ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Metin AKYOL

KIZILYÜKSEK KROM YATAĞI'NA (ALADAĞ) AİT REZERV VE İŞLETME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIZILYÜKSEK KROM YATAĞI'NA (ALADAĞ) AİT REZERV VE İŞLETME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

Metin AKYOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ç.Ü.

FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 21 / 07 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Mesut ANIL	Doç. Dr. Ahmet M. KILIÇ	Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
BAŞKAN	DANIŞMAN	ÜYE

İmza:.....	İmza:.....
Doç. Dr. Özen KILIÇ	Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI
ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Enstitü Müdürü

İmza ve Mühür

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIZILYÜKSEK KROM YATAĞI'NA (ALADAĞ) AİT REZERV VE İŞLETME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

Metin AKYOL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
Yıl: 2009, **Sayfa:** 102
Jüri: Prof. Dr. Mesut ANIL
Doç. Dr. Ahmet M. KILIÇ
Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
Doç. Dr. Özen KILIÇ
Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI

Bu çalışmada Kızılyüksek krom yatağının Micromine 11.0 programı ile modellemesi, rezerv ve tenör hesaplamaları, açık işletme ve yeraltı dizaynı yapılarak uygun işletme ve üretim yöntemine karar verilmeye çalışılmıştır. Karar verilen işletme ve üretim yönteminin önemine değinilmiştir. Düşük tenörlü az rezervli ve/veya rezervi büyük maden yataklarının işletilebilmesi açısından modelleme çok önemlidir. Üç boyutlu maden yatağı modellemesi, işletme dizaynı ve üretim yöntemleri Kızılyüksek krom yatağındaki üç ocak üzerinde ayrı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılyüksek, Krom, Tenör, Rezerv, Modelleme, Dizayn, Maden Yatağı

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF RESERVE AND EXPLOITATION METHOD OF KIZILYÜKSEK CROMİTE ORE (ALADAĞ)

Metin AKYOL

DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor: Doç. Dr. Ahmet M. KILIÇ
Year: 2009, **Page:** 102
Jury: Prof. Dr. Mesut ANIL
Assoc. Prof. Dr. Ahmet M. KILIC
Assoc. Prof. Dr. H. Murat ARSLAN
Assoc. Prof. Dr. Özen KILIC
Instructor Dr. Nil YAPICI

In this study, reserve and tenor calculation, suitable operation and production methods, open pit and underground operation have been trying to decide of ore deposite of Kızılyuksek chromite modeling with program Micromine 11.0. The importance of decided operation and production methods is touched. Modeling is very important about operating large ore deposite which low tenor, low reserve and/or high reserve. Three-dimensional modeling ore bed, operation design and production methods are evaluated separately on the three mines at the ore deposite of Kızılyuksek chromite.

Key Worlds: Kızılyüksek, Chromite, Grade, Reserve, Modeling, Design, Ore deposit

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans Tezi çalışmalarımda, akademik kariyerinde teknik bilgisini, manevi desteğini hiçbir zaman öğrencilerinden esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ'a; bu çalışmada da aynı hassasiyetle ışık tutan değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Özen KILIÇ ve Sayın Öğr. Gör. Dr. Mustafa Özgür KESKİN'e, ufkumu açan önerileri ve yorumları için teşekkür ederim.

Yoğun iş temposunda iş tecrübelerini, hoşgörüsünü esirgemeyen Sayın Maden Yük. Müh. Sayın Sabahatdin SAKATOĞLU'na ve Maden Yük. Mühendisi Sayın M. Gökhan TÜRKMEN'e en sıkıntılı anlarımda verdikleri motivasyon için teşekkür ederim.

Son olarak bu tezin yayınlanmasından büyük onur ve mutluluk duyacağına inandığım, her zaman bana en büyük maddi ve manevi desteği vererek hiçbir yardımı esirgemeyen babam Mehmet AKYOL, annem Azime AKYOL, Cahit AKYOL başta olmak üzere ağabeylerime, eşim Gülseren AKYOL ve emeği geçen tüm sevdiklerime teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ ..... **I**
ABSTRACT ..... **II**
TEŞEKKÜR ..... **III**
İÇİNDEKİLER ..... **IV**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **VI**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **VII**
1. GİRİŞ **1**
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **6**
2.1. Krom Hakkında Genel Bilgiler 6
2.2. Yöntem Uygulaması ve Micromine Programı İle Yapılmış Önceki Çalışmalar 11
2.2.1. Yöntem Uygulaması 11
2.2.2. Micromine Programı ile Yapılmış Önceki Çalışmalar 12
2.3. Kızılyüksek Krom Yatağında Yapılan Önceki Çalışmalar 12
2.3.1. Genel Jeoloji Çalışmaları 12
2.3.2. Ekonomik Jeolojiye Yönelik Çalışmalar 17
3. MATERYAL VE METOD **22**
3.1. Materyal 22
3.1.1. İşletme Sahası ve İşletme Hakkında Bilgiler 24
3.1.2. Sahanın Jeolojisi 26
3.1.2.1. Bölgesel Jeoloji 26
3.1.2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi 28
3.1.2.2.1. Kaya Türleri ve Aralarındaki İlişkiler 28
3.1.2.2.2. Yapısal Jeoloji 30
3.1.3. Sondaj Verileri 44
3.1.3.1. Örnek Hazırlama ve Analiz 45
3.1.3.2. Özgül Ağırlık 46
3.1.3.3. Veri Yoğunluğu ve Dağılımı 46
3.1.3.4. Veri Tabanı ve Veri Kalitesi 46

3.1.4. Kaynak Tahmini, Tahmin ve Modelleme Teknikleri 47
3.2. Metod 49
3.2.1. Micromine 11.0 49
3.2.2. Yardımcı Programlar 51
3.2.3. Micromine Programı ile Yapılan İşlemler 51
3.2.3.1. Dosya Oluşturma ve Veri Alma (İmport) İşlemi 51
3.2.3.2. Kesit Alma 53
3.2.3.3. Modelleme, Blok Model ve Search Elipsoidi (Araştırma Elipsoidi) 53
3.2.3.4. Hesaplamalar 54
3.2.3.5. Açık İşletme Dizaynı 54
3.2.3.6. Yeraltı İşletme Dizaynı 55
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 56
4.1. Saha ve Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi 56
4.2. Modelleme 58
4.2.1. Modellemeye Esas Sondaj Verileri. 58
4.2.2. Yüzey Modelleme 59
4.3. Rezerv ve Hesaplama Yöntemleri. 70
4.4. Kızılyüksek Krom Yatağında Uygun İşletme Yönteminin Belirlenmesi. 73
4.4.1. Açık İşletme Dizaynı 74
4.4.1.1. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Ocağı. 80
4.4.1.2. Kızılyüksek 2 Ocağı 80
4.4.1.3. Yüksek Ocak Açık İşletme Dizaynı 80
4.4.2. Yeraltı İşletme Dizaynı 86
4.4.2.1. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Yeraltı Dizaynı 89
4.4.2.2. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynı 89
4.4.2.3. Yüksek Ocak Yeraltı Dizaynı 94
5. SONUÇLAR 95
KAYNAKLAR 98
ÖZGEÇMİŞ 102
EKLER .....

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Yıllara Göre Krom Cevheri Tüvenan Üretim Değerleri (Anıl, 2008)..... 9
Çizelge 2.2. Türkiye'nin Yıllara Göre Krom Ihracat ve Ithalatı (D.İ.E, 2004)..... 10
Çizelge 3.1. Araştırma (Search) Elipsoidi Uzunluk, Genişlik, Kalınlık ve Yönü..... 50
Çizelge 3.2. Model Bloklarına Değer Atamak Ve Blokları Muhtemel veya Mümkün Kaynak Diye Sınıflandırmak İçin Kullanılan Yöntemlere Ait Bilgiler . 51
Çizelge 4.1. Kızılyüksek 1 Ocağı İçin Pınar Madencilik Programı Dışında Yapılan Sondajlar. 60
Çizelge 4.2. Programında Dahilinde Yapılan Sondajlar. 61
Çizelge 4.3. Kızılyüksek Krom Yatağında Hesaplamalar Sonucunda Elde Edilen Ocaklara Ait Görünür+Muhtemel Rezerv 63
Çizelge 4.4. Bazı Sondaj Karotlarının Yoğunluk Analizleri..... 65
Çizelge 4.5. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Görünür Rezerv Miktarı. 73
Çizelge 4.6. Kızılyüksek 2 Ocağı Görünür Rezerv Miktar..... 74
Çizelge 4.7. Yüksek Ocak Görünür Rezerv Miktarı 75
Çizelge 4.8. Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa+Cevher Miktarı..... 76
Çizelge 4.9. Kızılyüksek 1 Ocağı Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı 76
Çizelge 4.10. Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa Ve Cevher Miktarı ve Kızılyüksek 2 Ocağı Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı 80
Çizelge 4.11. Yüksek Ocak-Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa ve Cevher Miktarı ve Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı 84

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Türkiye Krom Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılım Oranları (DİE, 2004) 8
Şekil 3.1. Çalışama Alanı Yer Bulduru Haritası 23
Şekil 3.2. Kızılyüksek Krom Cevherleşmesi ve Çevresinin Jeoloji Haritası..... 25
Şekil 3.3. Şekil 3.3. İnceleme Alanının Yeri ve Genel Jeolojik Konumu (Tekeli ve ark., 1984)..... 27
Şekil 3.4. Ana Yapısal Birimlerin Stratigrafisi ve Bağıl Konumları (Tekeli ve ark., 1984)..... 30
Şekil 3.5. Şekil 3.5. Aladağ Ofiyolit İstifinin Genelleştirilmiş Kolon Kesiti (Tekeli ark., 1981, Çakır, 1978; Bingöl, 1978; Çapan, 1980; Çataklı, 1983) 31
Şekil 3.6. Şekil 3.6. Pozantı-Karsantı Ofiyoliti'nin Jeoloji Haritası (Bingöl, 1978) 29
Şekil 3.7. Kızılyüksek - Büyük Ocak ve Yakın Civarındaki Kromit Bantlanmalarından Alınan 158 Adet Ölçünün Gül Diyagramı 37
Şekil 3.8. Kızılyüksek – Büyük Ocak ve Yakın Civarındaki Kromit Bantlanmalarından Alınan 158 Adet Ölçünün Kontur Diyagramı 38
Şekil 3.9. Eğim ve Doğrultu Devamlarında İncelerek Saçaklanan Kromit Bantlarından Görünüm..... 39
Şekil 3.10. Kıvrımlanmış Kromit Bantlarından Bir Görünüm..... 40
Şekil 3.11. Şekil 3.11. Kızılyüksek-1 (Büyük Ocak) Yarması'nın Genel Görünümü 40
Şekil 3.12. Akın Ocak'ta Fay Zonu İçerisinde Breşik Cevher Parçaları 41
Şekil 3.13. Şekil 3.13. Kızılyüksek-2 Ocağı'nın Görünümü 42
Şekil 3.14. Yol Yarmasında Kızılyüksek-2 Cevherli Zonun Görünümü..... 42
Şekil 3.15. Kızılyüksek-2 Ocağı'nda Yol Yarmasında Yüksek Tenörlü Cevher Zonları Oluşturan Kromitit Bantları..... 44
Şekil 3.16. Yüksek Ocak Yarmasından Bir Görünüm..... 45
Şekil 3.17. Kzılyüksek Krom Yatağı Sondajları Plan Görünüş 47
Şekil 3.18. Micromine 11.0 Programında Yeni Bir Dosya yada Klasör Açma Penceresi 55

Şekil 3.19. Micromine 11.0 Programında Metin (Text) Dosyası Çağırma Penceresi55
Şekil 3.20. Micromine 11.0 Programında Topoğrafya Metin (Text) Dosyası Çağırma Penceresi 55
Şekil 4.1. Kaynak Hesabı Yapılan Bölümleri Gösteren Kızılyüksek Krom Yatağı Haritası 57
Şekil 4.2. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Ocağı Sondajları Plan Görünüş 58
Şekil 4.3. Kızılyüksek 1 Ocağı Tenör Durumunu Gösteren Blok Modelin Plan Görünüşü 59
Şekil 4.4. Kızılyüksek Krom Yatağında Kaynak Belirlemeye Yönelik Olarak Yapılmış Olan Sondajların Dağılımını ve Yönlerini Gösterir Harita 63
Şekil 4.5. Kızılyüksek 1 Ocağı Blok Model Plan Görünüş 64
Şekil 4.6. Kızılyüksek 2 Ocağı Blok Model Plan Görünüş 67
Şekil 4.7. Kızılyüksek 2 Ocağı Topoğrafya ve Blok Model Birlikteliği Plan Görünüş 67
Şekil 4.8. Yüksek Ocak Blok Model Plan Görünüş 68
Şekil 4.9. Yüksek Ocak Model Topoğrafya ve Blok Model Birlikteliği 69
Şekil 4.10. Muhtemel Kaynaklara Göre Oluşturulmuş 3 Boyutlu Blok Modelin Plan Görünümü 70
Şekil 4.11. Muhtemel Kaynaklara Göre Oluşturulmuş Blok Modelden Hazırlanmış Enine (Krom Yatağının Doğrultusuna Dik Yönde) Düşey Kesit 71
Şekil 4.12. Kızılyüksek 1 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Birlikteliği 77
Şekil 4.13. Kızılyüksek 1 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Birlikteliği-Kesit Görünüş 78
Şekil 4.14. Kızılyüksek 1 Ocağı 1120 Kotu Ve 1140 Kotunda Cevher-Basamak İzometrik Duruşu 79
Şekil 4.15. Kızılyüksek 2 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Blok Model Birlikteliği 81
Şekil 4.16. Kızılyüksek 2 Ocağı Açık İşletme Topoğrafya Üzerinde Cevher+Pasa İzometric Görünüm 82

Şekil 4.17. 1050 Kotu Ve 1074 Kotunda Cevher-Blok Model ve Basamak İzometrik Duruşu 83
Şekil 4.18. Yüksek Ocak-Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Blok Model Birlikteliği 84
Şekil 4.19. Yüksek Ocaktan Blok Topoğrafya Üzerinde Blok Model Ve Toplam Dekapaj Bloğu 85
Şekil 4.20. 1020 Kotu ve 1044 Kotları Arasındaki Cevher-Blok Model ve Basamak İzometrik Duruşu 86
Şekil 4.21. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Blok Topoğrafya Üzerinde Plan Görünüş 87
Şekil 4.22. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Topoğrafya Üzerinde Plan Görünüş 88
Şekil 4.23. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Blok Topoğrafya Üzerinde İzometrik Görünüş 88
Şekil 4.24. Kızılyüksek 1 Ocağı Yeraltı Dizaynı Plan Görünüş 90
Şekil 4.25. Kızılyüksek 1 Ocağı Yeraltı Dizaynı GK-DB Görünüş 91
Şekil 4.26. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında İzometrik Görününüm 92
Şekil 4.27. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında Plan Görünüş 93
Şekil 4.28. Yüksek Ocak Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında Plan Görünüş 94

1. GİRİŞ

Madencilik yerkabuğunda bulunan kömür, çinko, bakır, demir, alüminyum, bor, altın gibi madenlerin yerkabuğunda bulundukları yerden kazılıp çıkarılma, işlenme ve üretim sonrası madencilik yapılan yerlerin doğaya yeniden kazandırılma faaliyetlerini kapsayan bir iş alanıdır. Dünyada ve Türkiye'de madencilik faaliyetleri günümüzde çevreyi koruma altına alacak şekilde düzenlenmiş kanun ve yönetmelikler doğrultusunda alınan izinler çerçevesinde yapılmakta ve mevcut en iyi teknolojiler kullanılmaktadır (Kılıç ve Kılıç, 2008).

Ülkemizde, sanayi ürünleri ihracatının gelişmesine paralel olarak, madencilik sektörünün önemi de artmıştır. Sanayi sektörüne hammadde sağlayan madencilik sektörü, bu yönüyle ülkemizin temel taşı olan sektörlerinden biridir. Çeşitlilik ve rezerv açısından oldukça zengin maden yataklarına sahip olan ülkemizde önemli miktarda maden hammadde kaynağı bulunmaktadır. Petrol ve kömür dışında, 4400 adet maden yatağı bulunmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen madenler sanayi sektöründe hammadde olarak kullanılmakta, üretim fazlası ihraç edilmektedir. Bugün, Türk madencilik sektöründe 53 farklı maden ve mineralin üretimi yapılmaktadır. Madenlerimiz; endüstriyel hammaddeler, metalik madenler ve enerji mineralleri olmak üzere sınıflandırılabilmektedir (Uyanık, 2006).

Türkiye, karmaşık jeolojisi ve tektoniğinin sonucu olarak çok çeşitli maden kaynaklarına sahiptir. Ancak, bu karmaşık jeoloji ve tektonik, aynı zamanda maden yataklarımızın küçük boyutlu ve çok parçalı olmasının da bir nedenidir. Çeşitlilik açısından dünyanın zengin ülkelerinden biri olmamıza karşın, gerek toplam rezerv yönüyle ve gerekse tek tek yatak boyutları kıyaslandığında geri sıralarda yer aldığımız görülmektedir. Dünya rezervlerinde önemli paya sahip olduğumuz madenlerin başında bor gelmektedir. Ülkemiz madencilik sektöründe öneme sahip başlıca endüstriyel mineraller arasında, mermer, feldspat, manyezit, kaolinli killer, ponza taşı, perlit ve barit yer almaktadır. Dünyadaki metal maden rezervlerinin % 0.4'ü, endüstriyel hammadde rezervlerinin % 2.5'i, barit rezervinin %7.1'i, sodyum sülfat rezervinin %3'ü, civa rezervinin %3'ü, diatomit rezervinin %2.9'u, linyit rezervinin %2.2'si, antimuan rezervinin %2.26'sı, manyezit rezervinin %1.47'si, gümüş rezervinin %1.44'ü, bakır rezervinin %0.37'si, krom rezervinin %0.40'ı ve

altın rezervinin %0.23'ü, jeotermal potansiyelin ise % 0.8'i ülkemizdedir. Ülkemiz, dünya bor mineralleri rezervlerinin %72'sine, bentonit rezervlerinin %20'sine ve perlit rezervlerinin de yarısından çoğuna sahiptir (Uyanık, 2006).

Kamunun öncülüğünde, başta demir, kömür, krom, alüminyum, bakır, bor, demir çelik ve manyezit cevherlerine yapılan yatırımlar, üretim artışları teknolojik ilerleme sağlamıştır. Ancak, ülkemiz sanayileşmeyi tam gerçekleştiremediğinden bu üretimler ya hammadde ya da ara mamul üretimi düzeyinde kalmıştır. Üretimde; kamu sektörü mineral yakıtlar ve metalik cevher üretiminde ağırlıklı iken özel sektör endüstriyel hammadde üretiminde yoğunlaşmıştır (Uyanık, 2006).

Teknolojinin her geçen gün ilerlemesinin sonucu olarak yeraltı kaynaklarına olan ihtiyaç da buna paralel olarak artmaktadır. Bu bakımdan yer altı kaynaklarının emniyetli ve ekonomik bir şekilde çıkarılması açısından yer altı üretim yöntemlerinin maden yatağının durumuna göre ve ayrıca uygulanan yöntemin durumuna göre ekipman seçimi önemli bir yer tutmaktadır. Günümüz maden teknolojisi ile birlikte her geçen gün gelişen yaşam standartları tüm hammaddeyi doğadan almayı zorunlu kılmıştır. Yeraltı kaynaklarının kullanımı son derece önemli bir konudur. İster karlı olsun ister ekonomik olarak zarara uğratsın tüm maden yatakları en iyi şekilde elde edilmelidir. Bu konuda insanoğlunun ihtiyaçları kadar doğanın yapısına zarar verilmemesi gereken yöntemlerin seçimi çok hassas bir konudur (Türkmen, 2009).

Maden yatağının durumu uygulayacağımız yöntemin seçiminde en büyük faktör olmaktadır. Ancak unutulmaması gerekir ki maden yatağının bize değil de, bizim bu yatağa uymamız gerektiği ve bu yatak üzerinde en ekonomik, en uygun ekipmanın seçilmesi önemlidir (Türkmen, 2009).

Özellikle Krom cevheri göz önüne alındığında parça cevher bazında düşünecek olursak Dünyada mostra madenciliği bitme aşamasına gelmiştir. Buna paralel olarak yüksek tenörlü cevherlerin tükenmesi yerine düşük tenörlü yüksek rezervli cevherlerin kalması ve hammadde ihtiyacının artması yeraltı madenciliğini ve yeraltı madenciğinde diğer yöntemlere göre daha ekonomik olan göçertme yöntemlerini ön plana çıkarmıştır. Yeraltı madenciliğinde göçertme yöntemlerinin tehlikesi ve maliyeti göz önüne alındığında bunun için teknolojik gelişmelerin şart olduğu anlaşılmıştır (Ergin ve ark., 1998).

Cevher üretiminin planlanması ve jeolojik modelleme çalışmaları için bilgisayarlar uzun zamandır kullanılmasına karşılık, son yıllardaki bilgisayar teknolojisi ve yazılım alanlarındaki gelişmelere bağlı olarak büyük ilerlemeler sağlanmış ve çok yönlü madencilik paket programları (Micromine, Surpac, Datamine, Mintec, Vulcan, vd.) geliştirilmiştir (Ergin ve ark., 1998).

Bilgisayar Destekli Tasarım [(CAD) Computer Aided Design] ve veri tabanlı yazılım programları 80'li yılların başından beri madencilik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeolojik modelleme, rezerv tespiti ve üretim programlaması gibi çalışmaların verimli ve kısa sürede yapılması bilgisayar destekli sistemler olmadan çok zor olacaktır. Metal madenciliğinde jeoistatistik tekniklerin kullanılmasındaki gelişmeler modelleme çalışmalarının temelini oluşturmuştur (Griffin, 1997).

Bilgisayar alanındaki son yıllardaki gelişmeler;

- Birbiriyle ilişkili sistemlerdeki gelişmeleri,
- Bilgisayar donanımlarmdaki ucuzlamaları,
- Yazılımların kullanılmasının yaygınlaşmasını sağlanmıştır.

Araştırmacıların ayrı ayrı paket programlarda kullandıkları kelime işlemci, hesap tablosu ve veritabanı gibi uygulamalar son yıllarda birbirleriyle ilişkili olarak tek bir sistem altında kullanılmaktadır. Böylece farklı programlardan veri transferleri sırasında oluşan hataların yok edilmesine çalışılmıştır. Çoğu sistemlerdeki veri transferlerinde DXF veya ASCII gibi formatlar rahatça kullanılmasına karşılık bu dosyalar farklı paket programlarda açıldıktan sonra tekrar düzenlenmesi gerekmektedir. Son yıllardaki grafik ara işlemcilerin gelişmesi ve programların kullanıcıya yönelik hazırlanması, madencilik programlarının kullanılmasında tecrübe kazanma problemini en aza indirmektedir. Buna karşılık, detaylı olarak programı kullanmak ve proje geliştirmek, kullanıcılar için hala önemli oranda para ve zaman yatırımını gerektirmektedir. Programların kurulması ve teknik destek sağlanması çalışmaları en aza indirilmiştir (Rendu ve Marhieson, 1990).

Bununla birlikte bilgisayar donanımlarındaki ve sistemlerindeki hızlı gelişmeler iyi programların yılda en az bir defa güncelleştirilerek kullanıcı için daha kullanışlı hale getirilmesini gerektirmektedir. Bütün uygulamaları içeren tek bir

sistemle çalışan paket programlarda bu işlemler için harcanan zaman ve paranın minimum olacağı açıktır (Rendu ve Marhieson, 1990).

Geometrik yöntemler, mesafeyle ters ağırlıklı yöntemler ve jeoistatistik yöntemler maden yataklarının modellenmesinde kullanılan başlıca iç değerleme (interpolasyon) yöntemleridir. Geometrik iç değerleme yönteminden en yaygın olanı poligon metodudur. Bu metotta poligonlar bilgisayar yardımıyla çizdirilir. Poligonların sınırladığı bloklara poligonun içinde kaldığı sondaj değeri veya bloğun merkezine en yakın sondaj değeri atanır. Her iki durumda da poligon boyutları, sondajlar arası mesafe ve sondaj etki alanına bağlıdır. Üçgen yöntemi de, sondajlardan poligonlar yerine üçgenler meydana getirilmesi ve bu üçgenlere köşelerindeki kalınlık değerlerinin atanması sonucu elde edilen üçgen prizmalar ile tanımlanır. Geometrik yöntemler kullanılarak elde edilen hacim değerleri ile cevher yoğunluğu çarpılarak rezerv elde edilir. Mesafeyle ters ağırlıklı yöntem ise sondajların birbirleri ile olan ilişkilerini, aralarındaki mesafeyle tanımlayan bir fonksiyon olarak verilmektedir. Buna göre oluşturulan bloklara değer atanabilmesi için o nokta etrafındaki sondajların ortalama etki ağırlıklarının belirlenmesi gerekir. Bu yöntem geometrik yöntemlerden daha iyi sonuç vermektedir. Jeoistatistiksel yöntemlerde ise ilk olarak sondaj değerlerinin istatistiksel incelemesi yapılır. Daha sonra maden yatağının iki veya üç boyutlu variogram analizleri yapılarak sondajların birbirleri ile olan ilişkileri incelenerek yatağın değerlendirilmesinde temel alman değişkenlerin mesafeye bağlı değişimi matematiksel olarak modellenir. Bu incelemeden sonra saha düzenli bloklara ayrılmakta ve elde edilen variogram parametreleri kullanılarak bu bloklara değer ataması yapılmaktadır. Bloklara değer atanmasında kriging, n'inci dereceden uzaklığın tersi, en yakın komşu, direk atama ve stringlerden atama teknikleri en çok kullanılan tekniklerdir. Böylece sahadaki her bloğun içerdiği rezerv, tenor veya bir diğer parametre elde edilmektedir (Rendu ve Marhieson, 1990).

Bir maden yatağının işletilmesine karar vermek ve üretim planlaması yapmak için bazı değerlendirme prosedürleri bulunmaktadır. Söz konusu değerlendirmeler yapılırken cevaplandırılması gereken en önemli sorular, yeraltında var olan cevher kütlesinin konumu, şekli ve miktarı hakkında olmaktadır. Bu nedenle maden

yatakları işletilmeye başlamadan önce matematiksel ve görsel açıdan modellenmelidir. Madencilik projelerini geliştirmek amacı ile sondaj kuyularından elde edilen üç boyutlu veriler, genellikle iki boyutlu çizimler, kesitler ve bunların planlarını elde etmek için kullanılmaktadır. Bu işlemler maden yatağının yapısını üç boyutlu ve doğru olarak temsil edilmesine izin vermemektedir (Jiang, 1998; Gülmez, 2008).

Bu çalışma kapsamında Micromine paket programı ile Aladağ'larda bulunan Kızılyüksek Krom Yatağı'na ait üç boyutlu maden yatağı modellemesi yapılmıştır, işletmede uygulanabilecek yeraltı işletme ve açık işletme dizaynları yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Krom Hakkında Genel Bilgiler

Ekonomik olarak işletilen tek krom minerali kromittir. Teorik mineraloji formülü $FeCr_2O_4$ olmakla birlikte, doğada bulunduğu haliyle formülü; $[(Mg, Fe)^{++} (Cr, Al, Fe)^{+++}]_2 O_4$ olan spinel grubu bir mineraldir (DİE, 2004).

Kullanım Alanları: Krom cevheri en çok metalurji endüstrisinde paslanmaz çelik yapımında ferro-krom imalinde kullanılmaktadır. Refrakter alanda ise çok geniş kullanıma sahip olan krom cevheri, kimya endüstrisinde; renk maddesi, deri tabaklama işleminde ve kuru pil imalinde kullanılır. Sınırlı miktarda da döküm sanayinde kullanılmaktadır. Krom cevherinin kimyasal bileşimi, cevherin sanayideki kullanım alanlarını belirlemektedir. Metalurji sanayinde krom; ferrokrom, ferro-siliko-krom, krom bileşikleri, ekzotermik krom katkıları, diğer krom alaşımları ve krom metali şeklinde tüketilir. Son yıllarda metalurji sanayinde kullanılan kromun (krom demir alaşımları ve krom metalinin) yaklaşık % 95'i ferrokrom şeklindedir. Ferrokromun %90'ı başlıca paslanmaz ve ısıya dirençli çelik yapımında kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikler %12-40 arasında krom içerir. Krom, çeliğe başlıca yüksek karbonlu ferrokrom şeklinde ilave edilir. Bu özelliği nedeniyle krom, savunma, sanayinin vazgeçilmez hammaddelerinden biridir ve bu açıdan stratejik öneme sahiptir. Konvansiyonel silahların üretimi dışında; Otomotiv, gemi, denizaltı ve uçak sanayi gibi birçok sektörlerde krom alaşımlı çelikler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya krom cevheri tüketiminin %79'u metalurji, %13'ü kimya, %9'u refrakter sanayilerinde kullanılmaktadır. Sanayideki kullanım alanları kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerine göre sınırlı olmakla beraber, teknolojideki gelişmeler kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerden kaynaklanan sınırlamaları daha esnek hale getirmiştir (DİE, 2004).

Dünya toplam kromit kaynakları 7.6 milyar ton düzeyindedir. Bunun 3.6 milyar tonu rezerv sınıfındadır. Dünya krom kaynaklarının büyük bir bölümü stratiform yataklara aittir. Ekonomik olarak işletilebilen krom cevheri yatakları

dünyada başlıca; Güney Afrika Cumhuriyeti, Kazakistan, Zimbabve, Finlandiya, Hindistan, Türkiye, İran, Filipinler Küba, ve Brezilya'da bulunmaktadır (DİE, 2004).

Türkiye krom yataklarının içinde bulunduğu peridotit genel ismiyle anılan ultrabazik kayalar, Türkiye'de geniş alanlar kaplarlar. Türkiye'de krom yatakları belirgin bir dağılım düzeni göstermeksizin peridotitler içinde ülke geneline yayılmış durumdadır. Türkiye'de 1000 kadar tek veya grup halinde krom yatağı ve krom cevheri zuhuru bulunmaktadır. Coğrafik yönden krom yataklarının dağılımı 6 bölgede toplanabilir (Şekil 2.1). Bu bölgelerdeki bilinen önemli zuhurlar %Cr_2O_3 tenör değerleri ile aşağıda verilmiştir (DİE, 2004).

1- **Guleman (Elazığ Yöresi):** Batı Kef (6.8 milyon ton, %33), Doğu Kef (500.000 ton, %40-45), Sori Ocakları(2,5 milyon ton, %42-48),Kapin (700.000 ton, %43-47)

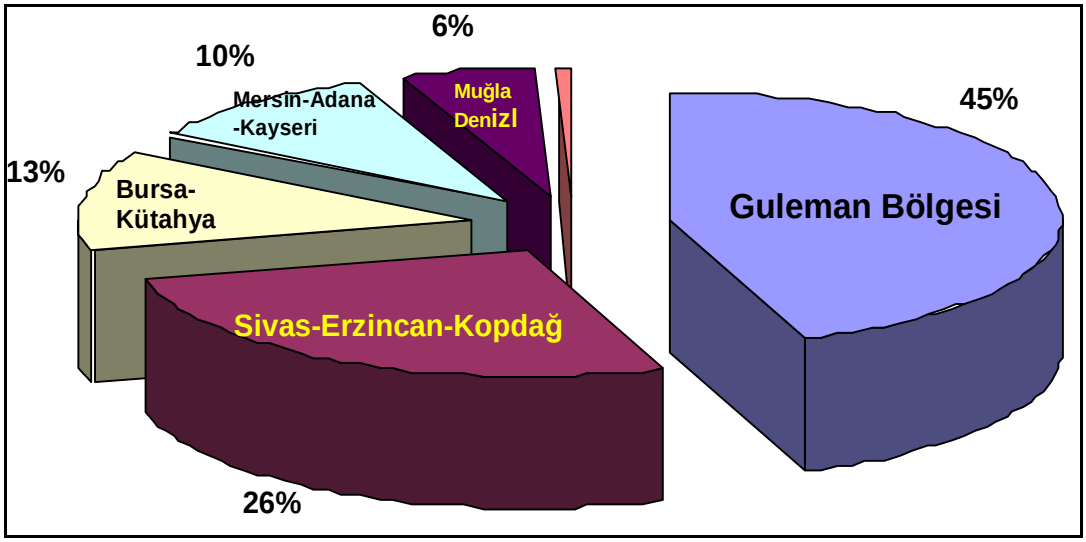
2- **Fethiye-Köyceğiz-Denizli Yöresi:** Karaismailler (800.000 ton, %30-38), Üzümlü- Sazlı 100.000 ton, %36), Biticealan (102.000 ton, %44-48), Kazandere (236.000 ton, %37,5), Kandak (100.000 ton, %40-46)

3- **Bursa-Kütahya-Eskişehir Yöresi:** Harmancık-Başalan (163.000 ton, %20), Ömeraltı-Kınalıbatak (100.000 ton, %23), Miran-Hudut-Koca Ocaklar (120.000 ton, %43), Orhaneli-Karıncalı (40.000 ton, %5-30), Büyükorhan-Kırocak (277.000 ton, %10-18),Kömürlük (53.000 ton, %15-40), Eskişehir-Karacaören (35.000 ton, %15-45), Eskişehir-Karaburhan (1.800.000 ton, %22-26), Kavak Kromları (1 milyon ton, %30-45)

4- **Mersin-Adana-Kayseri Yöresi:** Adana- Aladağ (198 milyon ton, %5,60), Kayseri-Pınarbaşı -Dedeman 9 no'lu Ocak (490.000 ton, %20-30-Tarla Ocak 300.000 ton, %10-20)

5- **Sivas-Erzincan-Kopdağ Yöresi:** Sivas- Kangal-Karanlıkdere, (2,3 milyon ton, %5-15),Karadere (55.000 ton, %43-44), Erzincan- Kopdağ (3,6 milyon ton, %38-54)

6- **İskenderun-Kahramanmaraş Yöresi:** Hatay- Kızıldağ (117.000 ton, %34-44)



Şekil 2.1. Türkiye Krom Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılım Oranları (DİE, 2004)

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi bünyesinde, 145 krom yatağında yapılan çalışmalar sonucu, gerek kendisinin derlediği veriler ve gerekse işletmeci kuruluşlardan derlenen verilerin değerlendirilmesi sonucu %20 den daha fazla Cr_2O_3 içerikli krom rezervi yaklaşık 26 milyon ton olarak verilmektedir. Krom rezervleriyle ilgili bilgilerin yetersizliğine karşın bugüne kadar, dünya krom pazarlarında olumlu gelişmelerin olduğu dönemlerde Türkiye krom madencileri artan talebi karşılamada sıkıntı çekmemişlerdir. Öte yandan, Aladağ (Adana) yöresinde MTA'nın, daha sonra da Etibank'ın arama çalışmaları sonucunda %5.60 Cr_2O_3 tenörlü 198.100.000 ton düşük tenörlü krom cevheri rezervi ortaya konmuştur. Arama çalışmalarının, Etibank'ın ruhsat sahasının dışına taşırılması durumunda, bu rezerv rakamının daha da artabileceği ve 400.000.000 tona ulaşabileceği düşünülmektedir (DİE, 2004).

Yıllık dünya krom rezervi üretimi 13-15 milyon ton düzeyindedir. 2003 yılında 13.5 milyon ton, 2004 yılında da 14 milyon ton krom cevheri üretilmiştir (2004 USGS). Güney Afrika 6.5 milyon ton ile 2004 yılı dünya toplam üretiminin %47'ini gerçekleştirmiştir. Kazakistan 2.4 milyon ton, Hindistan ise 1.9 milyon krom cevheri üretmişlerdir. Yıllık tüketim ortalama % 5 civarında artmaktadır. Dünya krom pazarlarında yeni üretici ülke pek katılmazken; Yunanistan, Sırbistan

(Yugoslavya) ve Pakistan gibi ülkelerin krom cevheri rezervlerinin tükenmesi veya azalması sonucu pazardan çekildikleri görülmektedir (DİE, 2004).

Ülkemizde krom madenciliği 1850 li yıllarda başlamıştır. Bugüne kadar Türkiye dünya krom pazarlarında önemli bir paya sahip olmuştur. Bazı yıllarda üretim bakımından ilk sırada yer almış, çoğu yıllarda 3. ile 6. sıralar arasında yerini korumuştur. Bugüne kadar Türkiye'de 47 milyon ton kadar krom cevheri ürettiği hesap edilmektedir (DİE, 2004).

Türkiye krom cevheri üretimi 2.080.043 ton ile 1995 yılında en üst düzeye ulaşmıştır. 1995 yılını takip eden yıllarda üretim genel bir azalma eğilimine girmiş, bu eğilim 2000 ve 2001 yılında daha da hızlanmış, 2001 yılında 389.759 ton olmuştur. 2003 yılında ise, krom piyasasındaki canlanmalar nedeniyle talep artışına bağlı olarak fiyatlarda yükselmiştir. Bu nedenle, son iki yılda üretim miktarları kısmen artmıştır (DİE, 2004).

