyutlu bir katı model oluşturulmuş olup cevherin yapısını göstermektedir (Şekil 3.2).

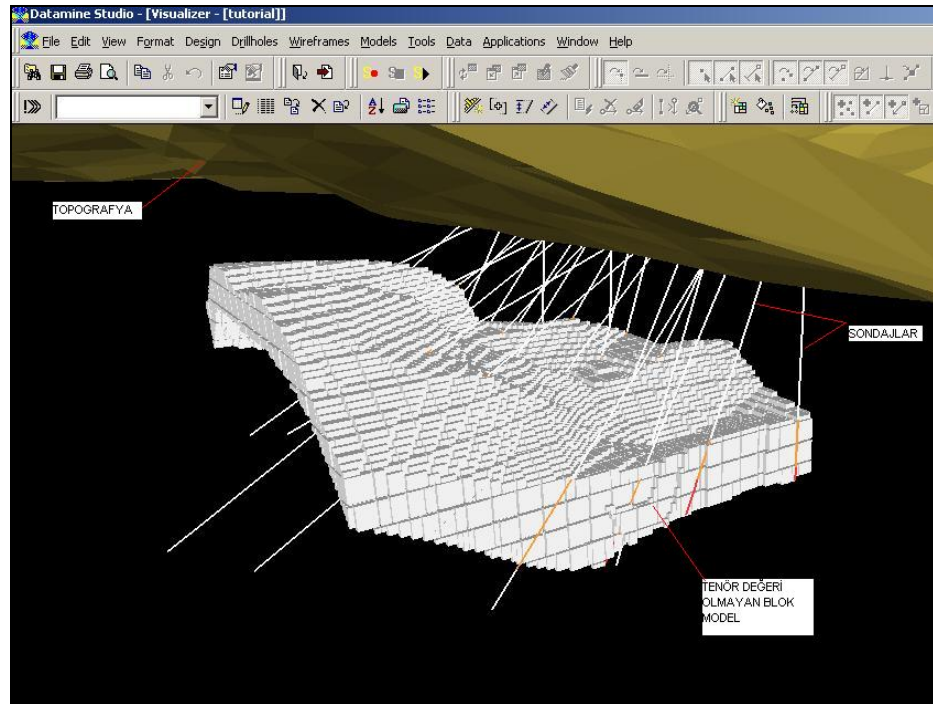


Şekil 3.2: Üç boyutlu cevher katı modeli

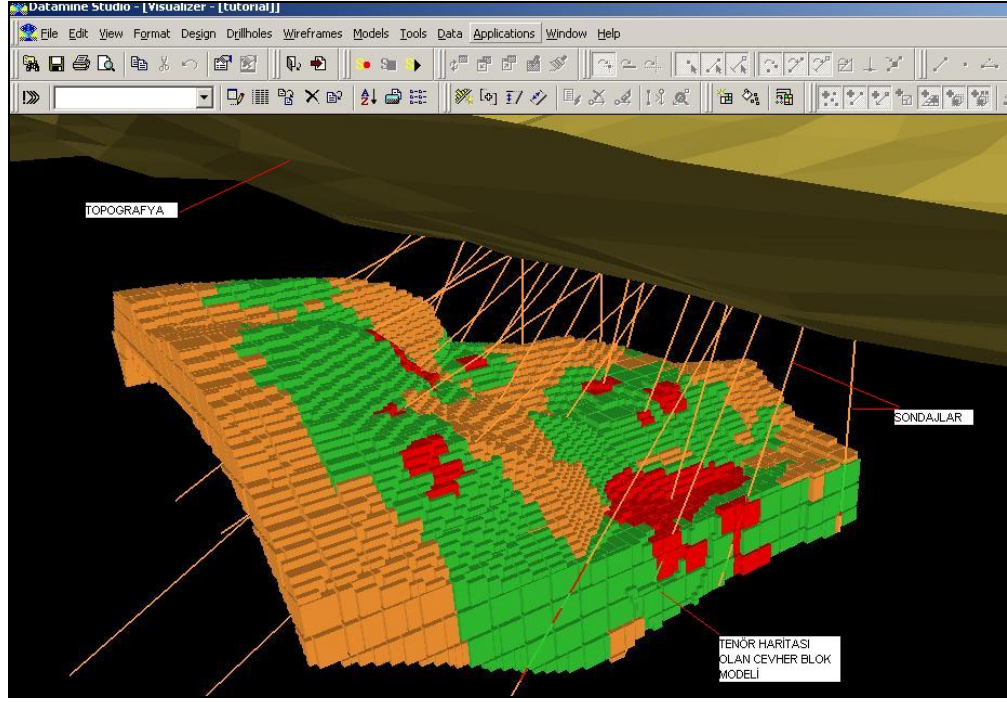
3 boyutlu katı model oluşturulduktan sonra, blok model adı verilen cevher tenör haritası oluşturulur. Bu işlem temel olarak mevcut sondajlardan elde edilmiş tenör değerlerinin belli başlı jeostatistik yöntemler kullanılarak oluşturulan blok model içine dağıtılmasıdır.

Blok model, temel olarak küçük bloklardan-hücrelerden oluşan 3 boyutlu cevher tenör haritasının ismidir. Belirlenen parametreler neticesinde program yaptığı hesaplamalar ile cevher tenör haritasını oluşturmaktadır. Bu bölümdeki işlemler 2 ana bölümden oluşur. Birinci işlemde, 3 boyutlu cevher katı modelinin içinin boş hücrelerle doldurulmasıdır. İkinci işlem ise bu hücrelere tenör dağılımının yapılmasıdır.

Birinci işlemde TRIFIL adlı proses kullanılarak blok model oluşturulur. Bu modelde hiçbir tenör değeri bulunmamaktadır. İkinci işlemde ESTIMA adlı proses kullanılarak sondajlardaki tenör değerinin genelde KRIGING yöntemiyle bütün bloklara dağıtılmasıdır. Bu işlem sonucunda kaynak ve rezerv hesabı yapılabilen bir blok model oluşturulmaktadır (Şekil 3.3 ve 3.4).



Şekil 3.3: Tenör değeri olmayan blok model

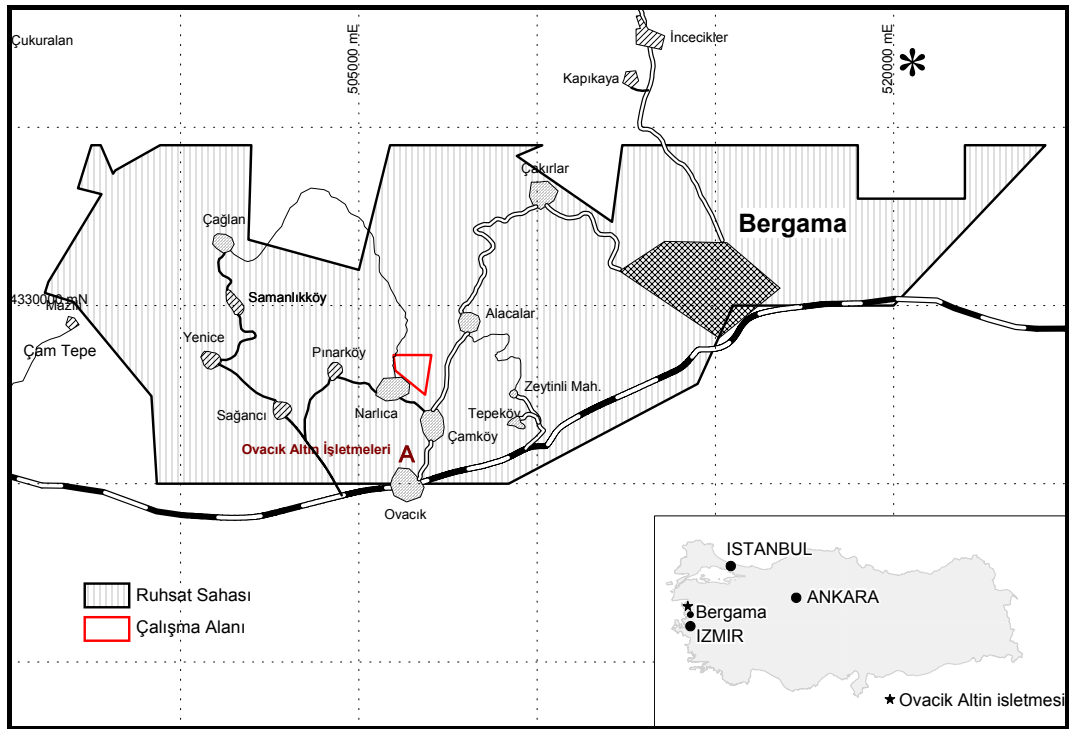


Şekil 3.4: Cevher tenör haritası oluşturulmuş blok model

4. NARLICA ALTIN YATAĞININ DATAMINE PROGRAMI İLE YERALTI ÜRETİM TASARIMI

4.1. Coğrafi Durum

Çalışma alanı İzmir ili, Bergama ilçesine bağlı Narlıca köyünün kuzeyinde, Ovacık Altın Madeni'nin 2.5 km kuzeyinde, Balıkesir J19-d4 paftasında yer alır. Belirtilen alanın tamamı Koza Altın İşletmeleri A.Ş. adına ruhsatlıdır. Ruhsat numarası İR-18201 olup, toplam 16610 hektarlık bir alanı kapsar (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Narlıca bölgesi ruhsat alanı ve yer bulduru haritası (Narlıca Araştırma Raporu, 2005)

4.2. Yapısal Jeoloji

Pontidler, Anatolidler, Toroslar ve Kenar kıvrımları bölgesi olmak üzere dört farklı tektonik birliğe ayrılmış olan Anadolu Levhası'nda Batı Anadolu bölgesi bu tektonik birlikler dışında kuzeyden güneye doğru Sakarya Kıtası; Ovacık Altın Madeni'ni de içine alan İzmir-Ankara zonu; Karaburun Kuşağı; Menderes Masifi; Likya Napları ve Beydağları Otoktonu olmak üzere farklı tektonik zonlara ayrılmıştır (Şekil 4.2).

Batı Anadolu'nun jeolojik evrimi Jurasik-Miyosen aralığında Neotetis Okyanusu'nun gelişimine bağlı olarak şekillenmiştir. Avrasya-Afrika Levhalarının Geç Kretase-Tersiyer zamanında birbirlerine yaklaşmasıyla Neotetis Okyanusu kapanmış, Arap Levhası'nın Anadolu Levhasına çarpmasıyla Neotektonik dönem başlamıştır. Neotektonik dönemin başlangıcına ilişkin olarak farklı görüşler ortaya konmuştur.



Şekil 4.2: Batı Anadolu'nun genel tektonik kuşakları (Narlıca araştırma raporu, 2005)

1. Yay Gerisi Yayılma Modeli'ne göre, Ege Hendek Sisteminin Güney-Güneybatı göçüne, 65 My'dan bu yana Afrika Levhası'nın kuzeye eğimli olarak Avrasya Levhası altına dalması neden olmaktadır. Bu dalma batma Batı Anadolu'da K-G yönlü açılmanın kaynağıdır (McKenzie, 1978; Meulenkamp, ve diğ. 1988). 2. Tektonik kaçış modeli'ne göre, (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979, 1980, 1987;

Şengör ve diğ., 1985; Görür ve diğ., 1995) Arap Plakasının Bitlis Zagros suture zone boyunca Anadolu levhasına çarpması sonucu tektonik (yapısal) sınırlar boyunca Anadolu levhası batıya hareket etmektedir. Arap Levhasının Anadolu'yu sıkıştırması Geç Serravaliyen (Miyosen) (12 My)'de başlamış ve güncel olarak devam etmektedir. KAF ve DAF sınırları boyunca hareket eden Anadolu levhasının batı ucunda, çarpışmanın neden olduğu stres, K-G yönlü çekme gerilmesine neden olmaktadır. 3. Orojenik Çökme Modeli'nde açılma, Paleosen sonunda Neotetisin kapanmasına bağlı kabuk kalınlaşmasını takiben gelişmektedir (Dewey, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1991-1992). Geç Oligosen - Erken Miyosen zamanında kısmi ergimeye bağlı plutonik sokulumlar ile birlikte kabukta yayılma ve incelmeye başlamıştır. 4. İki Evreli Grabenleşme (Episodik) Modeli'ne göre Batı Anadolu açılma rejimi 2 evrede gerçekleşmiştir. Birinci evre Miyosen-Erken Pliyosen'deki Orojenik Çökmeyi kapsar. İkinci evrede ise Pliyo-Kuvaterner zamanındaki Anadolu Levhasının batıya kaçışını takiben K-G yönlü açılma gelişir (Koçyiğit ve diğ., 1999).

Bunlardan başka Batı Anadolu'nun jeolojik evrimine ilişkin olarak (Yılmaz ve diğ., 2001), KB Anadolu magmatizması iki farklı evreye ayrılmıştır: İlk olarak Oligosen - Erken Miyosen periyodunda K-G yönlü sıkışma rejimine bağlı olarak gerçekleşen ortaç-felsik kalkalkali volkanizmadır. Bu evrede sık sokulumlu granitik plutonların yerleşimiyle, magmatik fazın ilk evresi gelişmiştir. İkinci magmatik evre Geç Miyosen Pliyosen periyodundaki alkali bazaltlardır. Jeokimyasal olarak bu bazaltlar rift tipi bazaltlarla benzerlik sunmaktadır. Yapısal olarak bu magmatik faz K-G yönlü açılma rejimi ve buna bağlı gelişen D-B yönlü grabenlerle ilişkilendirilmiştir.

Batı Anadolu'da Tersiyer magmatik etkinliği Afrika Levhası'nın Avrasya Levhası altına dalmasıyla ilişkili olarak gelişmiştir. Bu zaman periyodundaki magmatik etkinlik jeokimyasal olarak ayırt edilen üç farklı faza ayrılmıştır (Innocenti ve diğ., 2005).

1. İlk faz Geç Eosen'de başlayan Orta Miyosen' de son bulan kalk-alkaliden yüksek potasik kalk-alkali soşonitlere değişen magmatizmadır.
2. İkinci volkanik faz Geç Miyosen-Erken Pliyosen aralığıyla sınırlıdır ve ortaç alkali sodik ya da potasik kayalarla temsil edilir.

3. Pliyosen Kuvaterner periyodunda gerçekleşen volkanik faza Kula volkanitleri tipik bir örnektir ve Na alkali okyanus ada bazaltları özelliğindedir.

Bölgedeki magmatizma Kozak, Kestanbol ve Evciler granitinin Triyas yaşlı temel kayalarını oluşturan metamorfikler içerisine sokulumuyla başlar. Ovacık ve çevresindeki cevherleşmenin de kökenini oluşturan bu magmatik etkinlik Batı Anadolu'da açılma tektoniğinin başlamasıyla ilişkili olarak gelişmiştir.

Çalışma alanını da içine alan bölgedeki temel tektonik öge KD doğrultulu Foça Trendi'dir. Bölge bu zon içerisinde son tektonik evrimini geçirmiş ve bölgedeki morfoloji şekillenmiştir. Foça trendi ani değişen gölssel tortul ve karasal volkanik fasiyesler ile stratigrafik ve volkanolojik olarak oldukça karmaşık bir bölgedir. Geniş alanda yayılım sunan andezitik bileşimdeki volkanitlerin baskın olmasına rağmen, Çandarlı-Foça bölgesindeki daha felsik bileşimdeki dasidik-riyolitik kayalar da oldukça önemlidir.

Ovacık'taki ana kaya grubu feldispat-phyric porfiritik andezitik bileşimdeki kayalardır. Bölgedeki andezitik ve riyolitik volkaniklerin birbirleriyle olan ilişkisi çok net değildir. Çandarlı ve Foça bölgesinde yayılım sunan değişken hematize ince taneli karasal lavlar ve volkanoklastik aralanma, standart Batı Anadolu andezit porfirlerinden farklıdır. Benzer olarak Ovacık'ta alt düzeylerdeki stratigrafik birimler Batı Anadolu'da bilinen andezit porfirlerinden daha yaşlıdır. Bergama'nın kuzeyinde Miyosen yaşlı arakatkılı sulu pümeks ve felsik piroklastik kırıntılar içeren gölssel tortullar içerisine sokulmuş standart Batı Anadolu andezitik porfirler gözlenir.

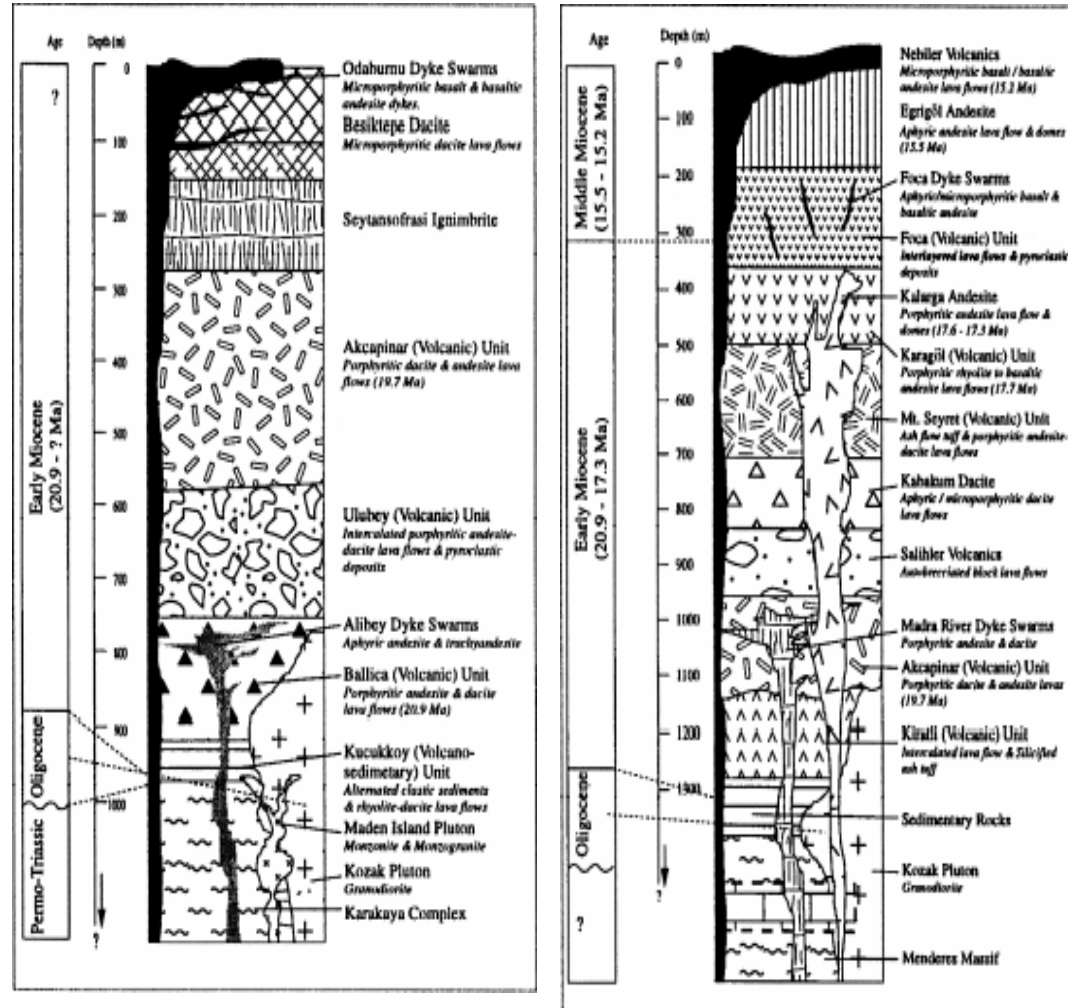
Bölgede dört farklı fasiyes ayırtlanmıştır:

1. Karasal andezitik lav dom kompleksi: Ovacık-Bergama volkanik birliği içerisinde,
2. Hiyaloklastik akışkanlar: Çandarlı volkanik birliği içerisinde,
3. Riyolit domu-tuf konisi ve sıg su kalderası: Foça volkanitleri içerisinde,
4. Karasal ve gölssel açılmayla ilişkili havzalar: İvrindi-Duçla volkanik birliği.

Ovacık ve etrafında yer alan cevherleşme olasılıkla kuzeyde yer alan Kozak plutonu ile ilişkili olarak ortaya çıkmıştır. Kozak graniti alınan örneklerden hızlı soğuma geçirdiği anlaşılmaktadır ve 28 milyon yıl (Geç Oligosen) yaşı elde edilmiştir. Ancak

plutonun sokulum yaşı 34 milyon yıldan (Erken Oligosen-Eosen) daha fazla olmalıdır. Miyosen subvolkanik andezitleri Dikili Grabeni kenar fayı (normal fay) boyunca çıkış yapmıştır. Bu volkaniklerin soğuma yaşı 19 milyon yıl (Erken Miyosen) olarak saptanmıştır ve bu yaş yaklaşık sokulum yaşı olarak kabul edilmiştir.

Bölgede Neojen boyunca birbirini izleyen pek çok farklı tektonik faz gelişmiştir .İlk açılma fazı Orta-Geç Miyosen zamanın da KB-GD doğrultulu paleostres kuvvetleri ile karakteristiktir ve KKD-GGB/KD-GB grabenlerinin oluşumuna neden olmuştur. Alt Pliyosen-Kuvaterner periyodunda ise K-G paleostres kuvvetleri bölgedeki morfolojiyi şekillendirmiştir. Miyosen-Pliyosen periyodundaki açılma fazı muhtemelen Ege Denizinin oluşumuyla ilişkili olarak gerçekleşmiştir. Kuvaterner boyunca zaman zaman K-G yönlü açılma KD-GB doğrultulu açılma gerilmesine dönüşmüştür. Bu genç açılma fazı bölgede halen devam etmektedir ve güncel olarak depremlere neden olmaktadır.

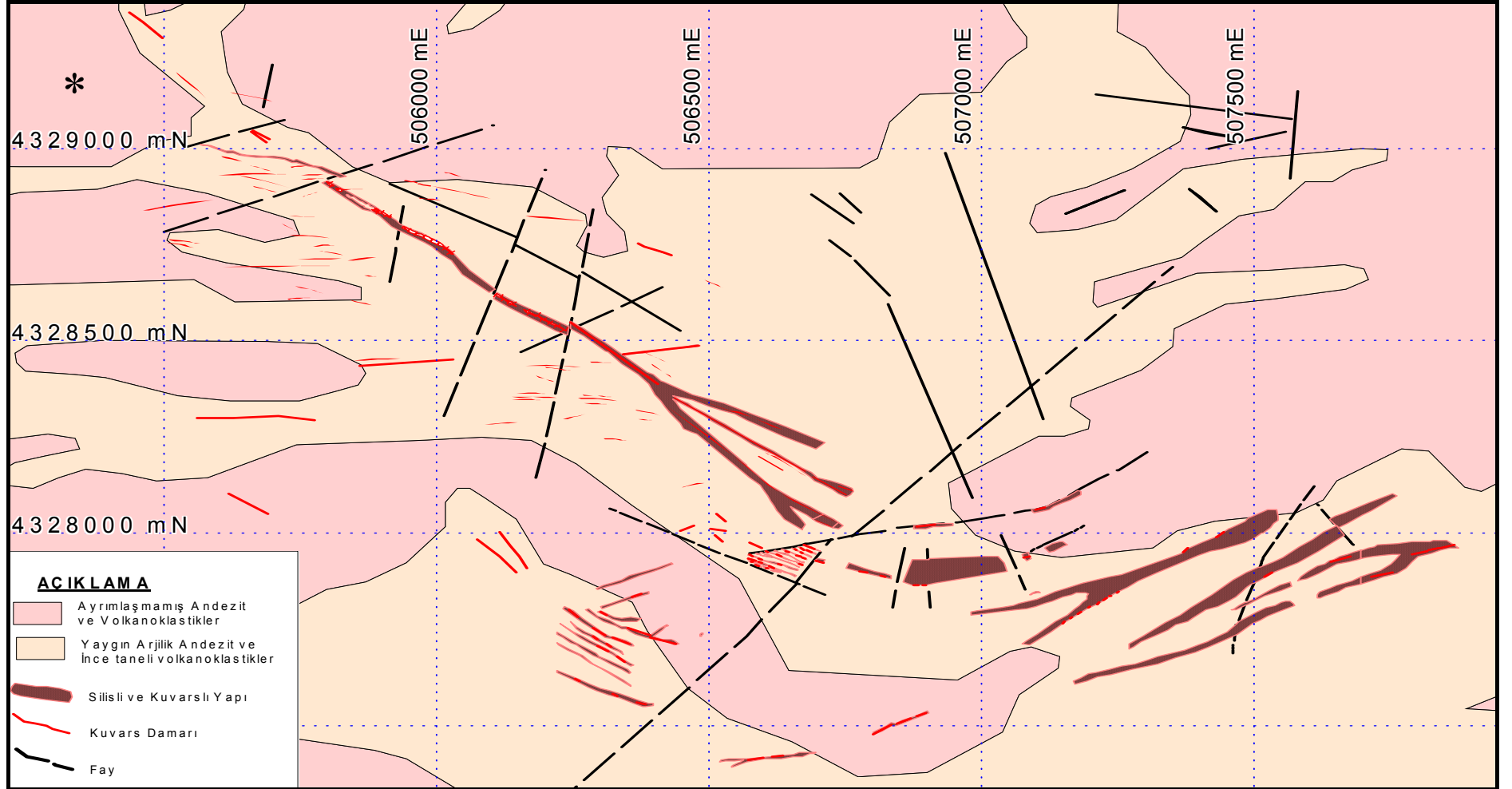


Şekil 4.3: Ayvalık-Bergama/ Dikili-Bergama yöresinin genelleştirilmiş stampı (Narlıca araştırma raporu, 2005)

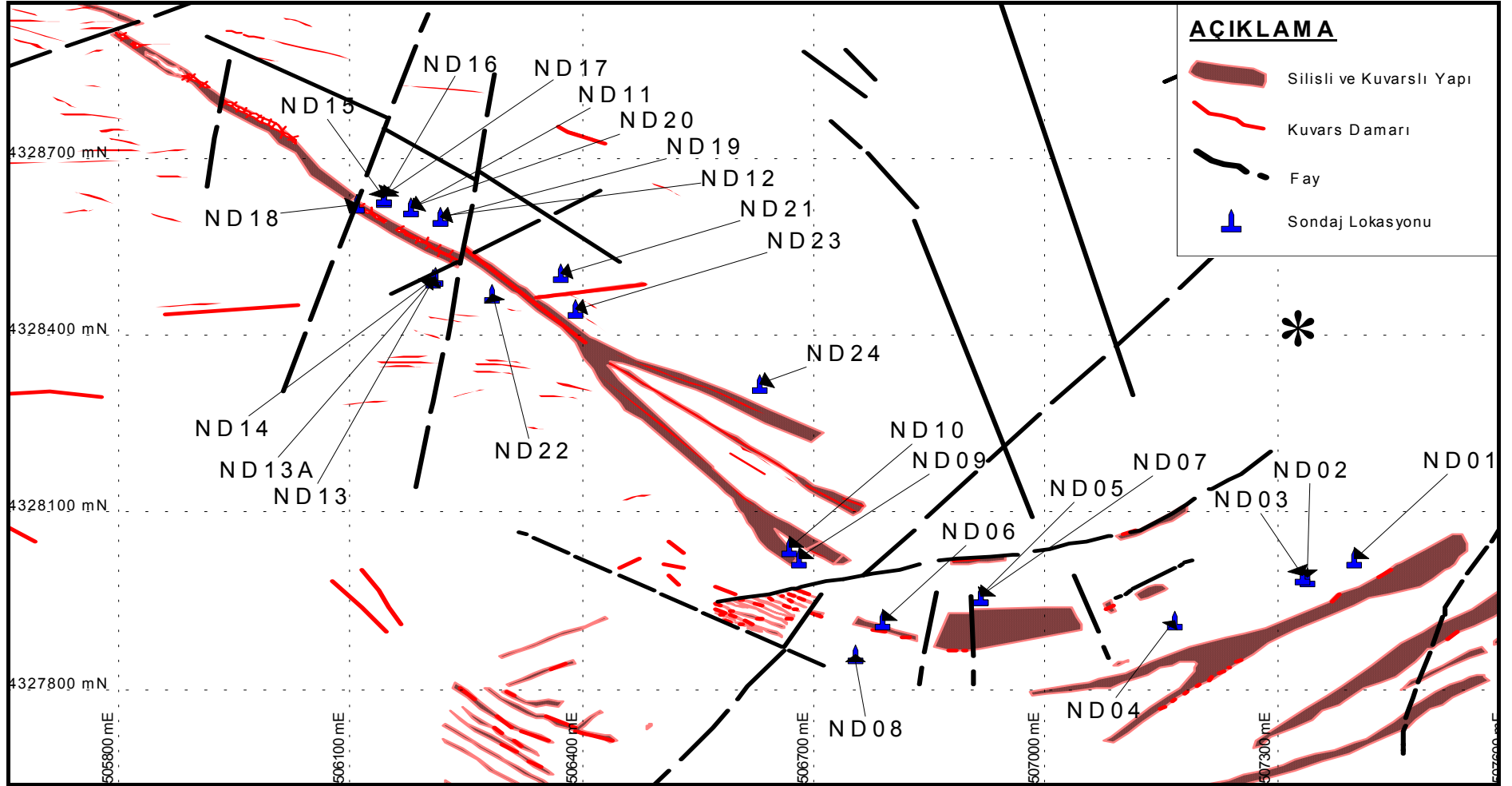
4.3. Bölgede Yapılan Sondajlar

Tablo 4.1: Narlıca bölgesi kaya ve toprak örnekleri jeokimyasal istatistik sonuçları (Narlıca araştırma raporu, 2005)