Türkiye'nin tüvenan krom cevheri üretimleri de genel olarak yıllar itibariyle bir artış eğimine girmiştir. 1998 yılında 1.440 milyon ton olan üretim, 2006 yılında 1.300 milyon ton ve 2008 yılında ise 2.000 milyon tona ulaşmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Yıllara Göre Krom Cevheri Tüvenan Üretim Değerleri (ton) (Anıl, 2008).

Yıllar	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kromit Üretimi (x1000)	1440	987	545	455	527,84	504,8	1168	1110	1300	1850	2000

Ülkemizin krom üretimi açısından en önemli bölgesi Guleman (Elazığ) dır. Batı- Doğu Kef, Sori, Tepebaşı, Uzundamar, gibi önemli ocaklardan parça ve konsantre cevher elde edilmektedir. Üretim yönünden ikinci öncelikli bölge Erzincan- Kopdağ yöresidir. Büyük Ezan (Kopdağ) krom yatağından 1981-1993 yılları arasında ortalama 300 bin ton/yıl cevher üretilmiştir. Bununla birlikte, Eskişehir-Kavak Kromları (Çamaşırlık Ocakları) ile Bursa- Orhaneli ve Harmancık

yörelerinden de önemli miktarlarda üretimler söz konusudur. Ülkemizin krom ihracat ve ithalatı Çizelge 2.2'de verilmiştir (DİE, 2004).

Çizelge 2.2. Türkiye'nin Yıllara Göre Krom İhracat ve İthalatı (DİE, 2004).

	İthalat		İhracat	
	Miktar (Ton)	Değer **($)**	Miktar (Ton)	Değer **($)**
2001	101.278	6.932.586	326.697	24.157.069
2002	68.831	3.614.655	265.296	19.737.830
2003	82.452	6.528.159	363.699	27.309.206
2004	35.703	3.637.638	299.676	27.307.401

İstanbul Metal Maden İhracatçıları Birliği verilerine göre Ferrokrom ihracat değerleri dolar bazında; 2002 yılında 27.065.696 $ ve2003 yılında 31.213.701 $'dır.

Türkiye ham cevher, ferrokrom ve krom kimyasalları dış satımından önemli döviz geliri sağlamaktadır. Krom cevherinin krom bileşikleri ve ferrokrom tesisleri dışında yurtiçi tüketimi, refrakter sanayinde 15.000 ton/yıl, döküm sanayinde ise 1000 ton/yıl düzeyindedir. Dünya krom cevheri üretimi ve ferrokrom üretimi ile bunların ihracat ve ithalat verileri incelendiğinde, krom cevheri üreten ülkelerin çoğunluğunun ürettikleri cevheri ferrokroma dönüştürerek ihraç ettikleri görülmektedir. Dolayısıyla, Türkiye ham cevher ihraç etmek yerine katma değeri yüksek olan ferrokrom üreterek ihraç etmesi ve bu sayede, döviz girdisini 3-4 kat arttırması mümkündür. Ancak, üretimin önemli girdilerinden olan enerji fiyatları dünyada çalışmakta olan ferrokrom ve maden işletmelerindeki fiyatlar seviyesine indirilerek bu sektördeki rekabet gücü geliştirilmelidir. Türkiye'nin 160.000 ton/yıl ferrokrom üretim kapasitesi mevcuttur. Türkiye'de krom cevheri kullanan tesislerin tam kapasite ile çalışmaları durumunda, yıllık krom cevheri tüketimi 530.000 ton olacaktır. Bugüne kadar bu tesisler tam kapasite ile çalışmamışlardır. Türkiye, 1995-1998 yılları arasında krom üretimi açısından dünyada ikinci ve dördüncü sıralarda yer almıştır. Yaklaşık 150 yıldır dünyanın ilk 6 krom üreticisi arasında yer alan ülkemizin bu konumunu daha uzun yıllar koruması zor görünmektedir. 1960'lardan beri genellikle yeraltı işletmeciliği şeklinde sürdürülen krom

madenciliğinde işletme derinlikleri artmıştır. Ocakların derinleşmesi sonucu maliyetler artmış, rekabet gücümüz azalmıştır. Düşük tenörlü (ortalama %5,60 Cr_2O_3) 198 milyon ton rezerviyle Kızılyüksek-Yataardıç Yatağı (Aladağ/Adana) önümüzdeki yıllarda önem kazanacak sahalarımızdandır. Bu yatağın, yörede bir ferrokrom fabrikası kurularak işletilmesi imkânları araştırılmalıdır (DİE, 2004).

Eski ocaklar yeniden ele alınmalı; ya bu eski ocaklarda maden jeoloji çalışmaları gerçekleştirilerek, ya da yüksek riskler göze alınarak arama projeleri gerçekleştirilmelidir (DİE, 2004).

2.2. Yöntem Uygulaması ve Micromine Programı İle Yapılmış Önceki Çalışmalar

2.2.1. Yöntem Uygulaması

Madencilik sektöründe dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde hala birçok şirket mali imkânsızlıklar nedeniyle ilkel yöntemler ile çalışılmasına rağmen yine de teknolojiye ayak uyduran bazı şirketler birçok cevherde ve işletme yönteminde bu teknolojiyi kullanabilmektedir. Bu teknoloji sadece makine ekipman yönünden olmadığı gibi bilgisayar programcılığı da işin içine girmiştir ve özellikle üç boyutlu projelendirmede önemli bir yer almıştır. Bunun için birçok program yapılmıştır ve önemli ilerlemeler kaydedilmiştir, çalışmalar devam etmektedir ve gerçeğe yakın işler yapan programlar yapılmıştır. Bu programların temeli sondajlara dayanır ve topografya verileri ile birleştirilerek çalışır.

Bilgisayar programlarının kullanımı özellikle üç boyutlu olması yöntem seçiminde çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Yöntemde hatalar yapılmasına karşı önlemlerin alınması da kolaylaşmıştır. Aynı zamanda yapılan işin kalitesi de ön plana çıkmaktadır. Şöyle ki; madencilikte, ilkel yöntemlerde yapıldığı gibi hiçbir arama (sondaj gibi) çalışması yapılmadan baştan savma ilkel yöntemlerle işe başlanamayacaktır ve en önemlisi de kalifiye personel ile çalışmayı getirecektir.

2.2.2. Micromine Programı ile Yapılmış Önceki Çalışmalar

Siirt Madenköy; Micromine programı ile Siirt Madenköy Bakır yatağında yapılan Fizibilite çalışmalarında, 1981 yılına kadar gerçekleştirilen 61 sondaj verilerinden yararlanarak %2.03 Cu tenörlü 24 milyon ton görünür+muhtemel bir rezerv hesaplanmıştır. Jeotektik etüdler sonunda yatağın "arakatlı göçertme" yöntemiyle işletilebileceği belirlenmiştir (Kayhan ve ark., 1984).

Siirt Madenköy yer altı Bakır işletmesinde halen 6 katı kullanılmak üzere 7 (1220, 1240, 1260, 1280, 1300, 1320, 1340 katları) yatak modellemeleri Micromine programı ile yapılmıştır (Türkmen, 2009).

Silopi Asfaltit; Silopi bölgesi asfaltitleri doğu-batı doğrultulu ve batıdan doğuya doğru sırasıyla Üçkardeşler, Harbol ve Silopi filonları şeklinde birkaç metreden 20-30 m'ye değişen kalınlıkta mostralar vererek uzanmaktadır. Mevcut asfaltit açık işletme yöntemiyle işletilmektedir. Cevherin modellenmesi ve açık işletme dizaynı Siirt Madenköy bakır yatağı (yeraltı) gibi işletmelerin yatak modellemeleri Micromine programı ile yapılmıştır.

2.3. Kızılyüksek Krom Yatağında Yapılan Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Aladağ Ofiyoliti ve yakın çevresini de kapsayan önceki çalışmalar, bölgesel jeoloji, maden jeolojisi ve genel amaçlı çalışmalar olarak gruplandırılabilir.

2.3.1. Genel Jeoloji Çalışmaları

Aladağ Ofiyoliti'nin genel jeolojisi ve bölgesel jeoloji içindeki konumu Blumenthal (1941, 1946 ve 1947 ve 1952) ve Brinkmann (1981)'da verilmiştir. Bu çalışmaların tümü Aladağ'ın yakın çevresi ve bölgenin çok genel anlamda jeolojisini yansıtan ilk çalışmalardır.

Aladağlar'ın Toros Kuşağı içindeki yeri ile ilgili ilk sınıflamalar daha çok orografik temellere dayalı olarak yapılmış ve Ecemiş Vadisi ile belirlenmiş

çöküntünün batısı Kapadokya Zonu, doğusu ise Kilikya Zonu olarak adlanmıştır (Schaffer, 1930; Frech, 1916; Blumenthal, 1941; 1952).

Blumenthal'in (1952) yayını; Aladağ'ın morfolojik, stratigrafik ve yapısal özelliklerini bir bütün olarak ele alan ve içeriği açısından orijinalliğini günümüze kadar korumuş ilk çalışmadır. Bu çalışmada, Üst Devon-Orta Kretase zaman aralığını kapsayan karbonat çökellerinin ve ofiyolitlerinin yaygın olduğu naplı bir yapının varlığı genel çizgileriyle ortaya koyulmuştur.

Heissleintner (1955), Pozantı-Karsantı bölgesindeki kromit yataklarını incelemiştir. Bu incelemeler genelde kromit ocak ve mostralarına yapılan kısa teknik geziler şeklinde olmuş, yapılan gözlemler ile genel sonuçlar çıkarılmaya çalışılmıştır. Yazara göre kromitin içerisinde bulunduğu masifin yaşının Paleozoyik olarak belirlemiştir.

Metz (1959) çalışmalarında Aladağlar'da Megalondontlu Triyas'ın varlığını kanıtlamış ve Ecemiş Fayı'nın önemini ve niteliğini ortaya koymuştur.

Borchert (1959) bölgenin 1/50.000 ölçekli jeoloji haritasını yayınlamıştır.

Borchert (1961), Bölgedeki kromit yatakları hakkında genel jeolojik incelemeler yapmıştır. Bölgedeki masifin bugünkü konumlarına intrüzyonla yerleştiğini ve masifin yaşını Üst Kretase-Eosen olduğunu kabul etmiştir.

Masifin G'inde Karsantı çevresinde kalınlığı 1500 m'ye varan kırıntılı kayaçların yoğun olduğu bölge Schmidt (1961) tarafından Karsantı Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Abdüsselamoğlu (1962), Doğu Toroslar'da Mesozoik Formasyonları'nın stratigrafisi üzerine çalışmış ve ofiyolitler için önceki görüşlere katılmıştır.

Akın ve Ark. (1974), Çanakpınarı, Kızılyüksek, Dorucalı Ocaklarını ve Akinekdağ Dağ içerisine alan 40 km2'lik bir alanda kromit cevherleşmesi ile ilgili ekonomik amaçlı ve ayrıntılı harita alımı yapmışlardır.

Ricou ve ark., (1975) Toroslar'da tektonik pencereler biçiminde yüzeyleyen kireçtaşı ekseninin (Torosların Kireçtaşı Ekseni) Arap-Afrika Levhası'nın bir parçası olduğunu ve bunların tüm kuşak boyunca birer allokton nap örtüsü oluşturan metamorfitlerin ve ofiyolitlerin altından tektonik pencereler biçiminde yüzeylediğini belirterek, Aladağlar Kireçtaşı Ekseni'nin, Pozantı-Faraşa-Pınarbaşı arasında yaygın

olan ofiyolitlerin altından pencere biçiminde yüzeyleyen bir parçası olduğunu ifade etmiştir.

Özgül (1976), Aladağları, orografik olarak Doğu Toroslar'a katmış ve bölgede birbiriyle tektonik dokanaklı, tüm Toros Kuşağı'nda yayılım gösteren dört farklı birliğin varlığından söz etmiştir.

Çabuk ve Ark. (1977), Çanakpınarı, Kızılyüksek, Kavasak, Dorucalı Ocakları ve çevresindeki kromit cevherlerinin ekonomikliliğini incelemişler ve cevherleşmenin rezerv hesaplama çalışmasını yapmışlardır. Masif içerisinde bulunan kayaçları kökenlerine göre, magmasal tabakalı kayaçlar (kümülatlar) ve tektonitler olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Kümalatlar ve tektonitler arasındaki dokanağın faylı oldu_unu ileri sürmüşlerdir. Kromit yataklarının, dunitik zonlarla bağlı olarak geliştiğini gözlemişlerdir. Ayrıca bölgenin 1/10 000 ölçekli jeoloji haritasını yapmışlardır.

Bingöl (1978), Pozantı-Karsantı Ofiyolitinin doğu kesiminde 300 km2 ‘lik bir alanın ayrıntılı jeoloji haritasını yaparak, masifin bu kesiminin petrografik ve mineralojik incelemesini yapmıştır. Yazara göre, çalı_ma alanı Pozantı-Karsantı Ofiyolitinin tamamında olduğu gibi iki gruba ayrılmıştır. Birincisi, primer birlik; litosferin büyüme zonunda meydana gelmiş olup, tektonit kümülat ve bunların tabanında tektonik mercek ve kamalar şeklinde bulunan volkona-sedimanlardan meydana gelmi_ ve normal bir ofiyolitin içerisinde bulunan dayk komplekse rastlanmamıştır. ikincisi ise, ofiyolitik birliğin okyanus periyodu esnasında meydana gelen kayaçlar olarak ise; metamorfitler ve diyabaz dayklarından oluştuğunu belirtmiştir.

Çakır (1978), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin, Bingöl’e ait çalışma alanın kuzeyini oluşturan bölgede ayrıntılı petrografik ve mineralojik incelemesini yapmıştır. Ayrıca bölgedeki kromit ocaklarının ayrıntılı jeolojik çalışmasını yapmıştır.

Yetiş (1978 a), Yaptığı doktora tezinde, Ecemiş Kuşağının içerisindeki birimlerin stratigrafisini ve Ecemiş Fayının özelliklerini ara_tırmıştır. Bölgedeki en yaşlı birimin Alt Paleozoyik yaşlı Niğde Metamorfitleri olduğunu belirtmiştir. Niğde

Metamorfitleri üzerinde Orta Paleosen-Alt Eosen yaşlı Ulukışla grubunun bulunduğunu ve Çamardı formasyonu, Karadağ Spiliti ve Mavraş Kireçtaşı üyesini ayırtlamıştır. Fay Kuşağının Doğu Blokun da Permiyen-Erken Triyas yaşlı Maden kireçtaşı'nın temeli oluşturduğunu belirlemiştir. Üst Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık Kireçtaşı üzerine Kampaniyen sonrası Üst Mestrihyen öncesi Mazmılı Ofiyolitinin bindirmeli olarak bulunduğunu saptamıştır. Ecemiş Fayı boyunca Lütesiyen yaşlı Kaleboynu Formasyonu, Oligosen yaşlı Çukurbağ ve Miyosen yaşlı Burç Formasyonu yer aldığını ve Kuvaterner'de ise taraçaların oluştuğunu belirlemiştir.

Tekeli (1980), Aladağ'ların yapısal evrimi ile yaptığı çalışmada, bölgeyi yapısal evrim olarak üç farklı dönemin etkin olduğunu, bu dönemleri; Üst Triyas-Alt Kretase zaman aralığını kapsayan duraylı kıta kenarı, ikincisi ise Senoniyen'de, kıta kenarının bozulmasını ve ilk ofiyolit yerleşmesini kapsayan dönem de kıta kenarı blok faylanmasına uğrayarak çökmüş ve şelf ortamına ait platform tipi karbonatlar üzerinde gelişen Senoniyen havzasına çökelme yoluyla ilk ofiyolit malzemesi yerleşerek ofiyolitli melanjı oluğturduğunu ve üçüncü dönemde ise Maestrihyen'de gerçekleşen kıta kenarı naplanması ve peridotit napının yerleşmesi olaylarını kapsadığını bildirmektedir.

Çapan (1981), Toros Kuşağı içerisinde bulunan Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriği Ofiyolitlerindeki 100 peridotit, 15 piroksenit, 25 gabro 22 dolerit 19 yastık yapılı bazalt ve 16 amfibolit olmak üzere 197 adet örnekteki majör element analizlerini "ortalamalar farkı testi" (Schaffe testi) ile istatiksel olarak yorumlamıştır. Test sonucu peridotitler için, Marmaris ile Pozantı, Marmaris ile Mersin, Mersin ile Pınarbaşı ve daha ileri derecede Marmaris ile Divriği masifleri arasında % 95 güvenirlik sınırında önemli farklılıklar bulunduğunu savunmuştur.

Tekeli ve ark. (1981), Aladağ Napları'nı yapısal konumları ve istif özellikleri açısından kuzeyden güneye doğru; Yahyalı Napı, Siyah Aladağ Napı, Minaretepeler Napı, Çataloturan Napı, Beyaz Aladağ Napı ve Aladağ Ofiyolit Napı olarak ayırmışlardır. Aladağ Ofiyolit Napı'nın KD'sunda yaptıkları çalışmada, fasiyes, çökelme oluşum ortamı ve stratigrafi özelliklerini gözönünde tutarak birimin; en üstte peridotit napı, ortada metamorfik dilim, altta ise ofiyolitli melanjın yer aldığı

üçlü bir dizi biçiminde olduğunu belirtmekte, bu birimlerin istifsel özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgi vermektedirler. Ayrıca üçlü ofiyolit istifinin Üst Devon-Orta Kretase aralığında oluşmuş otokton kireçtaşı üzerine tektonik olarak yerleştiğini ve ofiyolit yerleşmesinin Senoniyen'de başlayıp, Maestrihtiyen'de allokton ofiyolit naplarının yerleşmesiyle ve kıta kenarının naplanmasıyla tamamlandığını belirtmişlerdir.

Aladağ Ofiyoliti'nin iç yapısına yönelik yapılan çalışmalar kapsamında; Ovalıoğlu (1963) birimin Pozantı Bölümü'nde; ayrıntılı jeolojik ve petrografik incelemelerde bulunarak peridotitleri ilk kez as birimlerine ayırmıştır.

Masifin orta, doğu ve KD'sunda Bingöl (1978), Çakır (1978), Tekeli ark., (1981) ve Çataklı (1983) tarafından yapılan çalışmalarda ofiyolit birimleri 1/25.000 ölçeğinde haritalanmış, iç yapı ayrıntılı şekilde ortaya çıkarılmıştır.

Rahgoshay ve Juteau (1980), Rahgoshay ve ark., (1981) Kızılyüksek düşük tenörlü kromit cevherleşmeleri üzerine yaptıkları yayınlarda ilk kez stratiform tipte krom yataklanmasından bahsetmişlerdir.

Anıl (1986), Pozantı-Karsantı Ofiyoliti içerisindeki bantlı kromit cevherleşmesini incelemiştir. Bölgedeki ofiyolit içerisindeki kayaçların, başlıca tektonit ve kümülatlardan oluştuğunu ve genel uzanımlarının KB-GD olan bir çok izole dolerit-diyabaz daykları ile kesildiğini belirtmiştir. Bölgede görülen kromit bantlarının oluşumunda, magma odası tabanının stabil olmadığını ve magmatik konveksiyon akımlarının aktif olduğunu savunmuştur. Çalışma alanı (Tekneli ve Sarıçoban Dere kromit yatakları) çevresindeki düşük tenörlü ve önemli rezervlere sahip stratiform kromit yataklarıyla ilişkili olduğundan söz etmiştir. İkisinin de aynı dunitik birime ait olduğunu söylemiştir.

Anıl ve Ark. (1987), tarafından yapılan çalışma da Pozantı-Karsantı ofiyolitindeki Gerdibi Grubu içerisindeki kromit yataklarının jeoloji ve metalojenisinin incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki Ofiyolitik serinin etkili deformasyona uğraması sonucunda fazlaca serpantinleşmeden bahsedilmektedir. Çalışma alanı ve çevresinde iki tip kromit yataklarının görüldüğü sonucuna varılmıştır. Bunlardan birincisi olan podiform kromit yataklarındaki

cevherin tenörü, ikinci tip olan stratiform cevher yataklarındakinden yüksek olduğunu belirlemiştir. Podiform cevher yatakları, harzburjitler içerisinde dunitik bantlarla çevrili şekilde, stratiform tipi cevher yatakları ise kümülatlar içerisindeki dunitler içerisinde geliştiklerini belirtmektedir.

Parlak (2000), Pozantı-Karsantı ofiyolitindeki kümülatları kesen izole diyabaz dayklarının ofiyolitik kayaçlarla aynı jeodinamik ortamda (okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde) Geç Kretase sırasında Neotetis okyanusunda Torid-Anatolid platformunun kuzeyinde oluştuğunu belirtmiştir. Kümülat kayaçları kesen daykların subalkalen karakterde olduğunu, kimyasal olarak ada yayı toleyitik bazalt ve bazaltik andezitlere benzerlik gösterdiklerini ifade ederek, iz element içeriklerine göre hazırlanan tektonomagmatik diskriminasyon diyagramlarında daykların, okyanus içi dalma-batma zonu (Suprasubduction) üzerinde oluştuğunu ortaya koymuştur.

Kromit cevherinde yapılan kromit mineral kimyası analizlerinin podiform ve stratiform tip kromitleri ayıran Cr/(Cr+Al)-Mg/(Mg+Fe2+) ikili diyagrama ve Cr-Al-Fe3+ üçgen diyagramına konulması sonucu analiz değerlerinin podiform kromit özelliğinde olduğu ve Cr-Al-Fe3+ üçgen diyagramında Al kromit olduğu görülmüştür (Tümüklü, A.).

Kromit mineral kimyası % oksit analizlerinden MgO-FeO ve Al2O3-Cr2O3 diyagramlarında kromitlerin dalma batma zonu (Supra-Subduction Zone SSZ) ofiyolitleri kromit özelliğinde olduğu görülmüştür (Tümüklü, A.).

Kromit cevheri parlak kesitlerinde birincil nikel-demir-sülfür minerali olan pentlantit (Fe,Ni)9S8) minerali optik olarak tespit edilmiştir (Tümüklü, A.).

2.3.2. Ekonomik Jeolojiye Yönelik Çalışmalar

Pozantı-Karsantı-Mansurlu Ofiyolit Karmaşığı'nda ekonomik amaçlı ilk çalışma Ovalıoğlu (1963) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada krom yatakları önem derecesine göre 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır.

Bu bölgeler;

1. Kavasak-Akinek Grubu (Karsantı Grubu)
2. Çeş-Cehennem-Gerdibi Grubu
3. Fındıklı-Çatalardıç Grubu
4. Koparan-Uzundamar Grubu
5. Mencekdağ-Sofulu Grubu

1974 yılından itibaren MTA tarafından önem derecesine göre grublandırılan cevher yataklarına ilişkin ilk aşamada bölgesel prospeksiyon bazında projeler oluşturularak çalışmalara başlanmıştır.

Akın ve ark., (1977) tarafından, Çanakpınarı-Yüksek ocak-Dorucalı-Kavasak-Dere ocakları ve çevresinde toplam 2.7 km^2'lik alanda 1/2.000 ölçekli jeolojik etütler gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; sahadaki kayaçlar kümülat ve tektonitler olarak iki gruba ayrılmıştır. İnceleme alanındaki tektonit ve kümülat kayaları içinde 140'dan fazla yatak ve yüzeylemenin olduğu ortaya çıkartılmıştır. Boyları birkaç cm'den 200 metreye kadar ulaşan boyuttaki bant ve merceklerden oluşan bu yatakların hem tektonit, hemde kümülat grubu kayaçlar içinde bulunduğu ifade edilmiştir. Yüksek tenörlü kromit yataklarının tektonitler içerisinde büyük dunitik zonlara bağlı olduğu, kümülatlarda ise düşük tenörlü yatakların var olduğu belirtilmiştir. Sahadaki iç yapının KB-GD doğrultulu ve değişik değerlerle GB'ya eğimli olduğu saptanmıştır. Kromitit bant ve merceklerinin de yan kayayla yer yer mekanik ilişkili olmakla birlikte, ilksel konumlarının iç yapıyla uygun olduğu belirlenmiştir. İlk bakışta Çanakpınar Ocağı ile Yüksek Ocak cevherleşmelerinin ilişkili olabileceği akla gelmekle birlikte, yapılan detay etütler sonucunda bunların birbirleriyle ilişkili olmadıkları açığa çıkartılmıştır (Akın ve ark., 1977; Akın 1983). Sahada 1/2.000 ölçekli çalışmanın ışığında ümitli görülen alanlarda daha ileri arama çalışmaları (sondaj, galeri) önerilmiştir.

MTA tarafından 1978-1979 yıllarında, Çanakpınarı-I, II ve III nolu damarların doğrultu ve derinlik devamlarının araştırılması amacıyla, 6 tanesi yüzeyden 4 tanesi yer altından olmak üzere 599,15 m uzunluğunda 10 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Yüksek ocakta ise, 1978 yılında MTA tarafından 3 lokasyondan yapılan toplam 317,30 m sondaj ile zonun derinlik devamlılıkları yoklanmıştır.

1978-1979 yıllarında yapılan sondajlı ve galerili arama çalışmaları sonucunda elde edilen bulgulara dayanılarak bir değerlendirme yapılmış Çanakpınarı ve Yüksek ocaklar için aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır;

Çanakpınarı Ocağı'nda cevher yüzeylemelerin, aynı dunit zonu içinde yer alan ve aralarında 30 ve 200 m bulunan birbirine paralel 3 ana cevherleşme düzeyinde toplandıkları ifade edilmiştir (Akın ve ark., 1977; Akın, 1983).

1- En alttaki (doğuda) 1 Nolu Cevher Zonu*;* Ortalama 2,5 m kalınlıkta, yüzeyde 80 m izlenmesine karşın, yer altında (850 m galerisinde) cevher uzunluğu 200 m kadar devam etmektedir. Bu zon, KD-GB doğrultulu ve 50-55° ile KB'ya eğimli bir fay ile sınırlanmaktadır. Cevherli zon KB-GD doğrultulu ve 45-55° ile GB'ya eğimli olup iç yapı ile uyumludur. Gerek yüzey, gerekse sondajlardan alınan örneklere göre zonun tenörü % 10-55 Cr_2O_3 aralığında değişmektedir.

2- Bir önceki damarın batısında (üstte) bulunan 2 Nolu Cevher Zonu; açılmış yarmalar ve yeraltında yaklaşık 250 m uzunlukta izlenmekte ve kuzeybatı devamında, Çanakpınarı fayı ile sınırlanmaktadır. Bu zonda,1 nolu cevher zonu gibi genel olarak KB-GD doğrultulu ve 35-45° ile GB'ya eğimlidir. Zon kalınlığı, 0,75-6 m arasında değişmekte ve çoğunlukla 2 m dolayında olduğu belirtilmektedir. Ortalama tenör ise % 35-45 Cr_2O_3 dolayındadır.

3- En üstteki 3.Cevher Zonu*;* 2 nolu zonun 200 m batısında, açılmış yarma ve galerilerde kesintili olarak 40 m uzunlukta 1 m kalınlıkta izlenen bantlı-masif (% 35-40 Cr_2O_3) kromitit damarıdır. Gerek yüzeyleme ve yarmalarda yapılmış ölçümlere gerekse, yüzeylemenin topoğrafyadaki izine ve cevher izleyen galerilerin doğrultusuna göre, cevherleşme kabaca KB-GD doğrultulu ve 55° ile GB'ya eğimlidir.

4- Yapılan bu değerlendirmeler ışığında, Çanakpınarı Ocakları'nda 469 000 ton toplam (görünür+muhtemel+mümkün)rezervin varlığı hesaplanmış, bu rezervin yaklaşık 250.000 ton kadarının üretilmiş olabileceği ifade edilmiştir (Akın 1983).

5- Yüksek Ocak'ta, 1970 yılında Pınar Madencilik Şirketi tarafından açılan yarmalar ve yüzeylemelerden başlayarak doğrultusu ve eğim yönünde cevher devamlılığını yoklayan 3 galeri ile yaklaşık 20 000 ton kadar konsantre edilebilir

nitelikte cevher üretilmiştir. Cevherleşmenin doğrultu ve derinlik devamını aramak amacıyla 1978 yılında MTA tarafından yüzey sondajları yapılmıştır. 3 lokasyondan yapılan toplam 317,30 m sondaj ile zonun derinlik devamlılıkları yoklanmış ve % 11,97-28,73 Cr_2O_3 tenörlü, farklı kalınlıklarda birbirine paralel cevher düzeyleri kesilmiştir. Akın (1983) tarafından 96.600 tonu görünür, 108.000 tonu muhtemel, 67.500 tonu mümkün sınıfta olmak üzere ortalama tenörü, % 18-22 Cr_2O_3 olan toplam 272.100 ton rezerv hesaplanmıştır. Daha sonraki yıllarda bu rezervin ne kadarının üretildiği bilinmemektedir.

Anıl, 1990 yılında yapmış olduğu çalışmasında, Pozantı-Kasantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitindeki çoğu alpin (podiform) kromit yataklanmalarında başlıca dört tip cevhere rastlanıldığı belirtmiştir. Bunlar; kristal dokanakları çok defa çıplak gözle belli olmayacak derecede birbirine girmiş, geçirdiği tektonizma sebebiyle aşırı derece deforme olmuş ve bazen yatağın genel uzanım yönü veya içinde bulunduğu harzburjitik yada dunitik tektonitlerin foliasyon yönüyle uyumlu olarak uzama, çekilme (pulp-apparat) belirtileri gösteren kompakt masif kromititler, az çok deforme olmakla beraber birincil konumlarını büyük ölçüde koruyan nodüler kromitler, %70-80 oranında serpantinleşme gösteren dunitik bir gang çok defa düzensiz, fakat bazende lineasyon uyumlu saçınımlar şeklindeki disemiene kromitler ve Pozantı-Karsantı bölgesinde Sarıçobandere, Tekneli, Atlama ocakları ile Kızıldağ ofiyolitinde Türkoğlu dolaylarındaki Akyüz ocaklarında görülen bantlı kromitlerdir.

Anıl, 1992 yılında yapmış olduğu çalışmasında, Pozantı-Karsantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolit masiflerinde yaygın olarak gözlenen kromit cevherleşmelerinde cevher minerali olarak yalnızca kromit görülmektedir. Ofiyolitik kuşaklarında yalnızca kromit cevherleşmesinin yanı sıra özellikle PGM'lerinin bulunup bulunmadığı uzunca bir süredir araştırılmasına rağmen stratiform kuşaklarda olduğu gibi zengin bir platin varlığı bulunamamıştır.

Anıl, 2008'de yapmış olduğu çalışmasında, Pozantı-Karsantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerinde görülen kompakt-masif, nodüler ve saçınımlı-bantlı kromitler hemen her ruhsat sahasında görülen cevher tipleridir. Bazen ezilme zonlarında %52 Cr_2O_3 tenörüne kadar çıkabilen cevherin ortalama tenörü

%35-44 Cr_2O_3 arasındadır. Saçınımlı ve bantlı cevher tiplerinde bu oran %24'ün altına kadar düşmektedir. Düşük tenörlü kromitlerin konsantre tesislerinde zenginleştirilerek %48 Cr_2O_3'lük standart tenöre yükseltilmesinden sonra ihracatının mümkün olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Uygun üretim yöntemi seçimi birçok parametre göz önüne alınarak yapılmaktadır (Cummins, 1973; Hustrulid, 1982). Bu parametrelerden başlıcalar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Cevher geometrisi ve şekli (kalınlık, uzanım, eğim, derinlik vb.)
- Rezerv miktarı
- Tenor ve tenor dağılımı
- Cevher-yantaş kontak durumu
- Jeolojik ve tektonik yapı
- Cevher ve yan kayaçların sağlamlık durumu
- Su durumu
- Yeryüzü koşulları
- Ekonomik koşular
- Diğer

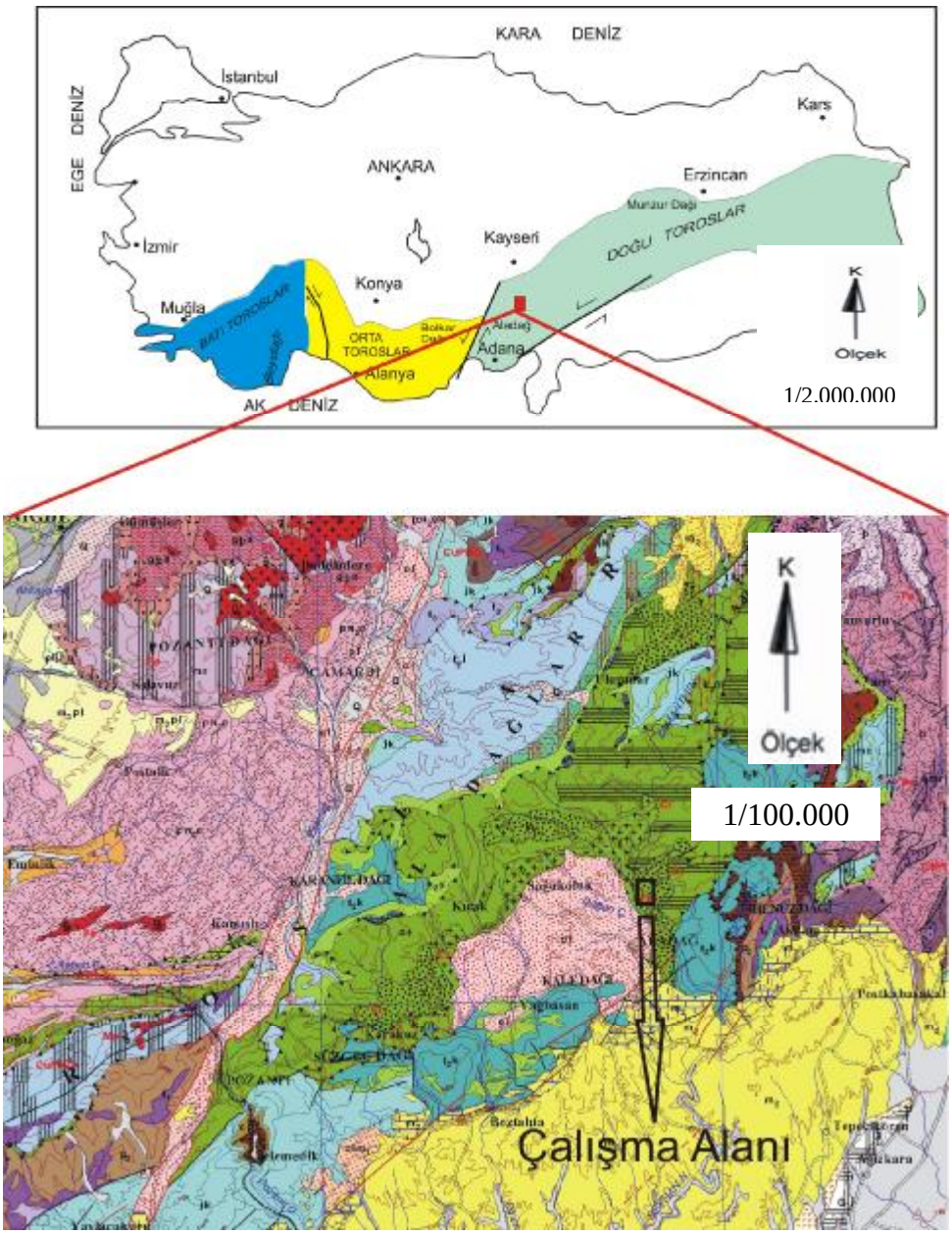
İncelemeler ve cevher modeli ile ilgili bilgiler göz önüne alınarak yapılacak ön değerlendirme sonucunda yeraltı ve açık işletme olarak değişik üretim yöntemleri incelemeye alınması gerektiği belirtilmişitir.

Ancak burada önemli olan teknolojik gelişmeleri takip edebilmek ve bunlardan faydalanabilmektir. Bu teknolojik gelişmelerin başında madencilikte maliyeti ve diğer tüm riskleri minimize edecek yöntemlerin kullanılabilmesidir. Bunların başında da bilgisayar ortamında sondajlar yardımıyla 3 boyutlu modelleme gelmektedir.

Adana İli, Aladağ İlçesi Darılık Köyü sınırları içinde bulunan Kızılyüksek mevkii'deki krom yataklarının araştırılması ve incelenmesinde 3 boyutlu modelleme (Micromine modelleme programı) kullanılmıştır.

Yataardıç-Kızılyüksek krom sahası Akdeniz bölgesinde Adana İli Aladağ İlçesine bağlı Darılık Köyü sınırları içerisindedir (Şekil 3.1). Çalışma alanı, Adana İli

Aladağ İlçesi'nin (Karsantı) kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 3.1). Yöredeki yerleşim yerleri, küçük köy ve mahallelerden oluşur. İnceleme alanında ise yerleşim yeri yoktur. En yakın yerleşim merkezleri sahanın doğusundaki Darılık Köyü ile güneyindeki Aladağ ilçesidir. Ayrıca, sahanın güneyinde Pınar Madencilik Şirketi'nin konsantre tesisleri ve lojmanları bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Çalışama Alanı Yer Bulduru Haritası

Genel olarak dağlık ve engebeli bir yüzey şekline sahip olup, çalışma alanı içerisindeki en alçak alan (Çanakpınar cevher yatağının GD'su, 800 m) ve en yüksek (Kızılyüksek-1 Ocağı'nın batısı 1450 m) kısımlar arasındaki yükselti farkı yaklaşık 650 m dir. Yöredeki en önemli yükseltiler; Akinekdağ (2009,8 m), Yataardıç Sırtı (1450 m), Kızılyüksek Tepe (1329 m), Çanakpınar Tepe (859 m), İneköldüğü Tepe (999 m), Dorucalı Tepe (1184 m) olarak sayılabilir.

İnceleme alanı sık çam-ardıç ağaçlarıyla kaplıdır. Orman altı bitki örtüsü pek gelişmemiştir. Yöre, ılıman Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçiş gösteren bir iklime sahiptir. Yazlar sıcak, sonbahar ve ilkbahar yağışlı, kış mevsimi ise sert ve soğuk olup, yoğun kar yağışı görülmektedir. Kışın yağışlar nedeniyle yüksek yerlerdeki işletme, çalışmalarını 4-5 ay kadar tatil etmektedir.

Yöre halkı genellikle, Pınar Madencilik ve Turizm AŞ ile POS Orman İşletmesi'ne bağlı bölge şefliklerinde çeşitli işlerde çalışarak, bir kısmı ise, krom-demir gibi cevherler ile orman ürünleri nakliyesini yaparak geçimlerini sağlamaktadırlar. Geri kalan kısmı ise, küçük çapta tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. Madencilik için yetişmiş ve deneyimli işçi bulmak bu yöre için sorun değildir.

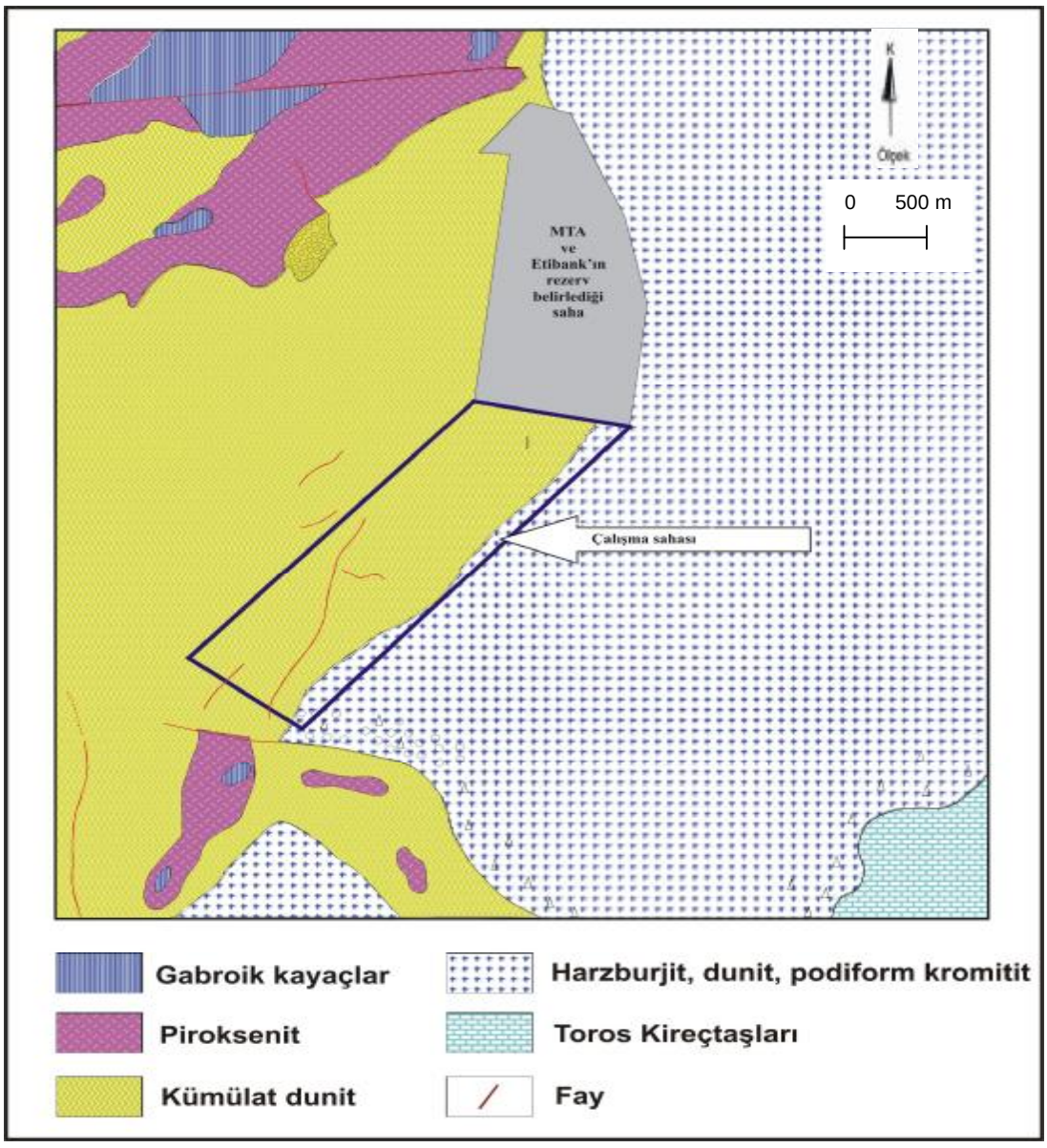
İnceleme alanı içerisinde kuru dereler bulunmasına rağmen, sahanın doğusunda ve sahayı kuzey-güney yönünde kat eden Kızılyüksek Deresi yörenin önemli akarsularındandır. Sondaj çalışmaları sırasında su temini bu akarsudan sağlanmaktadır. Ayrıca, sahanın batı ve güneyinde bulunan Abdullah Deresi ile Doğan Çayı yörenin büyük akarsularındandır.

3.1.1. İşletme Sahası ve İşletme Hakkında Bilgiler

Adana ili, Aladağ (Karsantı) ilçesi, Darılık köyü sınırları içindeki İR 6900 nolu ruhsat sahası, MTA tarafından ortalama % 5.37 Cr_2O_3 tenörde yaklaşık 198 milyon ton rezerv saptanan, Yataardıç-Kızılyüksek krom sahasının güneyden

mücaviridir. Söz konusu sahadaki düşük tenörlü cevherleşme zonunun güney devamı, Pınar Madencilik ve Turizm AŞ'ne ait sahada yüzeylemektedir (Şekil 3.2).

1970'li yıllardan itibaren nispeten yüksek tenörlü (%12-15 Cr_2O_3) zonlardan açık işletmeyle yılda 100 bin ton kadar cevher üretilmektedir. Üretilen cevherler, sahada kurulu tesiste işlenerek 9-11 bin ton dolayında % 48 Cr_2O_3 tenörlü konsantre cevher elde edilmektedir. İşletmeye alınan zonlar ve üretim miktarları, talep miktarlarına göre ayarlanmaktadır.



Şekil 3.2. Kızılyüksek Krom Cevherleşmesi ve Çevresinin Jeoloji Haritası

3.1.2. Sahanın Jeolojisi

3.1.2.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanının yer aldığı birim, Blumenthal (1952) tarafından "Pozantı-Faraşa Ofiyolitleri" olarak adlandırılmış, köy isimlerinin değişmesi göz önüne alınarak tarafından "Aladağ Ofiyolitleri" olarak değiştirilmiştir.

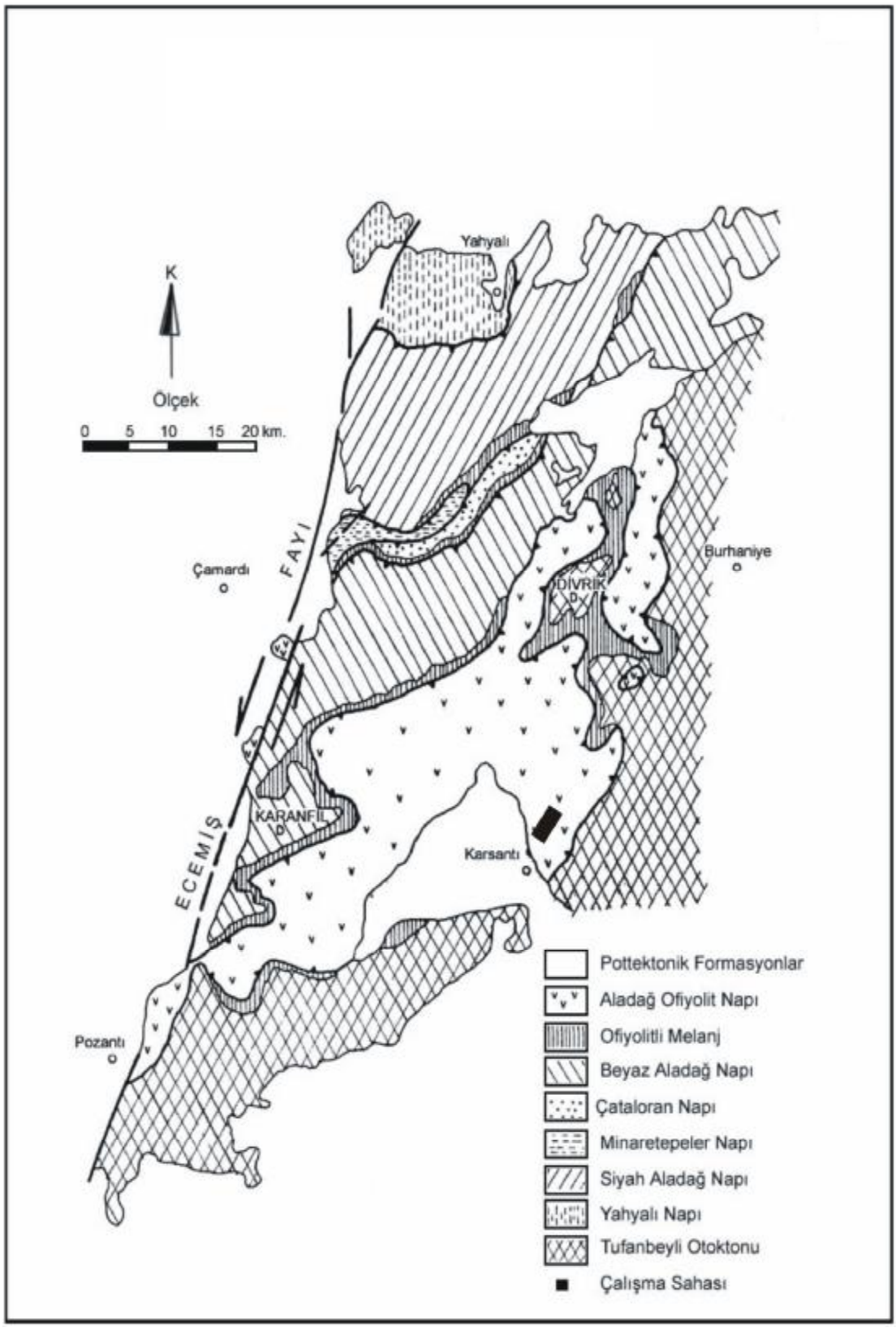
Yaklaşık KD-GB doğrultusunda 1600 km^2'lik alanda yüzeyleyen Aladağ Ofiyolitleri ve çevresinde yapılan ayrıntılı çalışmalar sonucu, ilksel ortamlarına göre konumları farklı tektono-stratigrafik birimler ayırt edilmiştir. Bunlar allokton, paraotokton ve otokton olmak üzere üç gruba ayrılır (Tekeli ark., 1981).

En üst tektonik katı oluşturan allokton birimler; metamorfik dilim ve peridotit napı (Çakır, 1978; Bingöl, 1978; Çataklı 1983; Çapan, 1980; Blumenthal, 1952; Tekeli, 1980; Tekeli ve Erler, 1980; Tekeli ark. 1981), diğerleri ise Toroslar'ın Otokton İstifleri'ne (Ricou ark., 1975; Özgül, 1976) büyük bir benzerlik gösterdiklerinden paraotokton konumludurlar. Bölgenin otoktonunu Aladağlar'ın hemen doğusunda Mansurlu-Tufanbeyli arasında yayılım gösteren Kambriyen'den Eosen'e kadar uzanan istifler (Özgül ve ark., 1973) oluşturmaktadır (Şekil 3.3).

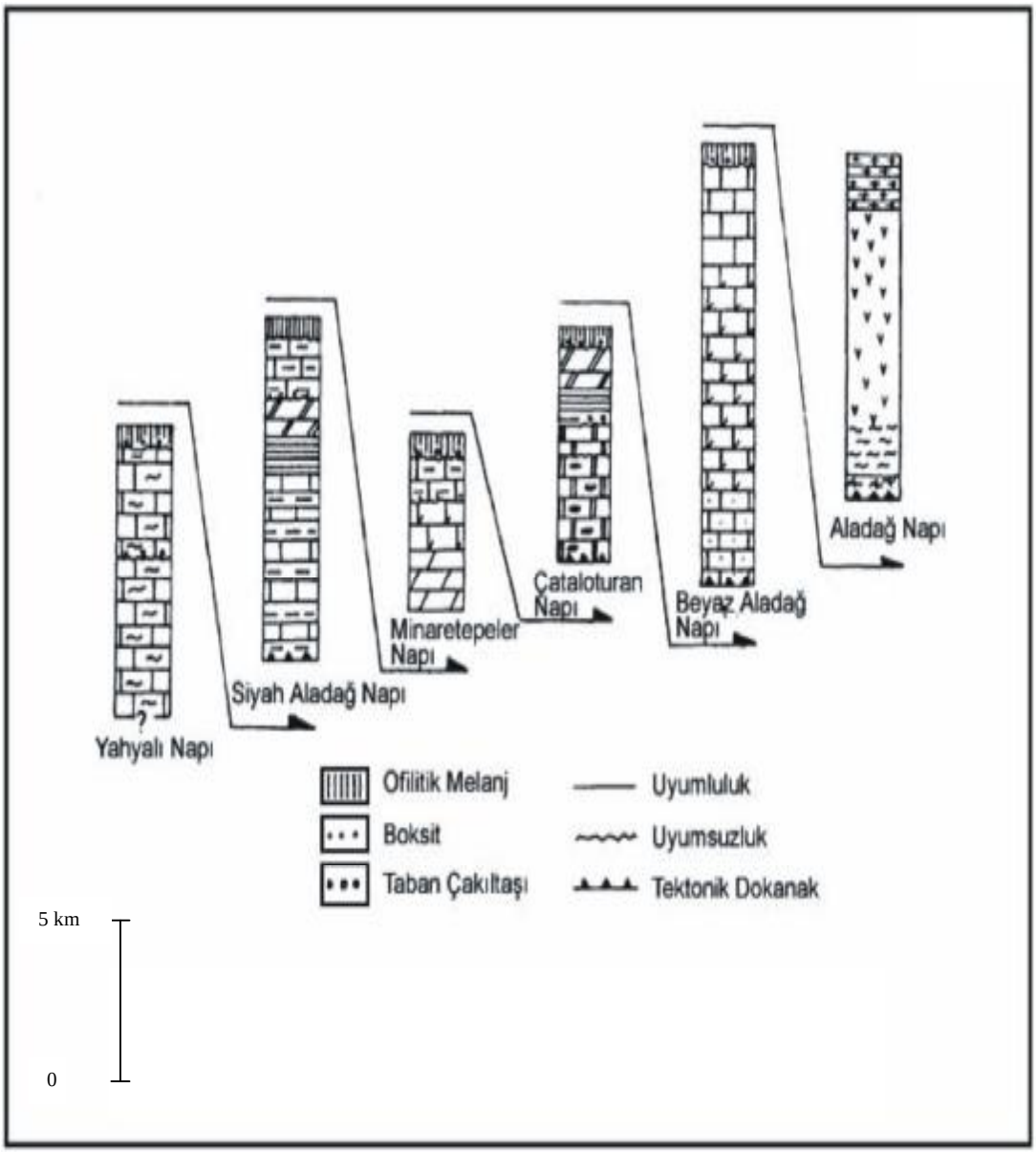
Üst Devoniyen-Orta Kretase zaman aralığını kapsayan karbonat çökellerinin ve ofiyolitlerin yaygın olduğu Aladağlar'da naplı bir yapının varlığı ilk defa Blumenthal (1952) ve Metz (1956) tarafından genel çizgileriyle ortaya konmuştur.

Aladağ Napları yapısal konumları açısından birbirinden ayırt edilebildikleri gibi, tümünde karbonat kayaları egemen olmakla birlikte bazı önemli istif özellikleri açısından da birbirlerinden az veya çok farklı nitelikler taşırlar.

Otokton Tufanbeyli İstifi dışında bölgedeki paraotokton istifler ve Aladağ Ofiyoliti, Tekeli ve ark., (1981)'e göre kaya türü bileşenleri, yapısal nitelikleri ve konumları açısından alttan üste (kuzeyden güneye) doğru Paraotokton birimler, Aladağ Ofiyolit Dizisi, Posttektonik Birimler gibi ana birimlerden oluşmaktadır (Şekil 3.4-3.6).



Şekil 3.3. İnceleme Alanının Yeri ve Genel Jeolojik Konumu (Tekeli ve ark., 1984)



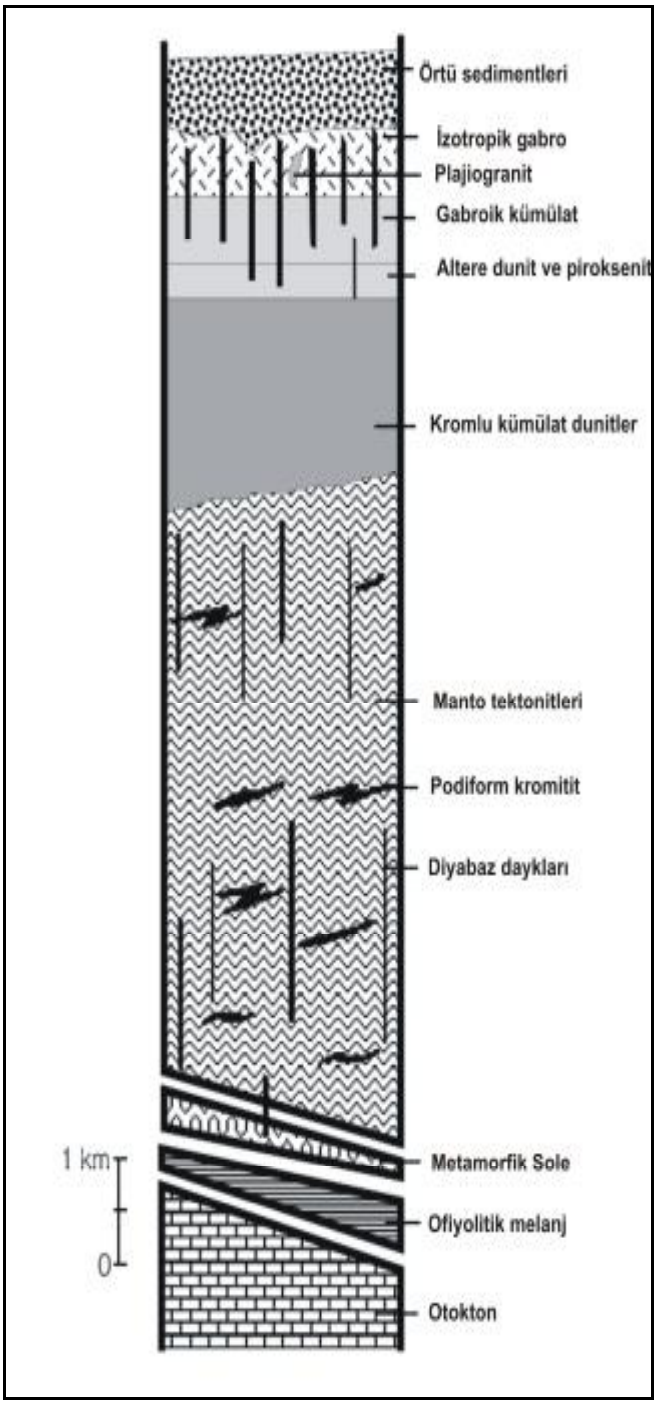
Şekil 3.4. Ana Yapısal Birimlerin Stratigrafisi ve Bağıl Konumları (Tekeli ve ark., 1984)

3.1.2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

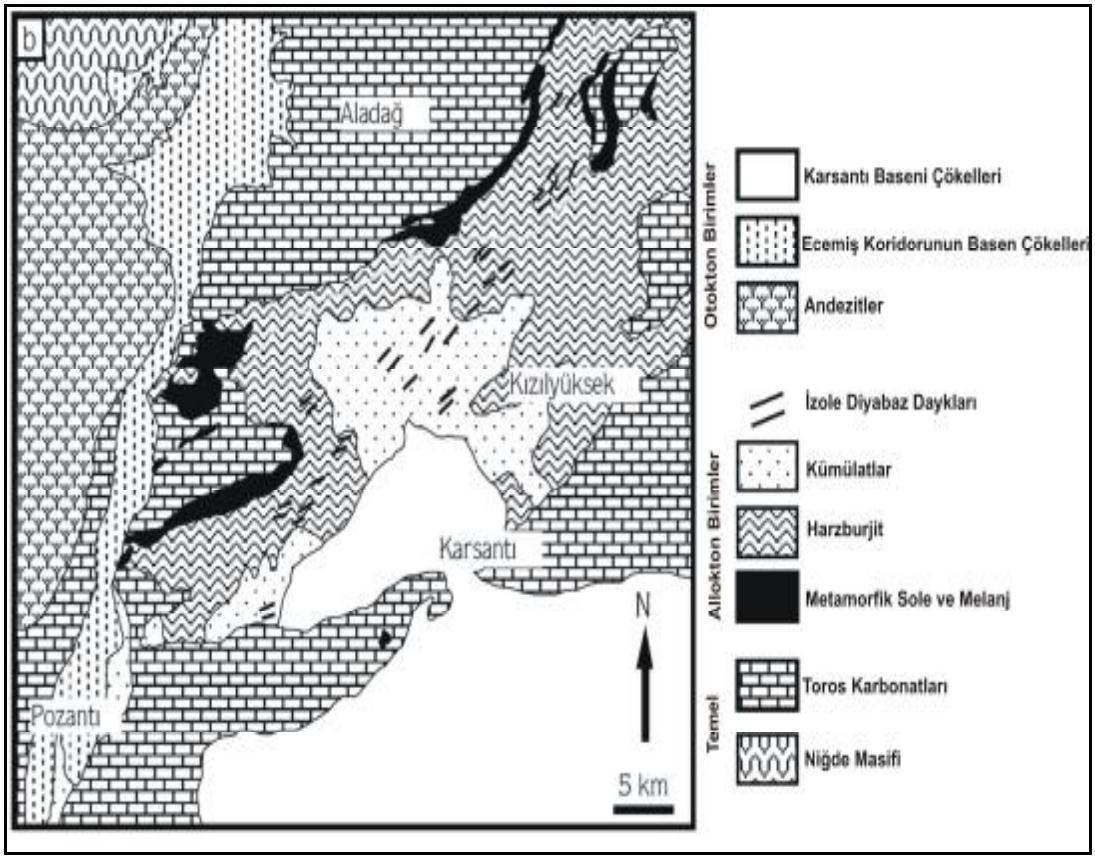
3.1.2.2.1. Kaya Türleri ve Aralarındaki İlişkiler

Detay etüt sahasında tektonit dokulu harzburjitler ve onların üzerine gelen kümülat dunitler ana kaya birimleridir. İnce bantlı-saçınımlı cevherleşmeler, kümülat dunitlerin tabanında yer almaktadır. Cevherleşme zonlarının, dunit-harzburjit sınırına

paralel dar bir kuşak boyunca görülmekle birlikte, dunit-harzburjit sınırını keser biçimde uzanım göstermeleri dikkati çekmektedir. Çalışma sahasının alansal olarak % 80'den fazlasını kümülat dunitler oluşturmaktadır.



Şekil 3.5. Aladağ Ofiyolit İstifinin Genelleştirilmiş Kolon Kesiti (Tekeli ve ark., 1981, Çakır, 1978; Bingöl, 1978; Çapan, 1980; Çataklı, 1983)



Şekil 3.6. Pozantı-Karsantı Ofiyoliti'nin Jeoloji Haritası (Bingöl, 1978)

İnceleme alanının güneyinde, Yüksek ocağın alt kotlarından itibaren Çanakpınarı ocaklarına doğru kümülat dunitler içerisinde magmatik bant ve mercekler şeklinde verlit ve klinopiroksenitler yaygın olarak gözlenmektedir.

Klinopiroksenitler, bazen birkaç on metre uzunluğunda damarlar şeklinde dunitler içerisinde izlenmekle birlikte, 1/1000 ölçeğinde haritalanabilir genişlikte yüzeylemediklerinden haritada gösterilememiştir.

3.1.2.2.2. Yapısal Jeoloji

Bu başlık altında, çalışma sahasının ilksel yapısal özellikleri ile sonradan kazanılmış ikincil yapısal özellikleri (faylar) ayrı ayrı incelenecektir.

İç Yapı Özellikleri: Çalışma sahasında iç yapıyı ortaya çıkartmak için, kaya birimleri ilksel sınırlarından (dunit-verlit), kromit ya da piroksen kristallerinin oluşturduğu (milimetrik kalınlıklar dahil) seviyelerden doğrultu-eğim ölçüleri

mümkün olabilen en hassas ve sahanın o kesimini temsil edebilecek şekilde alınmıştır. Arazide kümülat dunitlerin iç yapısını ortaya çıkarmak amacıyla, cevherleşmelerin duruşlarını temsil eden 600'den fazla iç yapı ölçüsü alınmış olup, bu ölçülerin büyük bir kısmı (% 80-90 kadarı) kromitit bantlarına aittir.

Saha genelinde hakim iç yapı KB-GD doğrultulu ve GB'ya 40-60 derecelerle eğimlidir. Alınan ölçülerin % 80'ninde, eğim yönünün K220-K240 dereceleri arasında dağılım gösterdiği ve eğim derecelerinin de 40°-60° arasında yoğunluk kazandığı görülmektedir.

Genel olarak haritanın bütününe bakıldığında, çeşitli kırıklara bağlı yerel dönmeler veya kromitit bantlanmalarının oluşturduğu küçük boyutlardaki kıvrımlanmalar (dalgalanma) dışında, oldukça düzenli bir iç yapıya sahip oldukları belirtilebilir. Kuzeyde Büyük ocaktan itibaren, güneyde Çanakpınarı ocaklarına kadar değişik kalınlıklardaki cevher bantları KB-GD doğrultulu ve GB'ya ortalama 50-55 dereceyle eğimli bir duruşa sahiptir. Dunit-klinopiroksenit-verlit ardalanmasının gözlendiği Çanakpınarı ocaklarının kuzey ve batı kesimlerinden alınan magmatik katmanlanma ve bantlanma ölçüleri, kromititlerden alınan bant ölçüleriyle uygunluk göstermektedir. Kızılyüksek-2 Yarması'nın BGB'sından itibaren Yüksek Ocağa kadar görülen cevher bantlarında ise, bu düzenli iç yapıdan farklı duruşlar sergilemektedir. Eğim derecelerinin düşmesi ve eğim yönlerinde kısa mesafelerde çok farklılıklar göstermesi, cevherli zonların yerel olarak dalgalanmalar şeklinde kıvrımlandığı yaklaşımıyla açıklanmıştır. Yüksek Ocak ve yakın civarında da cevherli zonların uzanımları D-B, eğimleri 5-10 dereceyle K-KB'ya doğrudur. Yüksek Ocak'tan daha güneye ve batıya doğru gidildikçe nadir olarak görülen cevher bantları hakim iç yapıyla paralellik göstermektedir.

Bir önceki bölümde bahsedildiği üzere, cevherleşme zonlarının, dunit-harzburjit sınırına paralel kanal dolgusunu andırır şekilde dar bir kuşak boyunca görülmesi ve kümülatlardaki içyapının dunit-harzburjit sınırını verevine keser biçimde olması, ayrı bir araştırma konusudur.

İnceleme alanında yüzeyleyen tektonitlerdeki içyapı, kümülatlarda gözlenen içyapıyla aşağı yukarı paralellik sunmaktadır. Özellikle, Çanakpınarı ocaklarının doğusunda yüzeyleyen harzburjitler içindeki dunit düzeylerinden alınan ilksel sınır

ölçüleri, dunit zonları içerisinde bulunan kromitit bant ve merceklerinin duruşları, harzburjitler içerisinde olivin-piroksen minerallerinin oranlarındaki değişimlerle beliren bileşimsel katmanlanmalardan alınan ölçüler, iç yapının KB-GD doğrultulu ve GB'ya 25-35 derecelerle eğimli olduğunu göstermektedir.

Tektonik Yapı Özellikleri: Aladağ Ofiyoliti, gerek kıta üzerine yerleşim sırasında, gerekse sonraki dönemlerde etkin tektonizma sonucu oldukça kırıklanmış ve faylanmıştır. Detay etüt sahasında da çok sayıda kırık tespit edilmiş ve bunlardan önemli olanları ölçeğinin elverdiği ölçüde haritaya işlenmiştir. Arazideki faylar, aşırı serpantinleşme, ezilme ve breşleşme ile topografyada oluşturdukları belirgin çizgisellikler nedeniyle kolayca tanınabilmektedirler.

İnceleme alanının doğu sınırını oluşturan kümülat-tektonit dokanak ilişkisi önceki çalışmacılar tarafından diskordans olarak tanımlanmıştır (Bingöl, 1978, Akın, 1983). Sahada, KD-GB uzanımlı kümülat dunit-harzburjit sınırının Kızılyüksek-1 (Büyük Ocak) açık işletmesinin doğusundan itibaren güneye doğru, Kızılyüksek Dere'nin batı yamacı boyunca izlenen dokanağın tektonik olduğu yönünde saha verileri (breşik, ezik zonlar, serpantinleşme) yeterli değildir. Söz konusu dokanağın, konturları düşük açıyla keserek bazı kesimlerde de konturlara paralel olarak devam etmesi, harzburjitlerin yaklaşık 20-25 dereceyle dunitlerin altına doğru eğimli (KKB'ya doğru) olduklarını göstermektedir. Ancak, Kızılyüksek-2 Yarması'nın kuzeyindeki dere içerisinden itibaren daha güneye doğru, dokanak boyunca breşik ezik zonların görülmesi tektonik dokanak ilişkisini akla getirmektedir. Kızılyüksek-2 Yarması'nın doğu ve KD'sundaki breşik-milonitik zonlardan 341/27, 350/25 yapraklanma ölçüleri alınmıştır. Bu konuda, şüpheleri ortadan kaldırmak anlamında, kümülat-tektonit sınırının özellikle kuzeye doğru çalışma alanının dışında da takip edilerek izlenmesinde yarar vardır. Sahanın güneyine doğru, kümülat-tektonit sınırı ofiyolitin yerleşimi sırasında veya sonraki dönemlerde gelişmiş yüksek açılı faylara dönüşmüştür.

Sahada cevherleşmeleri etkileyen en önemli tektonik hat, Çanakpınarı ocaklarının kuzeyinden geçen, DKD-BGB uzanımlı, kuzeye 70-75 dereceyle eğimli faydır. Bu fay, önceki çalışmalarda Çanakpınarı Fayı olarak adlandırılmış olup, 850 m ve 867 m galerilerinde cevherli zonun doğrultu devamını sınırlayan kırık hattı

olarak ifade edilmiştir. Galeri aynasında fayın eğim açısının 65-70 derece olduğu, eğim yukarı devamının ise yüzeyde söz konusu faya karşılık geldiği belirtilmiştir (Akın ve ark.,1977). Bu fay, doğuda harzburjitleri de keserek çalışma alanı dışına doğru devam etmektedir. Daha sonraki yıllarda Pınar Madencilik tarafından 740 m, 770 m ve 790 m kotlarından sürülen galerilerle fayın diğer tarafına geçilerek (kuzey blok) üretime devam edilmiştir.

Çanakpınarı ocaklarının doğusunda yer alan harzburjitlerde, KB-GD ve D-B uzanımlı fayların egemen olduğu görülmektedir.

Saha genelinde hakim tektonik hatlar, KD-GB ile D-B doğrultusunda uzanım göstermektedirler. Bu fayların büyük bir kısmı yüksek açılarla (60-85) GD'ya eğimlidirler. Daha az sayıdaki bir kısmı ise, KB'ya 45-55 derecelerle eğimlidirler. Bu faylar, cevherli zonları doğrultuda keserek birkaç metre ile birkaç 10 m arasında değişen mesafelerde ötelemişlerdir. Harita örneğine bakılacak olursa, yüksek açılı bu kırıkların oblik atımlı normal faylar oldukları söylenebilir

Diğer bir tektonik yapı elemanı olan eklemler (jointing), ofiyolitin yerleşimi ve sonrası basınç ve gerilme yönlerine bağlı olarak hemen her yönde gelişmiştir. Bu nedenle, farklı duruşlara sahip eklem yada eklem sistemleri, sahada birbirini keser şekilde görülmektedir. Eklem sistemlerinin oluşum sıralanması ve oluşum nedenlerine göre sınıflandırılması, ayrıntılı ve özel amaçlı bir çalışma konusudur.

Pınar Madencilik ve Turizm AŞ' ait İR.6900 ve AR. 20050021 nolu sahaların kuzey sınırında, Kızılyüksek Tepe'nin 1150.m KD'sunda yer alır. Daha kuzeyde bulunan Kızılyüksek-Yataardıç cevherleşmesinin güney devamıdır.

Üretim yapmak amacıyla cevherleşmelerin uzanımı boyunca KB yönünde 2 kademe oluşturularak açılan Kızılyüksek-1 Yarması ve yakın civarında saçılı bantlı tipte, ortlama tenörleri %7-8 ile % 15-20 Cr_2O_3 arasında, mostra genişlikleri 3-5 m den 25-30 metreye kadar değişen cevherli zonlar gözlenmiştir. Pınar Madencilik ve Turizm AŞ' ait İR.6900 ve AR. 20050021 nolu sahaların sınır koordinatları 1/1000 ölçekli jeoloji haritasına döküldüğünde, işletme yarmasının kuzey bölümünün ruhsat dışında kaldığı görülmektedir.

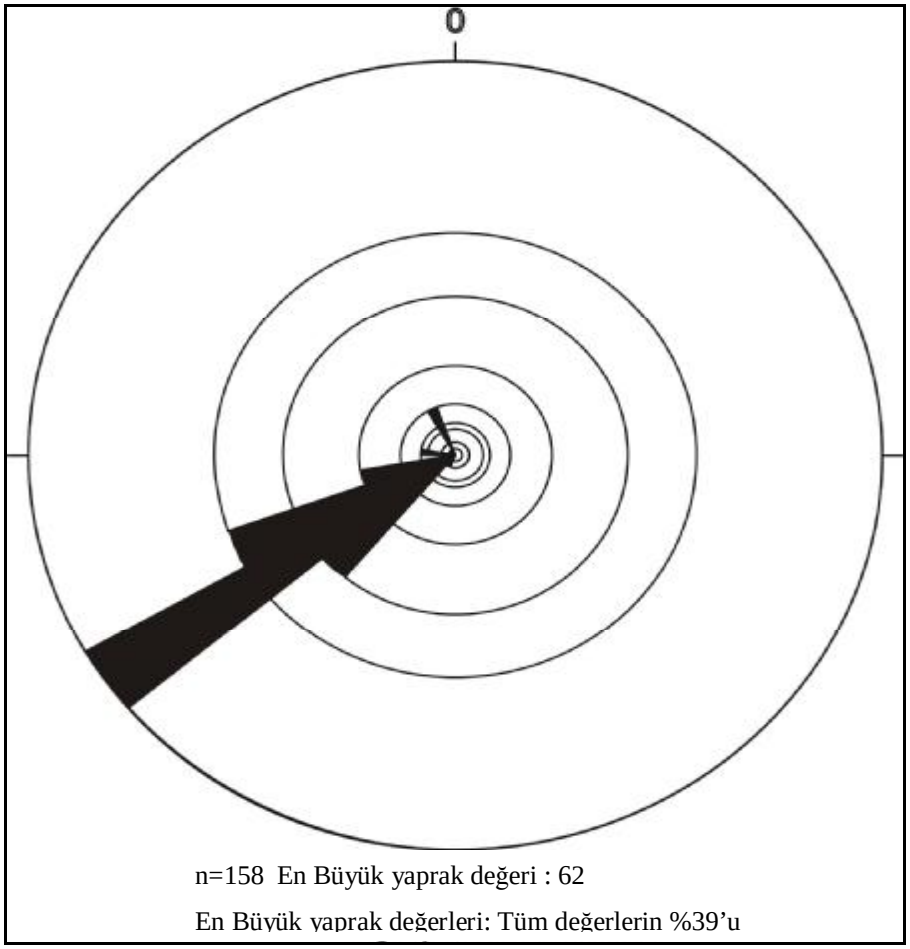
Cevherli zonun mostra genişliği, GD'ya doğru 150 m olmakla birlikte, Pınar Madencilik Şirketi'nin ruhsat sahasında kalan kısmı 80 m civarındadır.