ÖRNEK TÜRÜ	ELEMENT	ÖRNEK SAYISI	MIN.	MAX.	TOPLAM	ORTALAMA	MEDYAN	ARALIK	VARYANS	STANDART SAPMA
Kaya Örnekleri	Au_ppm	149	0.00	49.68	253.71	1.70	0.44	49.68	29.90	5.47
	Au_ppb	149	0.00	49680.00	253710.00	1702.75	440.00	49680.00	29902387.65	5468.31
	Ag_ppm	149	0.00	225.00	811.87	5.45	1.70	225.00	424.51	20.60
Toprak Örnekler	Au_ppb	98	1.00	575.00	7469.00	76.21	29.00	574.00	14332.85	119.72
	Ag_ppm	98	0.20	1.20	31.10	0.32	0.20	1.00	0.04	0.19
	As_ppm	98	6.00	4120.00	17866.00	182.31	118.00	4114.00	178091.04	422.01
	Cu_ppm	98	6.00	59.00	2118.00	21.61	22.00	53.00	55.68	7.46
	Hg_ppm	98	0.03	1.64	32.67	0.33	0.28	1.61	0.07	0.27
	Pb_ppm	98	15.00	70.00	3003.00	30.64	29.00	55.00	87.02	9.33
	Sb_ppm	98	2.00	41.00	565.00	5.77	4.00	39.00	26.37	5.13
	Zn_ppm	98	4.00	114.00	4559.00	46.52	48.00	110.00	430.17	20.74



Şekil 4.4: Narlıca bölgesi jeoloji haritası (Narlıca araştırma raporu, 2005)



Şekil 4.5: Narlıca sondaj lokasyonları haritası (Narlıca araştırma raporu, 2005)

Tablo 4.2: Narlıca bölgesinde 2005 yılı sondajlarında kesilen cevher zonları (Narlıca araştırma raporu, 2005)

Sondaj No	Toplam İlerleme(m)	Cevhere Giriş(m)	Cevherden Çıkış(m)	Kalınlık(m)
ND01	92.50	76.00	80.00	4.00
ND02	86.00	47.00	48.00	1.00
		56.6	60.5	1.00
ND03	110.5	68.00	69.00	1.00
ND04	164.00	94.00	99.00	5.00
ND05	194.30	135.00	145.00	10.00
ND06	62.40	41.20	44.00	1.00
ND07	229.50			
ND08	128.80	67.00	68.00	1.00
ND09	136	33.00	34.00	1.00
		42.00	45.00	3.00
		73.54	79.00	1.00
ND10	124.10	16.00	17.00	1.00
		35.00	36.00	1.00
		44.00	45.00	1.00
		84.00	85.00	1.00
ND11	69.20	58.60	61.60	3.00
ND12	109.60	79.40	80.20	0.80
		85.00	93.00	8.00
		101.00	103.00	2.00
ND13	57.90	45.00	46.00	1.00
		48.20	49.40	1,2
		50.00	50.80	0.80
ND13A	76.40	46.00	50.90	4,9
ND14	93.40	50.00	51.00	1.00
		59.00	61.50	2,5
		73.00	75.00	2.00
		77.00	82.00	5.00
ND15	74.20	42.00	44.50	2,5
		45.50	48.50	3.00
ND16	102.00	58.35	59.00	0.65
		59.85	63.00	3,15
		64.00	71.20	7,2
ND17	130.90	69.00	70.00	1.00
		79.00	80.00	1.00
		88.00	94.00	6.00
		95.00	96.00	1.00
		98.00	100.00	2.00
		102.00	114.00	12.00
		117.00	118.00	1.00
ND18	38.30	16.00	19.00	3.00
ND19	146.50	90.00	91.00	1.00

Tablo 4.2: Narlıca bölgesinde 2005 yılı sondajlarında kesilen cevher zonları
(Devam)

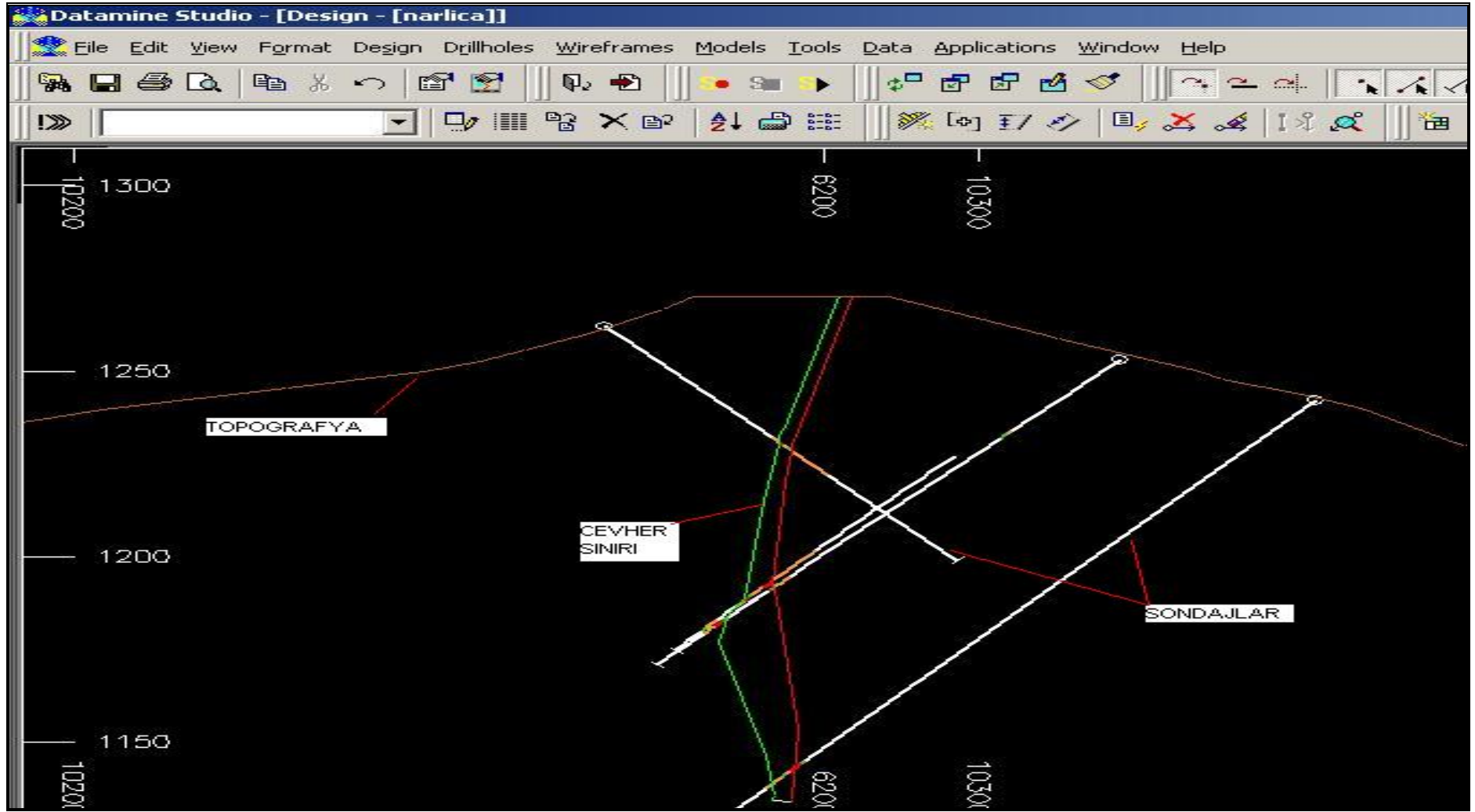
		101.00	103.00	2.00
		104.60	106.10	1,5
		107.00	108.00	1.00
		109.00	112.00	3.00
		113.00	116.00	3.00
		124.00	127.00	3.00
		129.00	133.00	4.00
		136.00	137.00	1.00
		138.00	139.00	1.00
ND20	125.20	88.00	101.50	13.50
		103.60	104.50	0.90
		108.50	112.50	4.00
		115.60	118.00	2,4
ND21	125.50	100.00	101.00	1.00
ND22	51.10	17.00	20.00	3.00
		21.00	28.00	7.00
		29.60	35.00	5,40
ND23	72.80	42.80	43.40	0.60
		44.20	45.20	1.00
		50.00	57.00	7.00
		58.00	61.00	3.00
ND24	192.40	164.3	165.3	1.00

4.4. Narlıca Modelinin Datamine Programından Yararlanılarak Oluşturulması

Narlıca cevheri için Koza Altın İşlemeleri tarafından yürütülen arama çalışmaları neticesinde 25 adet sondaj yapılmıştır. Bu sondajlar için yukarıda bahsedilen yöntem ile excel programı kullanılarak survey, collar ve assay dosyaları oluşturulmuştur. Oluşturulan dosyalar datamine programına aktarılıp arazi üzerinde sondajların görüntüsü ortaya çıkarılmıştır.

Her 2 ya da 3 sondaj kesit üzerinde görülecek şekilde şekil 4.6'da görüldüğü gibi düşey kesitler alınmıştır. Bu kesitlerde görülen sondajların cevhere giriş ve çıkış lokasyonları işaretlenerek katı model oluşturulmuştur. Sondajların cevheri kestiği uzunluklar her bir metre aralık baz alınarak loglanmıştır.

Oluşturulan katı model içi tenör değerlerinin atanacağı bloklarla doldurulmuş ve içi boş blok modele dönüştürülmüştür. Her bir sondajın birbiriyle olan ilişkileri irdelenmiş ve kriging çalıştırılarak içi boş modelin içi tenör değerleriyle doldurulmuştur.



Şekil 4.6: Narlıca cevherinin katı modelinin oluşturulması

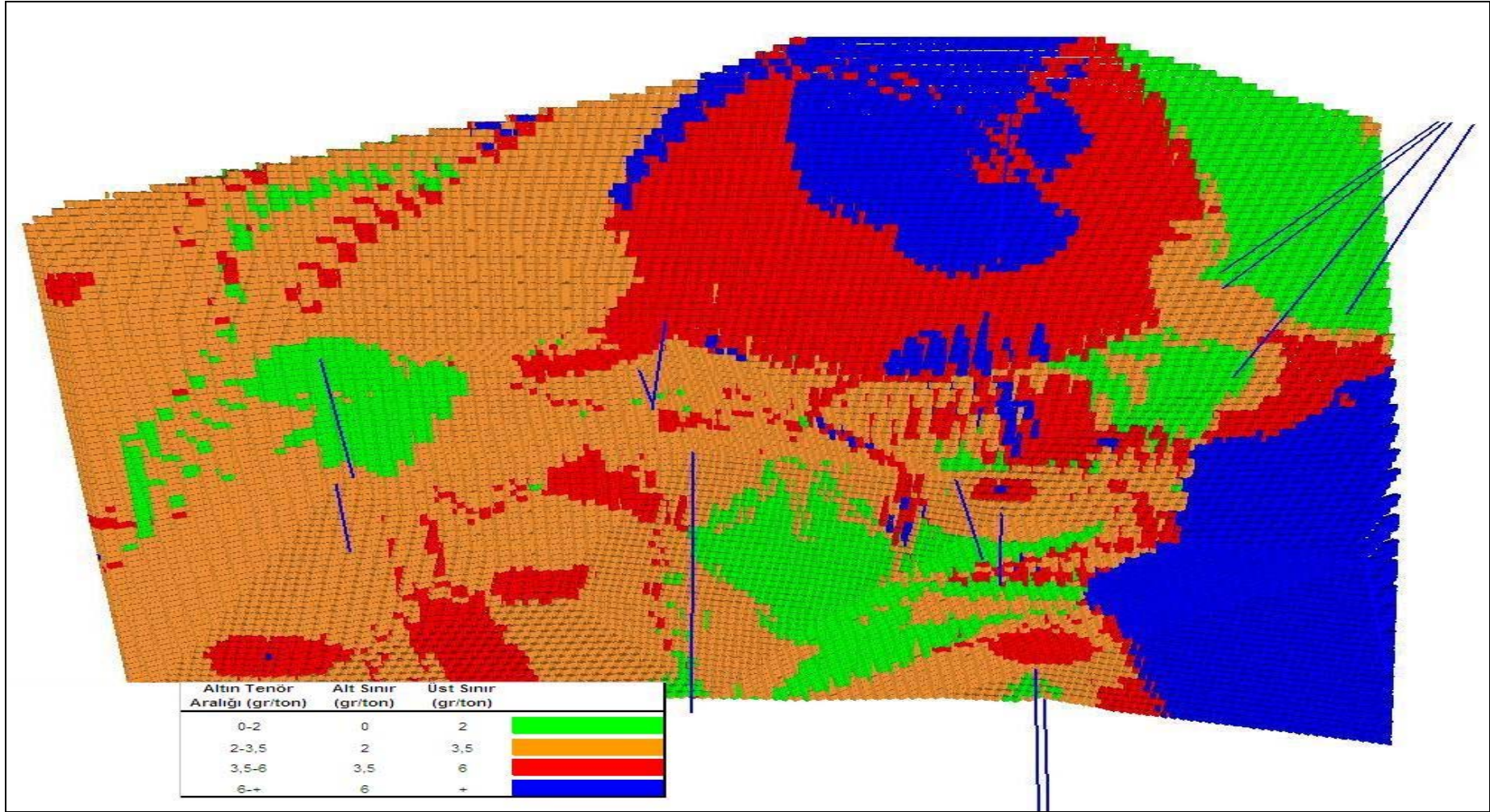
Ovacık altın madeni blok modeli ilk oluşturulduğunda, altın yatağının yüzeyden 200 metre derine kadar ineceği hesap edildiğinden eksi kot değerleriyle uğraşmamak için normal kot seviyelerinin önüne 1000 eklenmiştir. Örneğin normal kot seviyesi 45 metre ise 1045 olarak kayıt altına alınmıştır. Narlıca altın yatağındaki kot sistemi de aynen devam ettirilmiştir. Altın yatağı 1275 kotunda bulunan tepelik alanda mostra vermiştir. Bir başka deyişle yatağın yüzeyle direkt olarak irtibatı vardır. Altın yatağı 1135 kotuna kadar devam etmektedir. Yüzeydeki en yüksek nokta ve tabandaki en sığ nokta arasında 140 metre kot farkı bulunmaktadır. Genel eğim ise Şekil 4.6’da görüldüğü gibi 85^0 dir.

Blok model Şekil 4.7 de görüldüğü gibi renklendirilmiştir. Blok model üzerinde bulunan her bir renk bir tenör değerini ifade etmektedir. Aşağıda şekil 4.8 ve 4.9’da lejandı verileceği üzere yeşil renk 0-2 gr/ton arası altın tenör değerini, turuncu renk 2-3,5 gr/ton arası altın tenör değerini ve kırmızı renkte ekonomik işletilebilir sınır değer üzerinde olan 3,5-6 gr/ton arası tenör değerlerini ifade edilmektedir. Mavi renk ise 6 gr/ton üzerinde yüksek tenör değerini belirtmek için kullanılmıştır. Aşağıda blok modelin çeşitli açılardan görünümü verilmiştir.

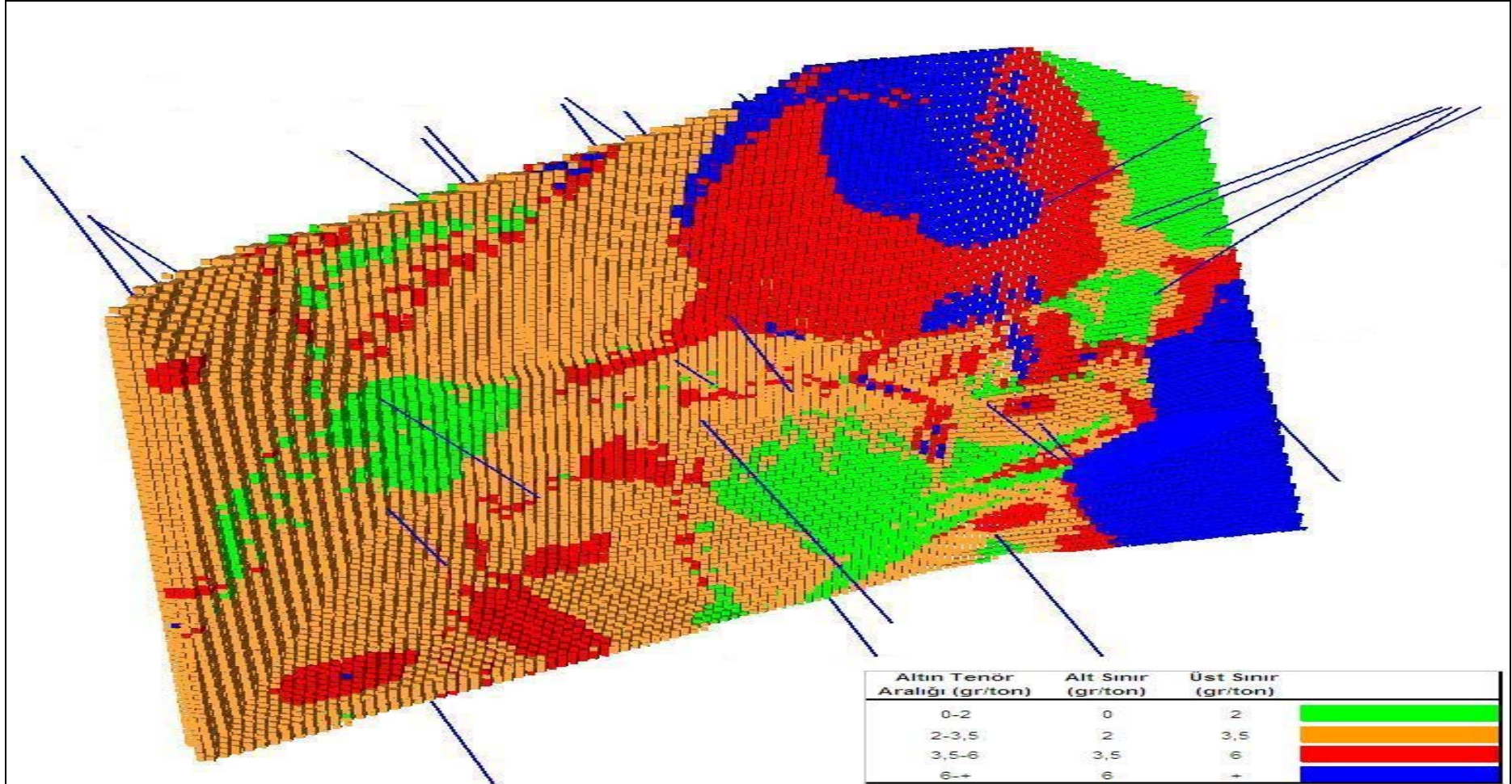
Datamine programında oluşturulan blokmodelin çalıştırılması sonucunda tablo 4.3’ de görülen rezerv tablosu hazırlanmıştır.

Tablo 4.3: Datamine programında hazırlanmış Narlıca altın yatağı rezerv tablosu

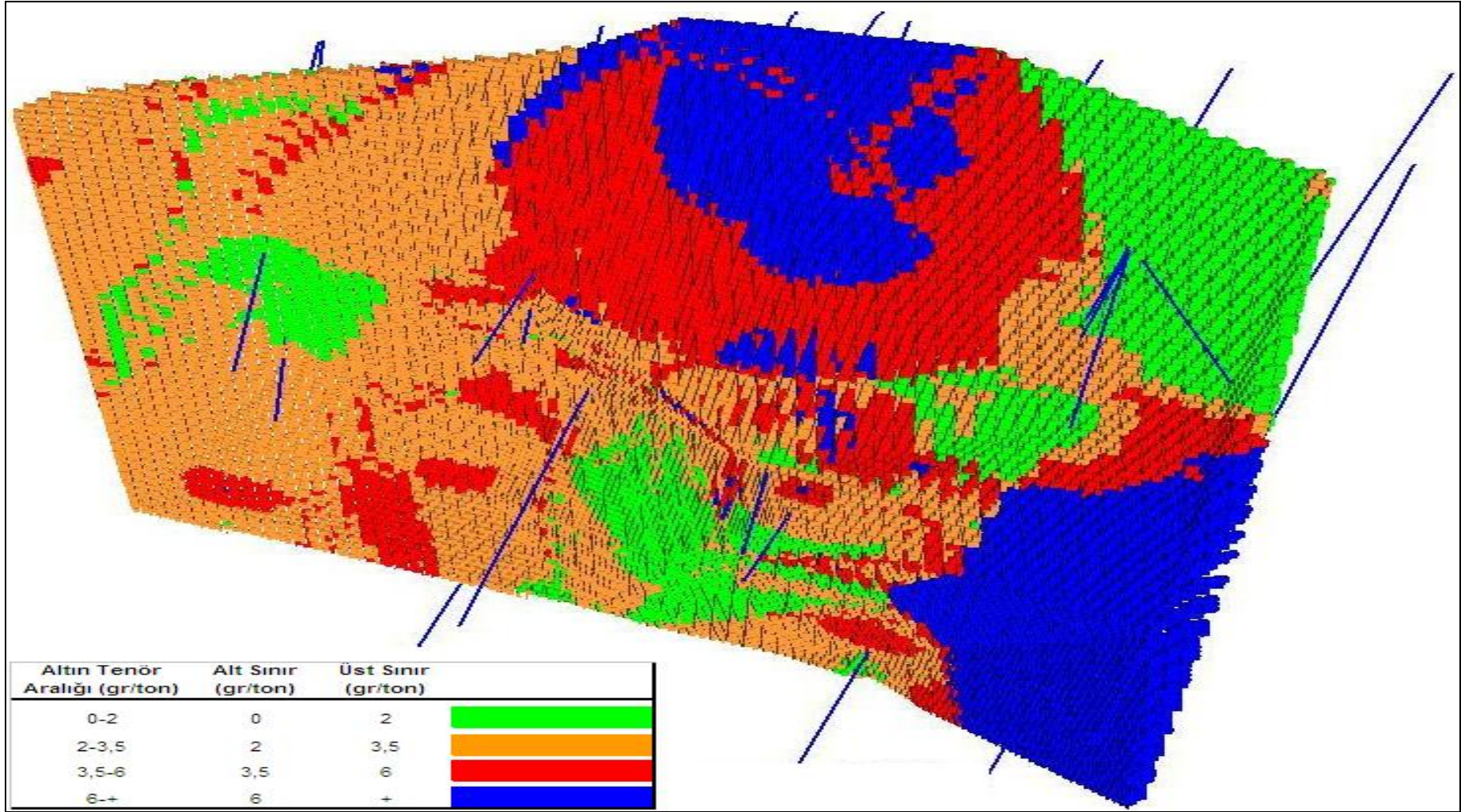
Tenör Aralığı (gr/ton)	Ortalama Altın Tenörü (gr/ton)	Tüvenan (Ton)	Ons
0-2	1,62	27.727,13	1.446,95
2-3.5	2,69	86.969,55	7.523,50
3.5-6	4,46	37.870,56	5.431,30
6+	9,77	23.005,70	7.225,49



Şekil 4.7: Narlıca cevherine ait blok model



Şekil 4.8: Narlıca cevheri blok modeli batıdan görünümü



Şekil 4.9: Narlıca cevheri blok modeli doğudan görünümü

5. ÜRETİM YÖNTEMİ SEÇİMİ

Narlıca altın yatağının işletilebilir durumda olan rezervi 60.000 ton civarındadır. Esas olarak bakıldığında bu tip bir cevherleşmenin salt olarak ekonomik bir değeri yoktur. Ancak Narlıca bölgesinin Ovacık altın madenine yakınlığı ve eldeki cevher hazırlama tesis imkanları bu rezervi işletilebilir hale getirmiştir.

Rezerv miktarının az olması nedeniyle cevherin üretim yöntemi de kısıtlanmaktadır. Bu nedenle tam mekanize bir kazı sistemi uygulaması mevcut teknolojik koşullarda imkansız hale gelmektedir. Narlıca altın yatağının işletme yöntemi geleneksel madencilik metotlarıyla değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bölümde mevcut durum değerlendirilerek madencilik metodu belirlenecektir.

5.1. İşletme Metoduna Tesir Eden Faktörler

İşletme metodunun doğru seçimi, bir cevher yatağın işletilmesinde önemli olup, yapılacak üretimin hem ekonomik hem de iş güvenliği açısından en doğru şekilde gerçekleştirilmesi için gereklidir. Genellikle cevher yataklarında, madencilik tekniği şartları bakımından birçok yöntemler kullanılabilir. Bununla beraber seçilen yöntem aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır (Arıoğlu, 1979).

1. İş emniyetini maksimum olarak sağlamalı,
2. Yöntem ekonomik olmalı,
3. Seçilen yöntemde işletme kaybı minimum olmalıdır.

Yukarda belirtilen üç kriteri aynı derecede elde etmek her zaman mümkün olmayabilir. Bu faktörlerden bilhassa ucuz maliyetli üretim minimum işletme kayıplı çalışma birbiriyle çelişen faktörlerdir. İşletme yönteminin seçilmesinde hiç bir zaman emniyet kriterinden fedakârlık edilemez. Minimum maliyet hem işçilik hem de malzeme bakımından sağlanmalıdır. Aynı zamanda rezervlerin iyi bir şekilde değerlendirilmesi bakımından seçilen işletme yöntemi, minimum işletme kaybı olan yöntem olmalıdır. Çalışma sistemlerinde mutlaka bir cevher kaybı söz konusudur. İyi uygulanan yöntemlerde kayıp % 10-15'e düşer. Şayet yöntem yanlış uygulanıyorsa

kayıp ,% 40-60'a kadar yükselir. Yukarda belirtilen kriterleri yerine getiren bir işletme yönteminin seçilerek, her cevher yatağına uygulanması mümkün değildir. Bu imkânsızlık, işletme yönteminin seçimine etki eden birçok faktörlerin bulunmasından ileri gelir.

Bir madenin işletme metodunun seçimine etki eden faktörler şunlardır :

5.1.1 Cevherin ve Yan Taşların Fiziksel Özellikleri

Esas olarak her işletme metodu mutlak bir emniyeti garanti etmelidir. Bu şart ise İlk etapta cevherin ve yan taşların fiziksel özelliklerine bağlıdır. Cevher ve yan taş durumları pratikte şöyle olabilir :

a) Sağlam cevher ve yan taş : Göçertme metotlarından başka hemen hemen bütün işletme metotları tatbik edilebilir.

b) Sağlam cevher ve çürük taş : Büyük açıklıklı, tahkimatsız imalât boşluklarının bırakıldığı işletme metotları kullanılamaz. Yatay dilimli metotlar ve tahkimatlı yükselen merdiven metodu da kullanılabilir. Göçertmenin kademeli olarak yapılmasıyla bütün istihsal metotları tatbik edilebilir.

c) Çürük cevher ve yan taş sağlam : Bu durumda, işletme metotlarından yalnız alçalan merdiven metodu bahis olur (ince cevher teşekkülleri). Tahkimat kullanılan işletme metotları bu sınırlandırma dışındadır. Anbarlama metodu da kullanılabilir. Göçertme metotlarından dilim göçertme usulü seçilebilir, yalnız metodun tatbikinde tavan taşı göçertilmelidir.

d) Çürük cevher ve çürük yan taş : Tahkimat ve ramble ile çalışan bütün metotlar uygulanabilir.