Cevherleşmelerin doğrultu devamlılığı, KB'da yarma dışındaki kısımlarda dahil olmak üzere 300 m takip edilmektedir. Cevherli zonların ruhsat içinde kalan kısmının uzunluğu 100-140 m dir (ocağın GD'sunda yol altındaki yarmada görülen cevherleşmeler dahil). Açık işletme yarmasının KB'daki en üst noktasından GD'da yol altında açılan yarmaya kadar cevherli zonlar izlenmekte olup, bu iki nokta arasındaki kot farkı 95 m dir. Cevher bantlarının ortalama 55° eğimli olduğu göz önüne alınırsa, 110 m görünür eğim devamlılığından bahsedilebilir.

Açık işletme ve civarında ölçülen çok sayıda doğrultu ve eğim değerine göre, kromitit bantlanmaları KB-GD doğrultulu ve ortalama 50-60 derecelerle güneybatıya eğimlidir. Cevherli zonların bu duruşu içyapıyla uyumludur.

Yarma içi ve yakın civarındaki cevher bantlarından alınan (158 adet) ölçülere göre hazırlan gül ve kontur diyagramlarında cevher bantlarının hakim duruşunun 220-240/45-60 olduğu görülmektedir (Şekil 3.7 ve 3.8).

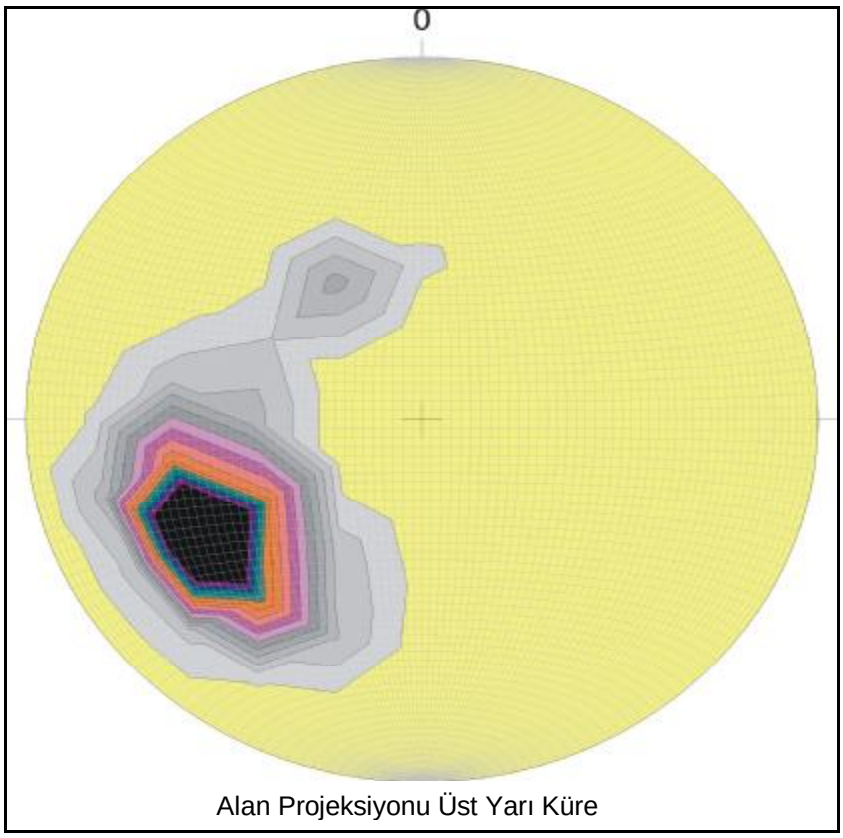
Büyük Ocak açık işletmesi ve civarındaki cevherli zonlar tenör değerlerine göre; % 5-10, %10-15, %15-20 Cr_2O_3 olmak üzere alt tenör gruplarına (arazide gözle zonlara ortalama değerler verilerek) ayrıtlanmıştır. Harita örneğinde görüldüğü üzere; cevherli zonların tenör değerleri doğrultu boyunca farklılıklar göstermektedir. Aynı durum, cevherli zonların derinlik devamları için de geçerlidir. Diğer bir ifadeyle, cevherli zonları oluşturan bantların yoğunlaşmsına (sıklaşmasına veya seyrekleşmesine) bağlı olarak, zonların ortalama tenörleri doğrultu ve eğim önlerinde kısa mesafelerde değişiklikler görülmektedir.



Şekil 3.7. Kızılyüksek-Büyük Ocak ve Yakın Civarındaki Kromitit Bantlanmalarından Alınan 158 Adet Ölçünün Gül Diyagramı

Bu durum, ilk bakışta düşük ve yüksek tenörlü, çeşitli büyüklükte iç içe geçmiş düzensiz mercekler biçiminde bir yataklanma şeklini çağrıştırmaktaysa da, bu karmaşık gibi görünen zonlanma, tamamen zonları oluşturan ince cevher bantlarının devamlılıkları (doğrultu ve eğim yönlerinde) ve sıklıklarıyla (konsantrasyonlarıyla) ilişkilidir.

Pınar Madencilik tarafından Büyük Ocak yarmasında, tenör değişimlerini belirleyerek işletme planı hazırlamak amacıyla iki lokasyondan 28 adet sondaj yapılmıştır. Yarma şevinin taban kotundan şevi karşısına alarak yapılan sondajlar, yönleri K196°-312° ve K210°-334° açı aralıklarını süpürecek şekilde ışınsal olarak, yatay (0°) ve düşük eğimle (20°-25°) gerçekleştirilmiştir. Bu sondajların bir kısmı cevherli zonların doğrultularına paralel olarak ilerlemiş bir kısmı da düşük açılarla kesmiştir.



Şekil 3.8. Kızılyüksek-Büyük Ocak ve Yakın Civarındaki Kromitit Bantlanmalarından Alınan 158 Adet Ölçünün Kontur Diyagramı

Sondajlara ilişkin detaylı bilgiler şirket kayıtlarında bulunmaktadır. Bu sondajlarda, %1-2 Cr_2O_3 içerikli dunit ile tenörleri %5-23 Cr_2O_3 arasında değişen cevher zonları kesilmiştir. Sondajların determinasyonlarını yapan şirketin aramalarından alınan bilgilere göre, yatağın ortalama tenörü % 11-14 Cr_2O_3 arasındadır.

Sondajlara ilişkin loglar değerlendirildiğinde; cevherli zonların doğrultu ve eğim devamlarında, bantların (Şekil 3.9 ve 3.10) sıklaşması veya seyrekleşmelerine bağlı olarak tenör değerleri de birkaç metre aralıklarla değişiklikler göstermektedir.



Şekil 3.9. Eğim ve Doğrultu Devamlarında İncelerek Saçaklanan Kromitit Bantlarından Görünüm



Şekil 3.10. Kıvrımlanmış Kromitit Bantlarından Bir Görünüm

Büyük Ocak açık işletmesinin KB yarma duvarının üst kotlarında ve oluşturulan kademenin tabanında, doğrultuları KD-GB olan ve K-KB'ya 20-25-29 derecelerle eğimli birbirine paralel faylar gözlenmiştir. Söz konusu düşük açılı ters

faylar, cevherli zonları eğim yukarı devamlarında keserek önemsiz miktarlarda ötelemişlerdir. Tektonizmanın oluşturduğu makaslama kuvvetleri etkisiyle, breş zonlarında cevher bantları mekanik olarak zenginleşmiştir. Bahsedilen faylar dışında, bölgenin tektoniğine bağlı olarak gelişmiş çok sayıda birbirlerini kesen kırık sistemleri gözlenmiştir. Ancak, bunların cevherleşmeler üzerinde etkileri yoktur.

Kızılyüksek-1 Yarması'nın (Büyük Ocak) hemen KB'sında ve Büyük Ocak cevherleşmelerinin doğrultu devamı niteliğindeki cevherli zon, P.3, P.4 ve P.5 poligon noktalarının güneyinden başlayarak KB'ya doğru devam ederek inceleme alanı dışına çıkmaktadır (Şekil 3.11). K230-235/50-55 duruşlarıyla iç yapı ve Büyük ocak cevherleşmelerine uygun, ince saçılı bantlı tipte, ortalama tenörü %5-7 Cr_2O_3 arasında değişen cevherli zonun büyük bir kısmı ruhsat sahası dışında kalmakla birlikte, zonun eğim yönündeki uzantısı ruhsat içerisinde kalmaktadır. Bu nedenle, söz konusu cevherli zonların derinlik devamlarını yoklamak, olabilecek kısmen yüksek tenörlü zonları belirlemek amacıyla istikşaf sondajı önerilmiştir. Önerilere ilişkin detaylar, ilgili bölüm içinde anlatılacaktır.



Şekil 3.11. Kızılyüksek-1 (Büyük Ocak) Yarması'nın Genel Görünümü

Akın Ocak Cevher Zuhuru (Batı Zon): Akın ocak, cevher tenörünün yüksek olması nedeniyle, ilk aşamada Pınar Madencilik Şirketi tarafından küçük yarmalar açılarak zonun uzanımı ve genişliği araştırılmıştır. Daha sonra da zonun en

kalın olduğu ve faylar etkisiyle tenörün kısmen zenginleştiği kesimlerden bir miktar üretim yapılmıştır. İnce dissemine-bantlı tipteki cevherli zonunun ortalama tenörü % 14-15 Cr_2O_3 civarındadır (Şekil 3.12). Cevher bantlarının kalınlıkları 1-2 mm ile 1-5 cm, tenörleri ise % 15-35 Cr_2O_3 arasında değişmektedir. Cevher zonu, KB-GD uzanımlı ve GB'ya eğimli duruşuyla iç yapıya uyumludur. Cevher bantlarından 179/39, 195/50, 183/44, 204/42, 205/36, 220/24, 172/22, 135/32, 154/35 ölçüleri alınmıştır. Birbirlerine oldukça yakın ve düşük açıyla kesen fayların etkisiyle, cevher bantlarında sıklıkla dönüklükler gözlenmektedir.



Şekil 3.12. Akın Ocak'ta Fay Zonu İçerisinde Breşik Cevher Parçaları

Kızılyüksek-2 Ocağı Cevher Yüzeylemeleri: Kızılyüksek Tepe'nin (1329 m) 375 m güneydoğusunda Kızılyüksek-Yataardıç yol yarması boyunca ve yol üstünde olmak üzere, KB-GD doğrultulu ve GB'ya eğimli birbirine paralel yüzeylenmiş saçılımlı-bantlı tipteki cevherli zonlar Kızılyüksek-2 Ocağı olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.13 ve Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Kızılyüksek-2 Ocağı'nın Görünümü



Şekil 3.14. Yol Yarmasında Kızılyüksek-2 Cevherli Zonun Görünümü

Kızılyüksek-2 cevherli zonu, KB-GD uzanımlı ve KB'ya 45-50 derecelerle eğimli duruşa sahip, birbirine paralel dissemine tipte, kalınlıkları 1-2 mm, 1-5 cm

arasında, tenörleri de % 15-35 Cr_2O_3 arasında değişen cevher bantlarından oluşmaktadır. Zonun kuzeyinde, 217/37, 214/45, 205/50, 252/55, 231/31, 210/40, 244746, güneye doğru üretim yapılan yarmalarda 244/57, 257/65, 240/455, 210/49, 240/53 bantlanma ölçüleri alınmıştır. Bu ölçü değerleri iç yapı ile tamamen uyumludur.

Cevher bantlarının sıklaşarak oluşturduğu yüksek tenörlü zon, Pınar Madencilik Şirketi tarafından sondaj çalışmalarının yürütüldüğü alt yol yarmasının tabanında gözlenmiştir. Ortalama tenörü % 14-15 Cr_2O_3 civarında olan zonun KB yönündeki doğrultu devamı KD-GB uzanımlı ve KB'ya 40° ile eğimli bir fay tarafından kesilmektedir. Ters atımlı olduğu düşünülen bu fayın üstündeki cevher dilimi örtü altında kalmaktadır. Kuzeydeki sondaj, fayın hemen kenarında ve yüksek tenörlü zonun üstüne oturmuştur. Zonun bu faydan GD'ya doğru 30 m kadar devamlılığı izlenebilmektedir (Şekil 3.13, Şekil 3.14). Zonun gözlenebilen genişliği 4-6 m arasındadır.

Zon içerisinde, Kızılyüksek-2 yarması civarında, ortalama tenörleri yer yer % 8-9 Cr_2O_3 değerlerine ulaşan seviyeler de gözlenmiş olmakla birlikte, % 10-15 Cr_2O_3 'lik gruba girmedikleri için, bu kesimler ayrı bir zonlar olarak haritalanmamıştır. Bunun yanında, Cevherleşme zonunun kuzey ve batı kesimlerinde, bantlar seyrekleşerek yer yer limit değer olan % 5 Cr_2O_3 seviyelerine düşmektedir.

Tüm bu gözlemler ışığında, Kızılyüksek-2 Ocağı olarak adlandırılan tüm cevherleşme zonunun ortalama tenörü % 7-8 Cr_2O_3 aralığında kabul edilebilir. Zonun ortalama değerinin gerçek anlamda bulunması için, zonu oluşturan cevher bantlarını (Şekil 3.15) dik kesecek şekilde, belirli aralıklarda oluk numuneler alınmalı ve analiz sonuçlarına göre değerlendirmeler yapılmalıdır.

Yüksek Ocak cevherleşmelerini aramak ve üretim yapmak amacıyla, birbirlerine 25-30 m uzaklıkta ve 10-15 m kot farkı bulunan farklı boyutlarda iki adet yarma açılmıştır.



Şekil 3.15. Kızılyüksek-2 Ocağı'nda Yol Yarmasında Yüksek Tenörlü Cevher Zonları Oluşturan Kromitit Bantları

Diğerine göre doğuda yer alan yarma, Yüksek Ocak yarmasına ayrılan yolun başlangıcında, 40x12x2-8 m boyutlarında açılmıştır. Yarmanın GB tabanında, bant kalınlıkları 1-2 cm ile 10-20 cm ve tenörleri % 15-35 Cr_2O_3 arasında değişen dissemine masif tipte cevherli zon izlenmiştir. Bu kesimde, cevher bantlarından 255/24, 293/12, 265/14 ve 285/15 ölçüleri alınmıştır. Yarmanın KD duvarında ise, cevher bantlarının D-B doğrultulu ve kuzeye 13-14 dereceyle eğimli oldukları görülmüştür. Kalınlığı 1,5-2 m arasında değişmektedir. Yarma aynasında (Şekil 3.16) (KB duvarında), zonun eğimi yönününde düşük açılı desandre şeklinde (20 m uzunluğunda) galeri sürülmüş ve küçük miktarlarda üretimler yapılmıştır. Bu galerinin girişinde sol duvarda 334/20 cevher ölçüsü alınmıştır. Yarma içinde cevherin gözlenebilen doğrultu devamı 30 m dir. Yarmanın GB'sında 054/38 duruşlu fay cevher zonunu verevine kesmiştir ve atıma uğramış cevher dilimine yönelik izlere yüzeyde rastlanmamıştır.



Şekil 3.16. Yüksek Ocak Yarmasından Bir Görünüm

Yüksek Ocak Cevher Zonu: Kızılyüksek Tepe'nin oluşturduğu sırtın üzerinde, yaklaşık 110 m toplam uzunluğunda ve en fazla 10 m derinliğinde açılmış yarma Yüksek Ocak bilinmektedir. Cevher zonunu aramak ve üretim yapmak için KB yönünde 65 m, KD yönünde de 45 m uzunluğunda olmak üzere geniş açılı V şeklinde yarma açılmıştır. Cevherli zon, dissemine yer yer masif bantlı tipte, tenörleri % 15-35 Cr_2O_3 arasında değişen cevher bantlarından oluşmaktadır. Bant kalınlıkları çoğunlukla birkaç milimetre ile 3-5 cm arasında olup, yer yer 15-20 cm kadar ulaşmaktadır.

Yüksek Ocak yarmasının batı bölümünde (bkz., Şekil 3.15), cevher zonu yarma tabanında gözlenebilmektedir. Geçmiş dönemlerde üretim yapılan galeriler göçük durumda olup, yarma tabanında oyuk şeklinde açılmış (veya üretim yapılan yarmadan hafriyat sonucu mevcut ocaktan geriye kalan) galeri girişinde cevherli zondan 015/08, 308/09, 011/17, 320/05, 032/09 bantlanma ölçüleri alınmıştır. Yarmanın bu kesiminde zon kalınlığı yaklaşık 2 m civarındadır (bkz., Şekil 3.16).

3.1.3. Sondaj Verileri

Kızılyüksek kromitit yatağında genel belirleme amacıyla 25 lokasyondan yapılmış toplam 8462,5 m uzunlukta 55 adet sondaj yapılmış ve 2138 numune analiz edilmiştir. Yapılmış olan sondajların dağılımını gösteren harita Şekil 3.17'de gösterilmiştir.

Sondajların tamamında karotlu sondaj makineleri kullanılmıştır.

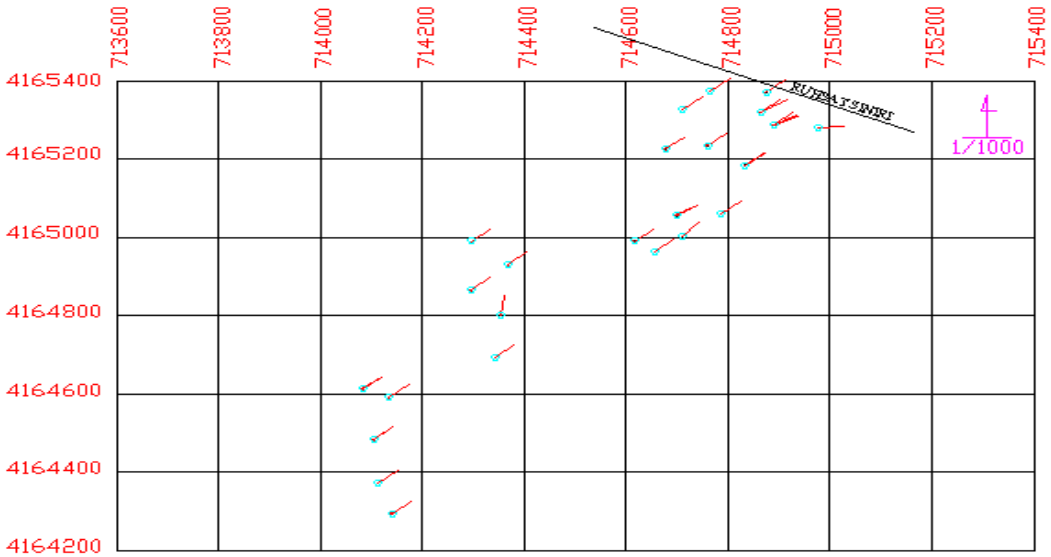
Mineralizasyonun eğim yönü ve eğim açısı genel olarak 235/50 olduğundan, sondajlar K050°-K055° yönünde değişik açılarla yapılmıştır.

Sondajlardan genellikle NQ ve HQ çaplı karotlar alınmıştır. Ortalama karot verimi % 80 (336 numunede karot randımanı %80'in altında, 314 numunede ise karot randımanı ile ilgili bilgi yoktur) civarındadır. Karot randımanı düşük olan kesimlerin büyük bölümünün %3 Cr_2O_3'den daha düşük tenörlü karotlara ait olduğu gözlenmiştir.

Sondaj karotları litoloji ve yapısal özellikler dikkate alınarak ayrıntılı loglanmıştır. Loglarda karot verimi, RQD, örnekleme aralıkları, örnek numaraları ve analiz sonuçları da gösterilmiştir. Daha sonra değişik tenörlerde kromitit kesilen aralıklar boyuna yarılanarak örneklenmiştir.

Örnekleme aralıkları, gözle ayırt edilebilen tenör farklılıkları göz öüne alınarak yapılmış, genellikle 3 metreden uzun, 0,5 metreden kısa numune alınmamasına özen gösterilmişse de analize gönderilen 2138 numunenin 522 adedinin 3 metreden uzun, 115 numunenin de 0,5 metreden kısa olarak alındığı anlaşılmıştır.

Yarılanan karotların bir yarısından kimyasal analiz için numuneler alınmış diğer yarısı şahit numune olarak saklanmıştır. Alınan numune sayısı 2138 adettir. Hazırlanan sondaj loglarının bir kısmı ekte sunulmuştur.



Şekil 3.17. Kızılyüksek Krom Yatağı Sondajları Plan Görünüş

3.1.3.1. Örnek Hazırlama ve Analiz

Alınan 2138 karot numunesinin numune hazırlama işleri analizleri ve yoğunluk tayini Pınar Madencilik A.Ş. Aladağ Maden İşletmesindeki laboratuarında yapılmıştır.

Pınar Madencilik A.Ş. tarafından yapılan 27 adet sondaj Dama Mühendislik tarafından uygulanan örnek hazırlama yöntemleriyle ayrı ayrı yapılmıştır.

Analize hazırlamak için karot numuneleri önce -10 mm (milimetre)'ye kırılmış ve homojenleştirilmiştir. Daha sonra ızgaralı ayırıcı (riffle splitter) kullanılarak yarılama yoluyla azaltılmıştır. Böylece elde edilen örnekleme aralığını temsil eden 150 gram ağırlığındaki numune numune bölümleri (fraksiyonları) analiz için -200 mesh altına kadar öğütülmüştür. Öğütülmüş toz numunelerin yaklaşık 7 gram kadarı ve bu kurutulmuş olan numuneden 2 gram alınarak kimyasal analiz yapılmıştır. Kimyasal analizde kullanılmış artan toz numuneler torbalamış, etiketlenmiş ve şahit numune olarak korunmuştur.

Numuneler yaş kimyasal yöntemlerle sadece Cr_2O_3 için kimyasal analiz yapılmıştır. Geçmiş deneyimlere dayanarak numunelerin Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, CaO analizleri yapılmamıştır.

3.1.3.2. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık ölçümleri Pınar Madencilik A.Ş. laboratuarında (sondajların ortalama %70'i kadar özgül ağırlık analizi yapılmıştır) yapılmış olup ortalama 2.57 t/m^3 olarak bulunmuştur.

3.1.3.3. Veri Yoğunluğu ve Dağılımı

Genel çizgileriyle yatağı sınırlandırabilmek ve tenör dağılımı hakkında genel bir fikir edinebilmek amacıyla duruşları farklı güneydeki birkaç mostra dışında, kromitit zonunun yüzeylediği tüm alan yaklaşık 100 metre aralıklı olarak sondajlarla taranmıştır. Bu sondajlarda yüzeyleşmemiş tüm kromitit zonlarına rastlanıldığı gibi bazı yüzeyleşmiş kromitit zonlarınında devam etmediği veya tenörlerde önemli değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Bir başka deyişle yapılmış sondajlarla elde edilen veri yoğunluğu nispeten yüksek ve düşük tenörlü kesimleri birbirinden ayırt edebilmek, kuyular arasında jeolojik ve tenör devamlılıkları oluşturabilmek için yeterli değildir. Dolayısıyla mevcut sondajlarla belirlenmiş kaynaklar Kızılyüksek 1 (büyük ocak) ocağı dışında sahada beklenen tüm kaynakları yüksek güvenirlikte ortaya koyabilecek nitelikte değildir.

Bu bakımdan belirlenmiş kaynaklar diğer ocaklar için muhtemel ve mümkün kaynaklar Kızılyüksek 1 ocağı için ise görünür, muhtemel ve mümkün kaynaklar olarak sınıflandırılmıştır.

Kızılyüksek 1 ocağının görünür rezervini hesaplanabilmesinin sebebi ise; bu ocakta yine mevcut sondaj programı dışında Pınar Madencilik tarafından sık aralıklarla yapılan sondajlardır.

3.1.3.4. Veri Tabanı ve Veri Kalitesi

Kaynak tahmini 1/1000 ölçekli yüzey jeoloji haritası yapımı ve 55+27 adet sondajdan edinilen verilere dayanmaktadır. Kaynak tahmininde kullanılan verilerin kaynak tahmini için gerekli standartları karşıladığı düşünülmektedir. Ancak

analizlerin kontrolü için boş ve/veya ikiz (dublike) numunelerin analiz ettirilmesi, ikiz numunelerin başka laboratuarlarda analiz ettirilmesi gibi kalite kontrol işlemlerinin uygulanmamış olmasının önemli bir eksikli olduğu düşünülmektedir.

Tüm ölçüm, jeoloji, örnekleme ve analiz verileri "Excell" formatında veri tabanı halinde bilgisayara aktarılmış ve "Micromine 11.0" yazılımı ile işlenmiştir.

3.1.4. Kaynak Tahmini, Tahmin ve Modelleme Teknikleri

Kaynak tahmini "Micromine 11,0" bilgisayar programı kullanılarak blok model yöntemiyle yapılmıştır.

Veri tabanının istatistiksel analizi, interpolasyon yöntemi olarak "uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma" (inverse distance weighting) ve "ordinary kriging" yöntemlerinin uygun olduğunu göstermiştir.

Bu nedenle kaynak tahmininde uzaklığın tersi (ID) il ağırlıklandırma ve ordinary kriging metodu kullanılmıştır. ID metodu uzaklığın karesi ile ağırlıklandırma en güvenilir metod olarak kabul edilmiştir. ID^2 ile kaynak hesabına ek olarak karşılaştırma hesaplama güvenirliğini arttırmak amacı ile ID^3, ID^4 ve ordinary kriging metodları kullanılarak ayrı kaynak tabloları da oluşturulmuştur.

Birbirine paralel 13 adet düşey enine kesit (bu kesitlerde sondajların tesir mesafeleri 50 metre alınmıştır)yatağın üç boyutlu jeolojik modeli (solid) oluşturulmuştur. Bu amaçla kromitit gövdesini sınırlandırmak için jeolojik eşik değer %3 Cr_2O_3 alınmıştır. Bir başka söyleyişle %3 Cr_2O_3'den daha düşük tenörlü kesimler mineralizasyonun dışında bırakılmıştır.

Tenör değerlerinin olduğundan büyük çıkmaması için tenör değerleri %17'nin üstünde olan 19 Adet numunenin değeri % 17'ye düşürülmüştür. Çıkarılan numunelerin toplam numune sayısı içindeki oranı yaklaşık olarak %1'dir.

Numuneler ikişer metrelik kompozitler haline getirilerek ağırlıklı ortalama yöntemi ile kompozitlere değerleri atanmıştır. Blok tenörleri veri tabanından seçilen 2 metre uzunluktaki kompozitler kullanılarak belirlenmiştir.

Sondaj aralıları numune sıklığı ve variogram analizleri sonuçlarına göre blok boyutları 10 m (x) X 10 m (y) X 5 m (z) olarak; araştırma elipsoidinin (search

elipsoid) uzunluk, genişlik, kalınlık ve yönü aşağıdaki Çizelge 3.1'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.1. Araştırma Elipsoidi Uzunluk, Genişlik, Kalınlık ve Yönü

	Blok Merkezi (Başlangıç)	Aralık (m)	Blok Sayısı	Blok Merkezi (Bitiş)
Doğu	714004	10	115	715144
Kuzey	416262	10	129	416542
RL (Yükselti)	942	5	87	1372

Model bloklarına değer atamak ve blokları muhtemel veya mümkün kaynak diye sınıflandırmak için kullanılan yöntemlere ait bilgiler ise Çizelge 3.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2. Model Bloklarına Değer Atamak Ve Blokları Muhtemel veya Mümkün Kaynak Diye Sınıflandırmak İçin Kullanılan Yöntemlere Ait Bilgiler

Yöntem	Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma (ID)		Ordinary Kriging	
Değerleme	1		1	
Arama Çapı	Devamlılık Yönündeki yapısal uzaklığa eşit	Devamlılık Yönündeki yapısal uzaklığa eşit	Devamlılık Yönündeki yapısal uzaklığa eşit	Devamlılık Yönündeki yapısal uzaklığa eşit
Kaynak Kategorisi	Muhtemel	Mümkün	Muhtemel	Mümkün
Değer atamada kullanılan minimum numune sayısı	3	3	3	3
Değer atamada kullanılan minimum sondaj sayısı	16	16	16	16
Değer atamada kullanılan minimum sondaj sayısı	2	1	2	1

Yukarıda açıklandığı şekilde muhtemel ve muhtemel + mümkün kaynaklara göre ayrı ayrı oluşturulmuş üç boyutlu yatak modellerinin plan görünümü ve blok modellerden hazırlanan enine (yatağın doğrultusuna dik), boyuna (yatağın doğrultusuna paralel) düşey kesitler hazırlanmıştır.

Kaynak tahminleri oluşturulan üç boyutlu jeolojik modellerle (solids) sınırlıdır. Daha açık ifadeyle tahminde kullanılan etki mesafelerinin ötesindeki kaynaklar dışarıda bırakılmıştır.

Tahmin edilen kaynaklar, "JORC" yönetmeliğine göre, "muhtemel" ve "mümkün kaynaklar" diye sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada başlıca; 2 metrelik kompozitler blok'a uzaklığı ve tenör atamasında kullanılan sondaj sayısı ele alınmıştır. Tenörü, kendisine en az iki sondajla tahmin edilen bir blok "muhtemel kaynaklar", tenörü en az bir sondajla tahmin edilen bir blok "mümkün kaynaklar" olarak nitelendirilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Micromine 11.0

Madencilik sektöründe dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde hala birçok şirket mali imkânsızlıklar nedeniyle ilkel yöntemler ile çalışılmasına rağmen yinede teknolojiye ayak uyduran bazı şirketler birçok cevherde ve işletme yönteminde bu teknolojiyi kullanabilmektedir. Bu teknoloji sadece makine ekipman yönünden olmamakla beraber bilgisayar programcılığı da işin içine girmiştir ve özellikle üç boyutlu projelendirmede önemli bir yer almıştır. Bunun için birçok program yapılmıştır ve önemli ilerlemeler kaydedilmiştir, çalışmalar devam etmektedir ve gerçeğe yakın işler yapan programlar yapılmıştır. Bu programların temeli sondajlara dayanır ve topografya verileri ile birleştirilerek çalışır.

Bilgisayar programlarının kullanımı özellikle üç boyutlu olması yöntem seçiminde çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Yöntemde hatalar yapılmasına karşı

önlemlerin alınması da kolaylaşmıştır. Aynı zamanda yapılan işin kalitesi de ön plana çıkmaktadır. Şöyle ki; madencilikte, ilkel yöntemlerde yapıldığı gibi hiçbir arama (sondaj gibi) çalışması yapılmadan baştan savma ilkel yöntemlerle işe başlanamayacaktır ve en önemlisi de kalifiye personel ile çalışmayı getirecektir.

Madencilikte projelendirmek amacıyla kullanılan programların başında gelen Micromine isimli paket program ile çalışılması elbette beraberinde kalifiye personel ile getirmeyi gerektirmektedir. Kalifiye personel kavramını açmak gerekirse; iyi bilgisayar bilgisi (yazılım; diğer paket programlar) ön plana çıkmaktadır. Nedeni ise bu program tek başına çalışabilen bir program değildir. Bu yardımcı programlar; Microsoft Office (exel), AutoCAD ve NetCAD gibi programlardır. Veri girişlerinde; sondaj verilerinin girişleri için Exel, hazır topoğrafyanın kullanılabilmesi için AutoCAD ve NetCAD (Civil 3D) geçişleri kullanılmaktadır. Bütün bunları bir araya getirebilmek için yukarıda yazılan mevcut programların en azından temel seviyede bilmek gerekir. Bütün bunların başında gelen ve en önemlisi de yukarıda yazılı programların neredeyse tamamı İngilizce olduğu için bu mevcut dilin yine en azından teknik terimleri de içinde olması kaydıyla orta seviyede bilinmesi gerekir. Aksi takdirde bu programı kullanırken mutlaka çok önemli hatalar yapılacaktır.

Yukarıda saydıklarımızı da göz önünde bulundurarak temelde bilinmesi gerekenler ise yapılan iş hakkında uzmanlaşmış olmak gerekiyor ki bu iş madenciliktir ve bunun yanında iyi bir harita bilgisi ve iyi derecede jeoloji bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bütün bunların bir arada olmadığı durumlar çok olacağından bu programı (Micromine) kullanmak için Maden mühendisi, Jeoloji mühendisi ve Harita mühendisinden oluşacak iyi bir ekibe ve yapılacak olan projeyi uygulayacak tecrübeli teknik personele ihtiyaç vardır. İlk bakışta bütün bunlar madenci için büyük bir külfet olmasına rağmen işletme esnasında yapılacak olan hatalar göz önünde bulundurulduğunda aslında bunun o kadar önemli olmadığı anlaşılacaktır.

Micromine; modelleme, işletme yöntemi tasarımı ve üretim planlama programıdır (yazılımıdır). Bu program jeolojik verilerin ve haritalamanın temel olarak alındığı, bu verilerin yardımıyla tüm işlerin gerçekleştirildiği bir uygulamadır.

Bu program kullanılırken aşağıdaki adımlar uygulanır.

3.2.2. Yardımcı Programlar

Micromine yardımcı programları, ham veriyi veya mevcut topoğrafyayı Micromine içine almak için kullanılmaktadır. Dosya uzantıları Micromine programı tarafından tanınan programlardır.

Ham sondaj verileri text (metin; *.csv ve ASCII) olarak alınmaktadır. Microsoft Office exel programında *.csv uzantılı dosyaları kullanılmaktadır. Bunun yanında hazır topoğrafya verilerinin alınabilmesi için ise harita programlarının *.ncn uzantılı dosyaları kullanılmaktadır. Hazır toporafya kullanmak için harita programlarının dosyalarını (NetCAD *.ncz gibi) AutoCAD *.DXF formuna dönüştürüp almak gerekir.