5.1.2. Yatım Açısı

Yatım açısı, cevherin nakliyesinde büyük bir rol oynar. Cevherin üretim yerinden ana nakliye galerisine, yerçekimi ile sevk edilebilmesi veya bu işin elle veya başka nakliye gereçleri ile yapılması, yatırım açısının değerine bağlıdır. Cevherin kendi ağırlığından istifade ederek ana nakliye galerisine nakli, nakliye maliyetine tesir etmesi bakımından önemli bir avantajdır. Bu durum sınırlı işletme metodunda

görülebılır. Yatım açısının işletme metodu seçimine etki derecesi, yatağın kalınlığına bağılı olarak değışır. Az kalın damarlarda, ambarlama metodunun uygulanmasında ve cevherin kendi ağırlığı ile ana nakliyat galerisindeki oluklara nakli minimum 60°'lik yatımda mümkündür. Yatağın kalınlığı ve yatım! Arasındaki ilişki, dilim göçertme ve tâli kat göçertme metotlarının tatbik edilmesinde de tesir eder.

5.1.3. Cevherin Kalınlığı

Cevher kalınlığı, cevherin üretim maliyeti üzerine etki eden önemli parametrelerden biridir. Pratikte kolayca görüldüğü gibi, ince cevher damarlarında üretim maliyeti, kalınlığın artması halinde azalmaktadır. Şartların aynı olmasına rağmen büyük damar kalınlıklarında bu münasebet görülmemiştir. Bilhassa küçük maden işletmelerinde, cevher kalınlığının değışimi, üretim maliyeti üzerine etkisi çok fazladır. Üretim maliyeti dikkate alınarak cevher kalınlıkları :

- a) Kalınlıkları 2 m. kadar olan ince yataklar,
- b) Kalınlıkları 2 -15 m. olan orta kalınlıktaki yataklar,
- c) Kalınlıkları 15 m. den fazla olan çok kalın yataklar.

0.8 m. kalınlığındaki cevherler a. Sınıflandırmada özel bir yer alır. Yukarıda söz edilen sınıflandırmaya uygun işletme metotları şunlardır :

Sınıf a : Kabak direk tahkimatlı yükselen merdiven metodu, minimum 0.8 m. Kalınlıkta ambarlama metodu, dilim göçertme metodu, topuk metodu ve tâli kat göçertme metodu.

Sınıf b ve c : Ara kat galeri, oda topuk metodu, kübik kasa tahkimatlı işletme metodu, yatay ve diyagonal, eğik dilimli rambleli işletme metotları, çok kalın cevher teşekkülleri için blok göçertme metodu.

5.1.4. Yataklanma Durumu

Cevher değışik şartlarda meydana geldiğinden, yataklanma durumları da çeşitlidir. Meselâ, bir cevher yatağı içine değışik kalınlıkta ve boyutta taş bantları olabilir. Keza yatak tektonik kuvvetler tesirleri ile faylarla arızalanmış bulunabilir. Bu durumlarda bulunan cevher yataklarına şu metotların tatbik edilmesi uygundur.

a) Taş bantları, cevher içinde büyük geometrik boyutlarda ve seyrek bulunuyorsa, oda metodu, kabak direkli yükselen ve alçalan merdiven metodu, tahkimatlı ve rambeli yatay dilimler, bütün kat yüksekliği boyunca uygulanan rambeli ve göçertmeli bütün metotlar,

b) Taş bantlar cevher içinde ara kesmeler halinde bulunuyorsa, cevher ve taş bantların ayrı ayrı kazısı. Taşın yeraltında cevherin ayıklanmasını (triaj) sağlayan işletme metotları sayısı oldukça azdır. Bu takdirde yeraltında triajın yapılması, cevherin üretim maliyetine tesir edeceğinden, şartlara uygun ve ekonomik bir işletme metodunun seçilmesi gerekir.

Cevher yataklarındaki tetkonik arızalar, cevher üretimine engel olur ve diğer madencilik tekniğiyle tatbik edilmesi mümkün olmayan bir çok işletme metotları uygulanamaz. Bu durumlarda, cevher istihsalini sekteye uğratan lokallerin yerinde bırakılması bahis konusu olabilir. Bu şart, büyük geometrik boyutlarda da yerine getirilmelidir.

5.1.5. Cevher İçinde Faydalı Minerallerin Dağılımı

Bir cevher yatağında faydalı minerallerin dağılımı çok değişiktir. Üniform bir cevher dağılımı halinde bütün işletme metotları kullanılabilir. Cevher oluşumundaki faydalı minerallerin, fakir cevherler içinde zengin yuvalar şeklindeki üniform olmayan dağılımı ve değişik cevherlerin varlığı, ayrı ayrı kazıyı gerektirir. Eğer yeraltı ve uygulanacak işletme metodunun şartları, muhtelif cevherlerin cinslerine göre ayrılmasına imkân veriyorsa, bu operasyon istihsal yerinde yapılmalıdır. Netice olarak, ayrı ayrı kazının ve yeraltında sınıflandırmanın mümkün olduğu işletme metotları tatbik edilebilir. Yatağın üretilmeye elverişli olmayan kısımların yerinde kalması isteniyorsa oda-topuk metodu tatbik edilebilir. Eğer, işe yaramayan kısımların yerinde bırakılmasına lüzum yoksa çok kalın teşekküllerde blok göçertme metodu ve az kalın damarlarda ise yan taşın bir miktar alınması ile ambarlanma metodu uygundur.

5.1.6. Cevherin Geometrik Şekli ve Cevher Konağı

Cevherin geometrik şekli de metot seçimi üzerine tesir eder. Bütün cevher yatağının minimum hazırlık üretilmesini mümkün kılan bir işletme metodu seçilir. Bu imkân, cevher üretimi yapılan kısımların açık bırakıldığı metotlarda temin edilebilir.

Bundan hariç şu metotlarda tatbik edilebilir; talî kat metodu, bütün tahkimatlı metotlar, rambleli metotlardan yatay dilimler halinde kazı, çok özel durumlarda eğik dilimli ramble metotları, çökertme metotlarında eğik dilimli ramble metotları, çökertme metotlarından kademeli şeklidir.

5.1.7. Cevher ve Yan Taş Arasındaki Kontak

Kazı sırasında bir miktar yapıtaşı da almanın gerekli olduğu ince damarların işletmesinde önem kazanır. Cevher-yan taş Kontakı belirli ise ayrı ayrı kazının tatbik edilmesi mümkündür. Bilhassa ayrı ayrı kazı çok değerli cevherlerin istihsalinde mutlaka tatbik edilmelidir.

5.1.8. Cevherin Mineralojik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi

Cevherin mineralojik yapısı ve Kimyasal bileşimi de işletme metoduna tesir eder. Kendiliğinden yanma, ambarlanma sırasında, sülfür cevherlerinin oksidasyonu gibi özelliklerde metot seçiminde üzerinde durulması gerekli noktalardır. Kolay ve kısa zamanda baş gösteren oksidasyon şartlarında ekseriya ambarlama metodunu uygulamak imkânsızdır.

Kendiliğinden yanmaya meyilli cevherlerin üretiminde, uygulanabilecek metotlar yangın kati suretle önleyen metotlar olmalıdır. Bunlar, bütün rambleli metotlar, odaların sonradan doldurulmasıyla ambarlama metodu, yangın önleyici tedbirlerin alınmasıyla dilim göçertme metotlarıdır. Cevher, ince yapışkan bir kil horizonu ihtiva ediyorsa, ekseriya parçalanmış cevherler birbirine yapışarak akar. Bu durum ana nakliyat galerisi (alt taban galerisi) üzerindeki olukların tıkanmasına sebebiyet verebilir. Bu gibi hallerde ambarlanma metodunun uygulanması mümkün değildir.

5.1.9. İşletme Derinliği

Büyük üretim derinlikleri, işletme metodunun seçimine etki edebilir. 500-1500 m. istihsal derinliklerinde büyük değerde olan arazi basıncı ve imalât sırasında meydana gelen arazi hareketlerini kontrol etmek için, ince cevher damarlarında tahkimat veya rample, kalın cevher teşekküllerinde sadece rample kullanılabilir. Ayrıca, büyük istihsal derinliklerinde havalandırma problemi büyük önem kazanır. Bu durum ise, birçok istihsal metotlarında meselâ dilimli göçertme, blok göçertme ve oda-topuk metotlarında büyük güçlükler doğurur.

5.1.10. Üretim Sırasında Meydana Gelen Tavan Hareketleri ve Yeryüzü Hasarları

Mevcut teşekkülün yer üstü tesislerine, akarsulara ve civar cevher teşekküllerine göre durumu işletme metodunun seçimine etki eder. Yeryüzünde bulunan tesisleri stabil tutulması mevzubahis ise emniyet topuklarının bırakılması gereklidir. İstihsal halinde olan damarın, meydana getirdiği göçük zonu dahilinde cevher teşekküllerinin varlığı tavan tabakalarının hareketlerini minimuma indiren işletme metotlarının seçilmesi lâzımdır. Yeraltı su gelirinin bulunması halinde de tavan tabakalarının kontrolü önem kazanır. Yukarıdaki hallerde rampleli işletme metotları tatbik edilmelidir. Yer yüzündeki tesislerin muhafaza edilme şartı, tavan tabakalarının mümkün mertebe hareketine imkân vermeyen işletme metotlarının tatbik edilmesini gerektirir (Rampleli, tahkimatlı, ambarlama metodu, oda - topuk, odaların rample ile doldurulması v.s.).

5.1.11. Konsantrasyon

Seçilecek metodun, iş yerinde yoğun bir çalışma sağlanması gereklidir. Yoğun çalışmanın belli başlı faydaları şunlardır :

a) Mekanik gereçlerden fazla işçinin birlikte çalıştıkları bir yerde daha yüksek randıman elde edilir. Bütün kazı ve nakil vasıtalarına tam kapasitede ve yüksek randımanla iş görme imkânı sağlamış olur,

b) Nezaret ve kontrol işleri kolaylaşır ve daha az nezaretçi ile temin edilir. Yoğun olarak çalışan bir istihsal yerinde nezaretçi devamlı olarak işin başındadır,c) Havalandırma, düzenli olarak sağlanmıştır,

d) Dağınık istihsallerde kayıp fazladır. Bunların tamir bakım masraflarının şarjı ünite tonda yüksektir. Rasyonel işletme metotları elverişli olmaz.

5.2 Narlıca Altın Yatağı İçin İşletme Metodunun Seçilmesi

Narlıca altın yatağı için işletme metodunun belirlenmesi amacıyla, seçime tesir eden faktörler Tablo 5.1' de verilmiştir.

Tablo 5.1: Narlıca altın yatağı üretim yöntemi seçimine etki eden faktörler

No:	ÜRETİM YÖNTEMİ SEÇİMİNE TESİR EDEN FAKTÖRLER	AÇIKLAMALAR
1	Cevher ve yan taşın fiziksel özellikleri	Cevher kuvars bileşimli, altere olmuş bir zon içerisinde, yan kayaç yer yer altere olmuş andezit. Kontak zonunda 1 metreyi bulan kil tabakasıyla karşılaşılabilir.
2	Cevherin yatım açısı	Doğu batı uzanımlı, 80-85° kuzeye doğru eğim almaktadır.
3	Cevherin kalınlığı	Ortalama kalınlık 2,5 metre, ancak yer yer kalınlık 6 metreye kadar çıkmaktadır.
4	Cevherin yataklanma durumu	Cevher fay kontağı içerisinde yerleşmiş durumdadır.
5	Cevher içinde faydalı minerallerin dağılımı	Genel itibariyle tenör dağılımı homojendir. Cevherin üretilebilir kısmı blok halindedir. Topuk bırakma olanağı yoktur.
6	Cevherin geometrik şekli ve cevher kontağı	Cevher boyutları; doğu-batı uzanımlı eni 40- 80 metre arası, kalınlık, 2-6 mt, kuzey-güney yatımlı boyu, 140 metredir.
7	Cevher ve yan taş arasındaki kontak	Cevher yan taş kontağı belirli.

Tablo 5.1: Narlıca altın yatağı üretim yöntemi seçimine etki eden faktörler (devam)

8	Cevherin kimyasal yapısı ve mineralojik bileşimi	Fay içine dağılmış kuvars minerali
9	İşletme derinliği	Cevher yüzeyde mostra vermekle birlikte azami işletme derinliği 140 metredir.
10	Yeryüzündeki durum	Cevherin üretim bölgesinde yeryüzünde yapı bulunmamaktadır. Arazi tarıma elverişsiz çalı ve ağaçlarla kaplıdır.

Üretim yöntemi seçimine tesir eden tüm bu faktörler değerlendirildiğinde uygulanacak olan yeraltı üretim yöntemlerinin büyük bir kısmı elimine edilmiştir.

Cevherin eğimi 80⁰ üzerinde olduğu için yeraltı üretim yöntemleri incelendiğinde böyle bir maden yatağı için uzun ayak ya da oda-topuk uygulaması gibi nispeten maliyet açısından avantajlı ve kolay uygulanabilir üretim yöntemlerinin kullanılamayacağı aşıkardır. Özellikle cevher içindeki faydalı mineraller uniform dağıldığı için üretimin yapıldığı bölgelerde topuk bırakılamamaktadır.

İlerleyen bölümlerde cevher ve yan taşın kaya mekaniği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Orada da görülebileceği gibi cevherin kendisi ve yan taş sağlam değildir. Başka bir deyişle üretim sırasında açılacak büyük açıklıkların kendini uzun süre tutamayacağı gibi bir risk söz konusudur. Bu yüzden ara katlı göçertme gibi maliyeti nispeten düşük ve uygulaması kolay bir yöntem uygulanamamaktadır.

Maden yatağının rezerv miktarı da üretim yönteminin belirlenmesinde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Rezerv miktarı 60.000 ton olduğu için yapılacak ilk yatırım maliyetinin minimumda tutulması gerekmektedir. Bu nedenle mevcut rezerv durumu tam mekanize bir kazı sisteminin ilk maliyetini karşılayamamaktadır.

Tüm bu şartlar değerlendirildiğinde uygulanabilecek yer altı üretim yöntemi sayısı üçe indirilmiştir. Bu yöntemler

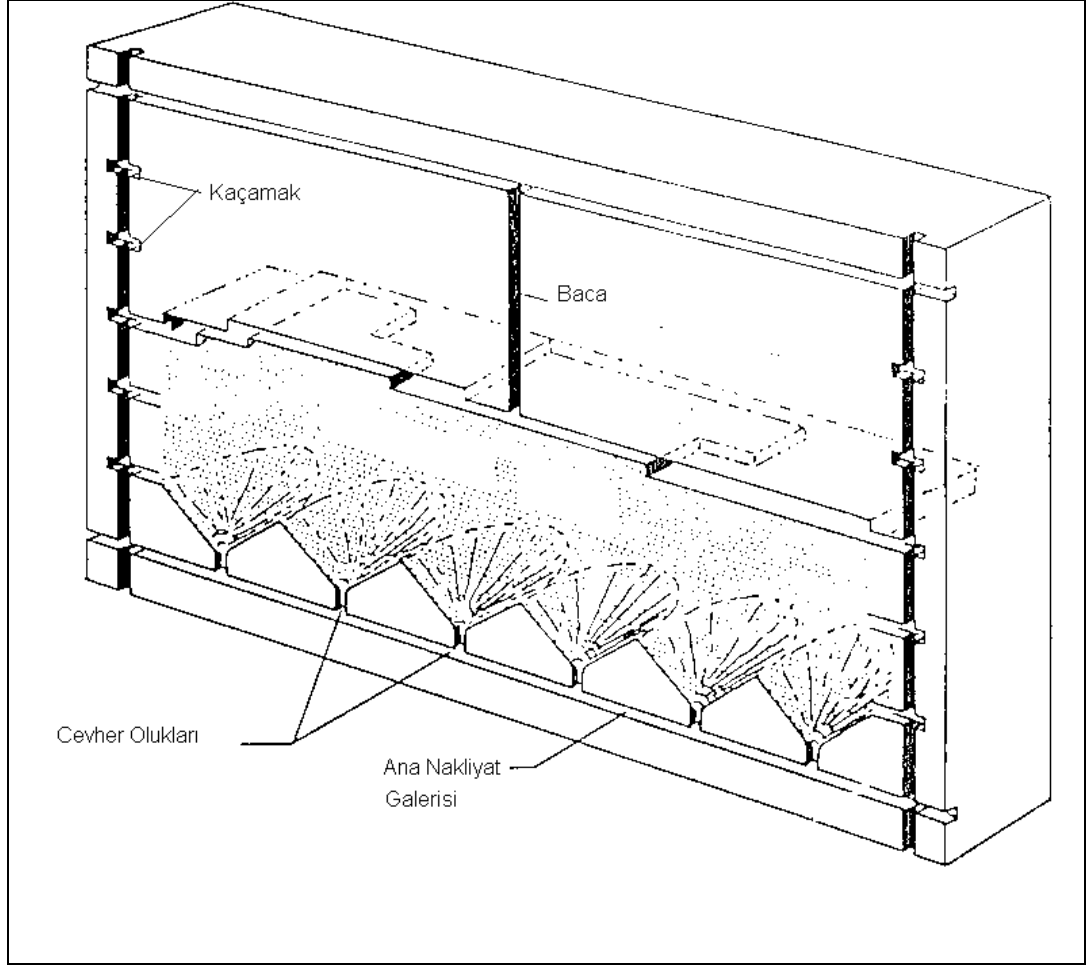
1. Cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi,
2. Dolgulu tavan ayak yöntemi,
3. Küp tahkimatlı tavan ayak yöntemidir.

5.2.1 Ambarlı Kazı Yöntemi

Ambarlı kazı yöntemini diğer üretim yöntemlerinden ayıran fark, kazılan cevherin çok büyük bir kısmının kazı yapılan yerde bırakılma zorunluluğudur. Kazılan cevherin bir kısmı açılan boşlukta bırakılır, dolayısı ile dolgu görevi yapar. Geri kalan kısım ise nakliyat yolundan alınır. Yerindeki cevher parçalandığı zaman kabarmadan dolayı hacmi %50-80 oranında artar. Artan cevher hacmi alt yoldan alınır. Diğer ayak içerisinde bırakılırsa açılan boşluk doldurulmuş olur. Ambarlı yöntemlerle yapılan çalışmalarda verim yüksektir. Temel koşul olarak önce yan taşların ve cevherin, kazının tahkimatsız yapılabileceği yapıda olması ve sonra da kazılmış cevherin ana yola alınması sırasında dolgu durumundaki cevher içerisinde istenmeyen boşluklar meydana getirmeyecek nitelikte olmasıdır. Ayrıca bu yöntemin uygulanabilmesi için, cevher gövdesi içerisinde steril kısımların bulunmaması, tenör dağılımlarının düzgün olması, cevher ile yan taş arasındaki dokanak yüzeyinin düzenli olması ve kazı yerinde uzun süre stok yapılması nedeniyle cevherin kendiliğinden yanma ve kompaktlaşma niteliklerinin taşımaması gibi diğer ön koşullarda aranır. Ambarlı kazı hemen hemen her kalınlıktaki yataklara uygulanabilir. Çok kalın yataklar dışında, dalım açısı 50^0 - 55^0 den az olmamalıdır.

Bu yöntemde cevher yatay dilimler halinde aşağıdan yukarıya doğru ilerleyerek kazılır. Kazılan cevher yığını çalışma platformu olarak da kullanılır. Aynı zamanda yan taşları tutarak dolgu görevi de yapar. Kazılan cevherin hacmi, yerindeki hacminden daha fazla olduğundan kazısı bitirilen yığın ile cevher kütlesi arasında çalışmaların rahatlıkla yürütülebileceği bir boşluk bırakılması gerekecektir. Bu ise kazılan cevherin bir kısmının kazı sırasında sürekli olarak nakliyat yoluna alınması ile sağlanır.

Ambarlı kazı en çok dik dalımlı damar tipinde olan ve cevheri herhangi bir tahkimat gerektirmeyen sağlam yataklara uygulanır. Seyrelme fazla olmadığı sürece yan taşların kavlaması hoş görülebilir, ancak aşırı kavlama çekme noktalarının tıkanmasına ve kazılan cevherin olduğu yere bağlanmasına yol açar. Verimli bir çalışma için eğimi 60^0 nin üstünde olması gerekir. Minimum eğim ise 40^0 dir. Daha düşük eğimde çalışıldığında tavan taşı tarafından gelen cevher, çalışma yüzeyinin daralmasına yol açar.



Şekil 5.1: Ambarlı kazı yöntemi genel görünüşü

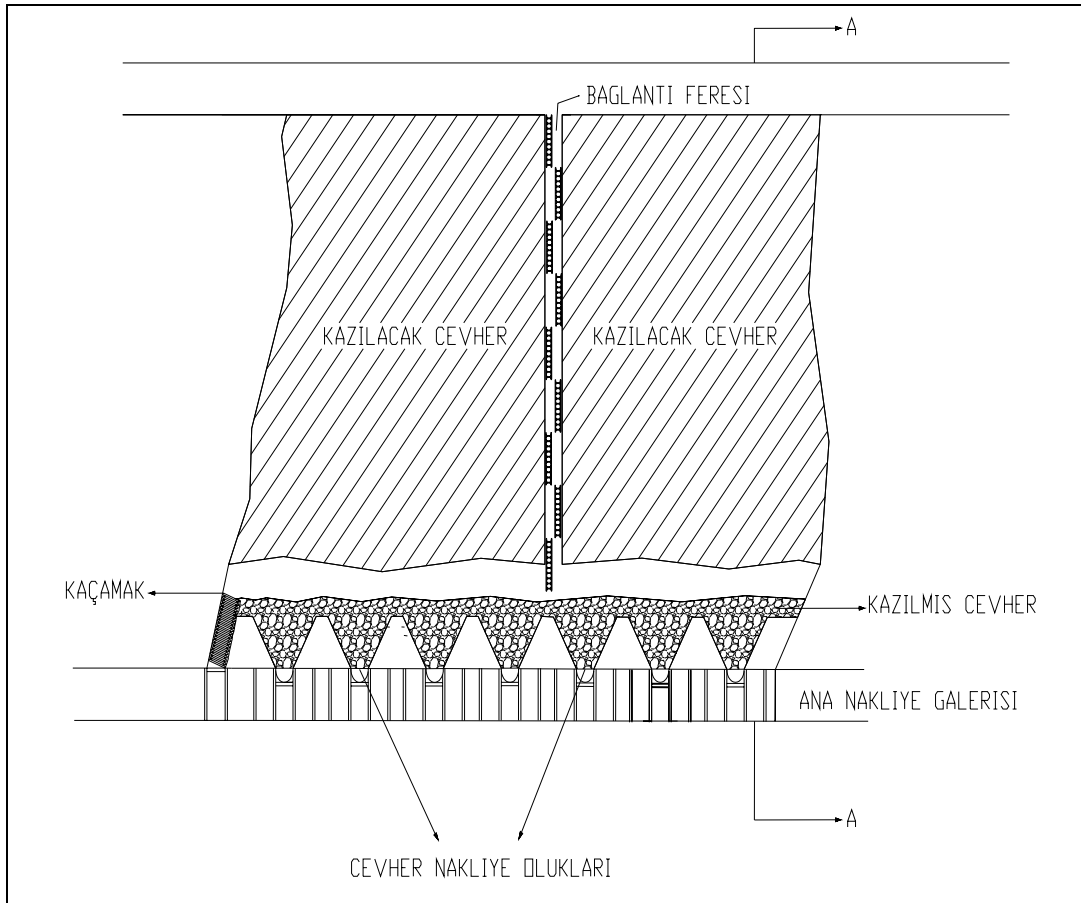
Ambarlı kazı yönteminde kat aralıkları 30-150 metre arasında değişir. Kat aralığı, cevherin konumu elverdiği ölçüde fazla olabilir. Fakat maksimum yükseklik kazılan cevherin ana yola kontrollü alınabilmesi ile sınırlıdır. 60-90 metre yüksekliklerde düzensiz olur. Eğer iki kat arasında birbiri üzerine iki pano birden hazırlanırsa 150-180 metrelik kat aralıklarının seçimi daha uygundur.

Kazı yerine dikey giriş bağlantıları, damar içinden veya taban taşından sürülen baş yukarılarla sağlanır. Düşey boyutları kısa olan kazı yerlerinde posta içinden geçen fereler açılabilir. Fakat kazılan cevherin alınması esnasındaki hareketi fereyi oynatacağı için fereler 3-5 metre ilerledikten sonra taban taşına civatalanmalıdır.

Fereler iki bölmeye ayrılabilir. Birinci bölmeye şeşbeş tahkimat yapıp servis yolu olarak kullanılabilir. İkinci bölmeye de ufak bir skip yerleştirilebilir.

Kazı hazırlığında ilk hedef kazılan cevherin alınacağı cevher nakliye oluklarının yapımıdır. Bu oluklar kazı boyunca kullanılacağından sağlam tahkim edilmelidir. Olukların genişliği, ana nakliye katında kullanılacak taşıyıcıların genişliklerinden daha fazla olmamalıdır. Bu genişlikte ortalama 1,5-2 metre arasında olmalıdır. Oluklar arası mesafe ise cevherin kolayca panodan alınabilmesi için 5-6 metreyi geçmemelidir.

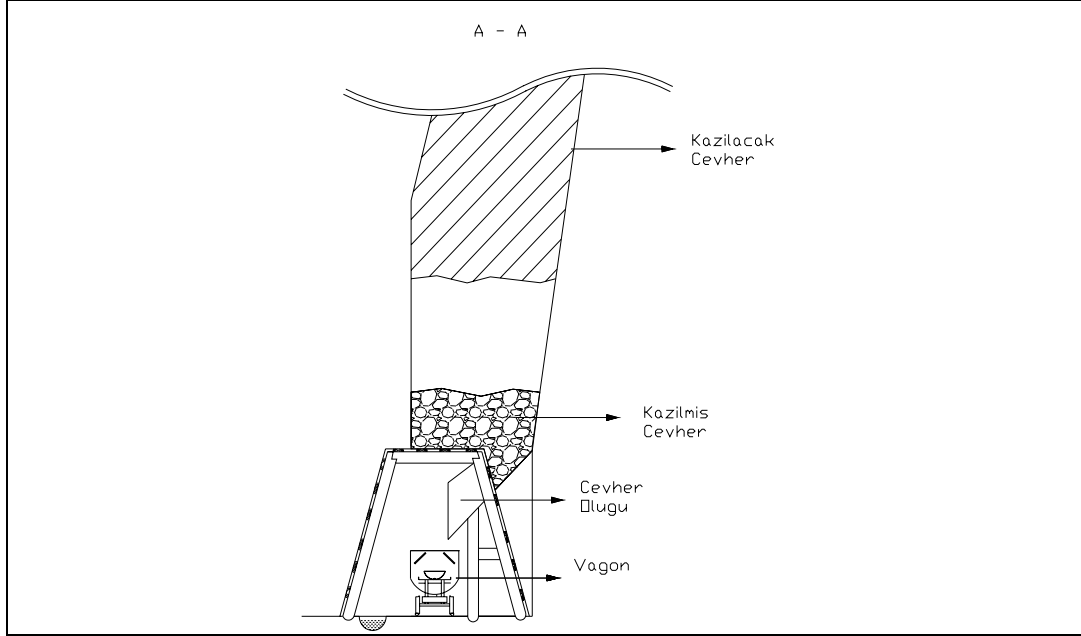
Panoya alt ve üst ana nakliye katlarından kolayca ulaşabilmek amacıyla fereler sürülmelidir. Alt kattan pano içine giriş kazı yukarıya doğru ilerledikçe yığma ağaçlı tahkimat şeklinde yapılabilir (Bkz. Şekil 5.2 “kaçamak”). Havalandırmayı sağlamak amacıyla mutlak suretle bir üst katla bağlantı yapılmalıdır.



Şekil 5.2: Ambarlı kazı hazırlık çalışmaları.

Kazı yeri hazırlandıktan sonra kazı işlemi aksamadan yürütülebilir ve daima aşağıdan yukarıya doğru ilerler. Kazı V biçimi bir kesme ile başlar. Böylece malzemenin kayacağı bir yamaç sağlanmış olur. terk edilen topukların değeri önemli

olabilir fakat bunlar zayıf tavanların tutulması için yararlıdır. Kazılan cevherin fazla alınmamasına dikkate etmek gerekir. Kazı boşluğu içerisinde asılı cevher kalırsa bunu kurtarmak için su ile kaydırma denenebilir.



Şekil 5.3: Ambarlı kazı kesit görünüşü

Kazı üst kata yaklaştığında, üst yolun belirli bir süre daha tutulması için topuk bırakılmaktadır. Ayak içerisindeki kırılmış cevher tamamen alındıktan sonra meydana çıkan boşluk ya taşla doldurulur ya da göçüğe terk edilir. Geri kalan topuklardan alınabilecek kadar üretim yapılması gerekir. Topuk kalın, filon dik ve ayakların uzunluğu kısa ise dolgu işlemine gerek duyulmayabilir.

Yöntemin yararları ve sakıncalarını sıralayacak olursak.

1. Çıkartılan birim cevhere karşılık ana ve ikincil hazırlık işlerinin az oluşu.
2. Delme ve ateşleme veriminin yüksek oluşu.
3. Tahkimata gereksinimin azlığı
4. Kirlenmenin azlığı
5. Üretimin bir kısmının kazı alanında bırakılması ve sonrasında nakliyatın kolaylığı
6. Yöntemin uygulanışının nispeten kolay oluşu

Sistemin avantajlarıdır.

1. Yeryüzünde triyaj yapmanın zorluğu
2. Özellikle düzensiz dokanalarda kayıp ve seyrermenin fazlalığı.
3. Yöntemin uygulanabileceği koşulların çok kısıtlı oluşu.

5.2.2 Dolgulu Tavan Ayak Yöntemi

Bu sınıfın kapsamına giren yöntemlerde, sadece kazı cephesi önünde geçici bir boşluk tutulur. Tahkimat işlemi, bu boşluğun gerisinde kazılan alanın doldurulması ile yürütülür. Geçici ve yardımcı bir tahkimat malzemesi olarak ta ağaç kullanılabilir.

Dolgulu yöntemler, çeşitli dalım açılarında, her kalınlıkta ve orta sağlamlıkta cevher ve yan taşı olan yataklara uygulanır.

Kayıplar ve seyrirme oldukça azdır. Sıkı dolgu yapılabildiği takdirde bir çok durumda çok önemli bir konu olan yan taşın göçmesi ve subsidans önlenir. Nispeten yüksek olan maliyetine bağlı olarak, dolgulu yöntemler, kayıp ve seyrirme oranları minimumda tutulması gereken çok değerli cevherlerin bulunduğu yataklara uygulanmalıdır.

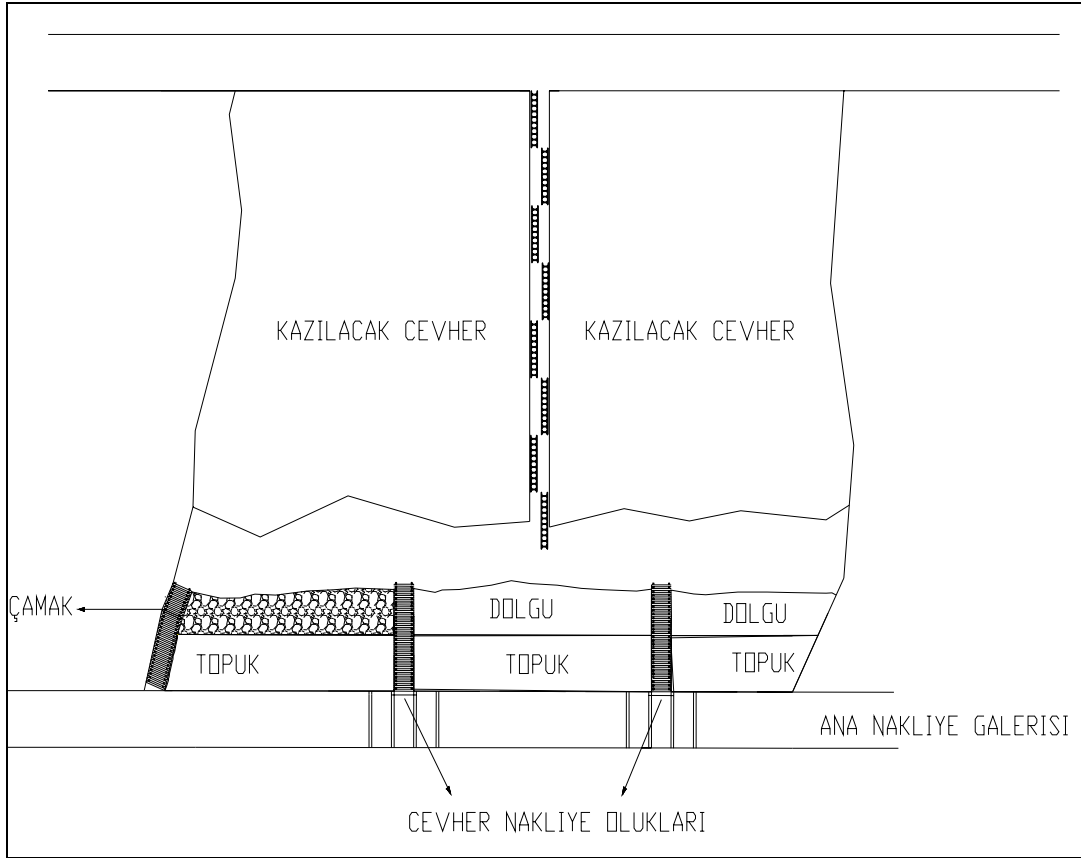
Dolgu işlemi seyrirmeyi önemli ölçüde azalttığı için ambarlı kazı yöntemlerinin yerine, özellikle biçimi düzensiz yataklarda dolgulu tavan ayak yöntemi uygulanmaktadır. Ayrıca demir dışı ve değerli bileşenler içeren nadir metal yataklarının işletilmesinde ve yangın tehlikesi olan kalkopirit cevherlerinin bulunduğu yataklarda da uygulanır.

Dolgulu tavan ayak yönteminde cevher küçük bölümler halinde alınır ve bir sonraki bölüm çalışmadan önce boşalan kısım dolgu malzemesiyle doldurulur. İşçiler ve araçların üzerinde çalışacağı platform dolgu ile sağlanır. En çok kullanılan dolgu malzemeleri kum, çakıl, cevherle birlikte bulunan veya galerilerden çıkan taş ve artıklardır. Geçici olarak ağaç tahkimatta kullanılabilir.

Dolgulu tavan ayak yönteminde kazı işlemi yukarı ilerletimlidir. Cevher, hava ve adam giriş çıkış yolları dolgu içinden geçerler. Kazı yeri hazırlığı cevherin ve yan taşın sağlamlığına ve yatağın geometrisine göre değişir. Dolgu öncesi yapılacak

kazının hacmi cevher ve yan taşın sağlamlığına bağlıdır. Kazılan cevherin yüklenmesi için dolgunun cinsine ve kullanılabilecek araçlara göre uygun bir sistem seçilir.

Dolgulu tavan ayak sistemi en çok boyutları kısıtlı ve yan taşı zayıf olan çok dik, tam çıkartım ve selektif madencilik gerektiren yatakların çalışması için uygundur.



Şekil 5.4: Dolgulu tavan ayak

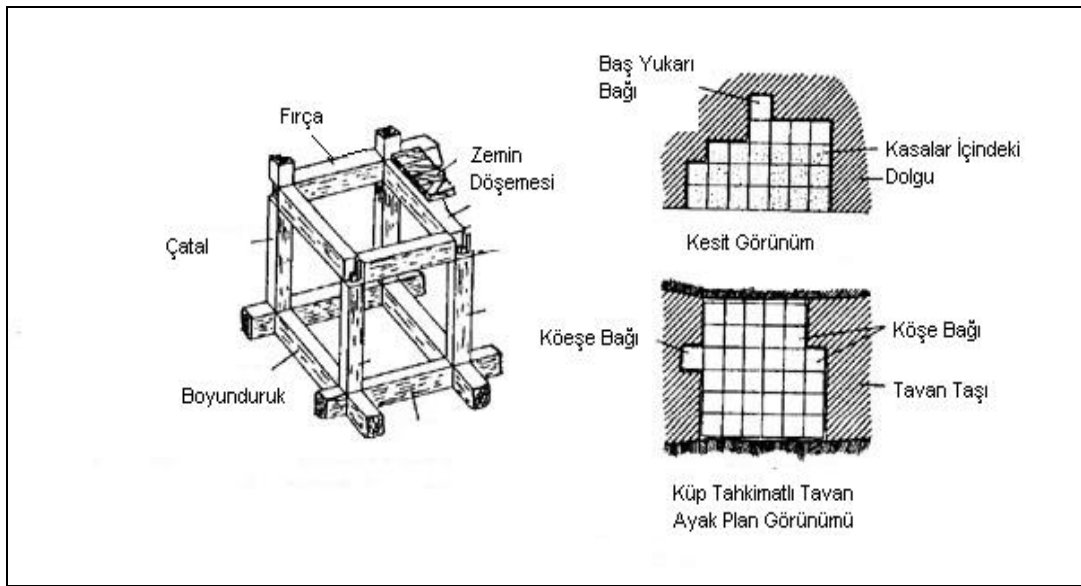
5.2.3 Küp Tahkimatlı Tavan Ayak Yöntemi

Küp tahkimatlı tavan ayak yöntemi genellikle aşağıdaki durumlarda uygulanır.

- Dolgulu yöntemlerde bırakılmış yüksek tenörlü topukların kurtarılmasında,
- Göçertmeli yöntemlerle çalışılmayacak kadar ince, düzensiz şekilli ve yan taşları çürük olan yatakların işletilmesinde,

- Subsidansın önlenmesi gereği ve yangın tehlikesi (sülfürlü cevherler gibi) nedeniyle göçertmeli yöntemlerin uygulanamadığı sık tahkimat gerektiren geniş yataklarda.

Küp tahkimatlı tavan ayak yönteminde cevher küçük bloklar halinde alınır ve bir sonraki blok çalışılmadan önce cevher alınan yere tahkimat yapılır. Birbiri ardına kurulan küp veya kare prizma şeklindeki bağlar hem tavanın tutulmasını sağlar, hem de yatay bir çalışma zemini oluştururlar.



Şekil 5.5: Küp tahkimatlı tavan ayak (Saltoğlu, 1979)

Yöntemin en büyük dezavantajı uygulamasının son derece zor olması dolayısıyla kalifiye işçi gücüne ihtiyacın maksimum düzeyde olmasıdır. Cevher alındıktan sonra açılan boşluğun ağaç la tahkim edilmesi yöntemin maliyetinin yüksek olmasına neden olur.

5.2.4 İşletme Yönteminin Seçimi

İşletme yöntemi seçimi yapılırken üç yer altı üretim yöntemi de değerlendirilmiştir. Sitemlerin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları göz önüne alınarak karma bir üretim yöntemi tercih edilmiştir.

Buna göre altın yatağı Ambarlı Kazı Yöntemi ile üretilecek ve daha sonra yeryüzündeki subsidansları önlemek amacı ile dolgu ile doldurulacaktır. Sistemin seçiminde baz alınan önemli kriterler ise aşağıda belirtildiği gibidir.

1. Ambarlı kazı yönteminde kazılan cevherin bir kısmı zaten üretilecektir ve geriye kalan kısım bir müddet dolgu olarak kullanılacaktır.
2. Küp tahkimatlı tavan ayak yönteminin tercih edilmemesinin en büyük nedeni ağaç tüketiminin fazlalığı ve kalifiye iş gücüne dayalı olmasıdır. Yine de cevherin kalınlığının 6 metreyi bulduğu yerlerde kısmen de olsa uygulanacaktır.
3. Ambarlı kazı yönteminde kazılan cevherin bir kısmı alındıktan sonra, kazı işlemi devam edebilmektedir. Oysaki dolgulu yöntemde kazı yapıp cevher alındıktan sonra bir sonraki kazı için tabanın pasa dolgu ile yükseltilmesi gerekmektedir. Üretim sekteye uğramış olur. İyi bir organizasyonla üretimin aksamasının önüne geçilsede üretim organizasyonu işi çok hassas hale gelir.
4. Cevher graviteden yararlanılarak oluklar vasıtasıyla herhangi bir taşıma işlemi gerçekleştirmeksizin ana nakliye yolundan alınabilecektir. Dolgulu sistemde ise kazılan cevherin yer yer aralarındaki mesafe 20 metreyi bulan oluklara taşınması gerekmektedir.
5. Yöntemlerin yukarıdaki anlatımlarında da belirtildiği gibi ambarlı yöntemin en büyük risklerinden bir tanesi çürük cevher ve yan taş yapılarında tavan taşının göçme ve cevherin önünü tıkama olasılığıdır. Bunu ortadan kaldırmak için tavan ve taban taşı tarafına hasır ve sistematik kaya cıvatası uygulaması yapılması düşünülmektedir. Böylece yan taştan gelebilecek pasa karışımı önlenmiş olacaktır.
6. Pano içerisindeki cevher tamamen üretildikten sonra bir üst nakliye yolundan getirilecek pasa ve pano içerisinde açılacak pasa ferelerinden alınan pasa ile doldurulacaktır.

5.3. Narlıca Altın Yatağının Kaya Mekaniği Açısından Değerlendirilmesi

Tavanda bırakılacak topuk kalınlığının belirlenmesi amacıyla sayısal modellemeler yapılmıştır. Sayısal modellemelerde PHASE² sonlu elemanlar programı kullanılarak, en kesitler belirlenmiş, ve bunlar için sayısal gerilme deformasyon ve duraylılık analizleri yapılmıştır.

Analizler 2 ayrı ana grupta toplanabilir:

I) +1255 kotunda en kesit üzerinde tavanda bırakılacak topuk miktarını belirlemek amacı ile yapılan elastik analiz

II) +1215 kotunda en kesit üzerinde tavanda bırakılacak topuk miktarını belirlemek amacı ile yapılan elastik analiz

5.3.1. PHASE² Sonlu Elemanlar Programı

Sayısal modelleme analizlerinde iki boyutlu sonlu elemanlar programı PHASE² v5.048 kullanılmıştır. Bu program sürekli ortamlarda tünel açılması sonucu oluşan gerilme ve deformasyonların hesaplanması amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca kaya ortam içerisinde çatlaklar ve kaya ankrajı türleri özel elemanlarla modellenebilmektedir. Analizlerde kullanılmadan önce program tarafımızca analitik çözümleri olan problemlerle denenmiş ve yeterli hassasiyette çözüm yapabildiği kanıtlanmıştır.

Programda sürekli ortam elemanları için elastik malzeme davranışı yanısıra plastik malzeme davranışı olarak Mohr-Coulomb, Hoek-Brown ve modifiye Hoek-Brown modelleri mevcuttur.

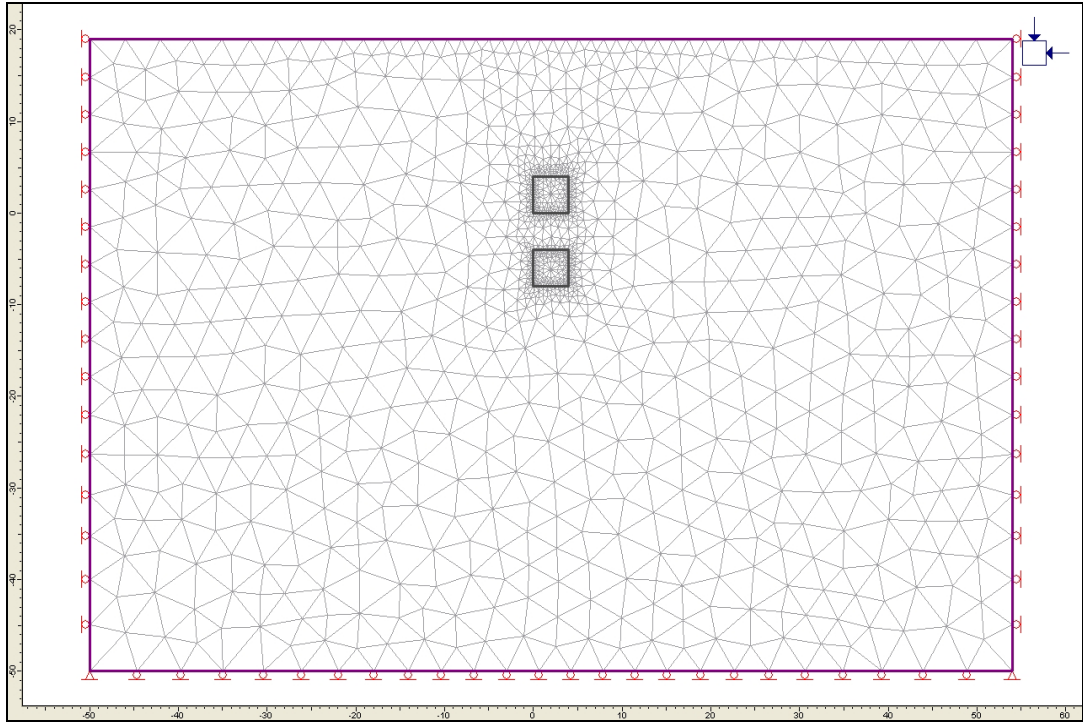
Program çok iyi hazırlanmış bir grafik çıktı prosesörüne sahiptir. Sürekli ortamda asal ve kesme gerilmeleri, yatay, düşey ve toplam deformasyonlar herhangi bir inşa safhasında veya iki ayrı safha arasındaki farklar şeklinde grafik olarak alınabilmektedir.

Ayrıca yine sürekli ortamda, malzeme için seçilen plastik davranış modelinin yenilme kriterine ve malzeme parametrelerine bağlı olarak emniyet katsayısı dağılımları herhangi bir aşamada grafik olarak alınabilmektedir.

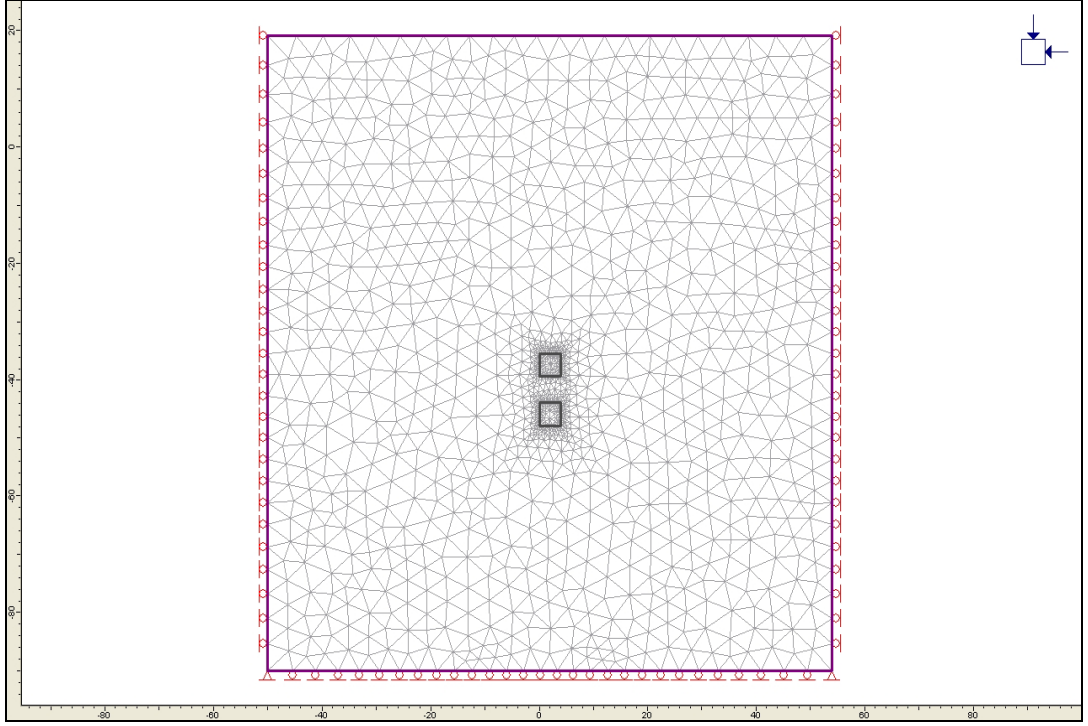
5.3.2 Analizlerde Kullanılan Sonlu Elemanlar Ağları

Ağ, programa geometrik koordinatları verilerek girilen kesitler üzerinde, kullanıcı tarafından belirlenen bazı parametreler doğrultusunda program tarafından otomatik olarak üretilmektedir. Üretilen sonlu elemanlar ağlarının sınırları tünel civarında oluşacak gerilme ve deformasyonların sınır koşullarından etkilenmeyeceği mesafelere yerleştirilmiştir.

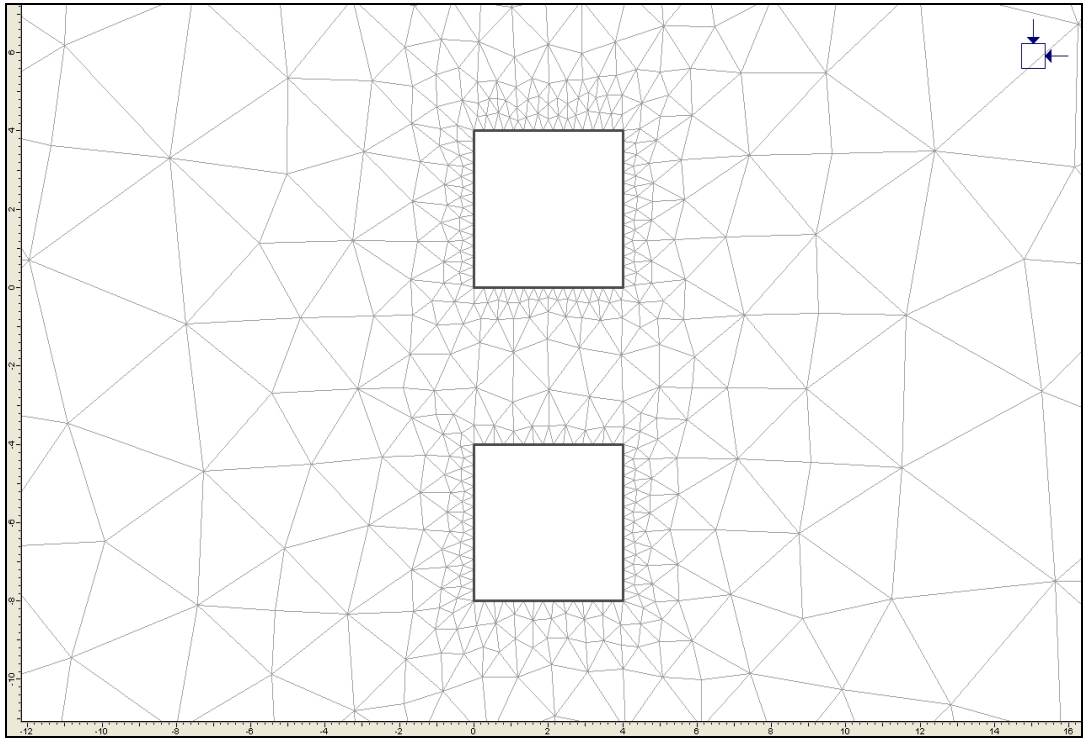
Modellemelerde zemin için üç düğümlü sürekli ortam elemanları (sabit birim deformasyonlu üçgen eleman) kullanılmıştır. Analiz için seçilen kesitlerin modellenmesinde kullanılan eleman sayısı, analizlerde kullanılan kesitlere bağlı olarak 2465-2982 arasında değişmektedir. Şekil 5.6 ve 5.7’de değişik kesitler için analizlerde kullanılan sonlu elemanlar ağının örnekleri görülmektedir. Şekil 5.8 ve 5.9’da ise sonlu elemanlar ağının yeraltı açıklıkları çevresindeki ayrıntılı görüntüsü verilmiştir.



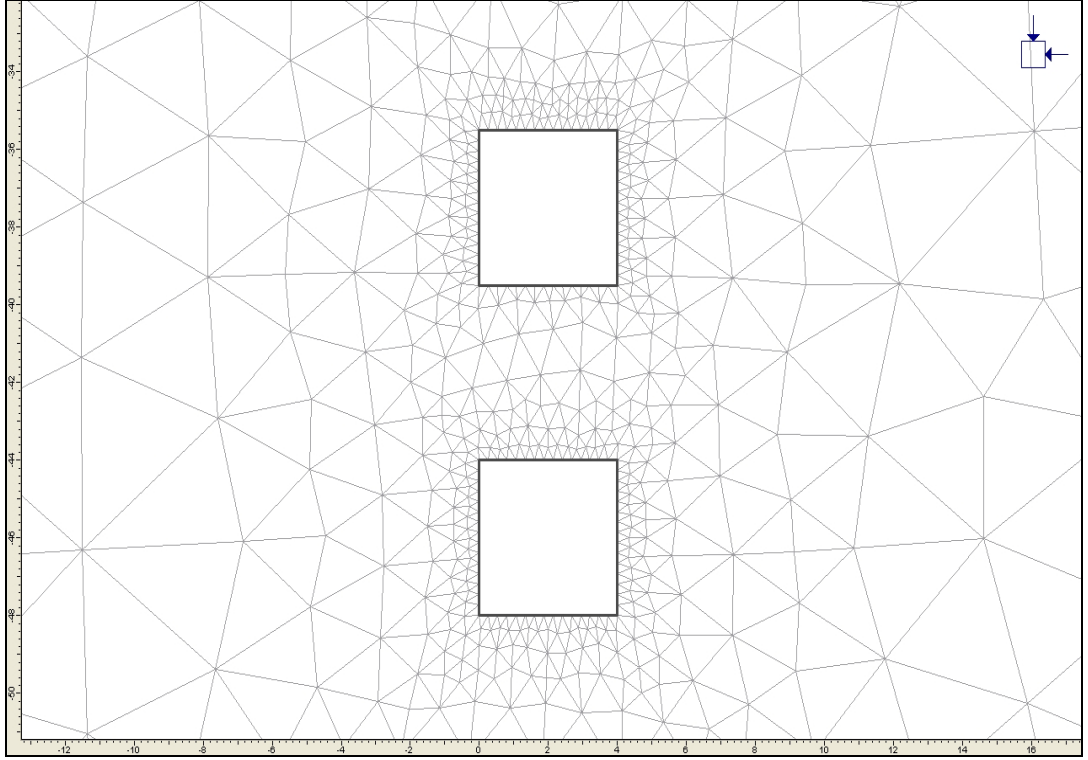
Şekil 5.6: +1255 kotu için Phase² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı



Şekil 5.7: +1215 kotu için Phase² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı



Şekil 5.8: +1255 kotu için Phase² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı
(Yeraltı açıklığı çevresinde detaylı görüntü)



Şekil 5.9: +1215 kotu için Phase² programında kullanılan sonlu elemanlar ağı (Yeraltı açıklığı çevresinde detaylı görüntü)

5.3.3 Analizlerde Kullanılan Kaya Kütlesi Özellikleri

Sondajlar ve kaya kütlesi sınıflandırma çalışmaları değerlendirilerek sayısal modelleme ve stabilite analizlerine ön girdi olarak kaya kütlesi özellikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre RMR=41 için ampirik Hoek-Brown yenilme kriteri ve bunla ilgili kaya kütlesi parametreleri m ve s değerleri bulunması için

$$s = e^{\frac{RMR-100}{9}} \quad (5.1)$$

$$m = m_i e^{\frac{RMR-100}{28}} \quad (5.2)$$

ampirik yaklaşımları kullanıldığında ve $m_i=7 - 25$ arası alındığında $m=0.85 - 3.03$ arasında değişmekte, s değeri ise $s=0.0014$ olarak bulunmaktadır.

Bu kaya kütlesinin

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{mC_0\sigma_3 + sC_0^2} \quad (5.3)$$

Hoek-brown ampirik kaya kütlesi yenilme kriterine göre tek eksenli basma dayanımı, laboratuvar tek eksenli basma dayanımı $C_0 = 30 \text{ MPa}$ alındığında $s=0.0014$ için

$$\sigma_1 = q_u = 1.12 \text{ MPa} \quad (5.4)$$

olduğu görülmektedir.

Öte yandan RMR tablolarındaki önerilere göre kohezyon $c=250 \text{ kPa}$ $\phi=25^\circ$ civarındadır. Mohr-Coulomb yaklaşımıyla bu da yaklaşık olarak

$q_u = 0.88 \text{ MPa}$ gibi bir tek eksenli basma dayanımına karşı gelmektedir. Görüldüğü gibi RMR ile önerilen dayanım emniyetli aşırı tutucu yandadır. Bilgisayar modellemeleri bu düşük değerler girilerek yapılmıştır. Bilgisayarlı sayısal modellemelerde kullanılan kaya kütlesi parametreleri Tablo 5.2’de görüldüğü şekildedir.