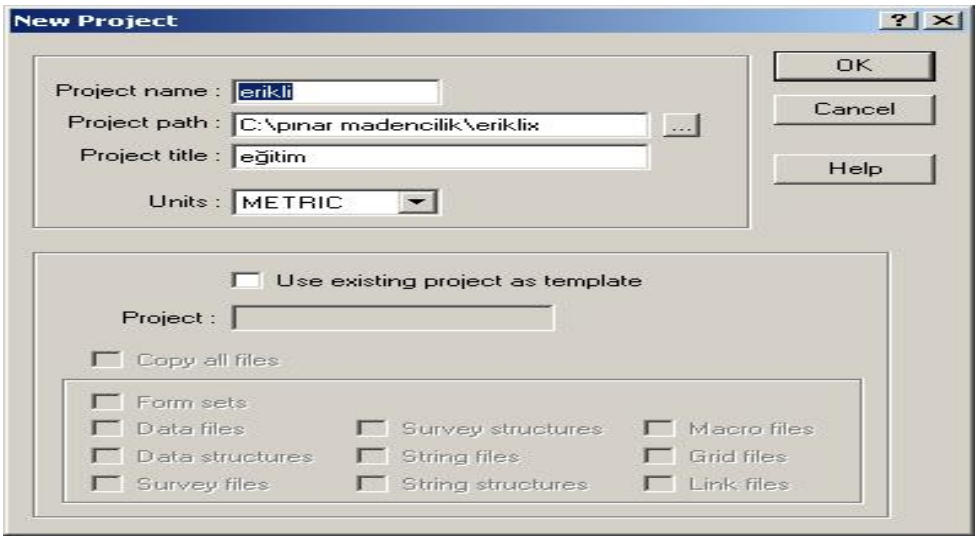
3.2.3. Micromine Programı ile Yapılan İşlemler

3.2.3.1. Dosya Oluşturma ve Veri Alma (İmport) İşlemi

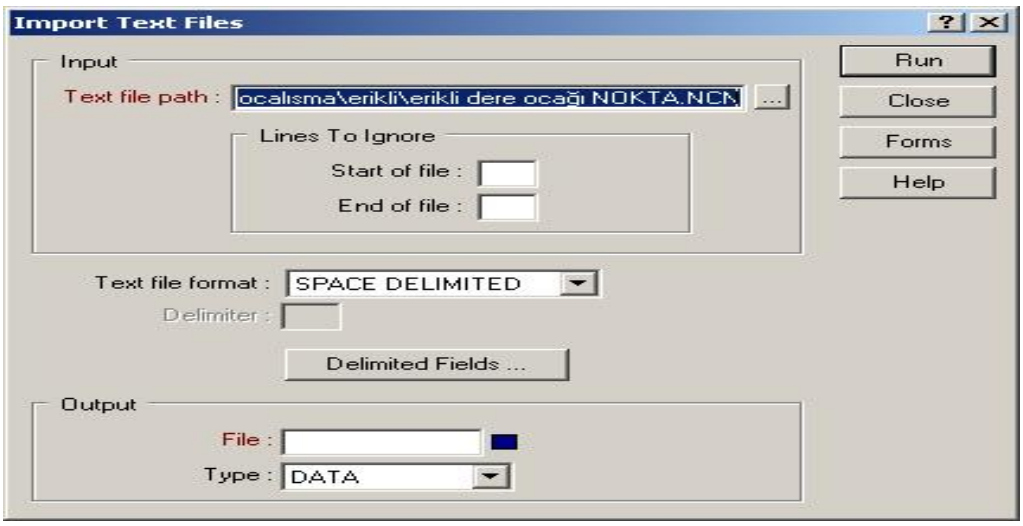
Micromine tamamen bilgisayarın C: sürücüsünde (yani sistem dosyaları ile beraber çalışır). Ham veriler oluşturulduktan sonra micromine'a geçilir. Micromine'da yeni klasör açımı (File/proje/new) yapılır (Şekil 3.18). Bu işlemden sonra program içinde çalışılacak olan klasör ve bu içinde yapılacak olan bütün işler (projelendirme) için farklı uzantılı dosyalar atar ve klasör oluşturulmuş olur. Bu işlemden sonra tüm exel (*.csv) formunda hazırlanan ham sondaj veri dosyaları (analiz.csv, collar.csv, survey.csv) bu klasörün içine alınır. Daha sonra çalışılacak ve hazırlanmış diğer dosyalar (*.dxf ve ASCII uzantılı dosyalar) bu klasörün içine alınır. Micromine çalıştırılarak önceden oluşturulan klasör çağrılarak çalışmaya başlanır (Şekil 3.19).

Micromine çalıştırıldıktan sonra veriler öncelikle *.csv dosyaları daha sonra *.dxf ve ASCII dosyaları import (Micromine diline çevrilir) edilir. Daha sonra Micromine diline çevrilen bu dosyalar içinde hata olabilme olasılığı göz önünde bulundurularak Micromine dilinde hata taraması (Validate) yapılır. Bunu izleyen adımda bu dosyalar ile yapılacak projenin veri tabanı (DataBase) oluşturulur ve tüm sondaj verileri sayısal ortama alınarak sayısal ortamda üç boyutlu olarak görülmüş

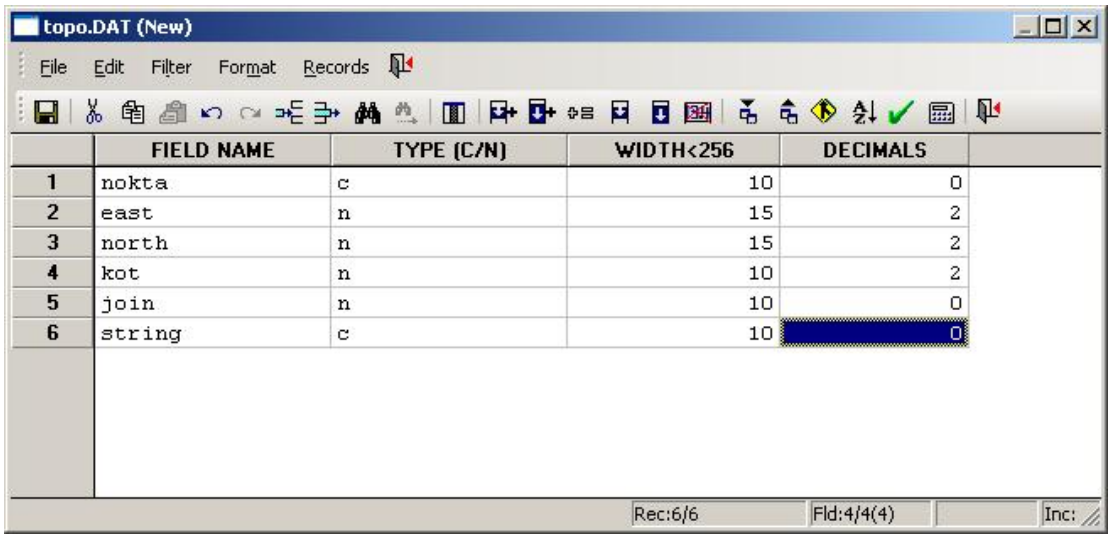
olur. Üç boyutlu olarak görülen sondajların loglarıda tasarı (hatch) halinde yine database oluşturulurken yapılabilir. Sonraki adım ise çalışılacak projede kullanılacak topoğrafik harita verilerinin sayısal ortama import edilmesidir. Buda yine *.dxf uzantılı diğer dosyaların veya *.ncn uzantılı diğer dosyaların ham verileri import edilerek bunlar içinde bir database oluşturulur. Bütün bu ham veriler sayısal ortama alınıp görsel hale getirildikten sonra artık hem sondaj kesitleri hemde topoğrafya kesitleri alınarak artık modelleme-wireframe, blok model-elipsoid ve hesaplamalara geçilir (Şekil 3.20).



Şekil 3.18. Micromine 11.0 Programında Yeni Bir Dosya ya da Klasör Açma Penceresi



Şekil 3.19. Micromine 11.0 Programında Metin (Text) Dosyası Çağırma Penceresi



Şekil 3.20. Micromine 11.0 Programında Topoğrafya Metin (Text) Dosyası Çağırma Penceresi

3.2.3.2. Kesit Alma

Micromine da import (verileri alımı) ve sayısallaştırma işlemleri bittikten sonra üç boyutlu görülen sondajların ve topoğrafyanın isteğe bağlı olarak dikey olarak her seviye aralığında (level-kot-deniz seviyesinden yükseklik) kesitleri alınarak cevher bloğu için yapılacak modellemeye temel oluşturulur. Kesit almada önemli kavramlardan biride alınacak kesitin yönüdür. Buda isteğe bağlı olarak değişir ve bu genellikle cevherin yataklanmasına bağlı kalarak yani cevherin yönüne göre alınır.

3.2.3.3. Modelleme, Blok Model ve Search Elipsoidi (Araştırma Elipsoidi)

Modelleme için alınan kesitler üç boyutlu ortama çağrılarak burada yeni bir wireframe blok model dosyası tanımlanır. Bu kesitler birleştirilir. Program kendi yaptığı üçgenlemeler ile kesitleri birleştirir. Birleştirme esnasında yapılacak her türlü hatada uyarı vererek birleştirmenin manuel (elle) yapılmasına olanak verir.

Yukarıda anlatılan durum topoğrafya modellemesi için de geçerlidir. Sadece aşağıda anlatılacak olan blok model ve serch elipsoidi topoğrafya modeli için geçerli değildir.

Modelleme yapıldıktan sonra ilk hesaplama adımı olarak yapılan modelin hacmi hesaplanır. Cevherin ortalama yoğunluğu da değişken olarak girilerek cevherin miktarı da hesaplanabilir ancak bu tüm blok için olacağı için doğru bir değer olmayacaktır. Bu durum ancak search elipsoidi yapıldıktan sonra blok içindeki cevher yeri belirlendikten sonra blok model tasarlanarak hesaplama yapılabilir.

Search elipsoidi hazırlanan model içerisindeki cevherleşme yerlerini bulur aynı zamanda cevherin tenörlerine göre küplere ayırarak (10x10x10, 5x5x5, 3x3x3 vs.) blok model elde edilir. Search elipsoidi model içindeki tüm sondajlar göz önünde bulundurularak yapılır. Search elipsoidinin doğru bir blok model oluşturabilmesi için en az iki cevherli sondajı kesmesi gerekmektedir ve sınırları mevcut modelin dışına taşmamalıdır. Blok model, model hacmini geçemez ancak çok büyük hesaplama hatalarına neden olur.

Search elipsoidi bittikten sonra tüm blok model koordinatlandırılarak hesaplamalara geçilir.

3.2.3.4. Hesaplamalar

Hesaplamalarda cevher bloğunun hacmi, yoğunluk değişkeni ile miktarı bulunabilir. Bununla beraber her seviyede veya seviye (kot) aralığında ve her koordinat aralığında cevher miktarı hesaplanabilmektedir.

3.2.3.5. Açık İşletme Dizaynı

Açık işletme dizaynında hazırlanan blok model “pit dizayn (açık işletme dizaynı)” modunda çağrılır ve modelin tavan kotu ile taban kotu belirlenir ve böylece yapılacak olan açık işletmenin taban kotu da belirlenmiş olur. Bundan sonraki işlem belirlenen kottan başlamak şartı ile yapılacak açık işletmenin şev yükseklikleri, şev eğimi, kademe genişliği ve yol güzergâhı gibi etkenlerin belirlenmesi ve bu

etkenlerin değişken olarak girilmesidir. Bu etkenler belirlendikten sonra kesit aralıkları şev yükseklikleri olacağı için kesit aralıkları sorunu da ortadan kalkmış olacaktır.

Kesit aralıkları belirlendikten sonra cevherin (yapılacak açık işletmenin) taban kotundan başlamak üzere kesitler alınarak açık işletme dizaynı tamamlanacaktır ve modellenerek işlem tamamlanır. Daha sonra bu dizayn modellenmiş topografya ile kesiştirilir ve açık işletmenin şekli model olarak ortaya çıkar.

3.2.3.6. Yeraltı İşletme Dizaynı

Yer altı işletme dizaynında ilk olarak yapılacak olan galeri kesitlerinin ve yine galerinin tavan ve taban kotlarının bilinmesi gerekir. Bunlar bilindikten sonra Micromine'da 2 boyutlu galeriye esas olacak bir çizim dizisi (string-data olarak) oluşturulup underground (yer altı dizayn) dizisinde çağrılarak çizime başlanır. Yapılacak galeri dizaynı iki boyutlu cevher bloku üzerinde yapılır ve ardından kotlandırılıp boyutlandırılarak gerçek boyutlara taşınır. Bunun dışında farklı şekillerdeki yeraltı dizaynları cevher bloğuna göre değişir. Şöyle ki bazı yer altı dizaynlarında ana galeri veya desandre ile girilir ve üretim bacasına ulaşılır fakat farklı şekil ve büyüklüklerdeki cevher blokları için (bu durum cevher bloklarının yüzeyden derinliklerine göre de değişir) bu durum farklıdır. Bazı yaltaklanmalarda genellikle spiraller (desandre) ile üretim bacalarına ulaşılır. Bu spirallerin tasarımı ise diğerlerinde olduğu gibi öncelikle galeri boyutu ve galeri tavan ve taban kotlarının bilinmesi gerekir. Bunların dışında tasarıma ilk başlandığında cevher kütlesinin yüzeye en yakın ve topografyanın müsaade ettiği en uygun yerinden başlanır. Spiraller oluşturulmaya başlandığı zaman spiralin bitiş kotu belirlenerek kat mesafeleri de hesaplanır. Bu hesaplar doğal olarak galeri kotlarını da vermiş olur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Saha ve Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

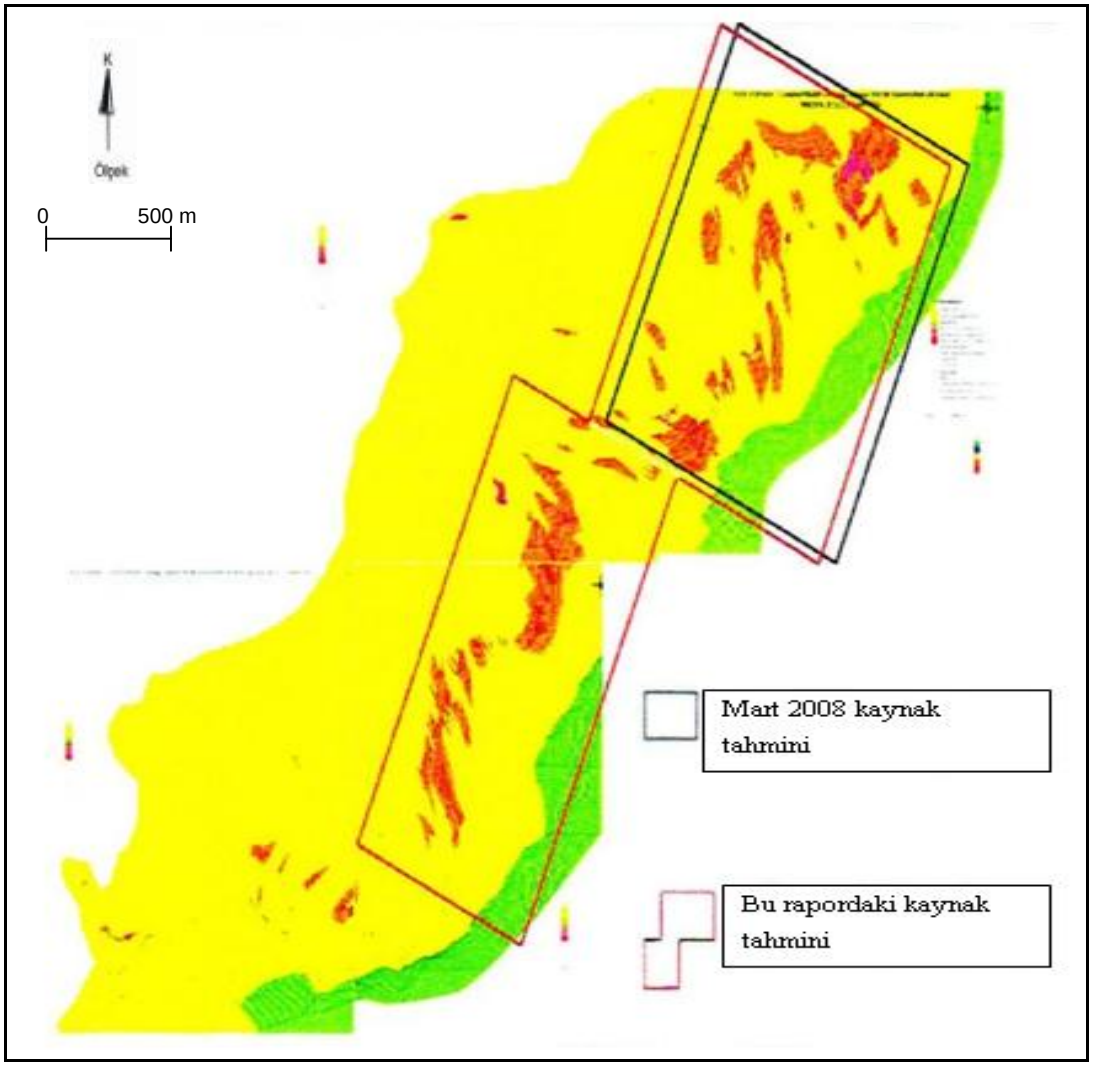
Dama Mühendislik A.Ş., Pınar Madencilik A.Ş. adına Kızılyüksek krom yataklarında kaynak belirleme amacıyla bir arama programı sürdürmüştür ve bu program çerçevesinde ilk aşamasında 2006-2007 yılında söz konusu ruhsat sahasında 1.4 km^2'lik bir alanın 1/1000 ölçekli maden jeoloji haritası yapılmıştır (Şekil 4.1). Daha sonra genel belirlemeye yönelik 29 lokasyonda toplam 10100 m uzunlukta 61 adet sondajlı arama programı hazırlamışlardır. Bu programa göre ilk aşamada 25 lokasyondan yapılması önerilen toplam 8462.45 m uzunlukta 55 adet sondaj tamamlanmıştır.

Böylece elde edilen verilere dayanarak, sondajlarla sınırlandırılmış kesim için bir kaynak tahmini yapılmıştır. (Şekil 4.1).

Sunulan kaynak tahmini, daha önce rapor edilmiş olan yatağın kuzey kesimindeki kaynaklar ile birlikte yatağın güney devamında (hemen hemen yatağın tümünde) belirlenmiş kaynakları kapsamaktadır (Dama Mühendislik, 2008).

Kızılyüksek krom yatağının modellemesi için açılan 55 (37 adet Kızılyüksek 1 (büyük ocak), 7 adet Kızılyüksek 2 ve 11 adeti yüksek ocak olmak üzere) adet'i Dama Mühendislik A.Ş. ve 28 adet'i (Kızılyüksek 1-büyük ocak) Pınar Madencilik tarafından yapılan toplam 83 adet sondajdan tamamı bu modellemede kullanılmıştır. Ancak Pınar Madencilik A.Ş.'nin sahibi olduğu projenin Dama Mühendislik A.Ş.'nin yürüttü kısımında modelleme için sadece 55 adet sondaj kullanılmıştır. Bu tez kapsamında ayrı ayrı 55 adet sondaj ve 83 adet sondaj ile yapılmış modellemeye yer verilmiştir.

Kızılyüksek Tepe'nin GD yamacında geniş yayılım gösteren bantlı-saçınımlı kromitit zonu bu adla anılmaktadır (Şekil 4.1).



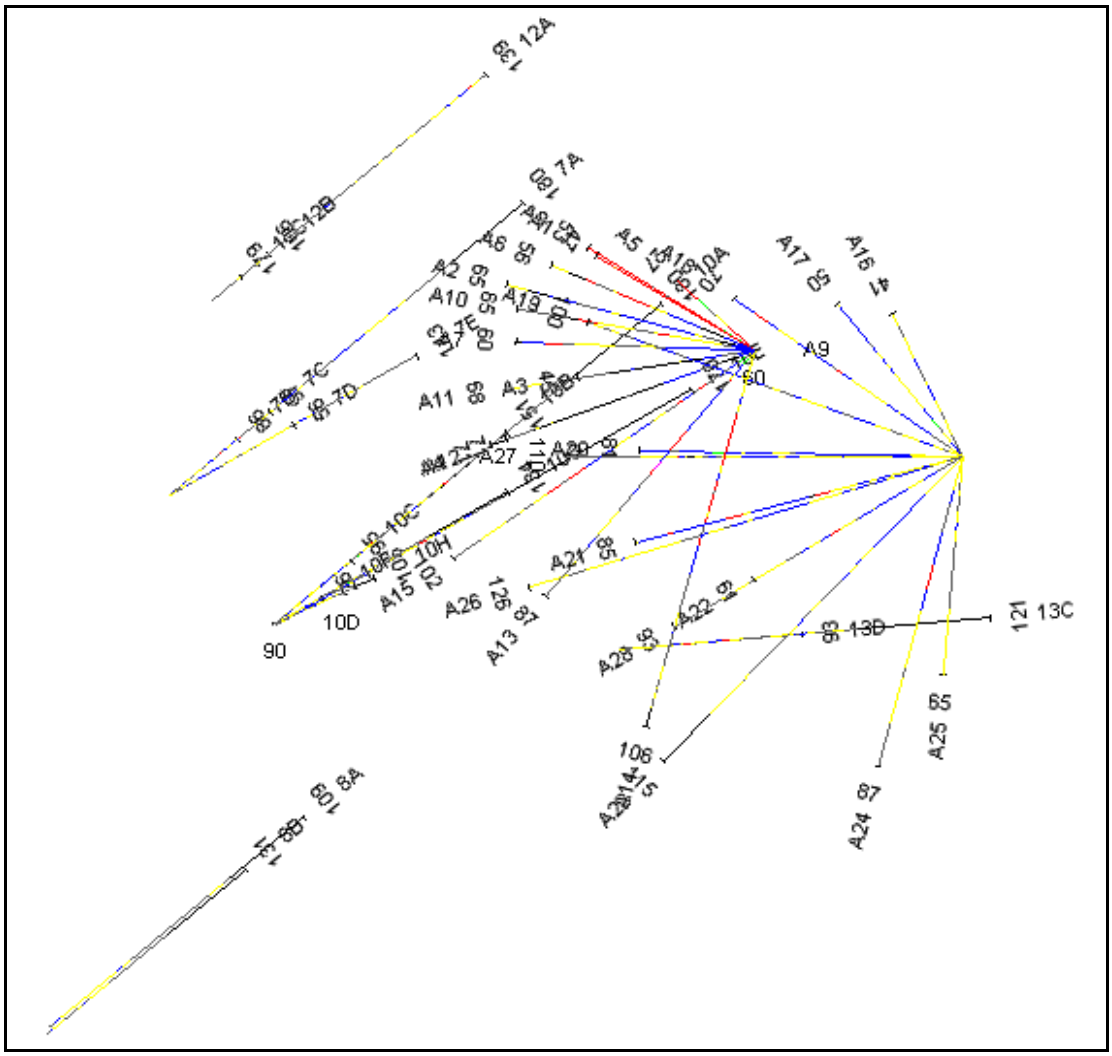
Şekil 4.1. Kaynak Hesabı Yapılan Bölümleri Gösteren Kızılyüksek Krom Yatağı Jeoloji Haritası

Kızılyüksek yatağı, kalın kümülat dunit biriminin tabanına yakın kesiminde (dunit-harzburjit dokanağının yakın) yer alan saçınımlı bantlı tip bir cevher zonudur. Zon içinde düşük ve yüksek tenörlü kesimler çeşitli büyüklükte iç içe düzensiz mercekler biçiminde yataklanmıştır. Yataktaki tenör dağılımı da buna uymayan karmaşık bir örnek sunar. Ölçülen çok sayıda doğrultu ve eğim değerine göre kromitit bantlanmaları, Kızılyüksek kesiminde KB-GD doğrultulu ve ortalama 54° ile GB'ya eğimlidir. Kromitit bantlanmaları ile dunit-harzburjit arasındaki sınırın duruşu birbirine aykırıdır. Sondaj kuyularının UTM koordinatları, şirket topografı tarafından elektronik ölçme aletleri (total station) kullanılarak belirlenmiştir.

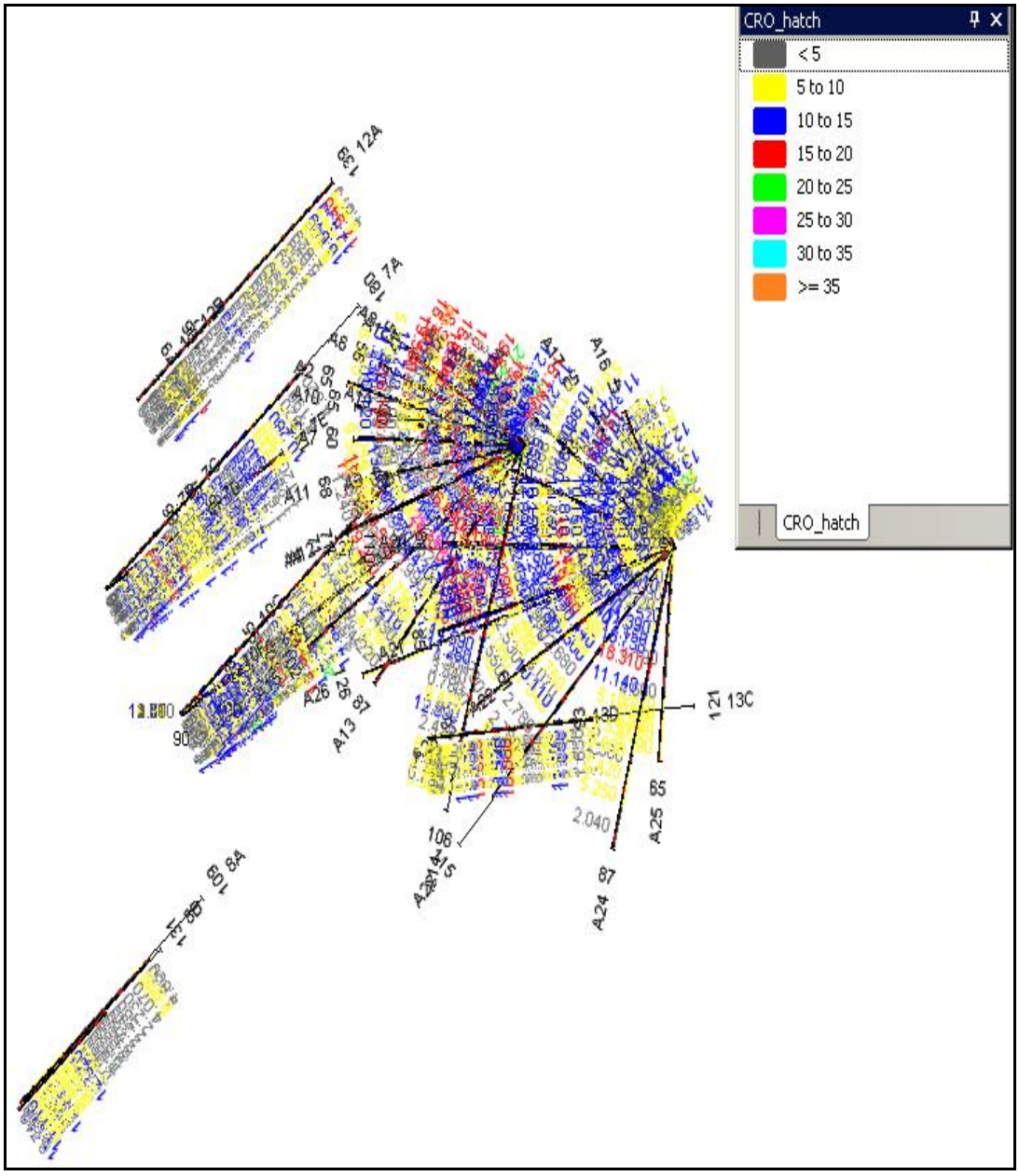
4.2. Modelleme

4.2.1. Modellemeye Esas Sondaj Verileri

Kızılyüksek 1 ocağında yapılan 65 adet sondajın 37 adeti Dama Mühendislik A.Ş.'nin yönettiği ve 28 adeti Pınar Madencilik A.Ş. tarafından bundan önceki tarihlerde yapılmıştır (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). Kızılyüksek 2 ocağı ve yüksek ocak için ise toplam 18 adet sondaj olmak üzere toplam 83 adet sondaj yapılmıştır. Sondaj verileri aşağıdaki Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'te sondaj haritası Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Ocağı Sondajları



Şekil 4.3. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Ocağı Sondajları Kuyu Tenör Değerleri Plan Görünüş

4.2.2. Yüzey Modelleme

Kızılyüksek 1 ocağında aşağıda gösterilen blok model hem pınar madencilik tarafından hem de Dama Mühendislik A.Ş. tarafından kontrol edilen sondajların tamamı kullanılarak yapılmıştır ve sadece Kızılyüksek 1 ocağı için görünür rezerv ortaya konmuştur.

Çizelge 4.1. Kızılyüksek 1 Ocağı İçin Pınar Madencilik Programı Dışında Yapılan Sondajlar

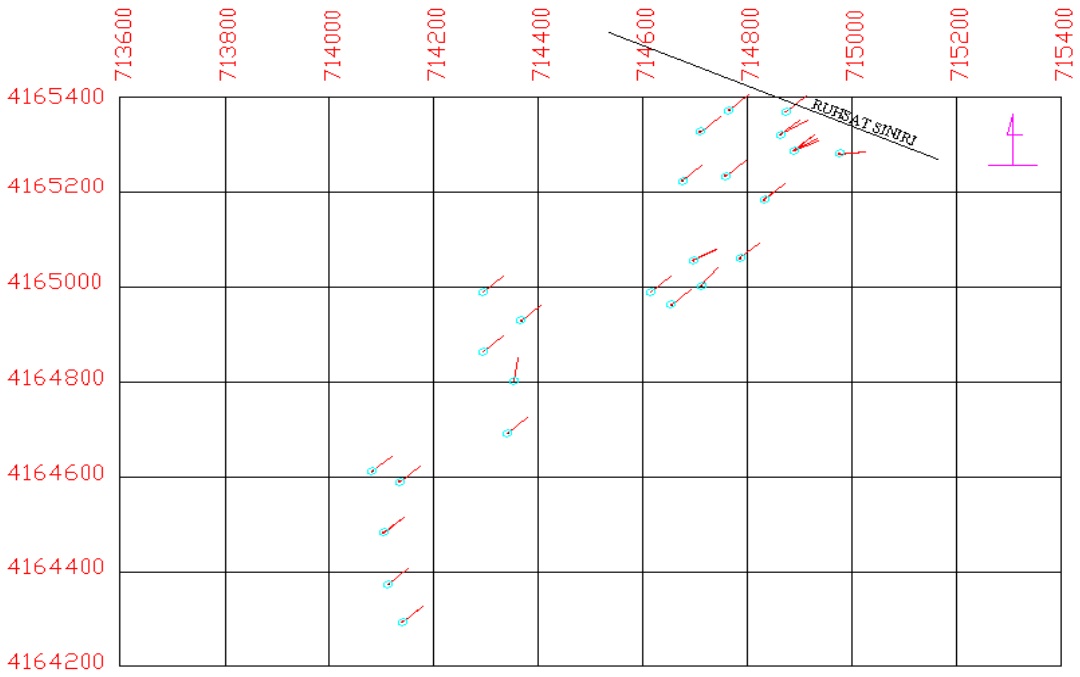
Sondaj Adı	Doğu	Kuzey	Kot	Derinlik (m)	Azimut	Eğim (°)
A1	715010	4165357	1252	46.5	301	0
A2	715010	4165357	1252	64.5	285	0
A3	715010	4165357	1252	45	261	0
A4	715010	4165357	1252	70.5	250	0
A5	715010	4165357	1252	26.5	312	-3
A6	715010	4165357	1252	55.5	293	0
A7	715010	4165357	1252	60	272	0
A8	715010	4165357	1252	52.5	302	-20
A9	715010	4165357	1252	60	0	-90
A10	715010	4165357	1252	64.5	280	-20
A11	715010	4165357	1252	67.5	261	-20
A12	715010	4165357	1252	70.5	250	-20
A13	715010	4165357	1252	87	220	-20
A14	715010	4165357	1252	106	196	-20
A15	715010	4165357	1252	102	235	-25
A16	715062	4165330	1240	40.5	334	0
A17	715062	4165330	1240	50	321	-3
A18	715062	4165330	1240	70	305	0
A19	715062	4165330	1240	100	290	0
A20	715062	4165330	1240	81	271	0
A21	715062	4165330	1240	85	255	0
A22	715062	4165330	1240	61	239	0
A23	715062	4165330	1240	115	224	-20
A24	715062	4165330	1240	87	195	-20
A25	715062	4165330	1240	64.5	185	-30
A26	715062	4165330	1240	125.5	253	-25
A27	715062	4165330	1240	109.5	270	-25

Çizelge 4.2. Program Dahilinde Yapılan Sondajlar

Sondaj Adı	Doğu	Kuzey	Kot	Derinlik (m)	Azimut	Eğim (°)
1B	714615.26	4164989.68	1231.91	183.4	50	-45
1C	714615.26	4164989.68	1231.91	180	50	-60
2A	714294.02	4164863.89	1212.73	243	50	-60
3A	714709.6	4165326.97	1358.41	243.2	50	-55
4A	714764.37	4165373.07	1351.83	170	50	-45
4B	714764.37	4165373.07	1351.83	150	50	-60
5A	714675.67	4165223.74	1314.01	171.6	50	-40
5B	714675.67	4165223.74	1314	151.1	50	-60
6A	714758.29	4165234.01	1294.35	225.05	50	-50
6B	714758.29	4165234.01	1294.35	230	50	-60
7A	714863	4165320	1261.71	180.3	50	-50
7B	714863	4165320	1261.71	86.2	50	-75
7C	714863	4165320	1261.71	97.1	50	-70
7D	714863	4165320	1261.71	56.3	60	-50
7E	714863	4165320	1261.71	143.2	60	-60
8A	714832.82	4165184.55	1214.03	109	50	-40
8B	714832.11	4165183.71	1213.86	130.5	50	-60
9A	714785.58	4165060.58	1177.22	175	50	-45
9B	714785.58	4165060.58	1177.22	140	50	-60
10A	714889	4165287	1231.91	180	50	-45
10B	714889.83	4165287.56	1231.91	151	50	-60
10C	714889.83	4165287.56	1231.91	95.3	50	-75
10F	714889.83	4165287.56	1231.91	26.3	60	-60
10D	714889.83	4165287.56	1231.91	90	50	-90
10G	714889.83	4165287.56	1231.91	134	60	-60
10H	714889.83	4165287.56	1231.91	105	65	-75

Çizelge 4.2. (Devamı)

Sondaj Adı	Doğu	Kuzey	Kot	Derinlik (m)	Azimut	Eğim (°)
10E	714889.83	4165287	1231.91	170	60	-45
11A	714366.97	4164929.01	1200.08	111	50	-45
11B	714366.97	4164929.01	1208.08	125	50	-60
12A	714873.8	4165369.67	1301.36	139.4	50	-50
12B	714873.8	4165369.67	1301.36	106	50	-80
12C	714873.8	4165369.67	1301.36	179	50	-87
13C	714976.77	4165280.94	1238.56	121	85	-40
13D	714975.83	4165280.81	1238.22	92.5	85	-60
14A	714710.58	4165002.09	1195.81	160	40	-45
15A	714654.74	4164962.17	1207.49	180	50	-40
15B	714654.74	4164962.17	1207.49	150	50	-60
15C	714654.74	4164962.17	1207.49	130	50	-85
16A	714353.19	4164802.26	1174	150	10	-45
16B	714353.19	4164802.26	1174.32	160	10	-60
17A	714341.34	4164692.05	1141.06	140	50	-60
17B	714366.97	4164929.01	1140.99	160	50	-60
18A	714112.96	4164373.49	1159.96	200	50	-50
18B	714112.48	4164373.05	1160.15	190	50	-60
19A	714104.86	4164483.2	1151.96	200	50	-50
19B	714104.26	4164482.89	1151.93	200	50	-65
19C	714103.67	4164482.16	1151.68	160	50	-90
20A	714134.37	4164590.34	1160.3	200	50	-45
20B	714134.32	4164590.24	1161.48	172	50	-70
27A	714081.79	4164612.01	1200.18	220.5	50	-40
27B	714081.05	4164611.45	1199.99	240	50	-60
28A	714140.38	4164294.59	1115.67	120	50	-40
28B	714139.49	4164293.94	1115.83	100	50	-60
29A	714.697.577	4165055	1.221.614	125.5	60	-45
29B	714696.44	4165055.43	1221.85	150	60	-60



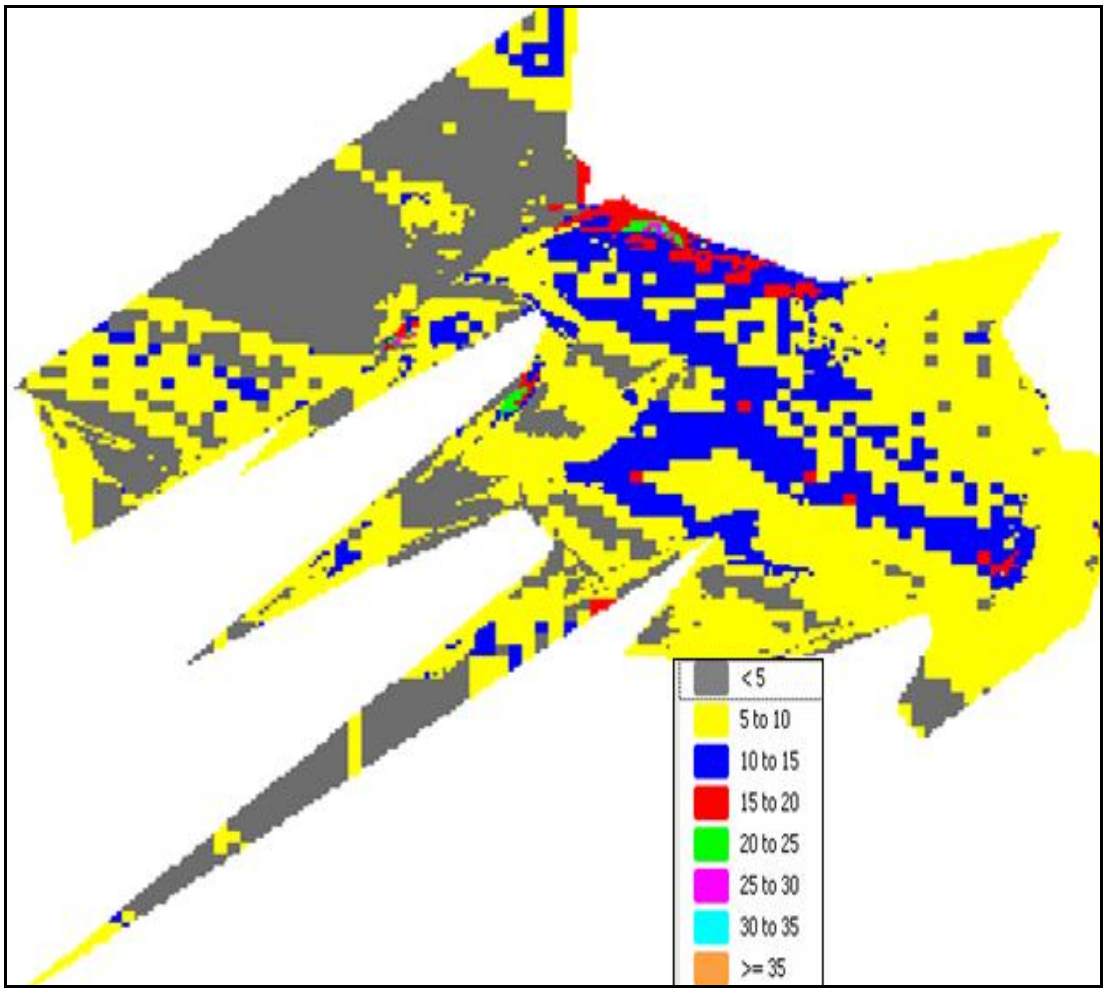
Şekil 4.4. Kızılyüksek Krom Yatağında Kaynak Belirlemeye Yönelik Olarak Yapılmış Olan Sondajların Dağılımını ve Yönlerini Gösterir Harita

Kızılyüksek 2 ocağı ve Yüksek ocak için görünür rezerv, muhtemel ve mümkün rezerv belirlenmesine karşın sonuçlar Kızılyüksek 1 ocağı gibi daha gerçekçi değildir. Sebebi ise Kızılyüksek 1 ocağında ara sondajların çok fazla olmasıdır. Aşağıdaki Çizelge 4.3'de Kızılyüksek krom yatağındaki ocaklara ait görünür+muhtemel rezerv verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kızılyüksek Krom Yatağında Hesaplamalar Sonucunda Elde Edilen Ocaklara Ait Görünür+Muhtemel Rezerv

Ocak Adı	Tip	Hacim (m^3)	Miktar (ton)	Yoğunluk (ton/m^3)
Yüksek ocak	Cevher	2.398.555,55	6.164.287,77	2,57
	Toplam	2.398.555,55	6.164.287,77	2,57
Kızılyüksek 2 ocağı	Cevher	210.546,04	541.103,32	2,57
	Toplam	210.546,04	541.103,32	2,57
Kızılyüksek 1 ocağı	Cevher	2.595.603,40	6.670.700,73	2,57
	Toplam	2.595.603,40	6.670.700,73	2,57

Şekil 4.5'de Kızılyüksek 1 ocağında cevherin ara sondajlar sayesinde cevherin gerçekçiliği ortaya konmuştur. Sondajların sıklığı cevher yatağı üzerinde tenör bazında değişiklikler ve dağılım çok net bir şekilde görülmektedir.