Tablo 5.2: Sayısal modellemelerde kullanılan kaya kütlesi parametreleri

Young Modülü (E)	800 Gpa
Poisson Oranı (ν)	0.25
Birim Ağırlık (γ)	22 kN/m ³
Kohezyon (c)	250 kPa
İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)	25°
Kalıntı Kohezyon Değeri (c_r)	100 kPa
Kalıntı Sürtünme Açısı Değeri (ϕ_r)	25°
Çekme Dayanımı (σ_t)	50 kPa
Şişme Açısı (δ)	10°

Bu değerlerle basma dayanımı yaklaşık $q_u = 1 \text{ MPa}$ civarında olacaktır. Çekme dayanımı için basma dayanımının yaklaşık yirmide biri gibi düşük bir değer

girilmesinin nedeni sondajlarda gözlenen RQD değerlerinin çok düşük olması ve karotların sık çatlaklı olmasıdır.

5.3.4. Sayısal Modelleme Sonuçları

PHASE² programıyla enkesitlerde sayısal modellemeler yapılmıştır. Burada modelleme çalışmaları ve sonuçları açıklanacaktır.

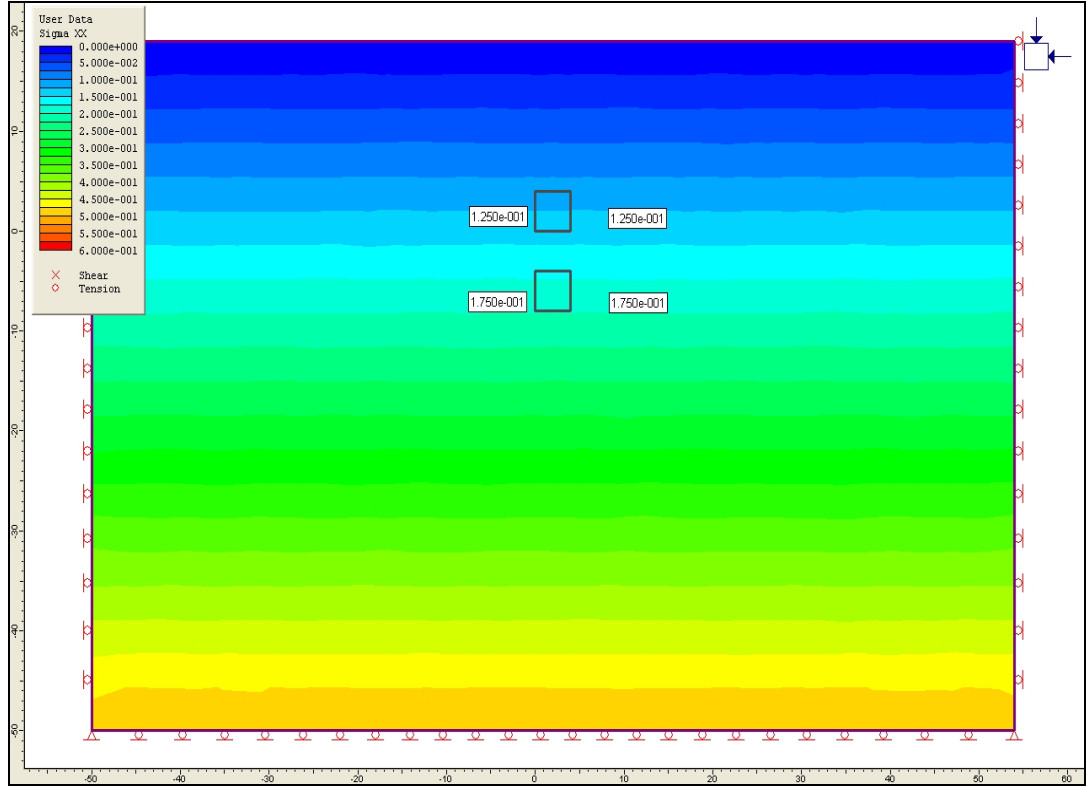
5.3.4.1. Tünel açılmadan önceki arazi gerilmelerinin oluşturulması

+1255 Kotu:

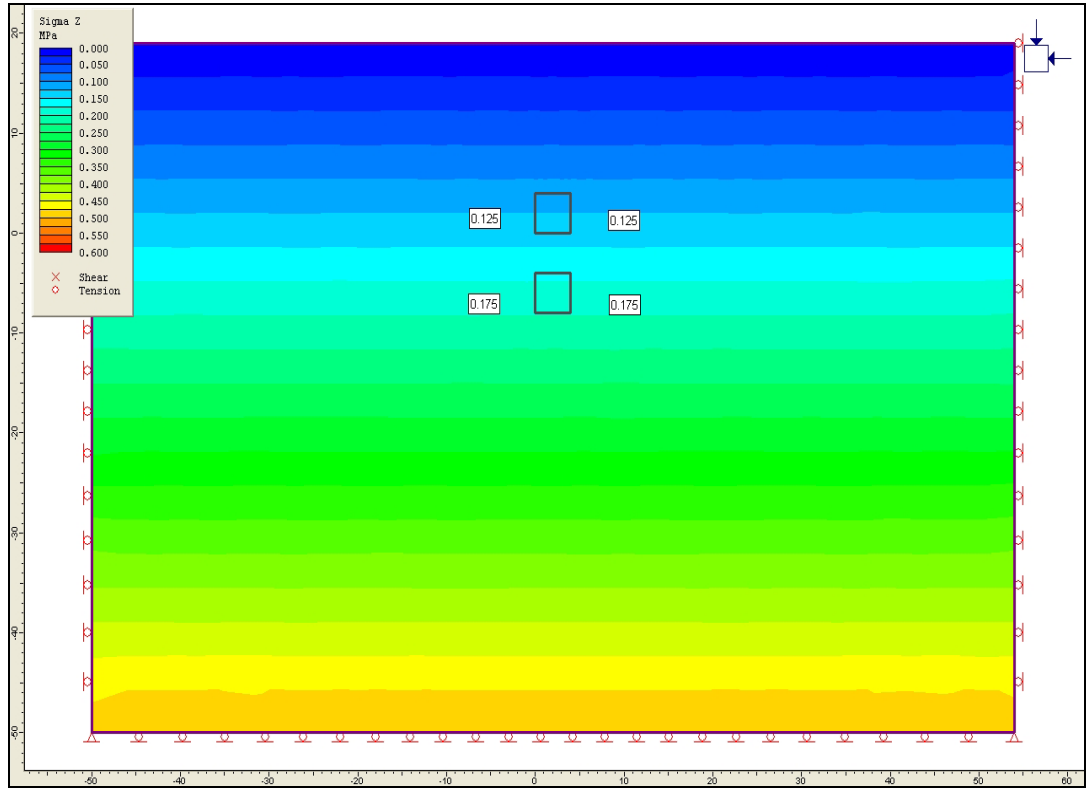
Enkesitler için oluşturulan sonlu elemanlar ağı yerçekimi ile oturtularak arazinin düşey ve yatay gerilmeleri oluşturulmuştur. Tünel etrafında oluşturulan bu gerilmeler Şekil 5.10 5.11 ve 5.12’de verilmiş tünel civarındaki yaklaşık gerilme dağılımı sonuçları Tablo 5.3’de özetlenmiştir. Böylece analizlerde yatay/düşey gerilme oranı, k değeri, 0.30/0.32 olacaktır.

Tablo 5.3: 1255 kotu için henüz yeraltı açıklıkları mevcut değilken oluşturulan asal gerilmeler

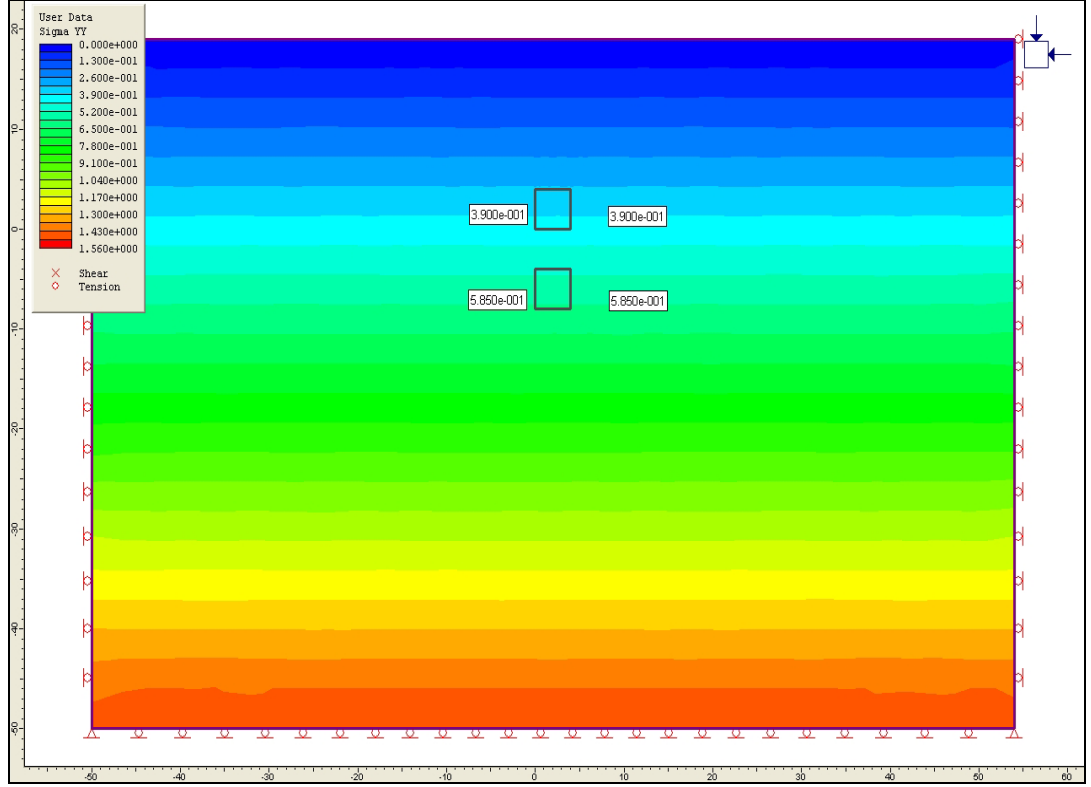
(Yatay 1)	$\sigma_{xx}=\sigma_{h1}$	0.125/0.175MPa
(Yatay 2)	$\sigma_{zz}=\sigma_{h2}$	0.125/0.175MPa
(Düşey)	$\sigma_{yy}=\sigma_v$	0.390/0.585 MPa



Şekil 5.10: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 1 ($\sigma_{h1}=\sigma_{xx}$)



Şekil 5.11: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 2 ($\sigma_{h2}=\sigma_{zz}$)



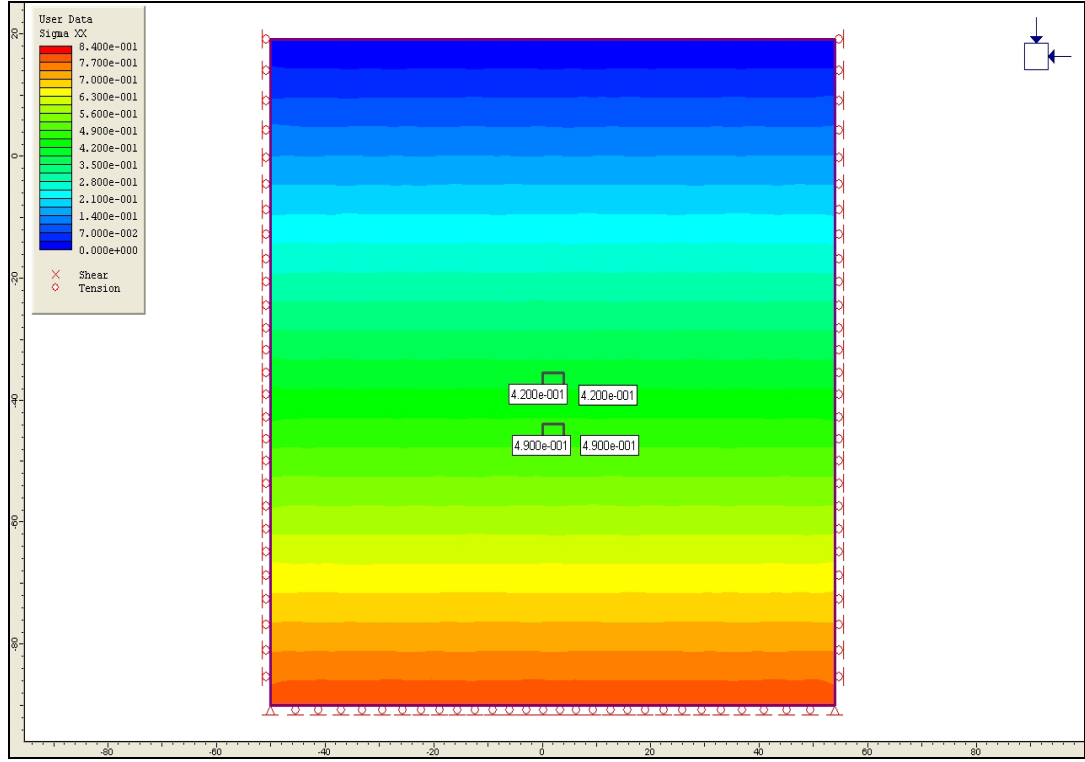
Şekil 5.12: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: düşey ($\sigma_v = \sigma_{yy}$)

+1215 Kotu:

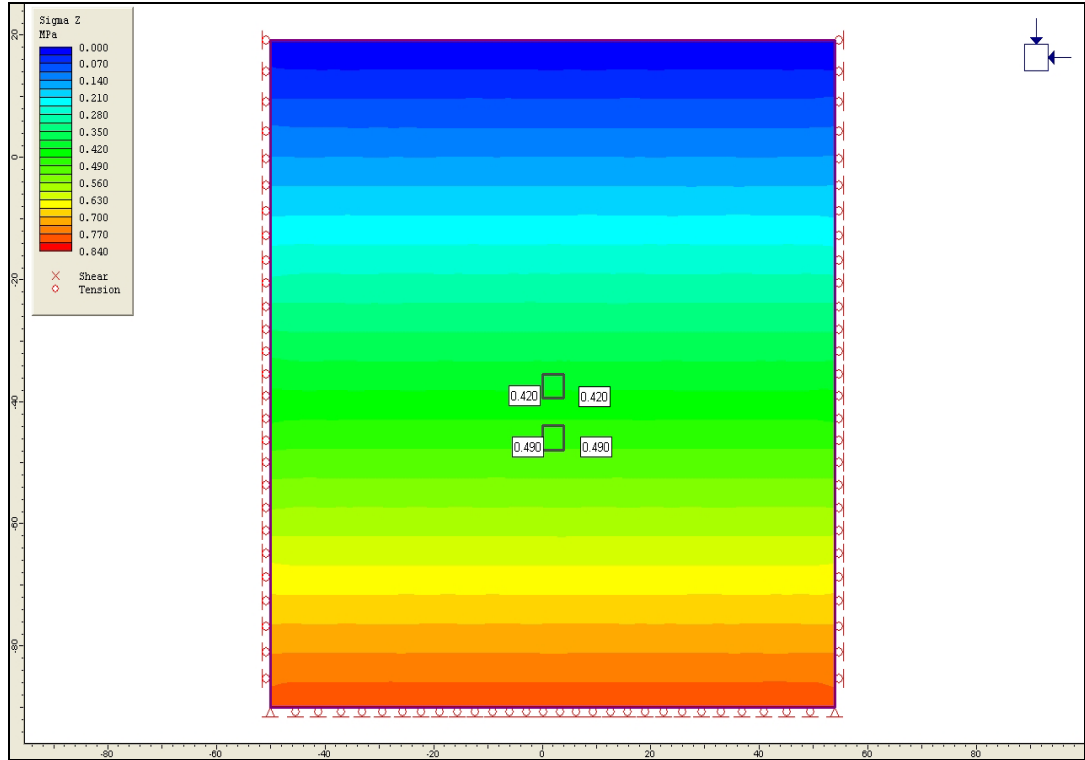
Enkesitler için oluşturulan sonlu elemanlar ağı yerçekimi ile oturtularak arazinin düşey ve yatay gerilmeleri oluşturulmuştur. Tünel etrafında oluşturulan bu gerilmeler Şekil 5.13, 5.14 ve 5.15'te verilmiş tünel civarındaki yaklaşık gerilme dağılımı sonuçları Tablo 5.4'de özetlenmiştir. Böylece analizlerde yatay/düşey gerilme oranı, k değeri, 0.32/0.35 olacaktır.

Tablo 5.4: 1215 kotu için henüz yeraltı açıklıkları mevcut değilken oluşturulan asal gerilmeler

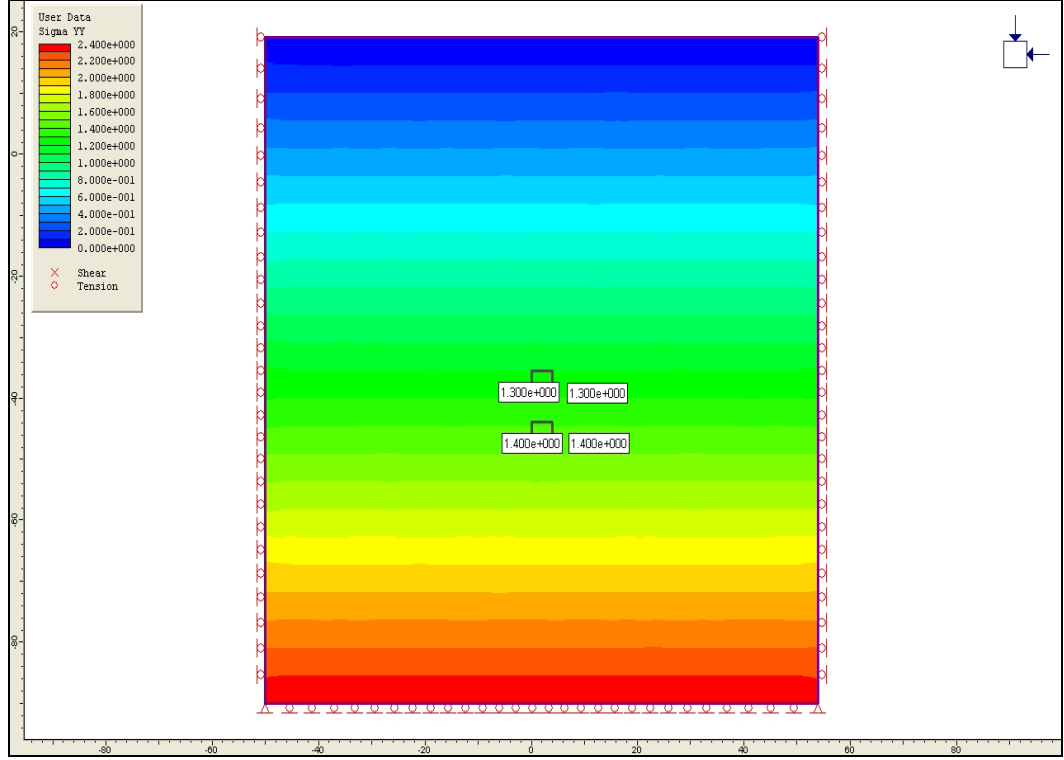
(Yatay 1)	$\sigma_{xx} = \sigma_{h1}$	0.420/0.490 MPa
(Yatay 2)	$\sigma_{zz} = \sigma_{h2}$	0.420/0.490 MPa
(Düşey)	$\sigma_{yy} = \sigma_v$	1.300/1.400 MPa



Şekil 5.13: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 1 ($\sigma_{h1}=\sigma_{xx}$)



Şekil 5.14: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: yatay 2 ($\sigma_{h2}=\sigma_{zz}$)

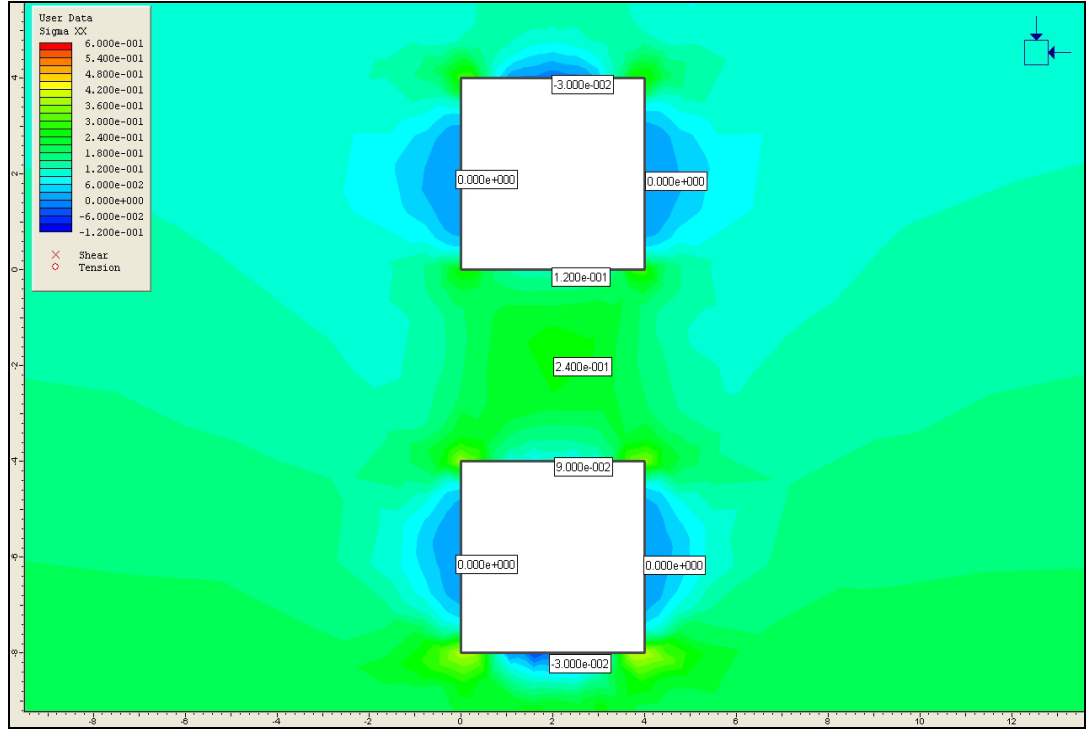


Şekil 5.15: Yerçekimi ile oluşan asal arazi gerilmeleri: düşey ($\sigma_v = \sigma_{yy}$)

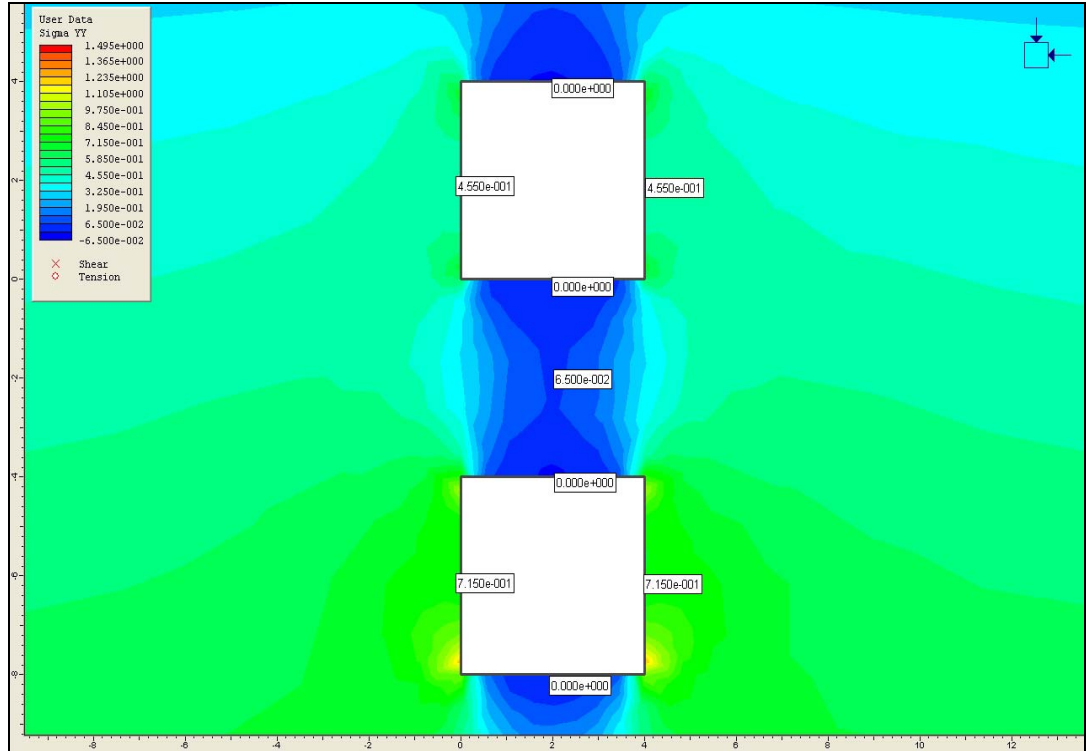
5.3.4.2 Galeri etrafında kaya kütlelerinin davranışı

Elastik analiz (+1255 Kotu)

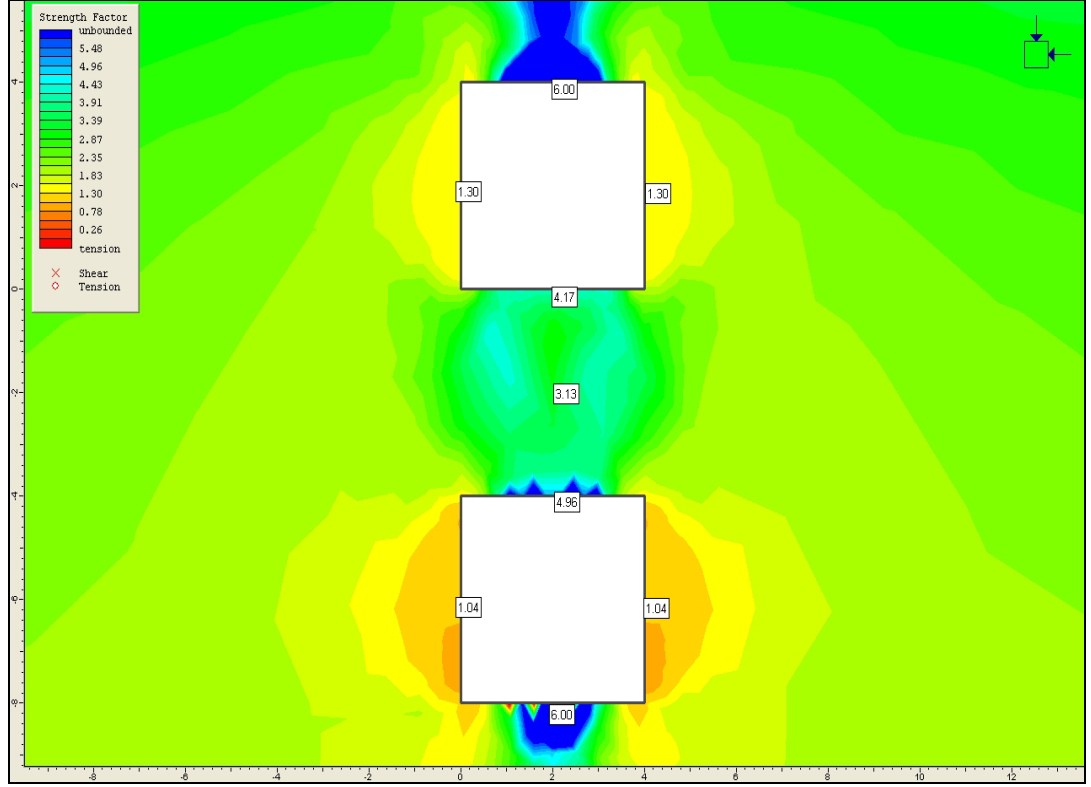
Şekil 5.16 'da açıklıklar civarındaki yatay σ_{xx} gerilmesinin dağılımı görülmektedir. Üst taraftaki açıklıkta tavanda 0.03 MPa alt açıklıkta 0.09 MPa gibi değerlerle düşük gerilme altında ve gevşemeye müsait kısımlar mevcuttur.