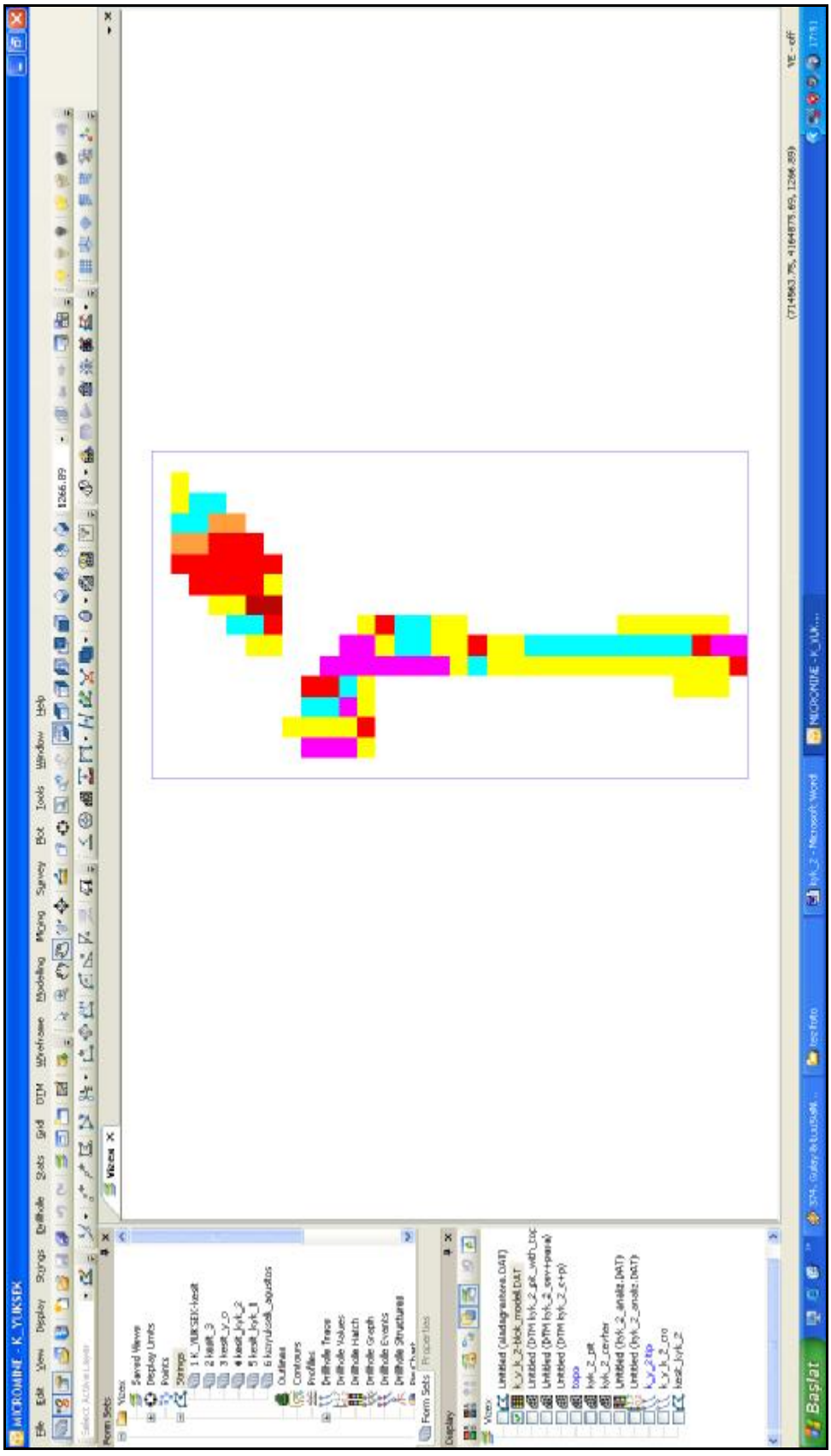


Şekil 4.5. Kızılyüksek 1 Ocağı Blok Model Plan Görünüş

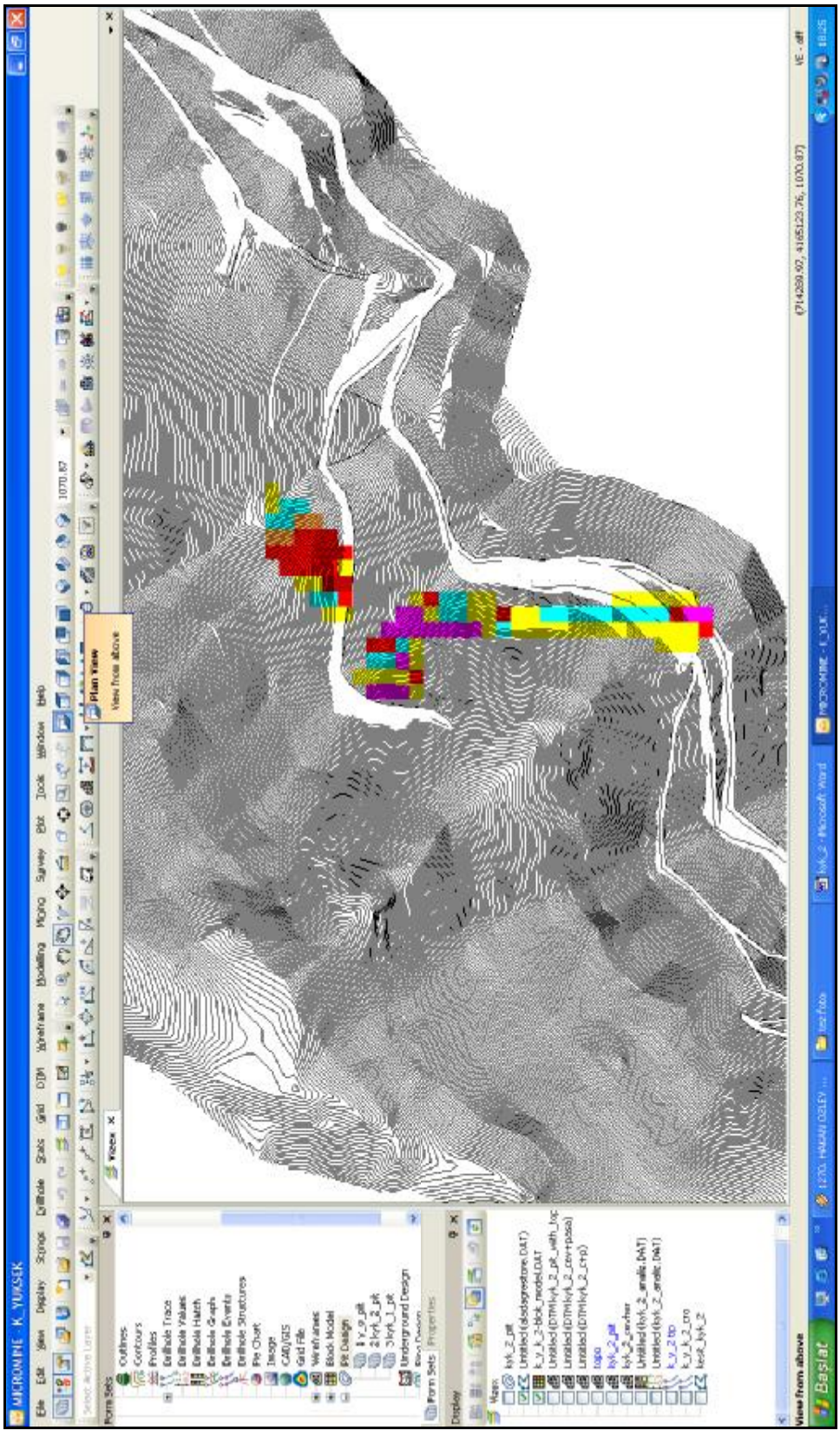
Muhtemel kaynaklara göre Kızılyüksek 1 (Büyük ocak), Kızılyüksek 2 ocağı (Şekil 4.6 Şekil 4.7) ve Yüksek ocak modellemeleri (Şekil 4.8 ve Şekil 4.9) ve aynı yüzey üzerinde yapıldığında (Şekil 4.10 plan görünüş ve Şekil 4.11 düşey kesit) (Kızılyüksek 1 ocağında A sondajları yok varsayıldı), yani tüm sondajlar bir arada değerlendirildiğinde sondajlar arasındaki ve ocaklar arasında mesafenin çok fazla olması sonucu değiştirmemiştir. Çizelge 4.4'de bazı sondaj karotlarının yoğunluk analizleri verilmiştir.

Çizelge 4.4. Bazı Sondaj Karotlarının Yoğunluk Analizleri

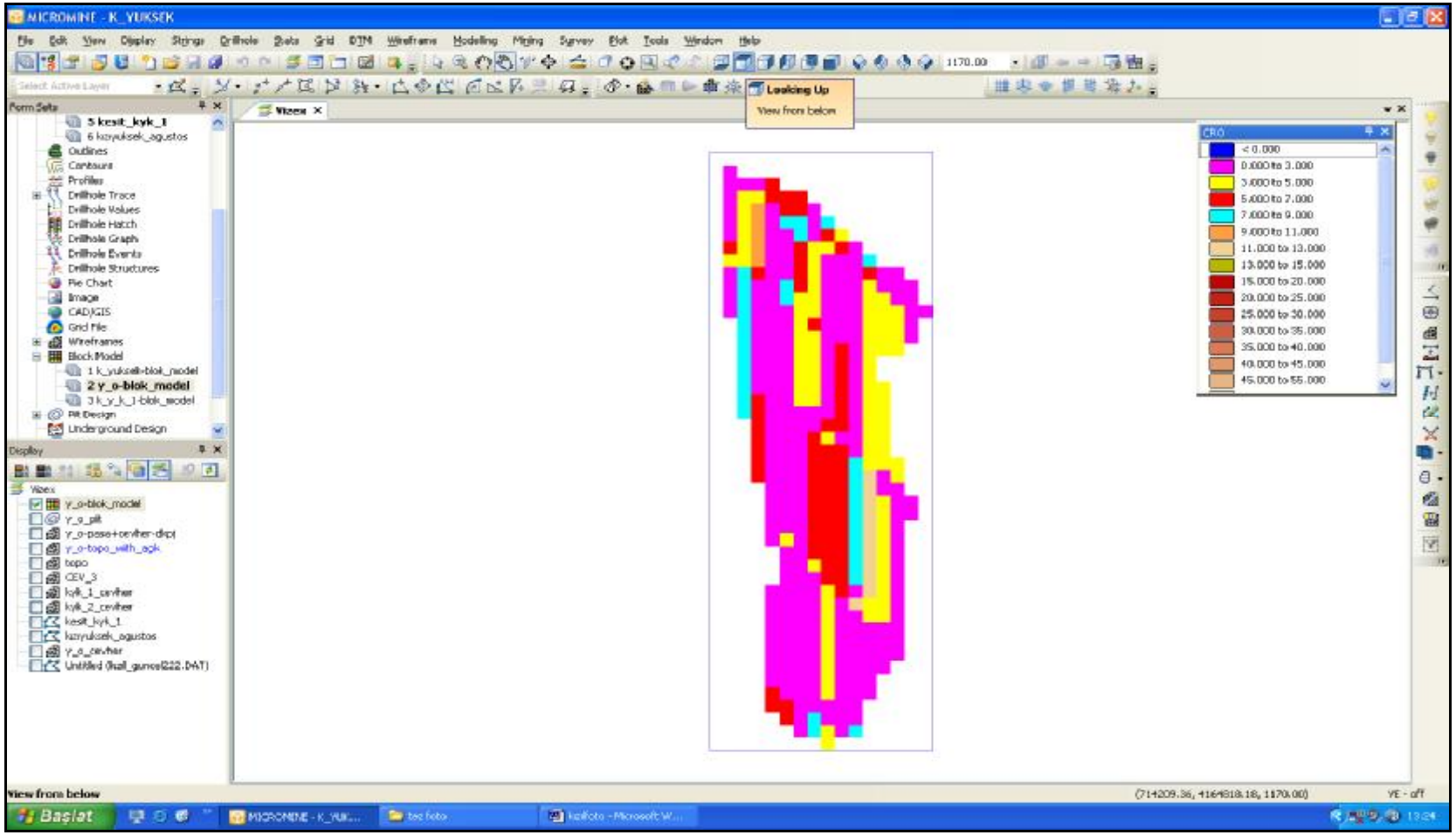
Sondaj Adı	Yoğunluk Değeri (ton/m^3)
1 B	2,611047
5 B	2,629654
12 A	2,602812
12 A	2,602812
13 C	2,822664
13 D	2,67662
10 G	2,673207
10 F	2,517588
10 H	2,620888
10 C	2,584813
10 D	2,428637
10 E	2,4959
10 B	2,435103
8 B	2,601896
12 B	2,492913
8 A	2,560838
12 C	2,543954
4A	2,594872
4B	2,590803
6B	2,540263
13 C	2,822664
13 D	2,67662
10 G	2,6
10 F	2,517588
10 H	2,620888
10 C	2,5
10 D	2,428637
10 E	2,4959
10 B	2,435103
8 B	2,601896
12 B	2,492913
8 A	2,560838
12 C	2,529538
Ortalama	2,573026



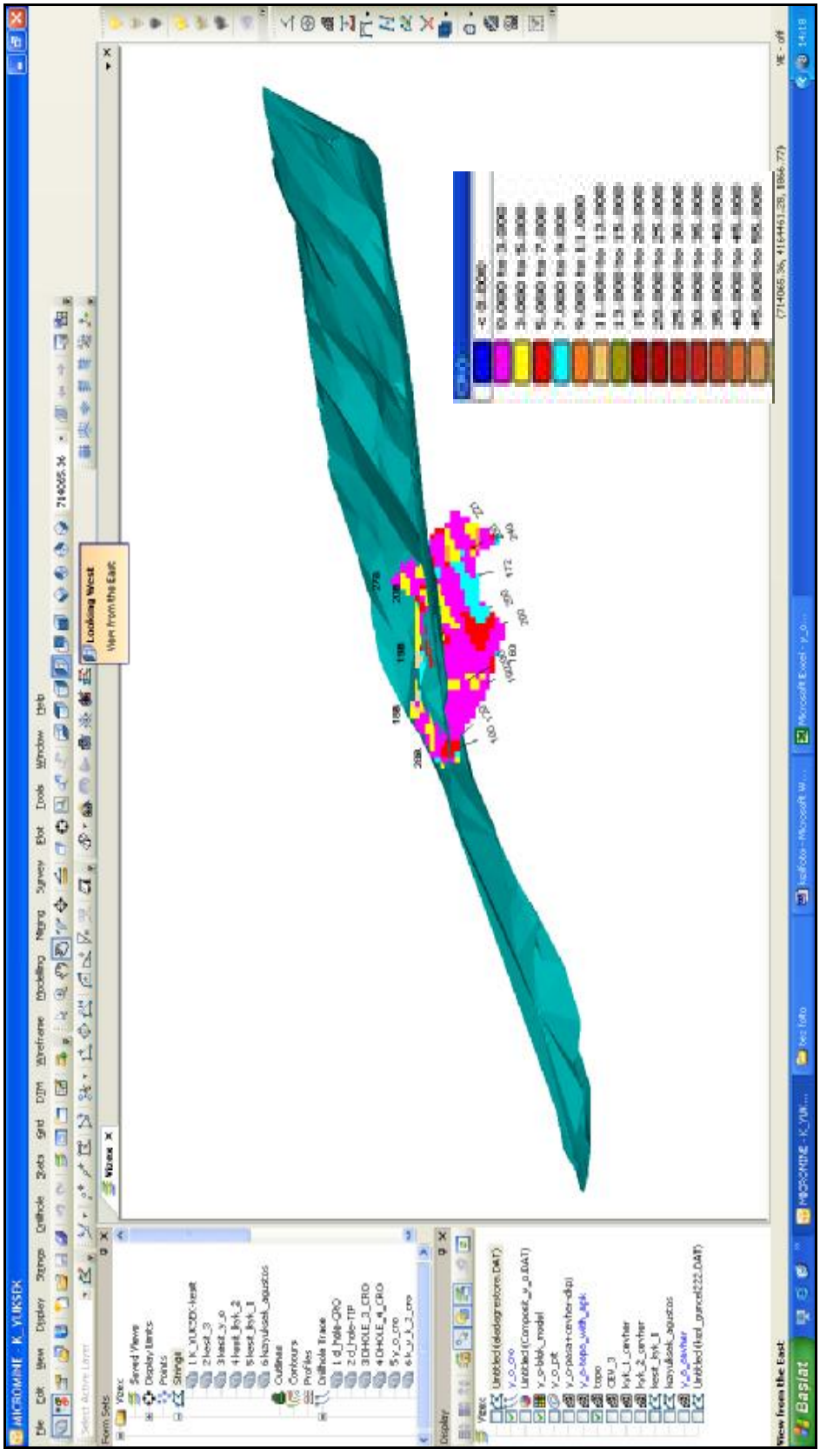
Şekil 4.6. Kızılyüksek 2 Ocağı Blok Model Plan Görünüş



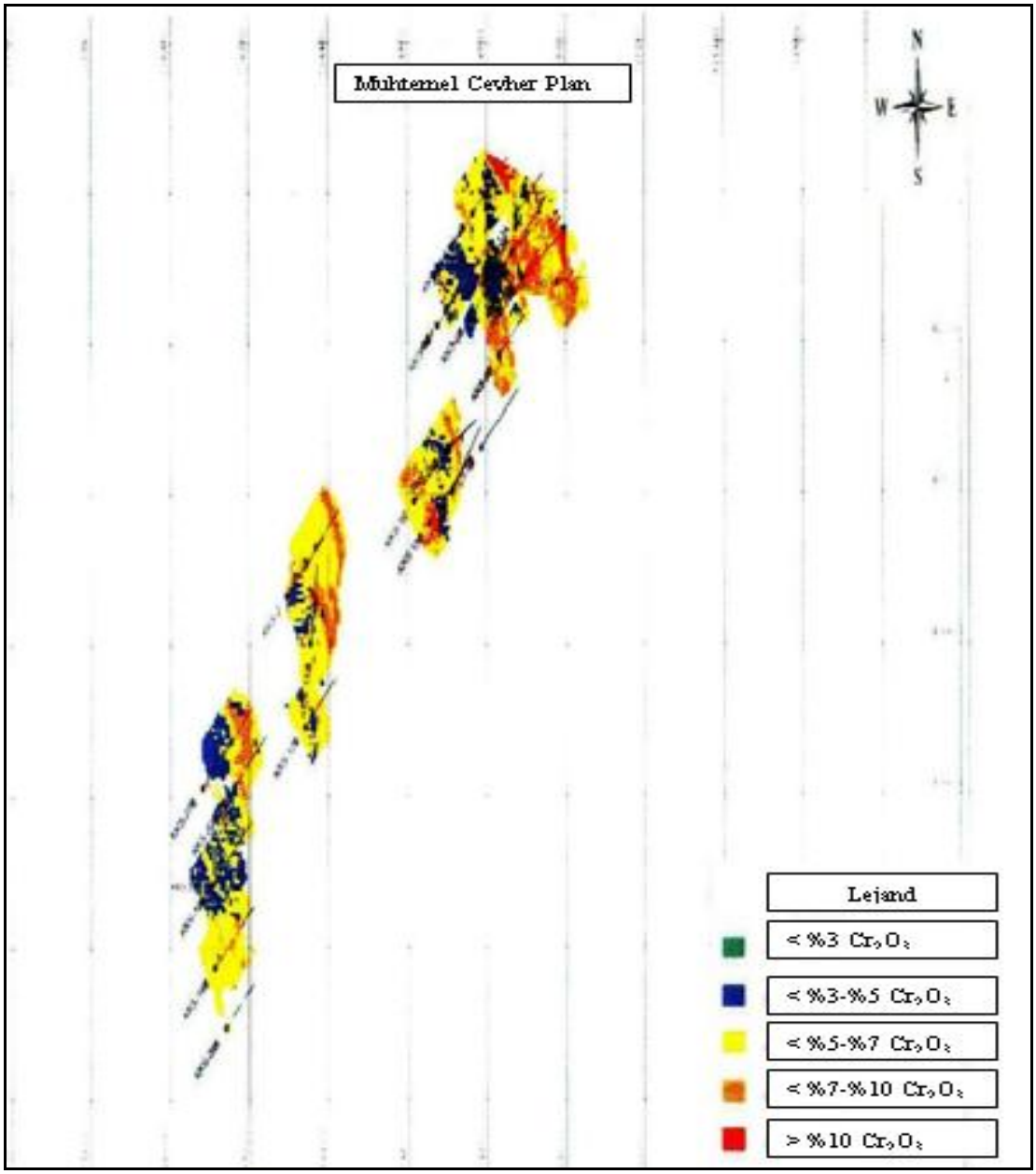
Şekil 4.7. Kızılyüksek 2 Ocağı Topoğrafya ve Blok Model Birlikteliği Plan Görünüş



Şekil 4.8. Yüksek Ocak Blok Model Plan Görünüş



Şekil 4.9. Yüksek Ocak Model Topoğrafya ve Blok Model Birlikteliği



Şekil 4.10. Muhtemel Kaynaklara Göre Oluşturulmuş 3 Boyutlu Blok Modelin Plan Görünümü

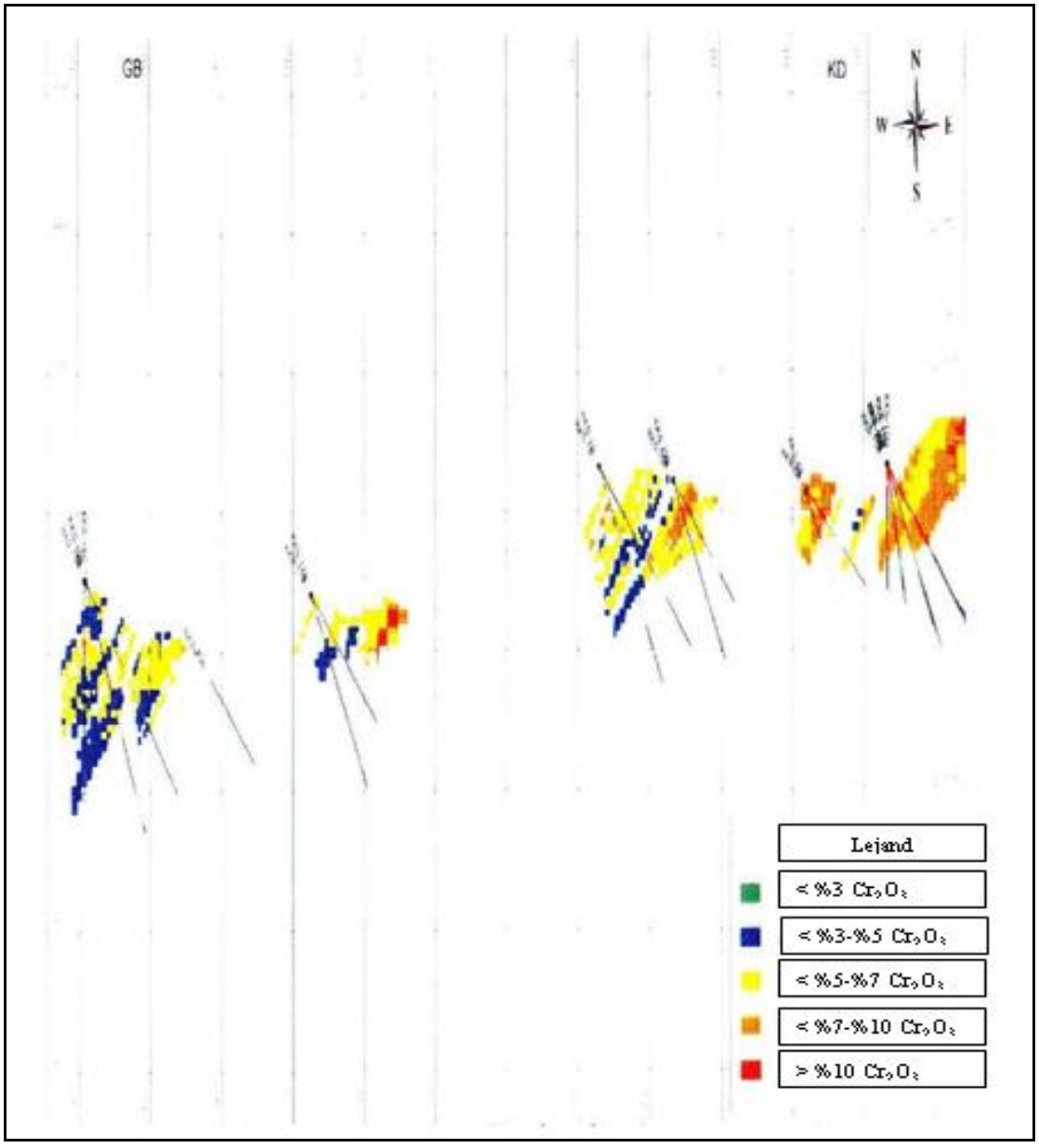
4.3. Rezerv ve Hesaplama Yöntemleri

Sondajların tesir mesafeleri dikkate alınarak kaynak belirleme çalışmaları; tesir mesafesi 25 m ve 50 m alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Analizi yapılan 336 numunede karot randımanının %80'nin altında olduğundan, 314 numune ile ilgili olarak da karot randımanı bilgisi bulunmadığından

yukarıda söz edilen karot randımanı düşük olan kesimlerde Cr_2O_3 tenörünün çoğunlukla %3'ün altında olduğu belirtilmiştir.

Değerlendirmeler sırasında Cr_2O_3 tenörü %3 ve altındaki değerler dikkate alınmadığından bu eksikliğin, sonucu pek fazla etkilemeyeceği düşünülmüştür. Bununla birlikte farklılığın ortaya konabilmesi için değerlendirme çalışmaları karot randımanı yönüyle 3 ayrı şekilde yapılmıştır.



Şekil 4.11. Muhtemel Kaynaklara Göre Oluşturulmuş Blok Modelden Hazırlanmış Enine (Krom Yatağının Doğrultusuna Dik Yönde) Düşey Kesit

Birinci seçenekte bazı kesimlerdeki karot randımanı düşüklüğünün bir sorun yaratmayacağı yaklaşımıyla bütün analiz değerleri kullanılarak 25 m (muhtemel) ve 50 m (muhtemel+mümkün) tesir mesafeleri için bir değerlendirme yapılmıştır (Ek 1-A, Ek 1B ve Ek 2-A, Ek 2 B).

İkinci seçenekte karot randımanı %80'in altındaki kesimlere ait analiz değerleri dışlanarak 25 m ve 50 m tesir mesafeleri dikkate alınarak 25 m (muhtemel) ve 50 m (muhtemel+mümkün)tesir mesafeleri için değerlendirme yapılmıştır (Ek-3-A, Ek 3-B).

Üçüncü seçenekte karot randımanı %80'in altındaki kesimlerle karot randımanı değerleri bulunmayan kesimlerdeki analiz değerleri dışlanarak 25 m ve 50 m tesir mesafeleri dikkate alınarak 25 m (muhtemel) ve 50 m (muhtemel+mümkün) tesir mesafeleri için bir değerlendirme yapılmıştır. *Yukarıda verilen* Ek'lerde (Ek 1-A, Ek 1B, Ek 2-A, Ek 2 B, Ek 3-A, Ek 3-B) Özgül ağırlık (Ö.A.) alınan kaynakta 2,70'dir. Ancak Ek'lerde 2,57 olarak değiştirilmiştir.

Yukarıda da ifade edildiği gibi %3 ve daha düşük Cr_2O_3 tenörlü kromititler değerlendirme dışı bırakılmış ve karot randımanı %80'den daha düşük olan kesimlerde büyük çoğunlukla bu kesimlerde olduğu için yapılan değerlendirmelerde gerek tenör değerlerinde ve gerekse de miktarlarda önemli sayılabilecek bir fark ortaya çıkmamıştır. Bu nedenle karot randımanları ile ilgili olarak hehangi bir sınırlamaya gidilmeden bütün değerlerin kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Bu bağlamada Ek 1 ve Ek 2'de verilen değerler bütün analiz sonuçları dikkate alınarak hesaplanmış olduğundan bu tablodaki daha kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir.

Ancak yukarıda yapılan bütün muhtemel ve mümkün rezervlerin dışında %5 Cr_2O_3 ve bu tenörün altı Türkiye şartlarında mevcut teknoloji ve gravite yöntemleri zenginleştirilememektedir. Bu nedenle yaptığımız rezerv hesaplarında %6 Cr_2O_3'ün üstündeki değerler alınarak görünür rezerv hesapları yapılmıştır (Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7).

Çizelge 4.5. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Görünür Rezerv Miktarı (>%6 Cr_2O_3)

Baş. Kotu	Bitiş Kotu	m^3	ton	Özg. Ağ. ton/m^3	Kot	Cr_2O_3	Küm. m^3	Küm. ton	Ort. Cr_2O_3
1130	1140	0	0	0	0	0	0	0	0
1140	1150	0	0	0	0	0	0	0	0
1150	1160	91	233,87	2,57	1.156,978	7,93	91	233,87	7,93
1160	1170	6142	157.84,94	2,57	1.167,24	7,33	6233	16.018,81	7,34
1170	1180	28924	743.34,68	2,57	1.175,811	8,27	35157	90.353,49	8,11
1180	1190	28443	730.98,51	2,57	1.186,132	8,82	63600	163.452	8,43
1190	1200	44344	113.964,1	2,57	1.195,515	8,55	107944	277.416,1	8,48
1200	1210	90942	233.720,9	2,57	1.205,755	8,15	198886	511.137	8,33
1210	1220	78354	201.369,8	2,57	1.216,044	8,75	277240	712.506,8	8,45
1220	1230	92814	238.532	2,57	1.225,15	9,38	370054	951.038,8	8,68
1230	1240	125766	323.218,6	2,57	1.235,442	9,56	495820	1.274.257	8,90
1240	1250	78076	200.655,3	2,57	1.245,708	9,70	573896	1.474.913	9,01
1250	1260	40029	102.874,5	2,57	1.254,152	9,87	613925	1.577.787	9,07
1260	1270	12264	315.18,48	2,57	1.263,456	10,28	626189	1.609.306	9,09
1270	1280	6	15,42	2,57	1.271,667	6,77	626195	1.609.321	9,09
1280	1290	0	0	2,57	0	0	626195	1.609.321	9,09
1290	1300	0	0	2,57	0	0	626195	1.609.321	9,09
1300	1310	91	0	2,57	1.156,978	7,93	626195	1.609.321	9,09

4.4. Kızılyüksek Krom Yatağında Uygun İşletme Yönteminin Belirlenmesi

Açık ocak madenciliği; yeraltında bulunduğu saptanmış ya da mostra vermiş madenin ekonomik olarak, yeraltına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılarak kazanılmasıdır. Açık Ocak İşletmeciliği, İşletilmesi ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, mostra verenlerinin doğrudan kazılarak üretilmesi, ya da üzerini kaplayan örtü tabakasının alınarak açılması ve sonrasında

cevherin üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemi Açık İşletme olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde dünya maden üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır.

Çizelge 4.6. Kızılyüksek 2 Ocağı Görünür Rezerv Miktarı (>%6 Cr_2O_3)

Baş. Kotu	Bitiş Kotu	m^3	ton	Özg. Ağ. ton/m^3	Ort.kot	Cr_2O_3	Küm m^3	Küm ton	Ort_ Cr_2O_3
1040	1050	1000	2570	2,57	1050	6,0728	1000	2570	6,0728
1050	1060	0	0	0	0	0	1000	2570	6,0728
1060	1070	0	0	0	0	0	1000	2570	6,0728
1070	1080	0	0	0	0	0	1000	2570	6,0728
1080	1090	0	0	0	0	0	1000	2570	6,0728
1090	1100	1000	2570	2,57	1100	6,1143	2000	5140	6,0936
1100	1150	54000	138780	2,57	1128,333	7,5365	56000	143920	7,485
1150	1160	12000	30840	2,57	1160	7,1002	68000	174760	7,4171
1160	1170	4000	10280	2,57	1170	7,2933	72000	185040	7,4102
1170	1180	0	0	0	0	0	72000	185040	7,4102
1180	1190	4000	10280	2,57	1190	13,1834	76000	195320	7,7141
1190	1200	2000	5140	2,57	1200	11,4602	78000	200460	7,8101
1200	1210	0	0	0	0	0	78000	200460	7,8101

Bilindiği gibi açık ocak madenciliğinde, önemli sorunlardan biride; belli bir derinliğe inildiğinde şev sisteminin stabilitesidir. İşin mühendislik ölçmeleri açısından önemi ise; Şevlerin geometrisi ve jeolojisini göz önüne alarak yapılan ölçümler ve bunlara dayalı bir izleme sistemi kurulmasıdır. Bunun neticesinde şevlerdeki hareketlerin miktar ve hızları bulunmak suretiyle, şevlerdeki hareketlerin işletmecilere gerekli duyarlılıkta verilmesi ile işletmecinin bu hareketlere karşı önlem almasının sağlanmasıdır. Şev sisteminin emniyet içinde ayakta tutulması işletme için bir sorundur. İşletmeci ekonomik açıdan minimum dekapaj veya örtü tabakasının kaldırılması ile maximum madenin çıkarılmasını istemektedir. İşletmede bunu sınırlayan tek şey ise şev sistemi olmaktadır.

Çizelge 4.7. Yüksek Ocak Görünür Rezerv Miktarı (>%6 Cr_2O_3)

Baş. Kotu	Bitiş Kotu	m^3	ton	Özg. Ağ. ton/m^3	Ortalama kot	Cr_2O_3	Küm m^3	Küm ton	Ort_ Cr_2O_3
980	990	3000	7710	2,57	990	8,71	3.000	7.710	8,71
990	1000	0	0	0	0	0	3.000	7.710	8,71
1000	1010	0	0	0	0	0	3.000	7.710	8,71
1010	1020	0	0	0	0	0	3.000	7.710	8,71
1020	1030	0	0	0	0	0	3.000	7.710	8,71
1030	1040	0	0	0	0	0	3.000	7.710	8,71
1040	1050	1.000	2.570	2,57	1050	7,737	4.000	10.280	8,4668
1050	1060	6.000	15.42	2,57	1060	6,9388	10.000	25.700	7,55
1060	1070	4.000	10.28	2,57	1070	6,536	14.000	35.980	7,2603
1070	1080	12.000	30.84	2,57	1080	7,6067	26.000	66.820	7,4202
1080	1090	7.000	17.99	2,57	1090	6,7853	33.000	84.810	7,2855
1090	1100	7.000	17.99	2,57	1100	6,7463	40.000	102.800	7,1911
1100	1110	14.000	35.98	2,57	1110	7,5926	54.000	138.780	7,2952
1110	1120	4.000	10.28	2,57	1120	8,0138	58.000	149.060	7,3448
1120	1130	1.000	2.57	2,57	1130	8,33	59.000	151.630	7,3615
1130	1140	1.000	2.57	2,57	1140	6,4368	60.000	154.200	7,3461
1140	1150	6.000	15.42	2,57	1150	9,7311	66.000	169.620	7,5629
1150	1160	3.000	7.71	2,57	1160	8,58	69.000	177.330	7,6071
1160	1170	1.000	2.57	2,57	1170	8,2265	70.000	179.900	7,616
1170	1200	0,00	0,00	0	0	0	70.000	179.900	7,616

Şev stabiiitesine etki eden faktörler: Şev durma süresi, Şev formasyonlarının özelliği, Şev uzunluğu, Şev yüksekliği, Şev açısı ve Hidrojeolojik faktörlerdir.

Şev sistemi zamanla ters orantılı olarak stabilizasyonunu koruyamaz ve göçme başlar. Bunda önemli etkenler yağmur, rüzgar ve depremlerdir (Öztürk ve ark., 1998).

Kızılyüksek krom yatağında mevcut formasyon gerekli testler yapılmamıştır. Ancak gözlemsel olarak şev açıları 75 derece, şev yüksekliği 10 m ve şev uzunluğu ise; en uzun şev 650 m olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ile şev stabilitesinde herhangi bir sorun çıkmayacağı kanaatine varılmıştır.

4.4.1. Açık İşletme Dizaynı

Kızılyüksek krom yatağında mevcut formasyon gerekli testler yapılmamıştır. Ancak sahada yapılan gözlemlere dayanarak şev açıları 75 derece, şev yüksekliği 10 m ve basmak genişliği 6 m olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ile şev stabilitesinde herhangi bir sorun çıkmayacağı kanaatine varılmıştır.

4.4.1.1. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Ocağı

Kızılyüksek 1 ocağında mevcut cevherin (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13) yüzeye yakın olduğu varsayımı ile yola çıkılarak açık işletme dizaynı yapılmıştır. Bu dizaynda şev açıları 75 derece, şev yüksekliği 10 m, basamak genişliği 6 m ocak yolu eğimi %6 olarak alınmıştır ve yaklaşık 36 adet basamak tasarlanmıştır. Bu dizaynda cevher ve topoğrafya çakıştırılarak pasa ve cevher dekapaj miktarları ve oranı ortaya konmaya çalışılmıştır (Çizelge 4.8).

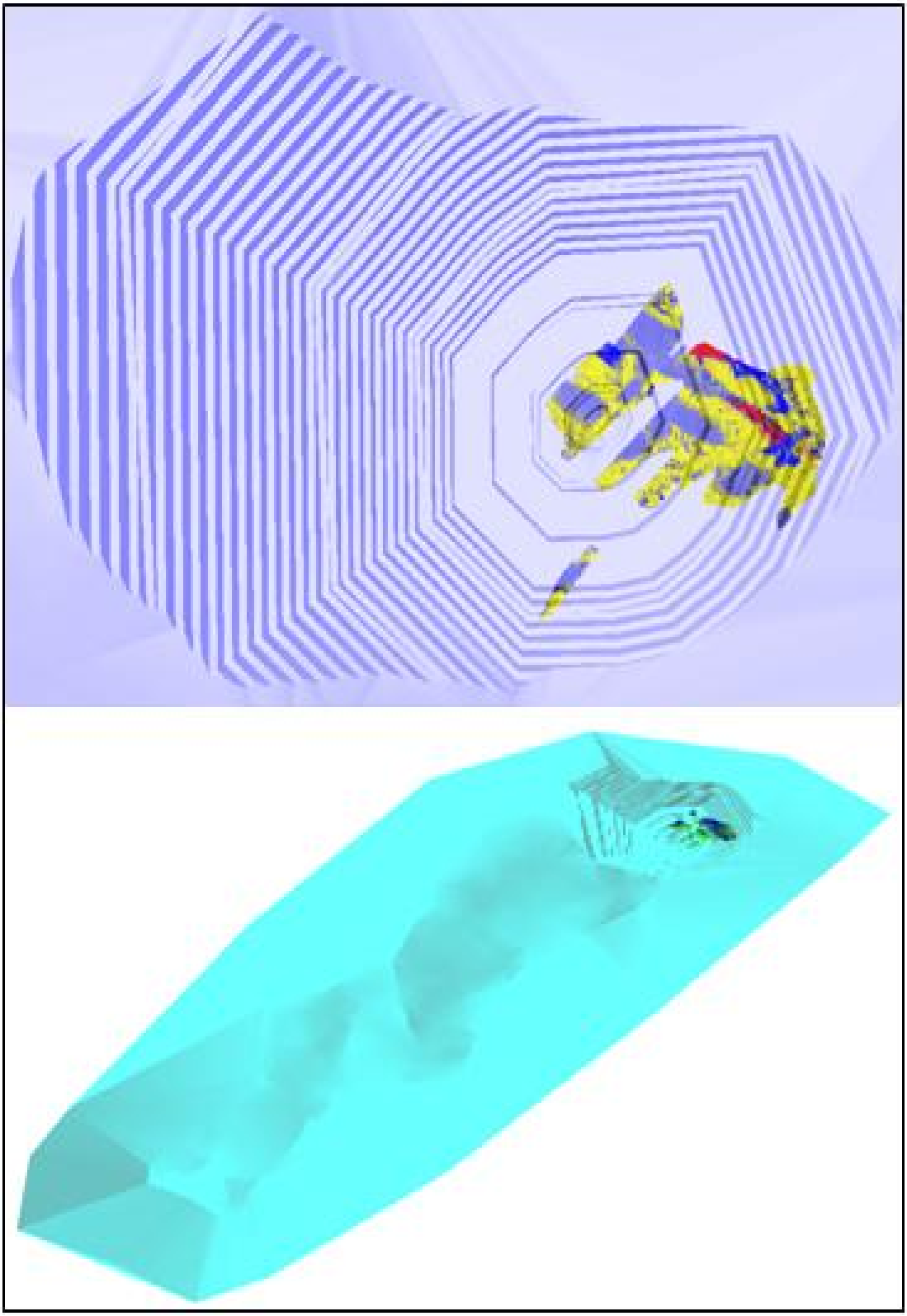
Yukarıdaki miktarlara göre açık işletme örtü-kazı oranı aşağıdaki Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa+Cevher Miktarı

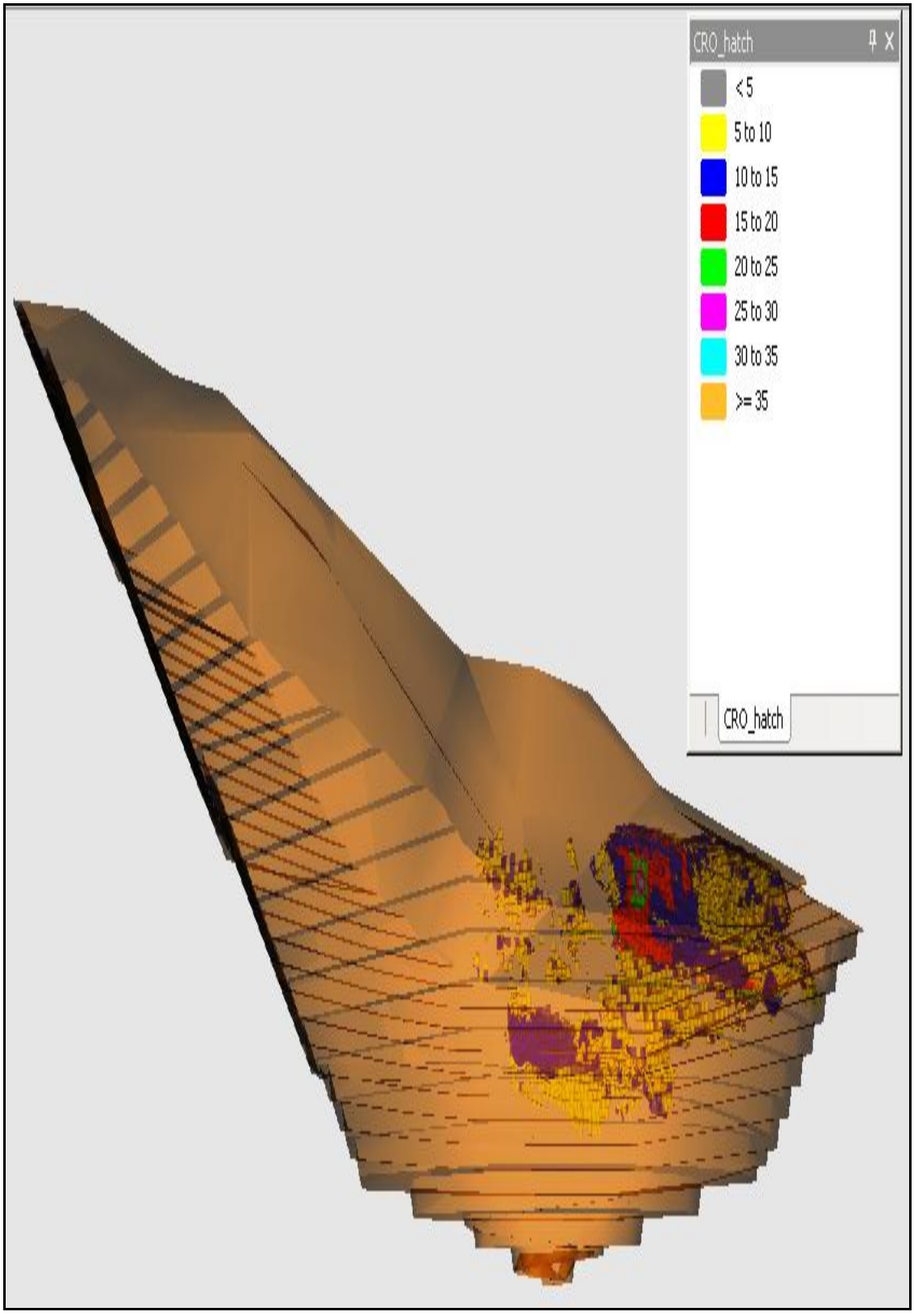
		Cr_2O_3 %>=6	Cr_2O_3 %>=7	Cr_2O_3 %>=8	Cr_2O_3 %>=9
Cevher Miktarı	(m^3)	626.195	493.196	374.087	26.801
	Ton	1.609.321	1.267.513,72	961.403,59	688.916,77
Örtü Miktarı	(m^3)	7.600.152,12	7.733.151,12	7.852.260,12	8.199.546,12

Çizelge 4.9. Kızılyüksek 1 Ocağı Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı

	Cr_2O_3 %>=6	Cr_2O_3 %>=7	Cr_2O_3 %>=8	Cr_2O_3 %>=9
Örtü/Kazı (m^3/ton)	4,72	6,10	8,17	11,90

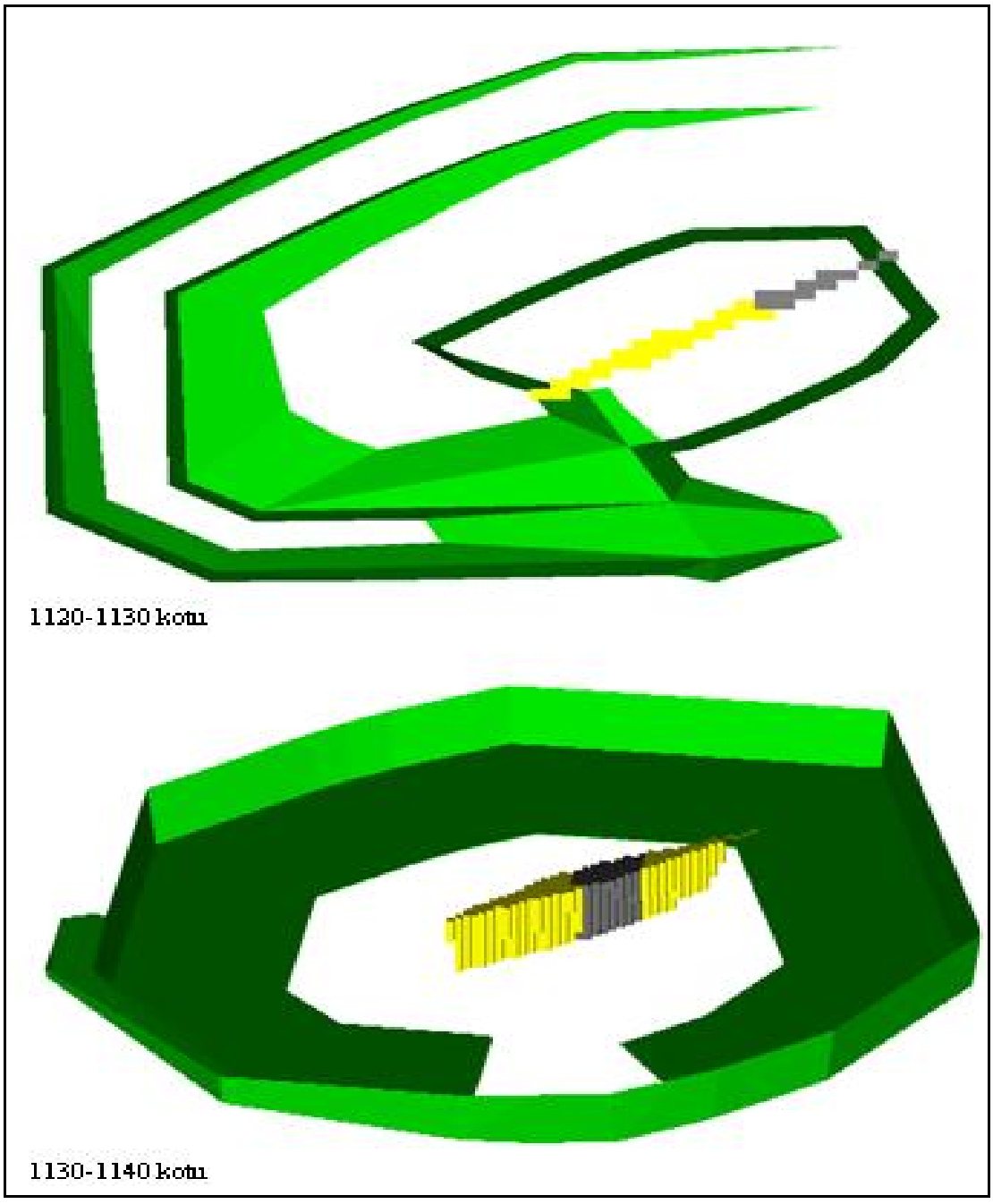


Şekil 4.12. Kızılyüksek 1 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Birlikteliği



Şekil 4.13. Kızılyüksek 1 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Birlikteliği-Kesit Görünüş.

Yapılan açık işletme dizaynında önem arz eden diğer etken ise; Micromine 11 ile programının her kot seviyesinde cevher ve ocak modelinin görülebilmesidir. Sadece cevherli kısımların tamamının Ek 4'de verildiği seviyelere göre cevher ve ocak durumunun sadece 1120 kotu ve 1130 kotu Şekil 4.14'de gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Kızılyüksek 1 Ocağı 1120 Kotu Ve 1140 Kotunda Cevher-Basamak İzometrik Duruşu.

4.4.1.2. Kızılyüksek 2 Ocağı

Kızılyüksek 2 ocağında Şekil (4.15) mevcut cevherin (Şekil 4.16 ve Şekil 4.17) yüzeye yakın olduğu varsayımı ile yola çıkılarak açık işletme dizaynı yapılmıştır. Bu dizaynda şev açıları 75 derece, şev yüksekliği 12 m, basamak genişliği 6 m ocak yolu eğimi %6 olarak alınmıştır ve yaklaşık 28 adet basamak tasarlanmıştır. Bu dizaynda cevher ve topoğrafya çakıştırılarak pasa ve cevher dekapaj miktarları ve oranı ortaya konmaya çalışılmıştır (Çizelge 4.10).

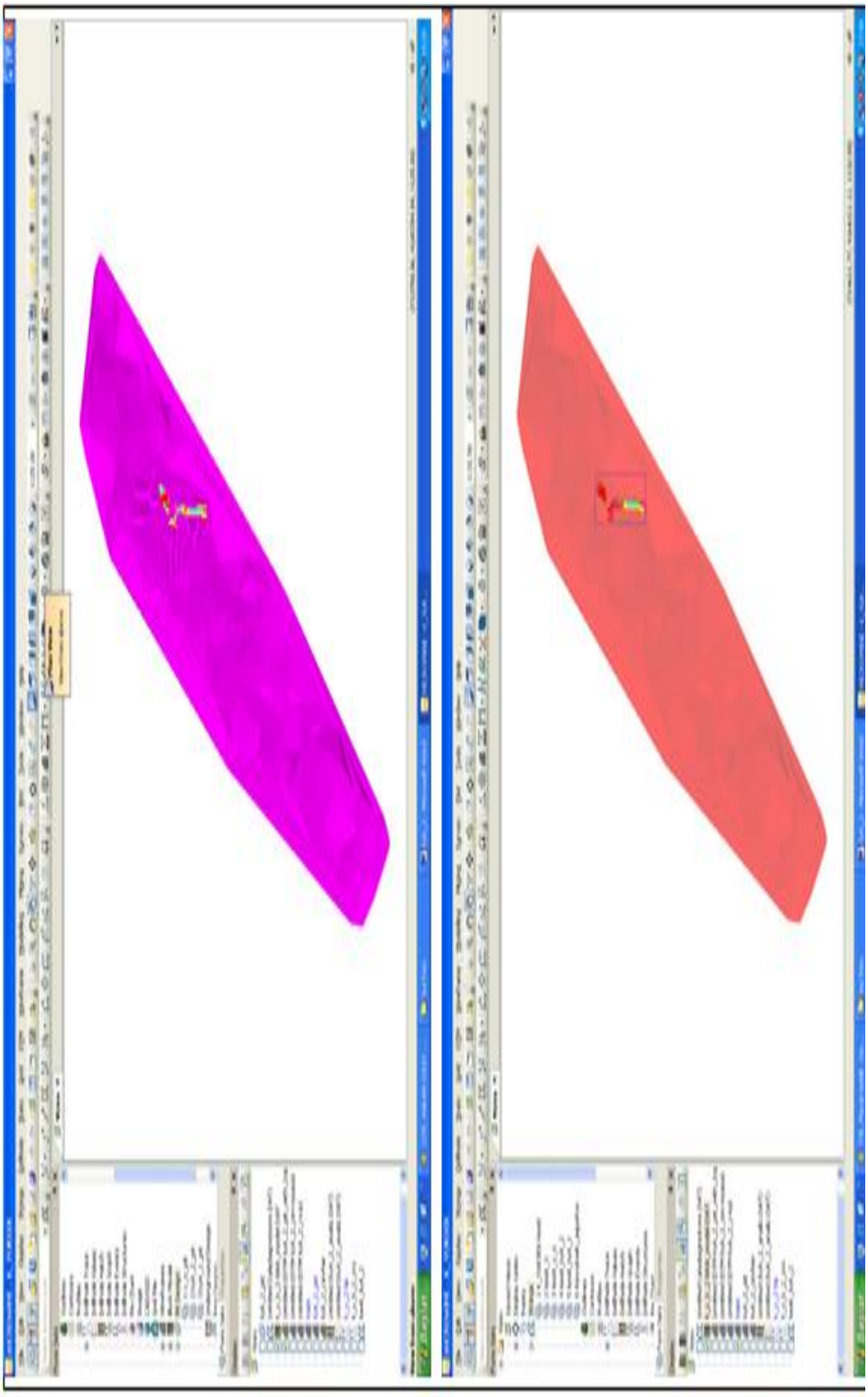
Çizelge 4.10. Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa ve Cevher Miktarı ve Kızılyüksek 2 Ocağı Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı

		Cr_2O_3 %>=6
Cevher Miktarı	(m^3)	78000
	Ton	200460
Örtü Miktarı	(m^3)	7340063.65
Örtü/Kazı	(m^3/ton)	36.62

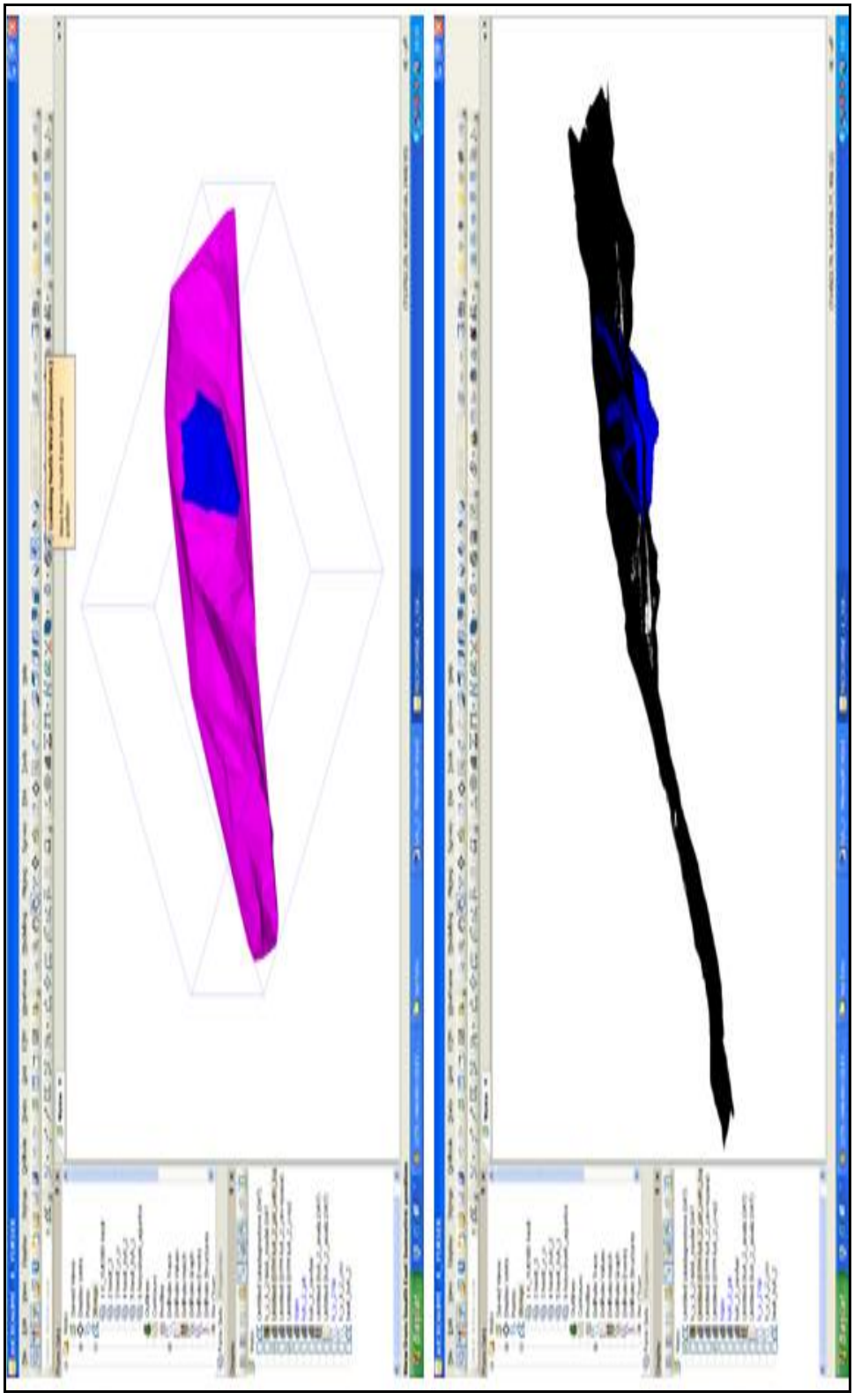
Yapılan açık işletme dizaynında önem arz eden diğer etken ise; Micromine 11 ile programının her kot seviyesinde cevher ve ocak modelinin görülebilmesidir. Sadece cevherli kısımların seviyelere göre cevher ve ocak durumunun sadece 1050 kotu ve 1074 kotu Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

4.4.1.3. Yüksek Ocak Açık İşletme Dizaynı

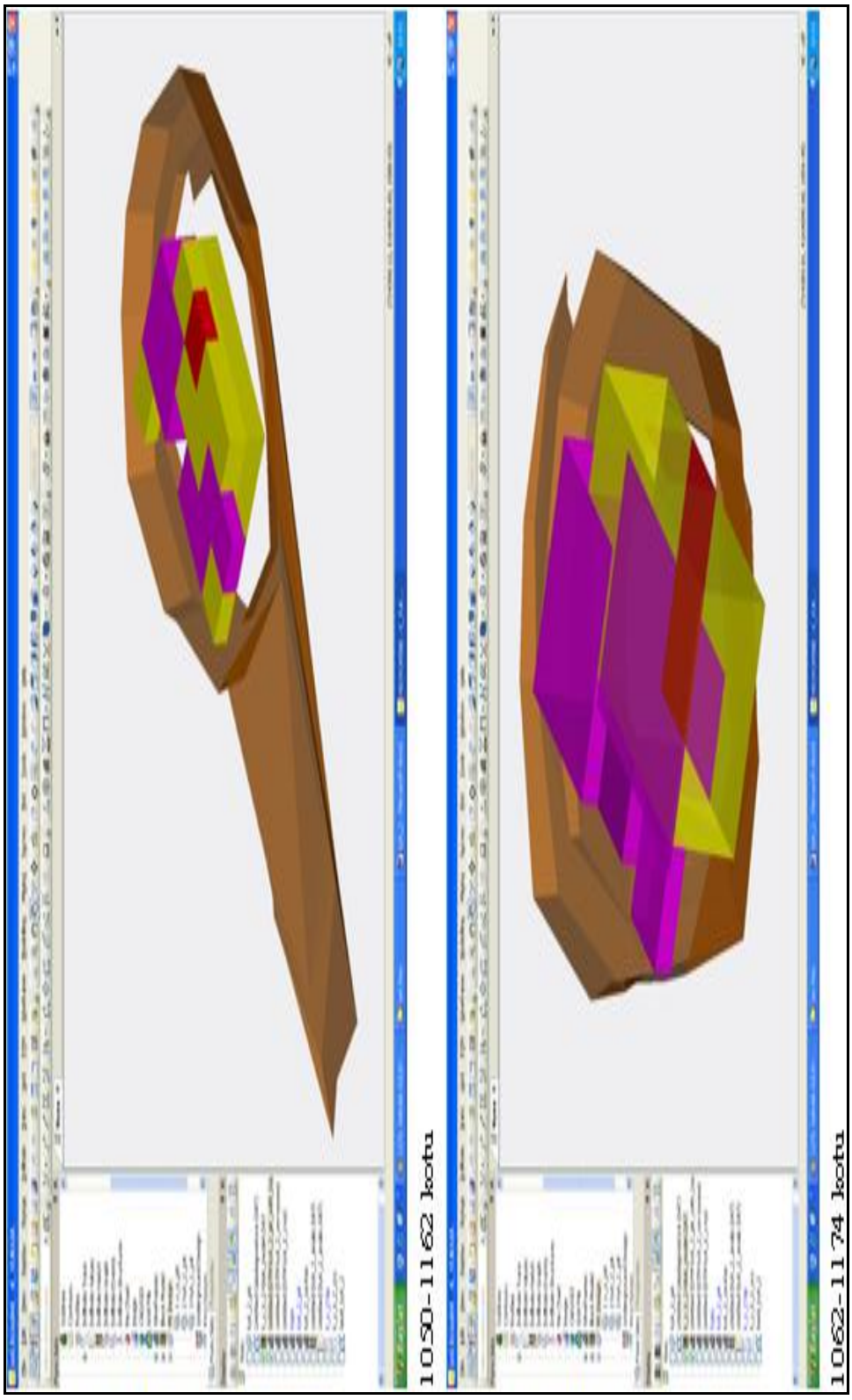
Yüksek ocakta mevcut cevherin (Şekil 4.18) yüzeye yakın olduğu varsayımı ile yola çıkılarak açık işletme dizaynı yapılmıştır. Bu dizaynda şev açıları 75 derece, şev yüksekliği 12 m, basamak genişliği 6 m ocak yolu eğimi %6 olarak alınmıştır ve yaklaşık 31 adet basamak tasarlanmıştır. Bu dizaynda cevher ve topoğrafya çakıştırılarak pasa ve cevher dekapaj miktarları (Şekil 4.19) ve oranı ortaya konmaya çalışılmıştır (Çizelge 4.11).



Şekil 4.15. Kızılyüksek 2 Ocağı Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Blok Model Birlikteliği



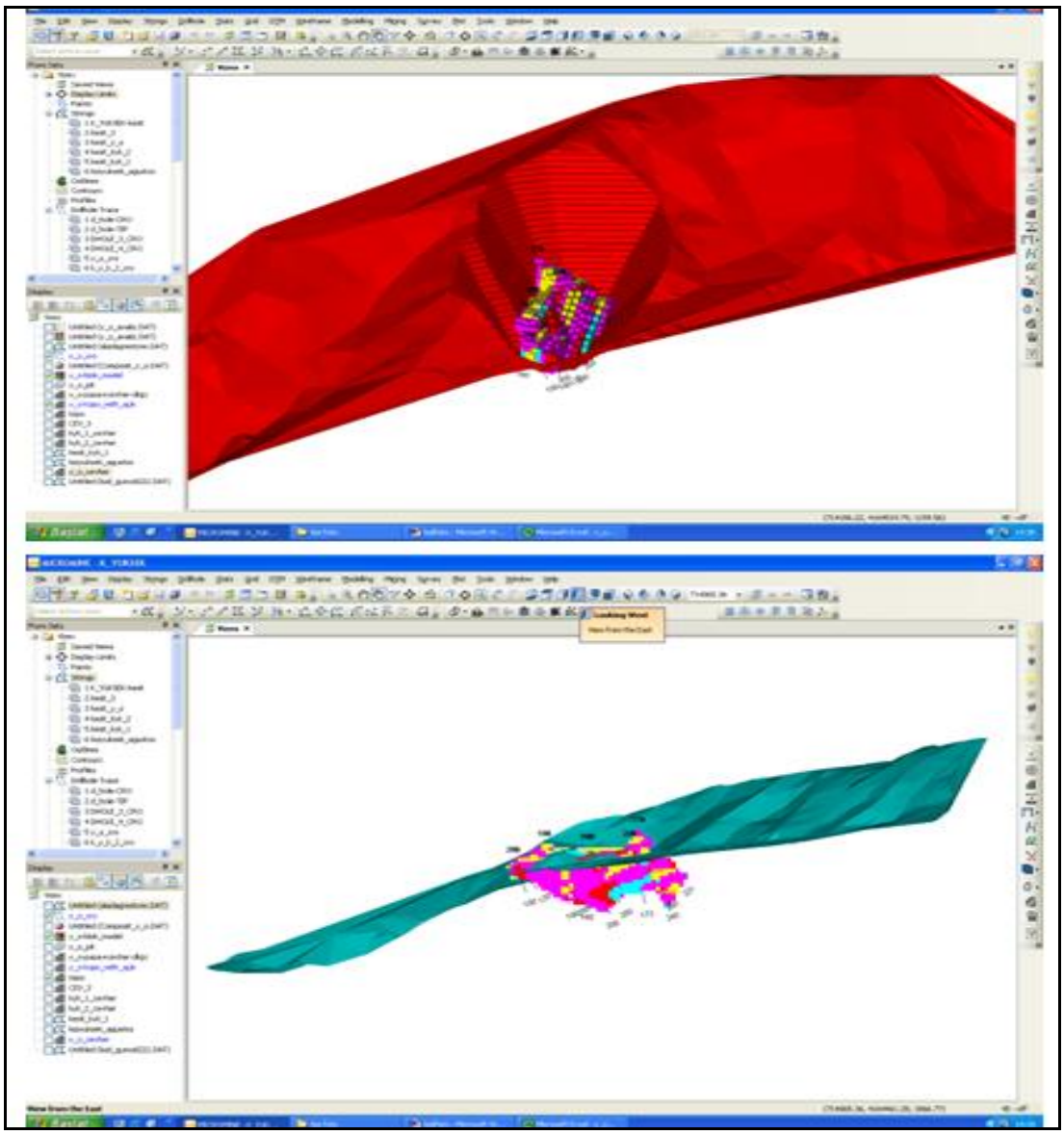
Şekil 4.16. Kızılyüksek 2 Ocağı Açık İşletme Topoğrafya Üzerinde Cevher+Pasa İzometrik Görünüm.