Şekil 5.16: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{xx})



Şekil 5.17: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan düşey asal gerilme dağılımı (σ_{yy})



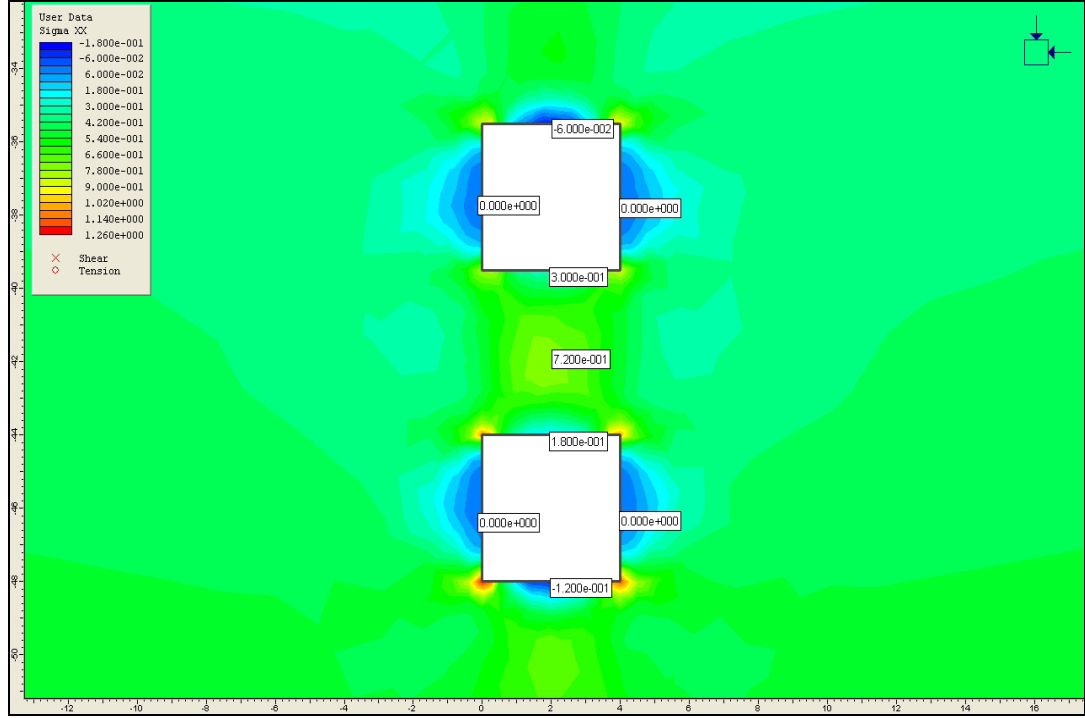
Şekil 5.18: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucu elde edilen emniyet faktörü dağılımı

Düşey σ_{yy} gerilme dağılımına bakıldığında (Şekil 5.17) tünel açılmadan önce tünel civarında 0.39/0.59 MPa gibi olan düşey gerilme tünel açıldıktan sonra duvarlarda 0.45/0.72 MPa civarına yükselmektedir, bu da yaklaşık 1 MPa olan kaya kütlesi basma dayanımını aşmadığından yenilmelere ve tünel etrafında plastik bir bölgenin oluşmasına yol açmayacaktır. Şekil 5.18'deki emniyet faktörü dağılımında yan duvarlardaki emniyet faktörü 1.30/1.04 civarındır. 1'in üzerinde olan emniyet faktörü tüneli çevreleyen kaya kütlesinin yenilerek plastik davranışa geçemeyeceğinin göstergesidir.

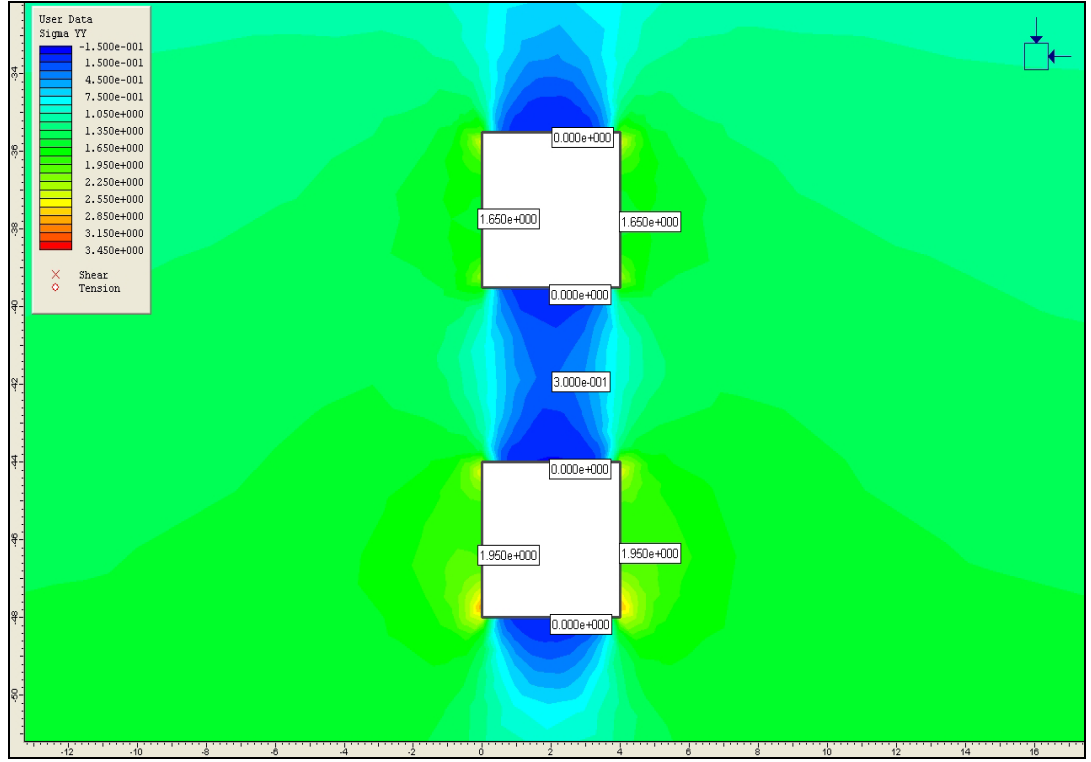
Analiz yapılırken arada bırakılan topuk miktarının 4 metre olacağı düşünülmüştür. Şekil 5.18' de galeriler etrafında ve arada bırakılan topukta emniyet faktörleri 1'in üzerinde özellikle tavan bölgelerinde 4.96-6.00 gibi oldukça yüksek değerlerdedir. Bu da arada bırakılan topuk miktarının fazlasıyla yeterli olduğunu göstermektedir.

Elastik analiz (+1215 Kotu)

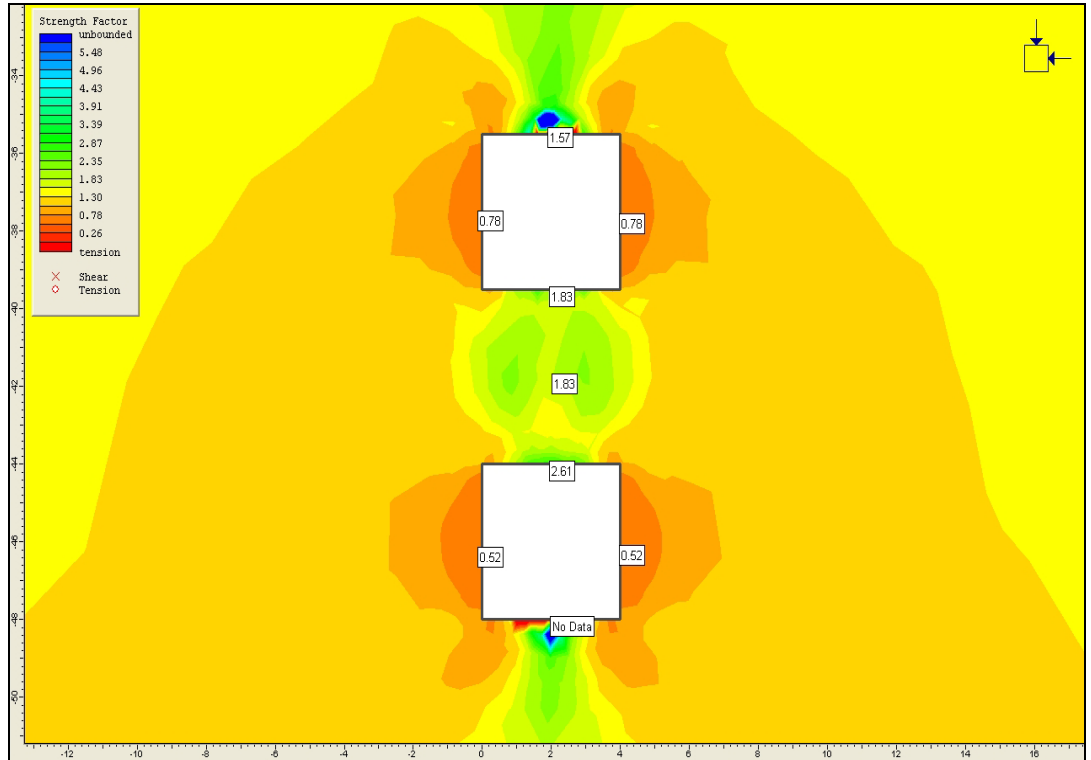
Şekil 5.19 'da açıklıklar civarındaki yatay σ_{xx} gerilmesinin dağılımı görülmektedir. Üst taraftaki açıklıkta tavanda 0.06 MPa alt açıklıkta 0.18 MPa gibi değerlerle düşük gerilme altında ve gevşemeye müsait kısımlar mevcuttur.



Şekil 5.19: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{xx})



Şekil 5.20: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucunda oluşan yatay asal gerilme dağılımı (σ_{yy})



Şekil 5.21: Tahkimatsız açıklıklar etrafında elastik analiz sonucu elde edilen emniyet faktörü dağılımı

Düşey σ_{yy} gerilme dağılımına bakıldığında (Şekil 5.20) tünel açılmadan önce tünel civarında 0.39/0.59 MPa gibi olan düşey gerilme tünel açıldıktan sonra duvarlarda 1.65/1.95 MPa civarına yükselmektedir, bu da yaklaşık 1 MPa olan kaya kütlesi basma dayanımını aştığından yenilmelere ve tünel etrafında plastik bir bölgenin oluşmasına yol açacaktır. Şekil 5.21'deki emniyet faktörü dağılımında yan duvarlardaki emniyet faktörü 0.78/0.52 civarındır. Bu da tüneli çevreleyen kaya kütlesinin yenilerek plastik davranışa geçeceğinin göstergesidir.

Analiz yapılırken arada bırakılan 4 metrelik topuk miktarının topukta hazırlanacak oluk geometrisi dolayısı ile efektif olarak 3.5 metre olacağı düşünülmüştür. Şekil 5.21'de emniyet faktörleri tavan bölgelerinde 2.61-1.57 gibi değerlerdedir, arada bırakılan topukta emniyet faktörleri 1'in üzerinde. Arada bırakılan topuk miktarı yeterli görülmektedir. Fakat yeraltı açıklığının bir önceki analize göre daha derinde olması ve oluşan yüksek stresler nedeni ile tünel etrafında plastik bir bölge oluşması beklenmektedir.

6. ÜRETİM YÖNTEMİNİN TANITILMASI

6.1 Topoğrafyanın İrdelenmesi ve Kesitlerin Çıkarılması

Bir cevher yatağının yeraltındaki konumu ve tenör haritaları yapıldıktan sonra. Üretimin nasıl yapılacağından, üretim işleminin sonuna kadar geçen süreçte en önemli bölüm planlamadır. Ancak doğru bir planlama ve bu planlamaya uygun ekipman seçimi ile üretim en doğru şekilde yönlendirilebilir.

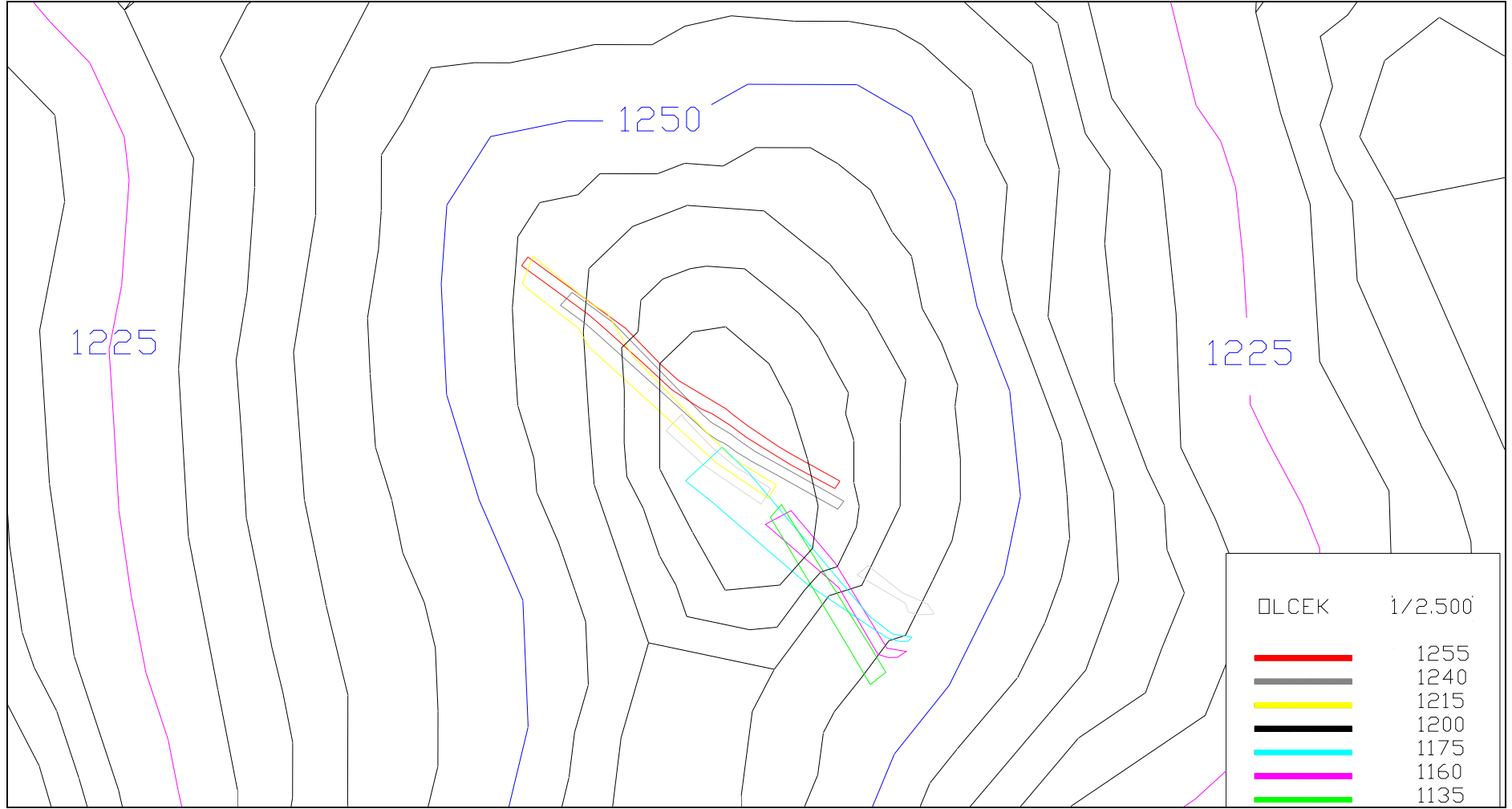
Cevher yatağının konumu ve fiziksel özellikleri belirlendikten sonra yapılacak ilk iş topoğrafyanın incelenmesidir. Cevher yatağına giriş galerilerinin yerlerinin ve konumlarının en doğru şekilde belirlenmesi için topoğrafya ve cevher yatağının birlikte görülebildiği en kesit ve boykesitlerin çıkarılması gerekmektedir.

Narlıca altın yatağı cevheri kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur ve kuzeye doğru eğim göstermektedir. Yatağın en üst kotu mostra vermiş şekilde 1275 katıdır en alt kat ise 1135 katı olarak görülmektedir. Bu durumda cevherin yüzeyden son derinliği 140 metredir.

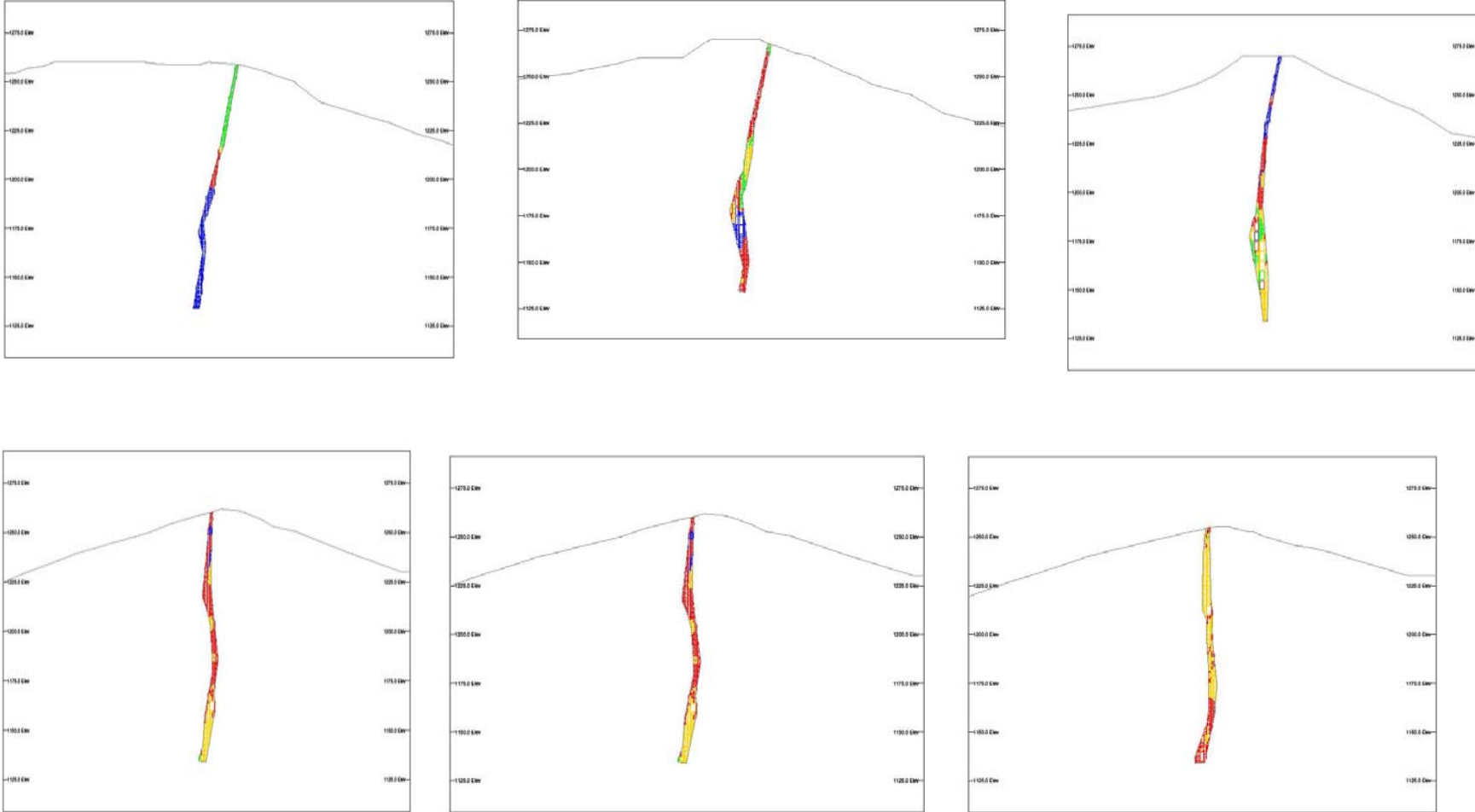
Şekil 6.1 'de topoğrafya gösterilmiştir. Topoğrafya üzerinde 1255, 1240, 1215, 1200, 1175, 1160 ve 1135 kotlarında cevher yatağının kat izohipsleride verilmiştir. Topoğrafya üzerinde cevheri 20 metre aralıklarla kesen 7 en kesit ve 1 adet boy kesit bulunmaktadır.

Şekil 6.2 'de gösterilen en kesitlerdende görüldüğü gibi cevher yatağının eğimi 80^0 ile 90^0 arasında değişmektedir. Cevherin ortalama kalınlığı 3 metre olmakla birlikte 2 ile 9 metre arasında değişim gösterebilmektedir.

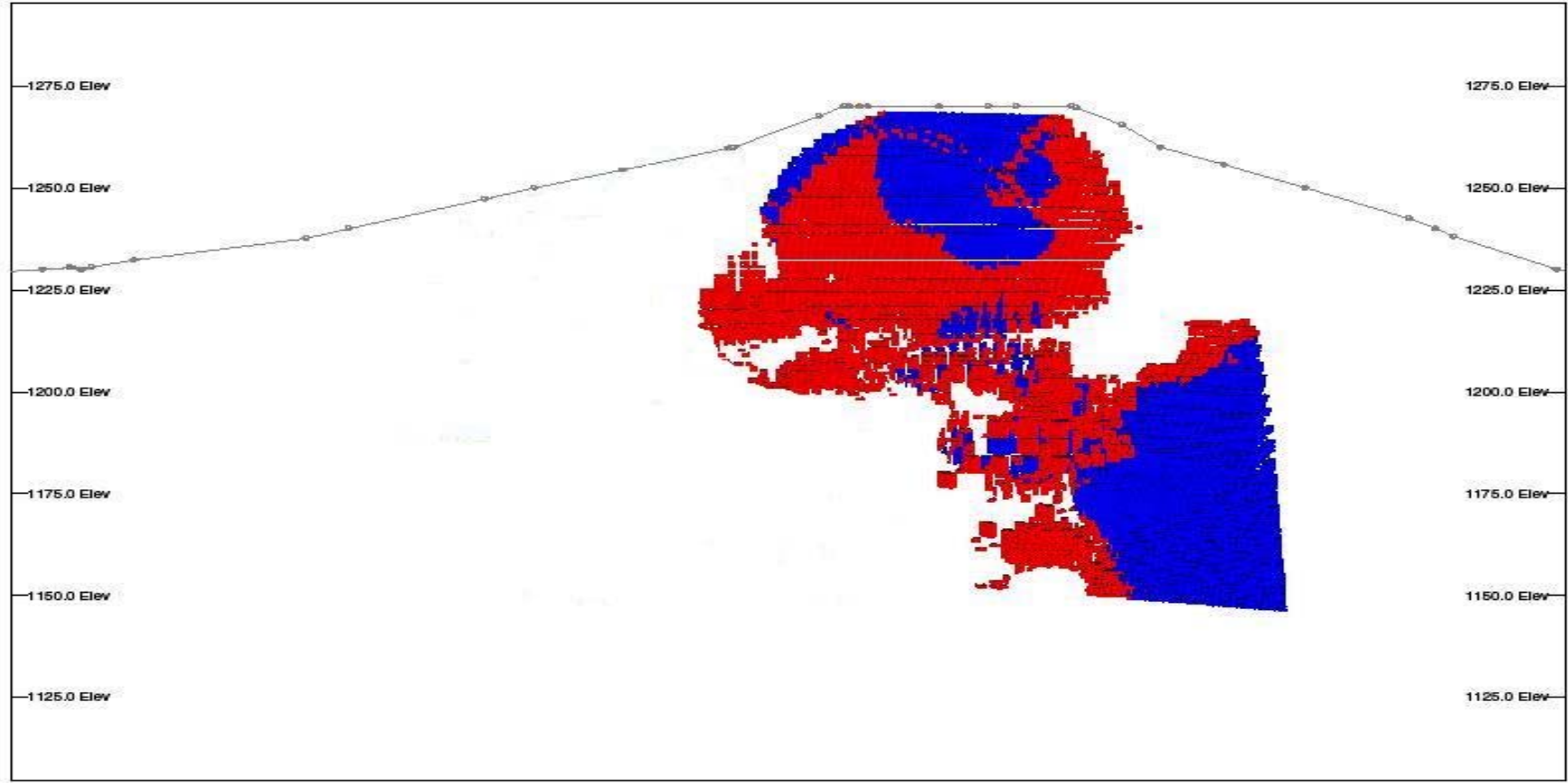
Şekil 6.3' de cevherin boy kesit görünümü verilmiştir. Cevher yatağının kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu uzunluğu 40 ile 80 metre arasında değişmektedir.



Şekil 6.1: Topoğrafik harita ve cevher bloğunun iz düşümleri



Şekil 6.2: En kesitler



Şekil 6.3: Boy kesit

6.2 Narlıca Altın Yatağı Cevherinin Üretim Planının Yapılması

Bir önceki bölümde topoğrafik harita üzerinde cevherin en kesitleri ve boy kesitleri çıkarılıp yeraltındaki görünümü kabaca çıkarılmıştı. Bu aşamadan sonra eldeki veriler doğrultusunda üretim planının çıkarımı yapılacaktır.

İlk etapta düşünülmesi gereken en önemli nokta kullanılacak ekipmanın seçimi olacaktır. Daha önceki bölümlerde de görüldüğü gibi rezerv miktarındaki azlık tam mekanize bir üretim sistemini olanaksız hale getirmektedir. Bu durumda uygulanacak metod olan cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi için uygun ekipman seçimi yapıp, dizayn buna göre planlanmıştır. Bu yüzden üretim planlamasına geçilmeden önce nakliye, üretim, tahkimat ve havalandırma ile ilgili bilgilendirme yapılacaktır.

6.2.1 Nakliyat

Cevherin 3 ana katta üretilmesi planlanmıştır. Katların birbirine uzaklıkları 40 metre olarak dizayn edilmiştir. 1215, 1175 ve 1135 üretim ana katlarıdır. 1215 katı üzerinde yeryüzüne kadar 60 metrelik bir dilim bulunmaktadır. Bu dilimi almaya yardımcı olmak ve kat içine malzeme naklini kolaylaştırmak amacıyla 1255 katında da cevher içinde sürülmesi planlanan bir tali kat ta dizayna dahil edilmiştir.

Çıkarılan pasa ve üretilen cevherin nakli için 1 tonluk vagonlar kullanılacaktır. Bu yüzden ana üretim katlarına ulaşmak için desandri sürülmesi planlanmıştır. 1215 katına ulaşmak için cevher yatağının batı tarafından, 1235 kotundan başlayıp 1215 katına ulaşan 27° eğimli 44 metre uzunluğunda bir desandri dizaynı yapılmıştır. 1135 ve 1175 katlarına ulaşmak için ise cevher yatağının doğu tarafından, 1200 kotundan başlayıp 1135 kotunda son bulan 27° eğimli 143 metre uzunluğunda bir desandri dizaynı daha yapılmıştır.

Tablo 6.1: Ana kat galerilerine sürülecek desandri uzunlukları

Katlar	Giriş Kotu (m)	Ulaşılabacak Kot (m)	Desandri Eğimi ($^{\circ}$)	Plan Mesafesi (m)	Sürülecek Desandri Uzunluğu (m)
1215	1235	1215	27	40	44
1135-1175	1200	1135	27	127	143

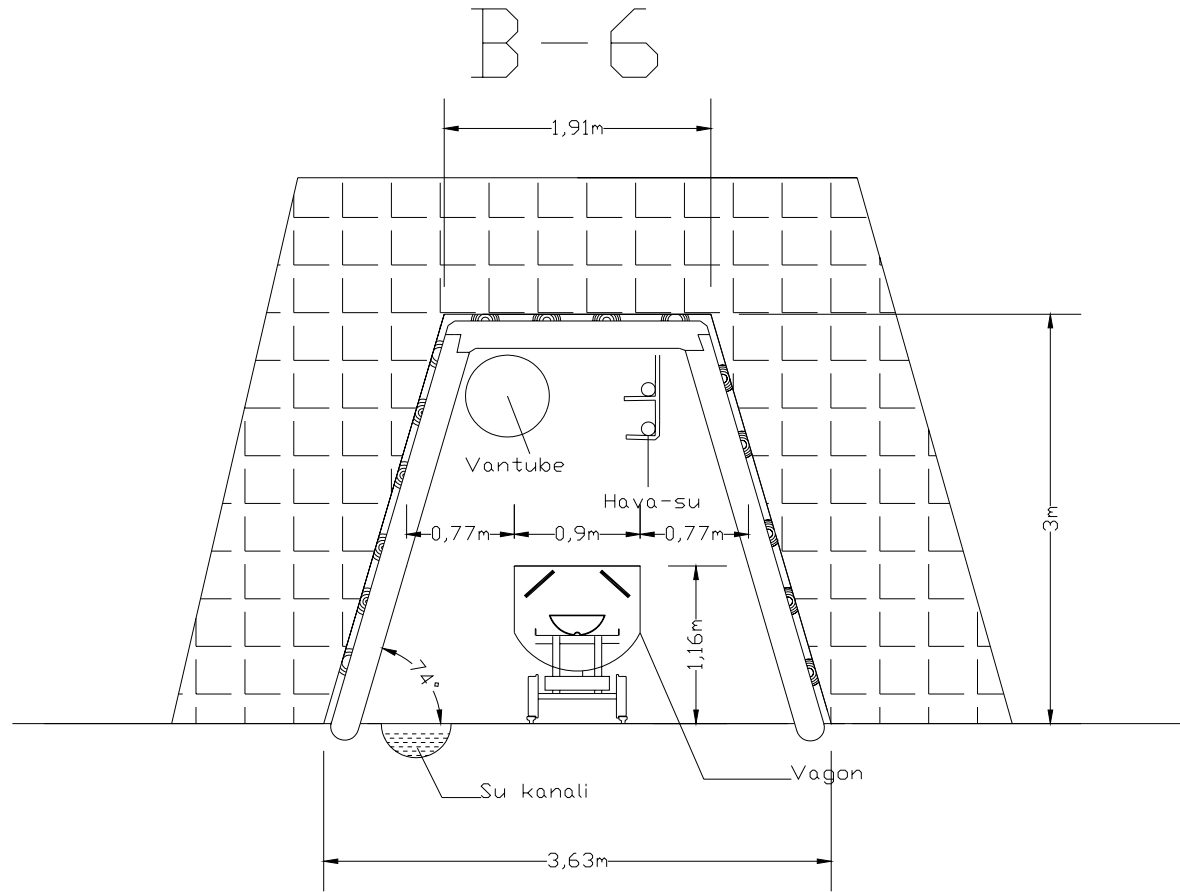
Ana kat galerileri genelde cevher içinde ve taban taşına yakın sürülecektir. 1255 katında cevher yüzeyde mostra vermiş halde bulunmaktadır. Bu nedenle bu katta 50 metre cevher içinde tali kat galerisi hazırlanacaktır. 1215 katı için 21 metresi pasa içerisinde, 71 metresi cevher içinde toplam 92 metre galeri hazırlığı yapılacaktır. 1175 katı için 87 metresi pasa içerisinde 57 metresi cevher içinde toplam 144 metre galeri sürülecektir. 1135 katı için ise 15 metresi pasa içerisinde 40 metresi cevher içinde toplam 55 metre galeri sürülecektir.

Tablo 6.2: Kat galeri uzunlukları

Üretim Katı	Pasada Sürülecek Galeri Uzunluğu (m)	Cevherde Sürülecek Galeri Uzunluğu (m)	Toplam Sürülecek Galeri Uzunluğu (m)
1255	--	50	50
1215	21	71	92
1175	87	57	144
1135	15	40	55
Toplam	123	218	341

Desandride, ana katlarda ve panolarda delme patlatma ile kazı yapılacaktır. Desandrilerde ve ana kat galerilerinde galeri kesiti 8 m² faydalı galeri kesidi 6 m² olarak dizayn edilmiştir. Desandri ilerlemesi sırasında pasa nakli desandri dibine raylar üzerinde vinç vasıtasıyla indirilen 1 tonluk vagonlara insan gücü kullanılarak pasa yüklenmesi ile sağlanacaktır. Ana galerilerde ise kazılan malzeme bager vasıtasıyla vagonlara yüklenecektir. Her katta birer bager bulunması sağlanacaktır.

Cevherin ortalama eğiminin 85⁰ olması nedeniyle panolarda kazılan cevher ana nakliye galerilerine yer çekiminden yararlanarak nakledilecektir. Pano içerisinde nakliye masrafından kaçınmak için ana kat galeri üzerilerine her 5 metrede bir çıkış ağzı 1,5 metre genişliğinde olan oluklar yapılması planlanmıştır. Ana nakliye galerilerinde cevher 1 tonluk vagonlara yüklenip, desandride bulunan vinç vasıtasıyla yeryüzüne nakledilecektir. Cevher buradan da kamyonlar vasıtasıyla 3,5 km mesafede bulunan Ovacık cevher hazırlama tesisine nakledilecektir.



Şekil 6.4: Ana galeri kesit görünümü

Ş

6.2.2 Kazı

Cevher ve pasa kazısı için delme patlatma işlemi uygulanacaktır. Delme işlemi delici martoperferatörler kullanılarak yapılacaktır. Delme patlatma işlemi 3 gruba ayrılmıştır. 3 farklı delme patlatma sistemi uygulaması yapılacaktır. Desandri ve ana kat galerilerinde, bacalarda ve pano üretiminde farklı adımlar izlenecektir.

Desandri ve Ana Kat Galerileri

Desandride ve ana kat galerilerinde 8 m² kesitte galerilerde ilerleme yapılacaktır. Her atımda 1,5 metre ilerleme yapılacağı planlanmıştır. Bu nedenle 1,6 metre uzunluğunda delici uçlar kullanılacaktır. Her atımda aynaya 32 adet delik delinecek ve yaklaşık 19 kg patlayıcı kullanılacaktır. Şekil 6.5'te 8 m²'lik galeri kesitine sahip bir galerinin örnek delme planı görülmektedir. Tablo 6.3 'te ise bu plana göre bir aynada kullanılacak patlayıcı miktarları görülmektedir.

Tablo 6.3: Desandri ve ana kat galeri patlatmalarında kullanılacak patlayıcı miktarları

Yeri	Delik sayısı(adet)	Dinamit miktarı (adet)	Kullanılan dinamit (adet)
Göbek lağımları	6	5	30
Yan destek lağımları	7	4	28
Tavan lağımları	5	3	15
Yan taramalar	8	3	24
Tabanlar	6	5	30
Toplam	32		127
			19,5 kg

Baca ve Oluk İlerlemeleri

Cevher içinde açılacak baca ve nakliye oluklarında kesit 2,25 m² olarak tasarlanmıştır. Her atımda 1 metre ilerleme yapılacağı planlanmıştır. Bu nedenle 1,2 metre uzunluğunda delici uçlar kullanılacaktır. Her atımda baca aynasına 12 adet delik delinecek ve yaklaşık 5,5 kg patlayıcı kullanılacaktır. Şekil 6.6' da 2,25 m² lik kesite sahip bir baca aynasının örnek delme planı görülmektedir. Tablo 6.4'te ise bu plana göre bir baca aynasında kullanılacak patlayıcı miktarları görülmektedir.

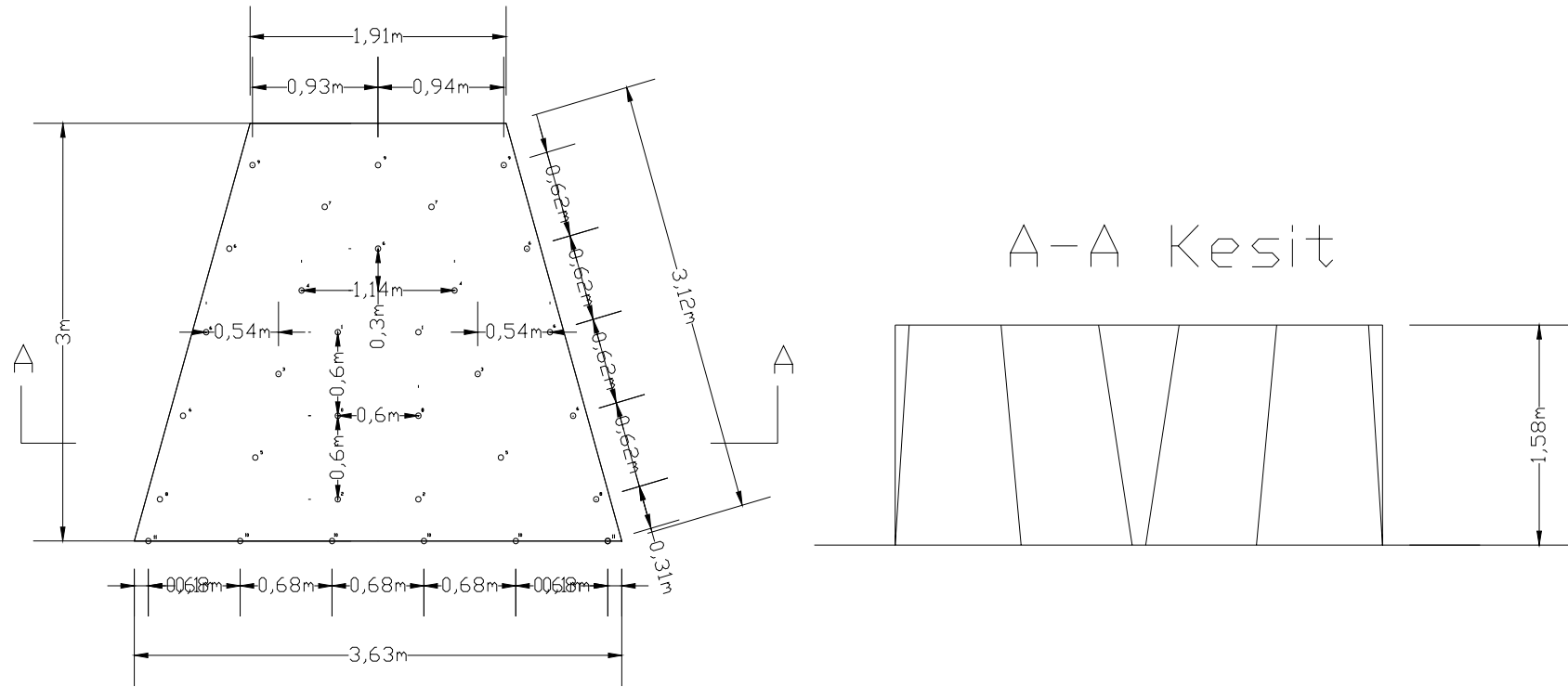
Tablo 6.4: Baca patlatmalarında kullanılacak patlayıcı miktarları

Yeri	Delik sayısı(adet)	Dinamit miktarı (adet)	Kullanılan dinamit (adet)
Göbek lağımları	4	4	16
Yan destek lağımları	4	3	12
Tarama lağımları	4	2	8
Toplam	12		36
			5,5 kg

Pano içerisinde yapılacak patlatmalar

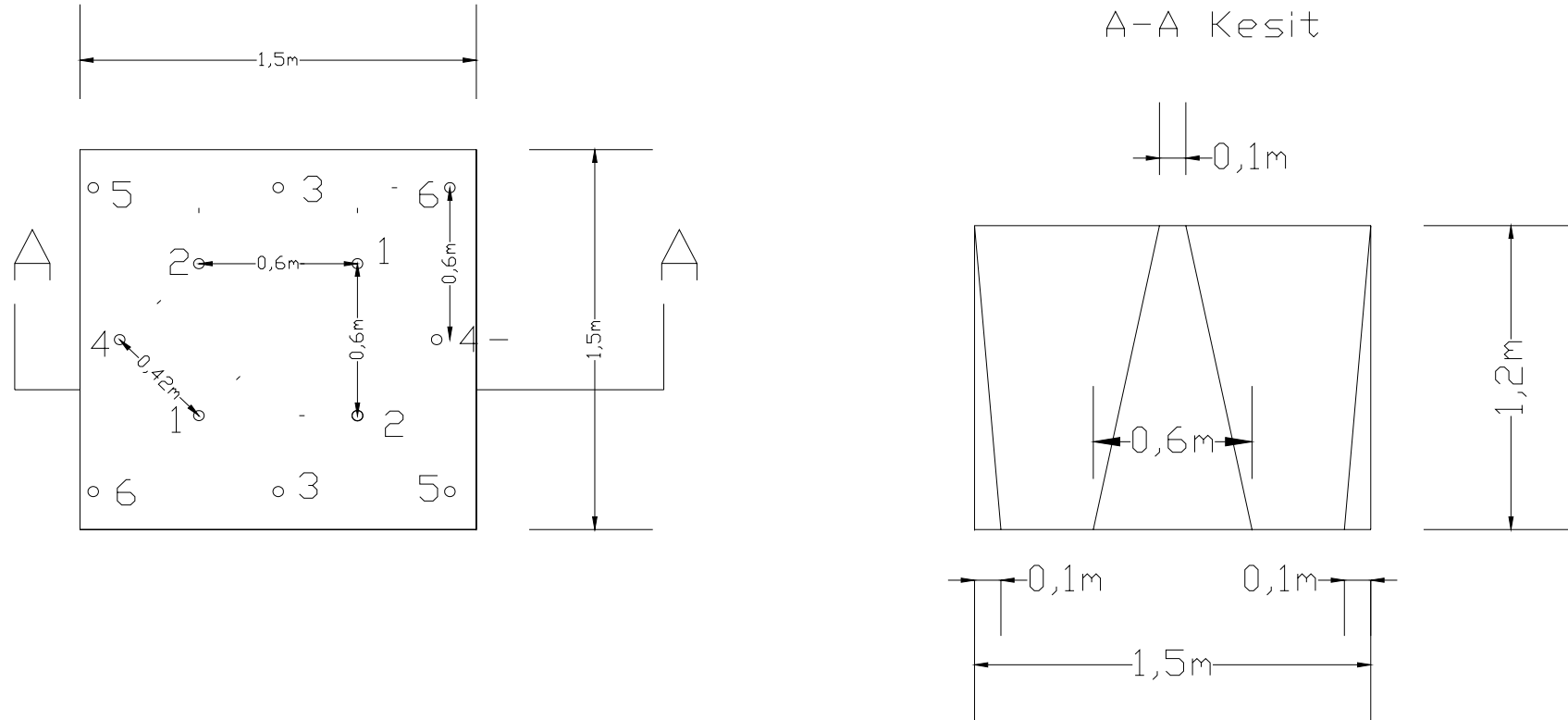
Pano içerisinde üretim amaçlı yapılacak patlatmalar diğer iki patlatma sisteminden farklı olacaktır. Önemli bir avantaj olarak pano atımlarında serbest yüzey bulunmaktadır ve bu nedenle patlatma tasarımında orta çekme delikleri dizayn edilmemiştir. Panoda patlatmalar tavana doğru yapılacaktır. Her seferinde tavana doğru 1 metrelik bir dilim patlatması yapılacaktır. 1 metrelik dilimi almak için 1,60 metre uzunluğunda delici uçlar kullanılacaktır. Pano patlatmalarında kullanılacak patlayıcının miktarı ton başı olarak hesap edilmiştir. Buna göre 1 ton cevheri kazmak için gerekli patlayıcı miktarı 0,47 kg/ton' dur. Şekil 6.7'de pano için yapılan patlatma dizaynı gösterilmiştir.

8 m² Galeri İcin Patlatma Dizayni



Şekil 6.5: 8 m² galeri için patlatma dizayni

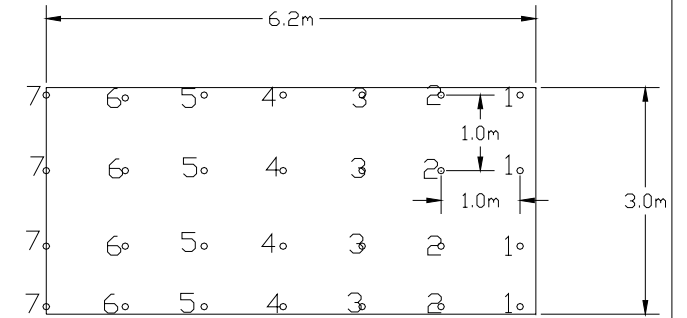
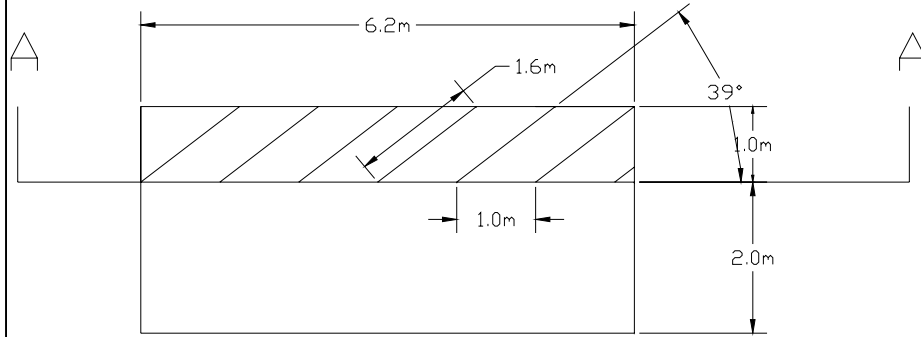
2,25 m² Kesitli Baca İcin Patlatma Dizayni



Şekil 6.6: 2,25 m² kesitli baca için patlatma dizaynı

PANO İÇERİSİNDEKİ PATLATMALAR

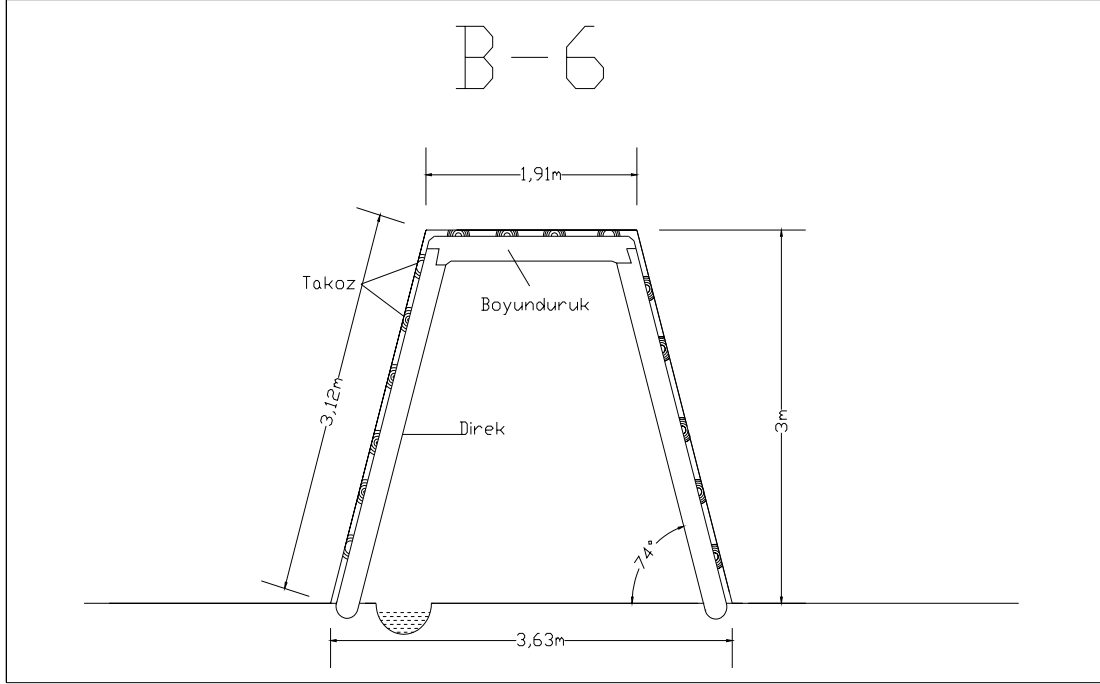
A-A Kesit



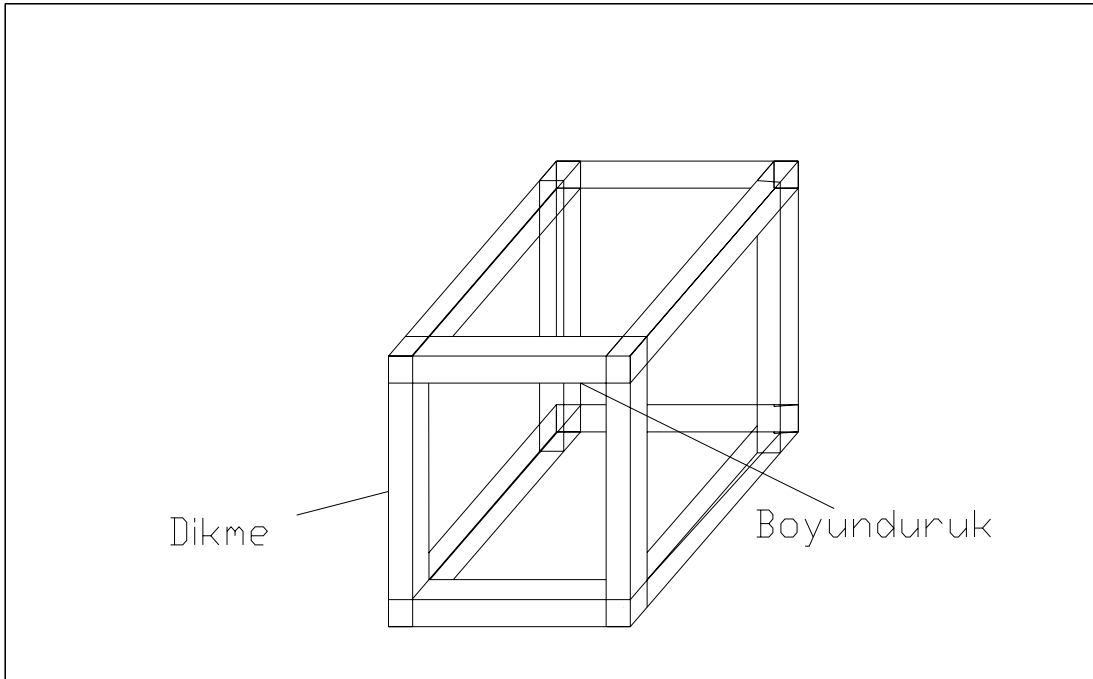
Şekil 6.7: Pano içerisindeki patlatma dizaynı

6.2.3 Tahkimat

Ocak tahkimatınının genelinde ağaç tahkimat kullanılacaktır. Desandrilerde ve ana kat galerilerinde 1 metre aralıklı trapez bağ kullanılırken (şekil 6.8), bacalarda 1 metre aralıklı küb tahkimat kullanılacaktır (şekil 6.9) .



Şekil 6.8: Trapez bağ (Birön,1980)



Şekil 6.9 Küb tahkimat (Birön,1980)

Pano içlerinde gerek duyulmadıkça tahkimat yapılmayacaktır. Zemin şartlarının kötüleştiği durumlarda trapez bağ tahkimat sistemi uygulanması düşünülmektedir. Ana kat galerisi ile pano içerisinde 3 metre topuk bırakılması tasarlanmıştır. Panoların ana katlara yaklaşma mesafe topuğu ise 4 metredir. Bu durum sonlu elemanlar ağı kullanılarak daha önceki bölümde bahsedilmişti. Cevherin mostra verdiği yüzeyde ise topuk miktarı 5 metre olarak tasarlanmıştır.

6.2.4 Havalandırma

Hazırlık aşaması sırasında havalandırma tali havalandırma sistemleri ile yapılacaktır. Bunun için booster tip 60 cm çapında vantilatörler kullanılacaktır. Bu vantilatörler yine aynı çapta vantüpler vasıtasıyla ilerleme aynasına 15 metre yaklaşacak şekilde temiz hava üfleyecek, aynaya çarpan hava geri dönüş yaparak yüzeye ulaşacaktır. Hazırlık aşaması bittikten sonra ise 135 katından 1275 katına kadar yapılan bacalar vasıtasıyla tabii havalandırma uygulaması ile ocak havalandırması sağlanacaktır.

6.2.5 Üretim Yöntemi ve Uygulama Planı

Narlıca altın yatağı cevheri üretilirken ekonomik işletme sınırı (cut off grade) 3,5 gram/ton olarak belirlenmiştir. Ekonomik işletme sınırı pratik olarak Ovacık altın yatağı yeraltı işletmesi ile aynı verilmiştir.

Narlıca altın yatağını üretmek için Cevher Dolgulu Ambarlı Kazı Yöntemi uygulanacaktır. Üretim sisteminin plan görünümü şekil 6.10'da verilmiştir. Buna göre kazılmış cevherin kabarma faktörü Ovacık cevherinden örnek alınarak 1,5 olarak belirlenmiştir. İlk etapta kazılan cevherin %33' ü kazı alanından oluklar vasıtasıyla çekilecek, geriye kalan cevherin %67' lik kısmı ise üretim tamamlanana kadar pano içerisinde dolgu malzemesi olarak bırakılacaktır.

Projenin süresini belirlemek amacıyla Ms Project programı kullanılarak iş zaman etüdları çıkarılmıştır. Bu bölüm ek-1 'de sunulmuştur.

Altın yatağı işletilmeye başlamadan önce ofisler, yemekhane, ocak girişleri gibi yer üstü tesislerinin inşaa edilmesi gerekmektedir. Bu tür işlemler için projede 3 ay gibi bir süre ayrılmıştır. Yerüstü yapıları tamamlandıktan sonra, haftada 6 gün, günde 3 vardiya çalışacak şekilde iş organizasyonu yapılacaktır. Her vardiyada beş kişiden oluşan iki ekip oluşturularak yeraltı çalışmaları hazırlıkları başlatılacaktır. İki ekipte birbirinden bağımsız çalışacaktır. Birinci ekip 1215 ve daha üst katlarında çalışma yaparken, ikinci ekip 1135 ve 1175 ana kat hazırlıklarını yapacaktır.

Hazırlıkların başlamasından üretimin tamamlanmasına kadar geçen sürede yapılacak işlemler üç ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

1. Ana katlara ulaşılabacak desandrilerin sürülmesi
2. Ana kat hazırlıkları
3. Üretimdir.

Ana katlara ulaşılabacak desandrilerin sürülmesi sırasında birinci ekip 1215 ana katına ulaşmak için sürülecek desandriyi 24 günde tamamlayacaktır. Bu sırada diğer ekip 1135 katına ulaşan desandriyi sürmeye başlayacaktır. 1135 katına ulaşan desandri 1175 kat girişiyle birlikte 87 günde tamamlanacaktır. Görüldüğü gibi yüzeye yakınlığından dolayı 1215 ana kat galerisi ve üst tarafında bulunan hazırlıklar 1175 ve 1135 ana kat hazırlıklarına göre daha kısa sürecektir. Birinci ekip 1215 desandrisini sürdükten sonra 2. aşamaya geçecektir.

Ana kat hazırlıkları ilk olarak 1215 katında birinci ekip tarafından başlatılacaktır. Bu hazırlıklar sırasında 1255 tali galerisi sürülecek ve hem kaçamak olarak kullanılacak hem de havalandırmayı sağlayacak yeryüzüne bağlantı bacası açıldıktan sonra 1215 ana kat galerisini hazırlamaya başlanacaktır. 1215 katında 30 m³'lük su havuzu açılacak, damar boyunca galeri sürülecek, panodan cevher naklini sağlayacak her beş metrede bir 1,5 metre genişliğinde fereler açılacak ve ana katın üzerinde üç metre topuk bırakılarak, ana katın üstü pano haline getirilecektir. Daha sonra 1215 katını 1255 katına bağlayan baca tamamlanıp havalandırma sağlanacaktır. Bu şekilde 1215 katı için ana kat hazırlığı tamamlanmış olacaktır. 1215 ana katı için yapılan hazırlıkların süresi 121 gün sürecektir.

İkinci ekip 1135 katına ulaşan desandriyi tamaladıktan sonra ikinci aşamaya geçecektir. Hazırlıklar havalandırmanın düzgün yapılabilmesi açısından yukarıdan aşağıya doğru yapılacaktır. Bir başka deyişle kat hazırlığı 1175 katından başlayacaktır. 1175 katında 30 m³'lük su havuzu açılacak, damar boyunca galeri sürülecek, panodan cevher naklini sağlayacak her beş metrede bir 1,5 metre genişliğinde fereler açılacak ve ana katın üzerinde üç metre topuk bırakılarak, ana katın üstü pano haline getirilecektir. Daha sonra 1175 katını 1215 katına bağlayan baca tamamlanıp havalandırma sağlanacaktır. Bu şekilde 1175 katı için ana kat hazırlığı tamamlanmış olacaktır. 1135 katında 30 m³'lük su havuzu açılacak, damar boyunca galeri sürülecek, panodan cevher naklini sağlayacak her beş metrede bir 1,5 metre genişliğinde fereler açılacak ve ana katın üzerinde üç metre topuk bırakılarak, ana katın üstü pano haline getirilecektir. Daha sonra 1135 katını 1175 katına

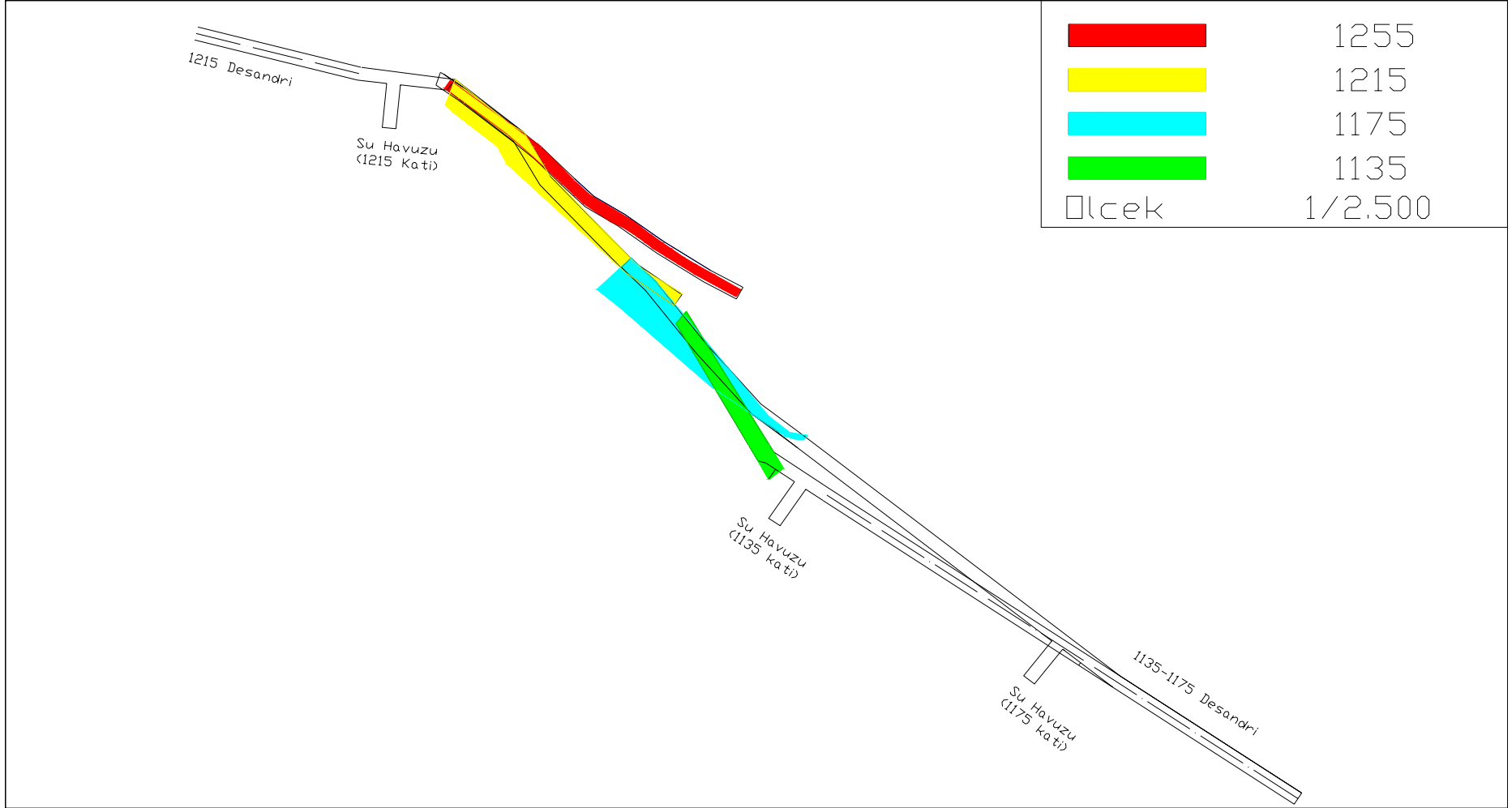
bağlayan baca tamamlanıp havalandırma sağlanacaktır. Bu şekilde 1135 katı için ana kat hazırlığı tamamlanmış olacaktır. 1135 ve 1175 ana katları için yapılan hazırlıkların süresi 146 gün sürecektir.

Üretim aşamasında panolarda üretilecek cevher miktarları tablo 6.5’de gösterilmiştir.

Tablo 6.5: Panolarda bulunan cevher miktarları

Üretim Katı	Üretilecek Cevher Miktarı (ton)
1215	19,978
1175	8,595
1135	7,748
Toplam	36,321

Üretim aşamasına ilk olarak 1215 katında başlanacaktır. Birinci ekip hazırlık işlemlerini 1215 katını diğer katlardan 87 gün önce tamamlamış olacaktır. Üretim aşamasına geçildiğinde birinci ekibe beş kişi daha katılacaktır. Panoda bulunan cevherin kazılması sırasında her vardiya 90 tonluk cevher kazısı yapacak ve bir önceki vardiyanın kazmış olduğu kabarma faktöründen dolayı hacmen genişleyen cevherin %33’lük kısmı olan 30 ton tüvenan cevheri oluklardan çekerek üretime başlamış olacaktır. 1215 katı üzerinde bulunan tüm cevherin kazılması işlemi 86 gün sürecektir.



Şekil 6.10: Üretim planı

1215 ana katı üzerinde bulunan cevherin tümü kazıldıktan sonra, pano içinin boşaltma işlemi hemen yapılmayacaktır. 1215 katının üzerini hemen boşaltmak yerine tüm katlarda bulunan panolardaki cevher kazıldıktan sonra, tüm panolar aynı zamanda boşlatılacaktır. Bu yüzden 1215 katı üzerinde bulunan cevher kazıldıktan hemen sonra birinci ekip 1175 katı üzerinde bulunan cevherin kazısını gerçekleştirecektir. 1215 katında yapıldığı gibi her vardiya 90 ton cevher kazısı gerçekleştirecek ve bunu 30 tonluk kısmını oluklar vasıtası ile nakledecektir. İkinci ekipte sorumlu olduğu katların hazırlıklarını gerçekleştirip birinci ekibin 1175 katı üretimine başladığı günlerde 1135 katı üzerinde bulunan cevheri kazmaya başlayacaktır. 1175 pano kazısı 37 gün, 1135 pano kazısı 34 gün sürecektir.

Tüm panolarda kazı işlemi bittikten sonra panolarda kalan cevher oluklardan tamamen çekilecektir. Üretimin tamamen başladığı durumda günlük tüvenan cevher üretimi 200 ton olarak planlanmıştır. Kazılmış cevherin tamamının panolardan alınması için geçecek süre ise 141 gündür.

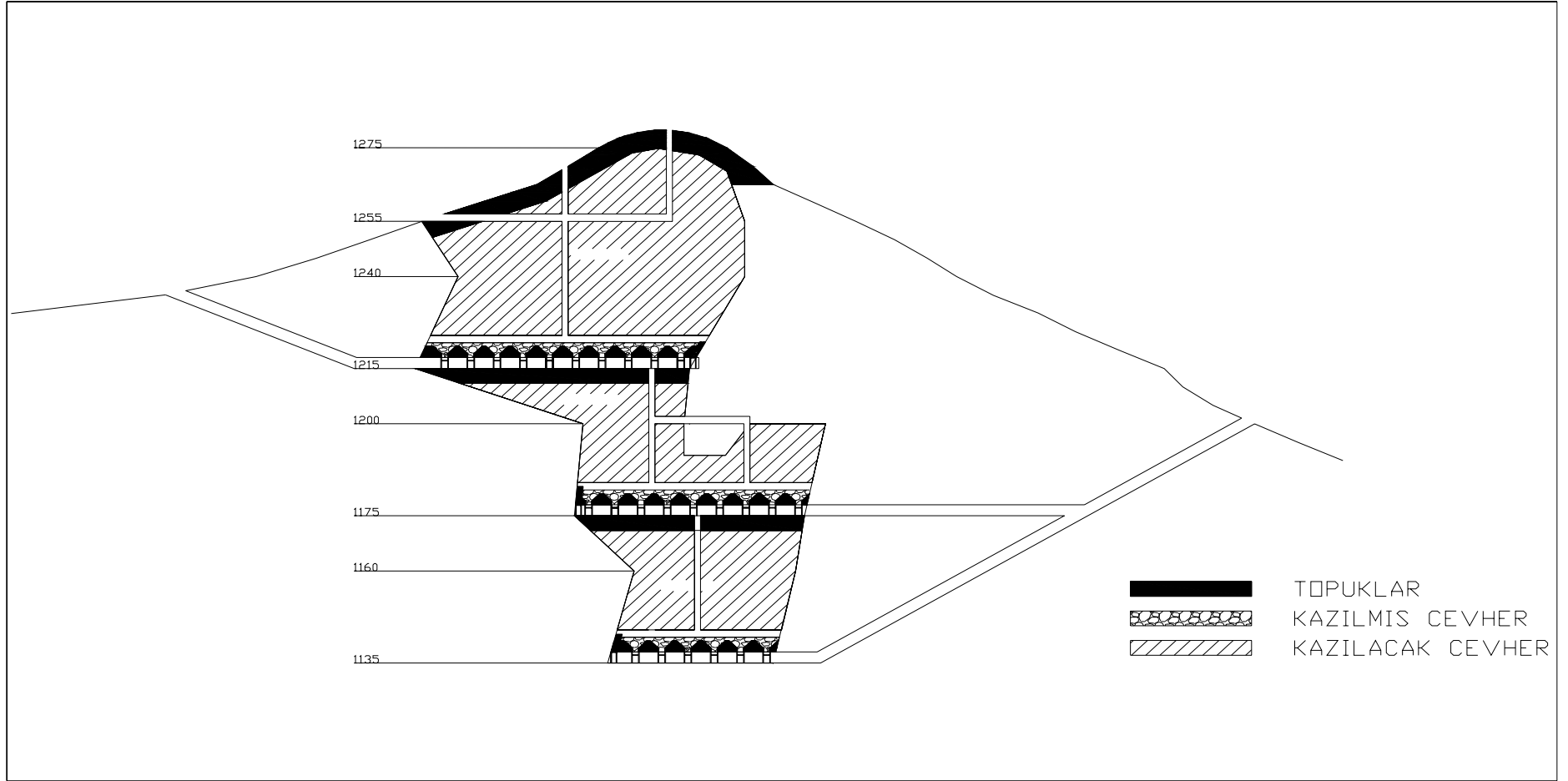
Hazırlıklar sırasında galeriler ve bacalar cevher içerisinde sürüleceğinden. Bu aşamada da az miktarda olsa bir üretim yapılacaktır. Katlardan hazırlık sonucu elde edilen tüvenan cevher miktarı tablo 6.6' da gösterilmiştir.

Tablo 6.6: Hazırlıklar sırasında elde edilecek tüvenan cevher

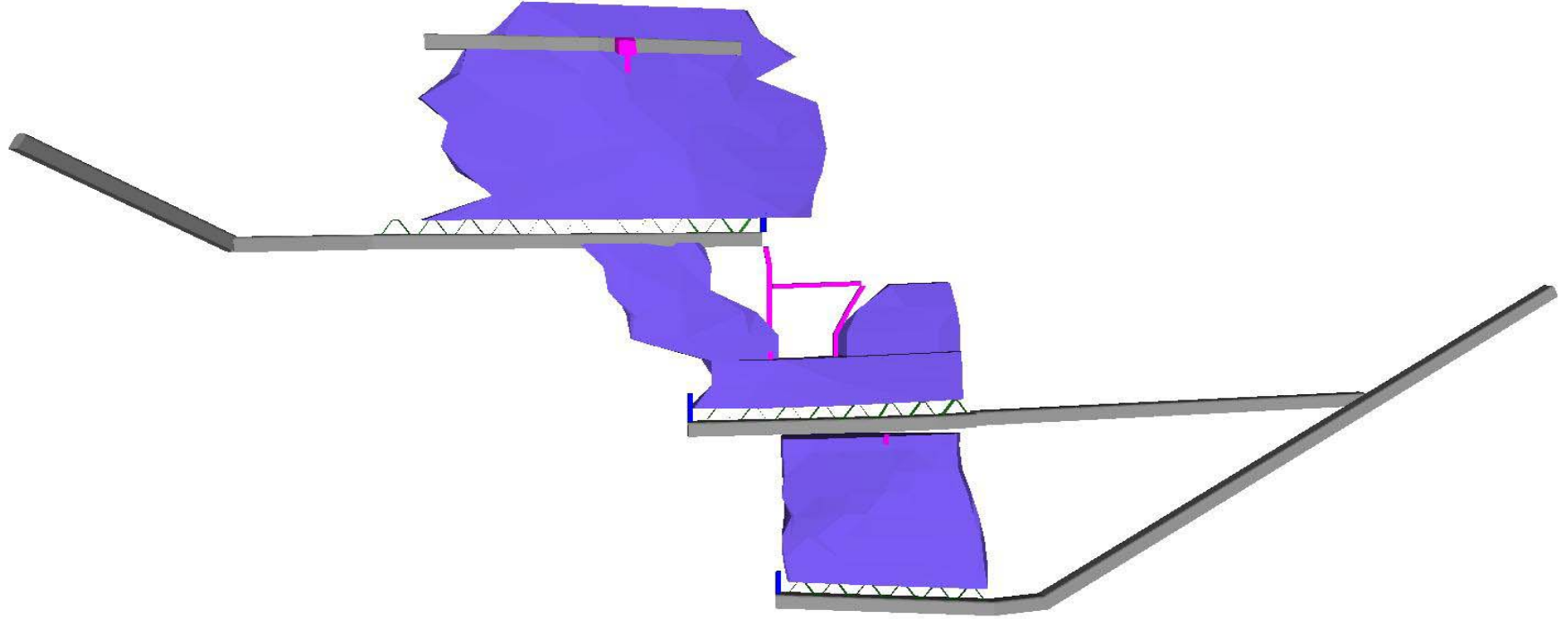
Üretim katı	Net Kazılacak Cevher Tonajı (ton)
1215	3406
1175	2859
1135	2039
Toplam (ton)	8304

Projenin hazırlık aşamasından son üretimin yapıldığı güne kadar geçen süre 500 gün olarak planlanmıştır.

Şekil 6.11'de üretim yönteminin boy kesit planı görülmektedir. Şekil 6.12'de ise Datamine programında yapılan üretim dizaynının üç boyutlu görünümü bulunmaktadır.



Şekil 6.11: Üretim planı boy kesit görünümü



Şekil 6.12: Üretim planı Datamine tasarımı

6.3 Proje Maliyetleri

Hatırlanacağı gibi planlama yapılırken üç aşamadan bahsedilmişti. Desandrilerin sürülmesi, ana hazırlıkların tamamlanması ve üretimin tamamlanması. Bunun dışında verilmesi gereken birde ilk yatırım maliyeti bulunmaktadır. Bu dört farklı organizasyon için maliyetler hesap edilmiştir. Buna göre tablo6.7 den de görüleceği üzere projenin toplam maliyeti \$ 1.483.274 olarak hesap edilmiştir.

Tablo 6.7: Genel maliyetler

<i>İlk Yatırım Maliyeti</i>	\$316.414,29
<i>Desandri Maliyeti</i>	\$141.025,35
<i>Ana Hazırlık Maliyeti</i>	\$302.992,13
<i>Üretim Maliyeti</i>	\$722.843,13
<i>Toplam Maliyet</i>	\$1.483.274,89

7. SONUÇLAR

Ovacık altın yatağı 1990'lı yılların başında Eurogold firması tarafından keşfedildiği zaman 750.000 ons altın rezervine sahip olduğu beyan edilmişti. Daha sonra rezerv çalışmalarının devam etmesi sonucu rezervin 1.000.000 ons'un üzerinde olduğu görüldü. Rezerv miktarının yüksek olması önemli yatırımları da beraberinde getirdi. Hem açık hem de yer altı işletme tasarımları yapıldı. Her iki üretim yöntemi de tam mekanize olarak tasarlandı ve bu bağlamda yüksek yatırımlar yapıldı. Açık ocağın bulunduğu bölgedeki araziler tamamen tarım arazisiydi ve bu araziler yüksek bedeller ödenerek alındı. Bu aşamalardan geçen maden yatağı bu gün itibariyle aylık ortalama 40.000 ton tüvenan altın ihtiva eden kuvars cevheri üretebilir hale geldi.

Narlıca altın yatağı Ovacık altın yatağına 3,5 km gibi yakın bir mesafede bulunmaktadır. Jeolojik açıdan her iki damarda aynı çağda oluşmasına rağmen Narlıca yatağı daha üst kotlarda kaldığı için daha çok aşınmaya maruz kalmıştır. Altın ihtiva eden kuvars minerali zaman içinde oldukça geniş bir ovaya yayılmıştır. Narlıca 2005 yılında tamamen keşfedildiğinde işletilebilir halde 12.648 ons altın rezervine sahipti.

Görüleceği üzere her iki altın yatağının rezervi arasında büyük fark vardır. Bu yüzden dolayısı ki Ovacık altın yatağının üretimi için yapılan büyük yatırımların Narlıca altın yatağı için yapılmasını beklemek yanlış olur. Ovacık altın yatağı örneği aradaki bu farkın daha iyi görülmesi açısından verilmiştir.

İşletme sisteminin nasıl olacağı da aslında bu durumun değerlendirilmesi sırasında önemli ip uçları verir. Buna göre nispeten küçük bir rezerve sahip olan bu altın yatağını açık ocak olarak işletmek yeni arazilerin alınmasını beraberinde getirecektir. Bu da operasyonun maliyetini önemli ölçüde artıracaktır. Bu nedenle altın yatağı yer altı işletme sistemi ile üretilecektir.

Yeraltı işletme sistemi için seçilecek üretim yöntemi değerlendirilirken işin ekonomik boyutu bizi sınırlayan en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Aslına bakılırsa günümüz koşullarında tam mekanize bir üretim yöntemi seçmek en uygun metot olurdu. Fakat rezerv miktarının azlığı kazanımların azlığına da yol

açacağından tam mekanize bir üretim yöntemi seçmek zordur. Bu nedenle bu çalışmada geleneksel üretim yöntemleri üzerinde durulmuştur.

Özellikle iki üretim yöntemi üzerinde durulmuştur. Dolgulu tavan ayak yöntemi ve cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi hem teorik olarak hem de pratik olarak araştırılmıştır. Her iki yöntemde de dikkat edilmesi gereken en önemli husus iyi planlama ve organizasyondur.

Değerlendirme sonucu cevher dolgulu ambarlı kazı yöntemi ile üretimin yapılması kararlaştırılmıştır. Dolgulu tavan ayak yönteminin seçilmemesinde iki faktörün önemi büyüktür. Bunlardan bir tanesi dolgulu tavan ayak yönteminde üretimin sekteye uğramasıdır. Bir atım ilerleme yapıldıktan hemen sonra açılan boşluğun büyük mesafelere ulaşmadan pasa ile doldurulması gerekmektedir. Bu işlemin yapılması sırasında ise üretim kısmi de olsa aksamak durumunda kalacaktır. Diğer sakınca ise bu yöntemde yoğun bir işçi gücüne ihtiyaç duyulmasıdır.

Üretim yönteminin seçimi ertesinde düzgün bir planlama yapma ihtiyacı doğmuştur. Bu durumda Datamine programından oldukça yoğun bir şekilde yararlanılmıştır. Bu program sayesinde üretim yapılacak cevher bloğunun bizim için faydalı olan bölümleri bir tenör haritası halinde verilebilmiştir. Bu da planlama sırasında önceden oluşabilecek hatalı noktaları görme açısından önemli faydalar sağlamıştır.

Bu tür yazılımlar oldukça pahalı olmasına rağmen işletmelere sağladığı faydalar düşünüldüğünde kullanımın yaygınlaşması gerekmektedir. Ülkemizde bu tür yazılımlar henüz yoğun bir şekilde kullanılmamaktadır.

Bir benzetme yapmak gerekirse bir insanın adım atabilmesi ya da koşabilmesi için sağlıklı olması gerekir. Aynı mantıkla bir maden işletmesinin karlı bir işletme ya da devamlılığı olan bir işletme haline gelmesinin yolu başta yapılan düzgün planlamadan geçer. Bu nedenle elde bulunan tüm argümanları iyi değerlendirmekte fayda vardır. Bu tür yazılımların madencilik sektöründe yaygın kullanılır hale gelmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Arioğlu, E.**, 1979.Cevher Yataklarının İşletme Metodlarına Tesir Eden Faktörler ve Rasyonel İşletme Metodunun Secimi, *Madencilik Dergisi*, 10, 20-27.
- Birön, C ., Arioğlu, E .**, 1980. Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı.Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Clark, I.**, 1979. Practical Geostatistic, Applied Science Publisher LTD, London.
- Cummins, A.B.**,1973 SME Mining Engineering Handbook, Port City Press, Baltimore.
- Dewey, J.F., Şengör, A.M.C.**, 1979. Aegean Surrounding Regions: Complex Multipland Continuum Tectonics in a Convergent Zone, *Geol. Soc. Am. Bull*, 90, pp.84-92.
- Dewey, J.F.**, 1988, Extensional Collopse of Oregens, *Tectonics*, 7, pp.1123-1139.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Yüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A.A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu,C., Akyol, A.**, 1995, Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea, *Geol. Mag.* 132, pp. 637-650.
- Hoek, E., ve Brown, E. T.**, 1980. Underground excavations in rock, Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Innocenti, F., Agostini, S., Di Vincenzo, G., Doglioni, C., Manetti, P.**, 2005, Neogene and Quaternary volcanism in Western Anatolia: Magma sources and geodynamic evolution, *Marina Geology*, 221, pp. 397-421.
- Isaaks, E. H., ve Srivastava, R. M.**, 1989. An introduction to applied geostatistics, Oxford University Press, New York.
- Journel, A. G.**, 1989. Fundamentals of geostatistics in five lessons, The American Geophysical Union Washington.
- Journel, A. G. ve Huijbregts, C. J.**, 1978. Mining geostatistic, Academic Press London.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H., Bozkurt, E.**, 1999, Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in wester Turkey, *J.Geol. Soc. London* 156, pp. 605-616
- McKenzie, D.P.**, 1978, Some remarks on the development of sedimentary basins, *Earth Plane. Sci. Lett*, 40, pp. 25-32.

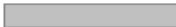
- Mealenkamp, S.N., Van Der Zwaan, G.J., Van Wamel, W.A.,** 1994, On Late Miocene to recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc, *Tectonophysics* 146, pp.53-72
- Öztürk, C.A.,** 2006. Kayaç Dokusal Özelliklerinin Sınıflandırılması ve Kaya Mühendisliği Uygulamaları. *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Rendu, J. M.,** 1981. An introduction to geostatistical methods of mineral evaluation, South African Institute of mining and metallurgy monograph series, Johannesburg.
- Saltoğlu, S.,** 1979. Madenlerde Yer Altı Üretim Yöntemleri Ders Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbası, İstanbul.
- Seyitoğlu, G., Scott, B.,** 1991, Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey, *Geological Mag.* 128, pp. 155-166.
- Seyitoğlu, G., Scott, B.,** 1992, The age of the Büyük Menderes Graben (western Turkey) and its tectonic implications, *Geological Mag.* 129, pp.239-242.
- Şengör, A.M.C.,** 1979, The North Anatolian transform fault : its age, offset and tectonic significance, *J. Geol. Soc. London* 136, pp. 269-282.
- Şengör, A.M.C.,** 1980, Mesozoyik-Cenozoic tectonic evolution of Anatolia and surrounding regions, Abstract, Bureau Res. Geol. Min. Bull.(France), pp. 115 117.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F.,** 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in: Biddle, K., Christie-Blick (Eds.), N., Strike –slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, 37, Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Special Publication, pp. 227-264.
- Tercan, A., E., ve Saraç, C.,** 1998. Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeostatistiksel yöntemler, TMMOB Jeoloji müh. Odası, Ankara.
- TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını,** Metal Madenlerinde Yeraltı İşletme Yöntemleri
- Hustrulid, W.A.; Bullock, R.L.,** 2001 Underground Mining Methods, Society for Mining Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), Colarado.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Genç Karacık, Z., Altunkaynak, Ş.,** 2000, Two constrasting magmatic associations of NW Antolia and their tectonic significance, *Journal of Geodynamics* 31, pp. 243-271
- <http://www.infomine.com/investment/metalschart.asp?c=gold&u=oz&submit1=Display+Chart&x=usd&r=5y>**

EK.1.

Narlıca Altın Yatağı İşletme Projesi İş Zaman Etüdü

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	7		Qtr 2, 2007			Qtr 3, 2007	
						Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
1	Yer üstü yapılarının inşaatı	90 days	Wed 1/2/08	Tue 4/1/08								
2	1135 ve 1175 kat hazırlıkları	233 days?	Tue 4/1/08	Thu 11/20/08	1							
3	1200-1135 Desandrisinin sürülmesi (140m)	87 days	Tue 4/1/08	Fri 6/27/08								
4	1200-1175 desandrisinin sürülmesi	31 days	Tue 4/1/08	Fri 5/2/08								
5	1175 kati 10 metrelik galeri girişinin yapılması	5 days	Fri 5/2/08	Wed 5/7/08	4							
6	1175-1135 Desandrisinin sürülmesi (87m)	51 days	Wed 5/7/08	Fri 6/27/08	5							
7	1135 hazırlık galerilerinin sürülmesi	25 days?	Fri 6/27/08	Tue 7/22/08								
8	30 m3 lük su havuzunun açılması	5 days?	Fri 6/27/08	Wed 7/2/08	6							
9	1135 kati 52 metre hazırlık galerisi sürülmesi	20 days	Wed 7/2/08	Tue 7/22/08	8							
10	1175 hazırlık galerilerinin sürülmesi	59 days	Tue 7/22/08	Fri 9/19/08	7							
11	30 m3 lük su havuzunun açılması	5 days	Tue 7/22/08	Sun 7/27/08								
12	1175 kati 144 metre hazırlık galerisi sürülmesi	54 days	Sun 7/27/08	Fri 9/19/08	11							
13	1175 ve 1135 kati pano hazırlıkları	62 days	Fri 9/19/08	Thu 11/20/08								
14	1175 kati pano hazırlıkları	35 days	Fri 9/19/08	Fri 10/24/08	12							
15	1135 kati pano hazırlıkları	27 days	Fri 10/24/08	Thu 11/20/08	14							
16	1215 ve 1255 kat hazırlıkları	144 days	Tue 4/1/08	Sat 8/23/08								
17	1235-1215 desandrisinin sürülmesi(44m)	24 days	Tue 4/1/08	Fri 4/25/08	1							
18	1215 ve 1255 Hazırlık galerilerinin sürülmesi.	65 days	Thu 4/24/08	Sat 6/28/08								
19	30 m3 lük su havuzunun açılması	5 days	Thu 4/24/08	Tue 4/29/08								
20	1215 kati 92 metre hazırlık galerisinin sürülmesi	36 days	Tue 4/29/08	Wed 6/4/08	19							
21	1255 Hazırlık galerinin sürülmesi (62m)	24 days	Wed 6/4/08	Sat 6/28/08	20							
22	1215 ve 1255 kati pano hazırlıkları	56 days	Sat 6/28/08	Sat 8/23/08								
23	1255 kati bacaların sürülmesi	14 days	Sat 6/28/08	Sat 7/12/08	21							
24	1215 kati pano hazırlıkları	42 days	Sat 7/12/08	Sat 8/23/08	23							
25	Tüm katların üretimi	264 days	Sat 8/23/08	Thu 5/14/09								
26	1215 kati cevherinin kazılması	86 days	Sat 8/23/08	Mon 11/17/08	24							
27	1175 kati cevherinin kazılması	37 days	Mon 11/17/08	Wed 12/24/08	26							
28	1135 cevherinin kazılması	34 days	Thu 11/20/08	Wed 12/24/08								
29	Tüm katlarda üretimin tamamlanması.	141 days	Wed 12/24/08	Thu 5/14/09	28							

Project: narlicaprojesi
Date: Tue 7/10/07

Task		Milestone		External Tasks	
Split		Summary		External Milestone	
Progress		Project Summary		Deadline	

ÖZGEÇMİŞ

Engin DOĞAN, 1979 yılında İstanbulda dünyaya geldi. Üniversite lisans eğitimini, 1995 yılında girdiği İTÜ Maden Mühendisliği Bölümünden 1999 yılında Maden Mühendisi olarak mezun oldu. 2003 yılında GESOM Madencilik, Çanakkale ve Yozgat Kurşun – Çinko Yeraltı Maden İşletmelerinde sırasıyla Vardiya Mühendisi, Proje Mühendisi ve Maden Başmühendisliği görevlerinde bulunmuştur. 2005 yılında Koza Altın Madeninde başladığı Yeraltı Vardiya Mühendisliği görevini halen sürdürmektedir.