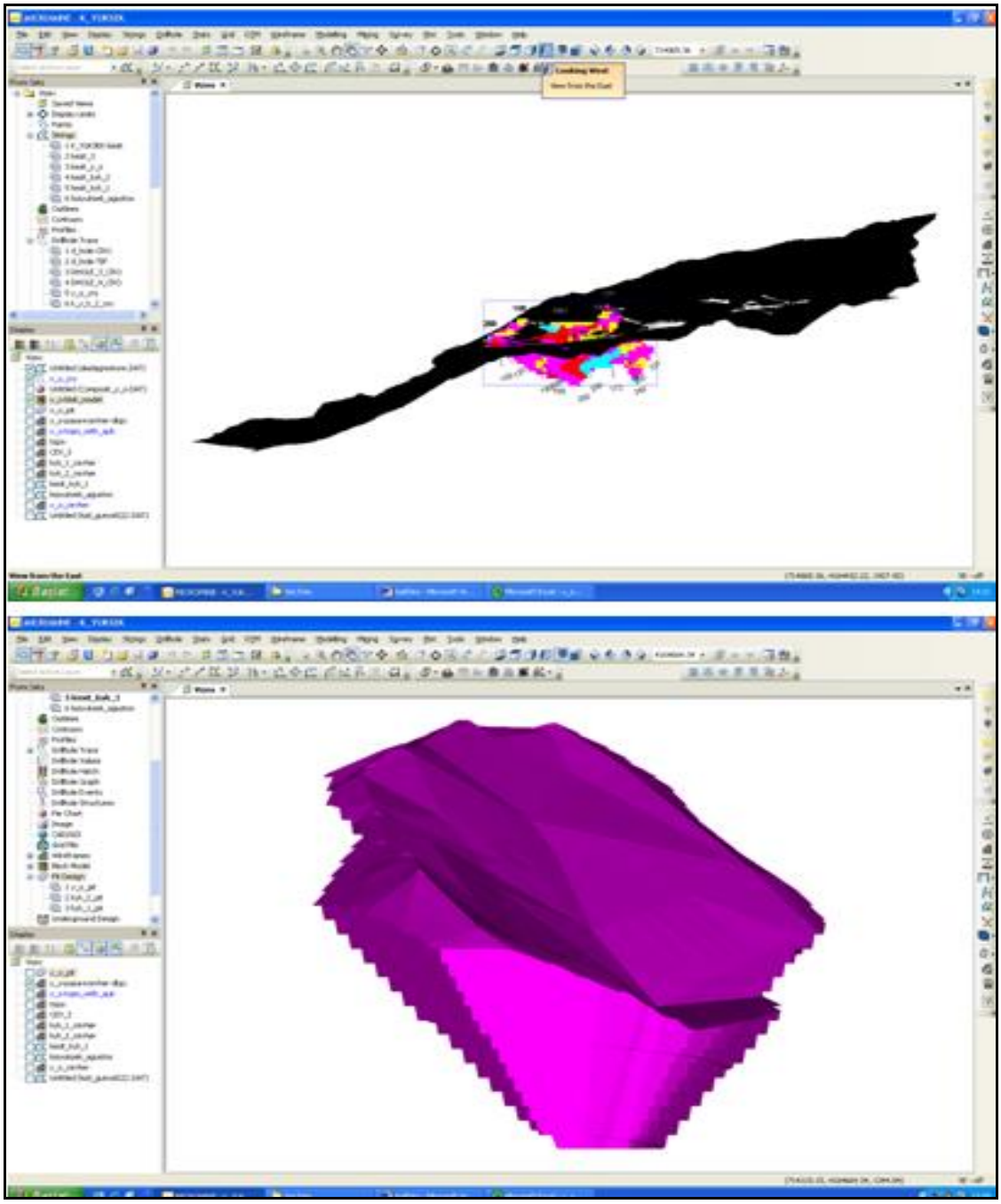
Şekil 4.17. 1050 Kotu ve 1074 Kotunda Cevher-Blok Model ve Basamak İzometrik Duruşu

Çizelge 4.11. Yüksek Ocak-Tenör Aralıklarına Göre Açık İşletmeden Alınacak Pasa ve Cevher Miktarı ve Açık İşletme Örtü-Kazı Oranı

		Cr_2O_3 %>=6
Cevher Miktarı	(m^3)	70,000
	Ton	179,900.00
Örtü Miktarı	(m^3)	16,678,614.84
Örtü/Kazı	(m^3/ton)	92.7

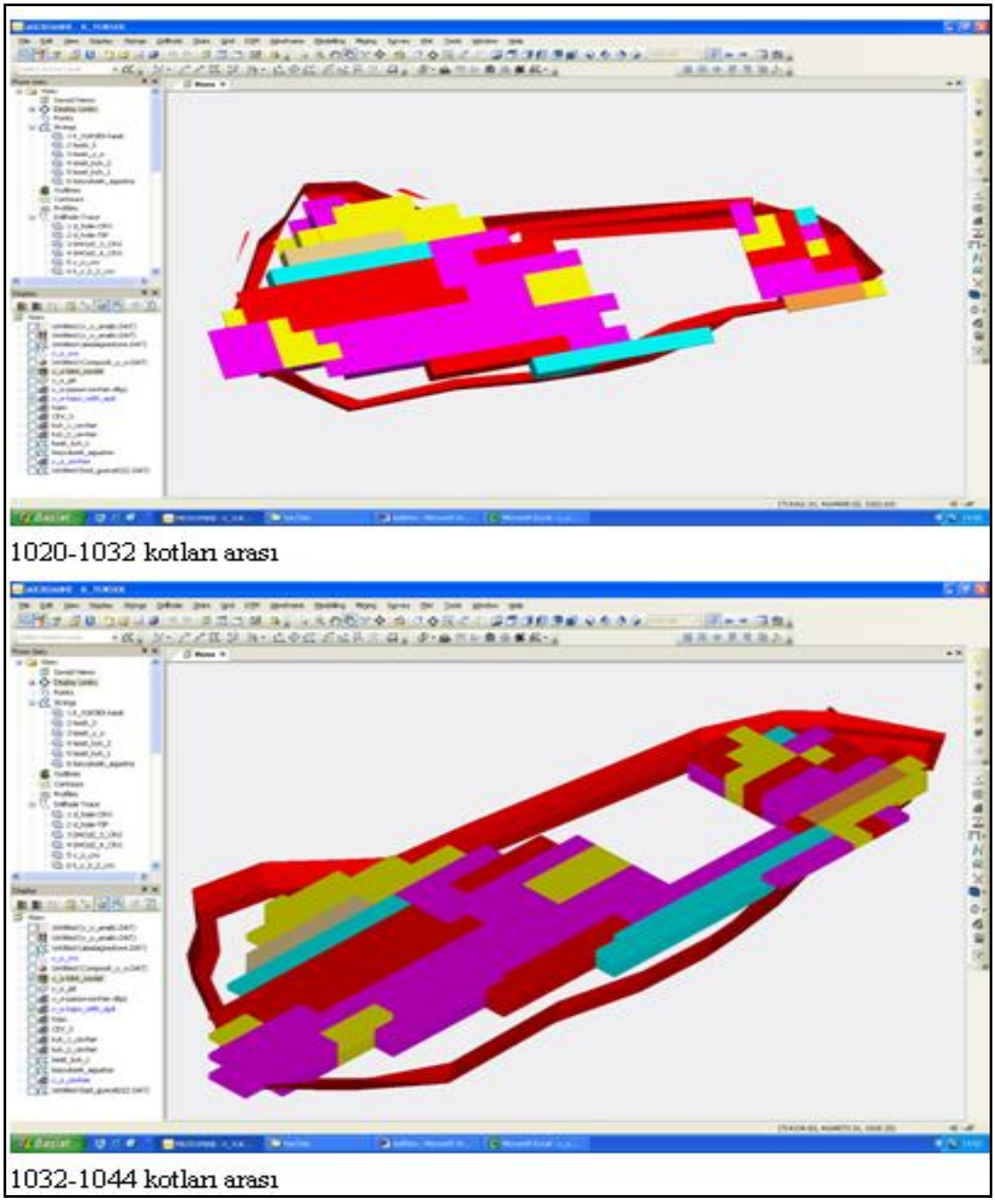


Şekil 4.18. Yüksek Ocak-Topoğrafya Üzerinde Açık İşletme ve Cevher Blok Model Birlikteliği



Şekil 4.19. Yüksek Ocaktan Blok Topoğrafya Üzerinde Blok Model Ve Toplam Dekapaj Bloğu

Yapılan açık işletme dizaynında önem arz eden diğer etken ise; Micromine 11 ile programının her kot seviyesinde cevher ve ocak modelinin görülebilmesidir. Sadece cevherli kısımların seviyelere göre cevher ve ocak durumunun sadece 1020 kotu ve 1044 kotu Şekil 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. 1020 Kotu ve 1044 Kotları Arasındaki Cevher-Blok Model ve Basamak İzometrik Duruşu

4.4.2. Yeraltı İşletme Dizaynı

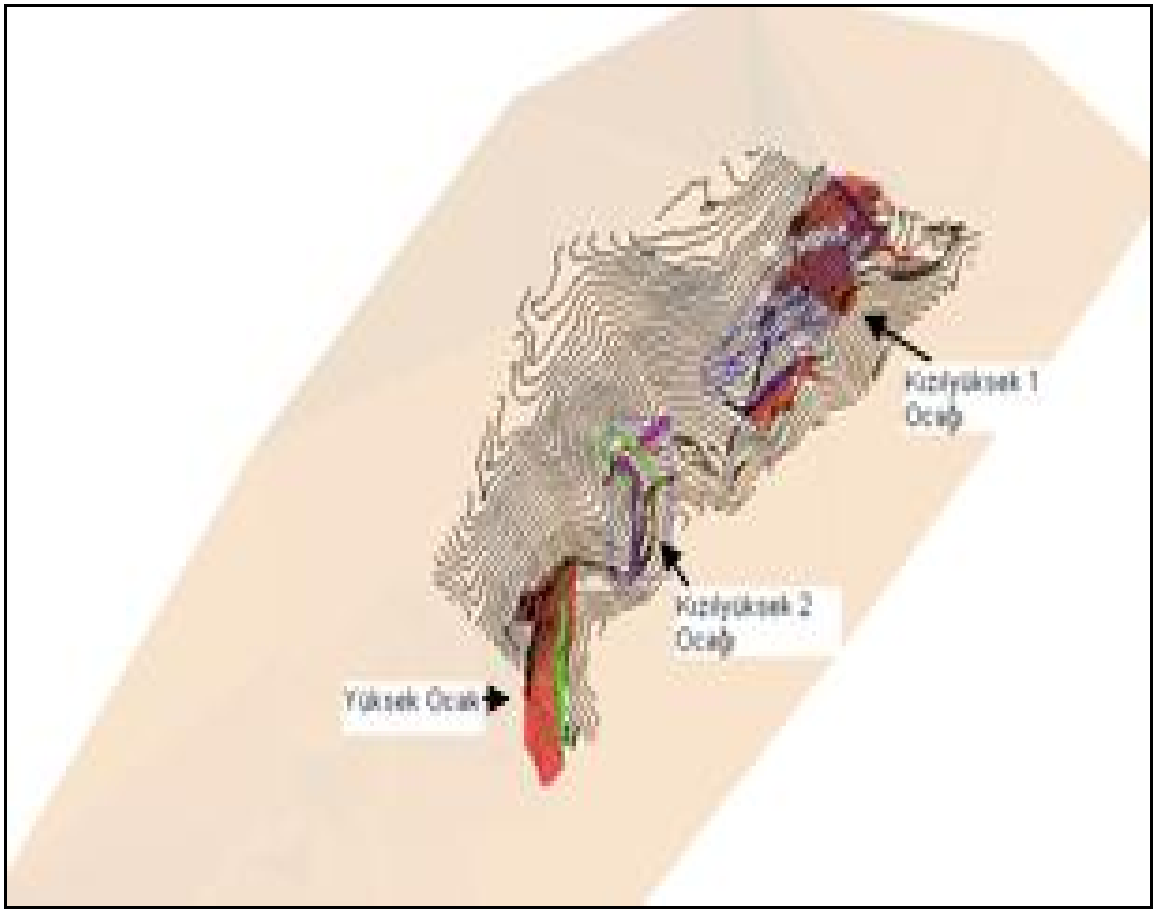
Açık işletme için örtü-kazı oranının fazla olması ihtimali ve açık işletme için diğer olumsuz etkenlerin olabileceği düşünülerek alternatif olması amacı ile yeraltı

işletme dizaynı olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle mevcut çalışmaya konu olan sahadaki ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) birde yer altı dizaynı yapılmıştır (Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23).

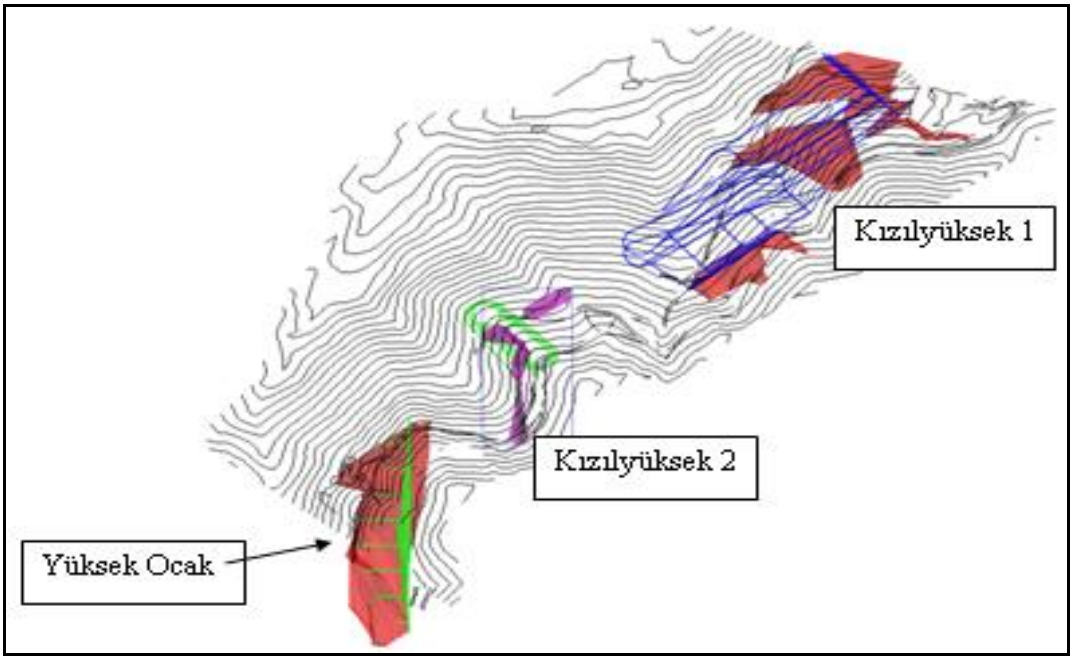
Yeraltı işletme dizaynları yapılarak açık işletme ile dizaynları karşılaştırılarak mevcut ocaklarda ne tür bir işletme (Açık işletme veya yeraltı işletmesi) yapılacağına karar verilecektir.

İlk olarak Kızılyüksek 1 (Büyük ocak) ocağı için yeraltı dizaynı yapılacaktır.

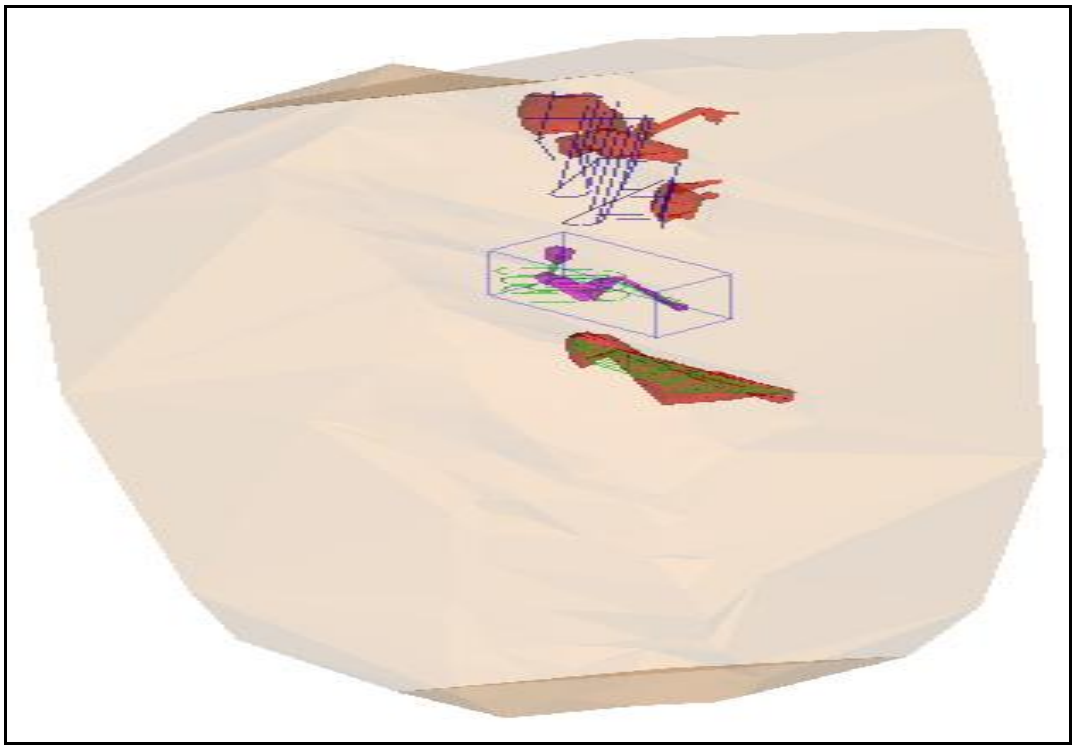
Kızılyüksek 2 ocağı ve Yüksek ocak yer altı işletmeleri dizaynı yapılacaktır. Yapılacak olan dizaynlarda üretim katları 10 m olacak ve katlar ara katlı göçertme yöntemine uygun olacak şekilde üst üste tasarlanacaktır.



Şekil 4.21. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Blok Topoğrafya Üzerinde Plan Görünüş



Şekil 4.22. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Topoğrafya Üzerinde Plan Görünüş



Şekil 4.23. Kızılyüksek Krom Yatağı Üzerindeki Ocakların (Kızılyüksek 1, Kızılyüksek 2 ve Yüksek ocak) Yer altı İşletme Dizaynlarıyla Blok Topoğrafya Üzerinde İzometrik Görünüş

4.4.2.1. Kızılyüksek 1 (Büyük Ocak) Yeraltı Dizaynı

Kızılyüksek 1 ocağında cevher %6 Cr_2O_3 için 2 parça (Şekil 4.24) olarak ortaya çıktığı için yeraltı dizaynı yaparken sadece spiral (Şekil 4.25) dizaynında bu iki parça bir bütün olarak düşünülmesi gerektiği kanaatine varılarak böyle bir dizayn yapılmıştır.

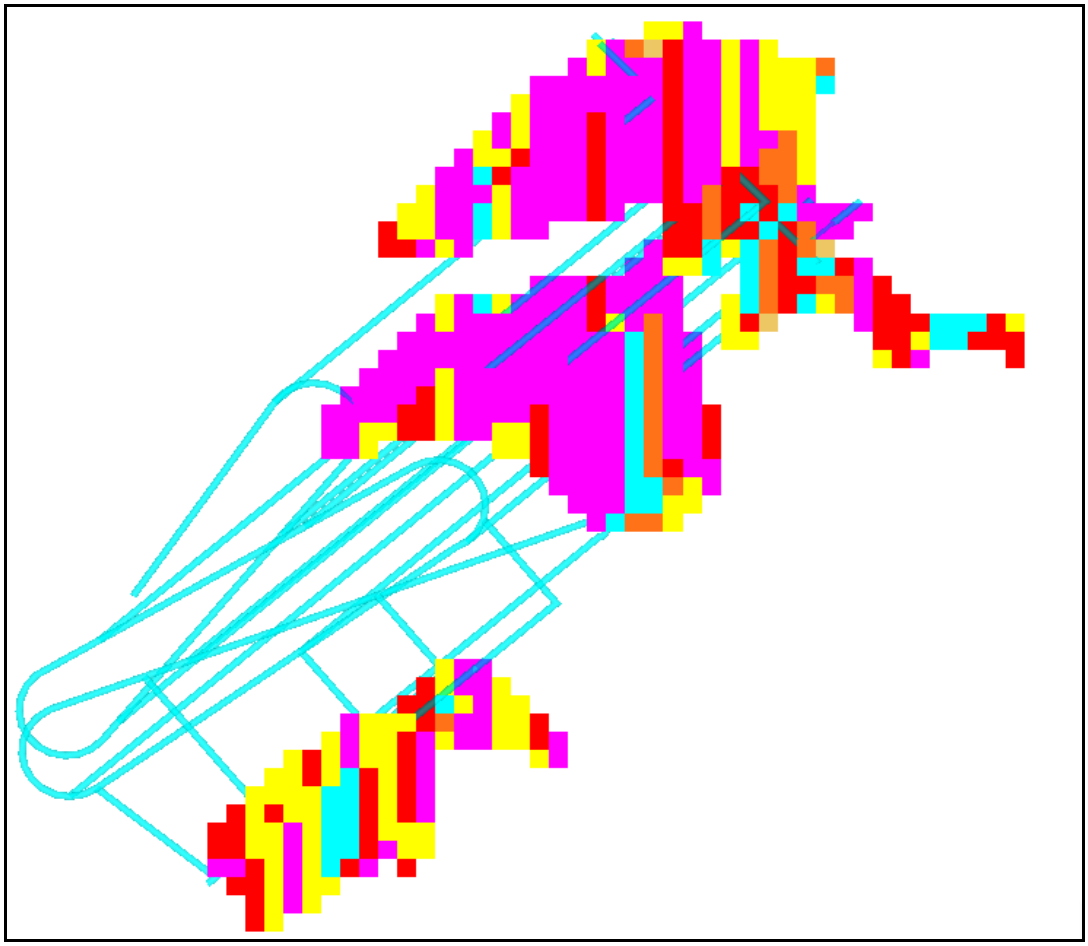
Bu dizaynda her iki parçayı bir arada değerlendirebilmek için cevher blokuna spiral ile girilmesi gerektiği düşünülmüştür ve 1668 m spiral tasarlanmıştır. Mevcut Spiral Ek 5'te plan ve diğer kesit görünüşleri ile verilmeye çalışılmıştır.

Spiral yönü yine cevher duruşunun yönü (Azimut K055) dikkate alınarak cevhere bu yönde girilmiştir. Spiral eğimi %15 olarak spiral çapı yaklaşık 50 m olarak çizilmiştir. Bununla beraber başlangıç koordinatları belirlenmiştir ve kat seviyelerinki girişler daha önce hesaplanmıştır ve buna göre spirale eğim ve yön verilmiştir.

Spiral sürüldükten sonra cevher bloku 2 ayrı parça olarak düşünülmüştür. İki parça halinde düşünülen parçalardan küçük parça (A sektörü) tüm hazırlık ve üretim galeri yaklaşık 1155 metre olarak hesaplanmıştır. Büyük parça (B sektörü) bütün hazırlık ve üretim galerileri 3840 metre olarak tasarlanmıştır. Sürülen bütün galerileri boyutları 4x3 (genişlik x yükseklik) metredir.

4.4.2.2. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynı

Kızılyüksek 2 ocağında Kızılyüksek 1 ocağı gibi cevher %6 Cr_2O_3 sınır tenör 2 parça (Şekil 4.26) olarak ortaya çıktığı için yeraltı dizaynı yaparken sadece spiral dizaynında bu iki parça bir bütün olarak düşünülmesi gerektiği kanaatine varılarak böyle bir dizayn yapılmıştır Kızılyüksek krom yatağındaki diğer ocaklarla birlikte (Şekil 4.27) görünümünde anlaşılacağı gibi yeraltı dizaynı ya cevher istikametinde yada cevher istikametine dik yönde olmalıdır.



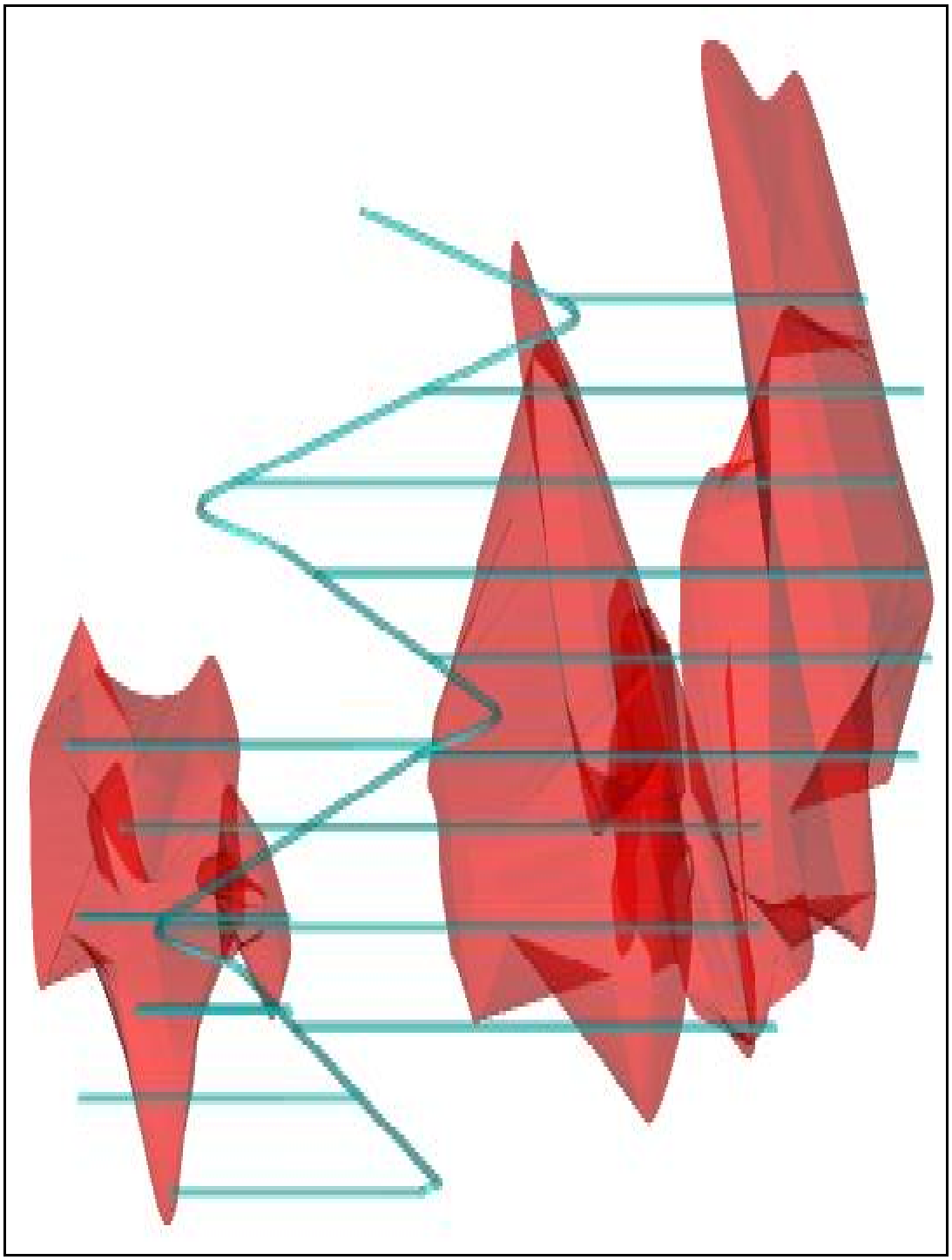
Şekil 4.24. Kızılyüksek 1 Ocağı Yeraltı Dizaynı Plan Görünüş.

Bu dizaynda her iki parçayı bir arada değerlendirebilmek için cevher blokuna spiral ile girilmesi gerektiği düşünülmüştür ve 1250 m spiral tasarlanmıştır.

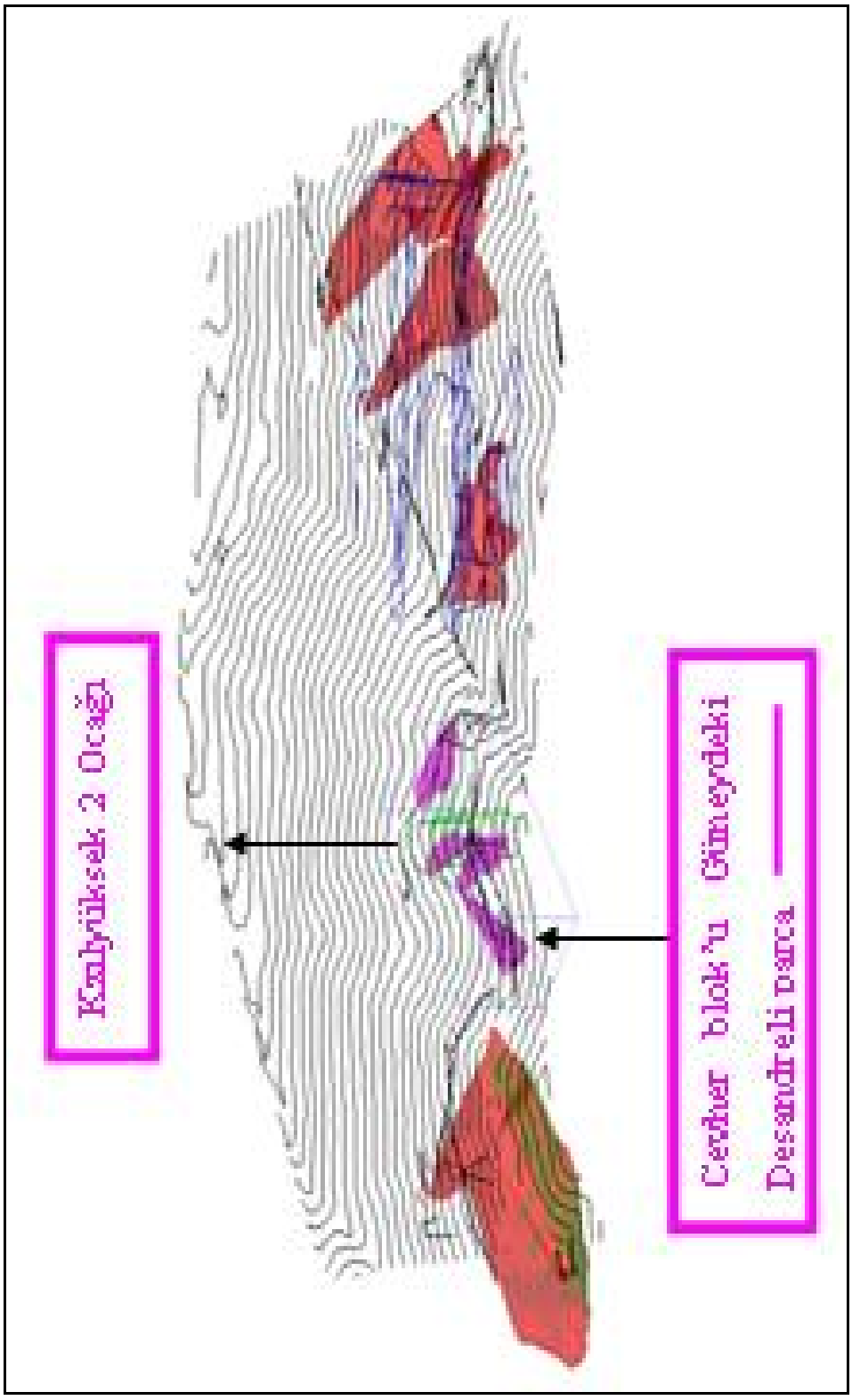
Spiral yönü yine cevher duruşuna dik yönde (yaklaşık azimut K145) dikkate alınarak cevhere bu yönde girilmiştir. Spiral eğimi %15 olarak spiral çapı yaklaşık 50 m olarak çizilmiştir. Bununla beraber başlangıç koordinatları belirlenmiştir. Ve kat seviyelerindeki girişler daha önce hesaplanmıştır ve buna göre spirale eğim ve yön verilmiştir.

Spiral sürüldükten sonra cevher bloku 2 ayrı parça olarak düşünülmüştür. Cevher blok'unun güney parçasına 140 metrelik bir adet desandre ve devamında 403 metrelik hazırlık ve üretim galerileri sürülmüştür. Diğer bütün hazırlık ve üretim galerileri 1156 metre olarak tasarlanmıştır.

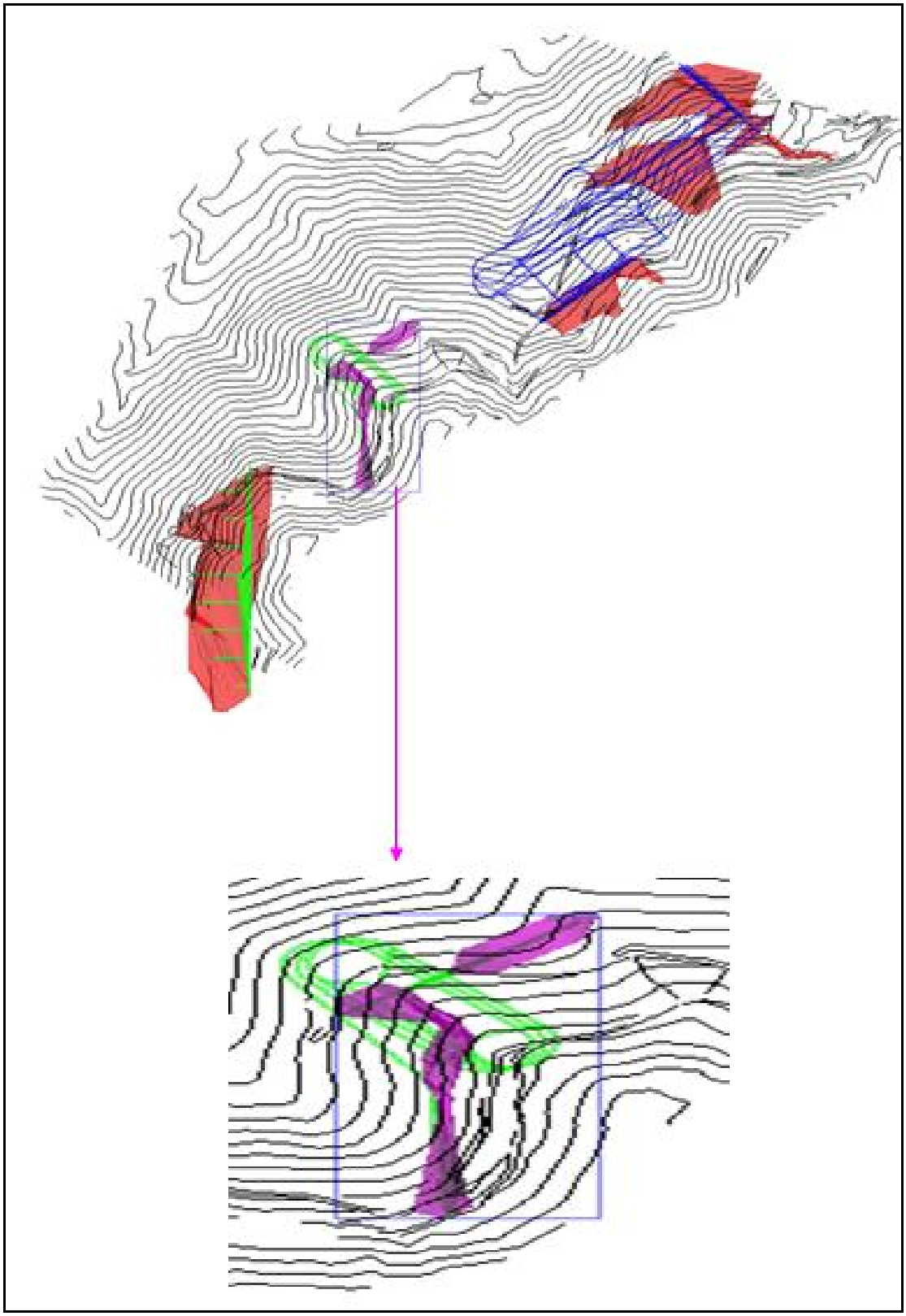
Kızılyüksek 2 ocağında yapılan yeraltı dizaynına göre 1175 kotu ve üzeri açık işletme ile alınması gerektiği kanaatine varılmıştır. Sürülen bütün galeriler boyutları 4x3 (genişlik x yükseklik) metredir.



Şekil 4.25. Kızılyüksek 1 Ocağı Yeraltı Dizaynı GK-DB Görünüş



Şekil 4.26. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında İzometrik Görününüm.

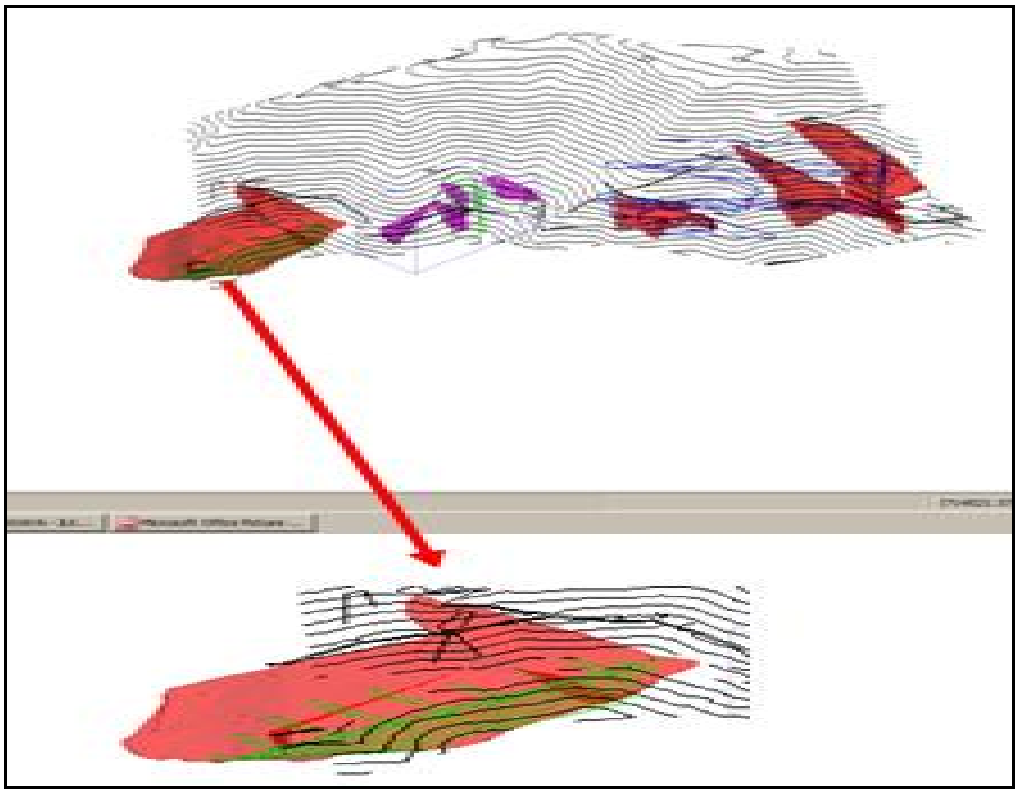


Şekil 4.27. Kızılyüksek 2 Ocağı Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında Plan Görünüş.

4.4.2.3. Yüksek Ocak Yeraltı Dizaynı

Yüksek Ocakta da Kızılyüksek 1 ve Kızılyüksek 2 ocağı gibi cevher sınır tenörü %6 Cr_2O_3 alınmıştır. Tek parça (Şekil 4.28) olarak ortaya çıktığı için yeraltı dizaynı yaparken Kızılyüksek 1 ve Kızılyüksek 2 ocaklarında olduğu gibi spiral yerine 243 metrelik bir desandre gerektiği kanaatine varılarak böyle bir dizayn yapılmıştır.

Desandre, azimut K055 cevher yönünde %18 eğimle sürülmüştür. Bununla beraber başlangıç koordinatları belirlenmiştir. Ve kat seviyelerindeki girişler daha önce hesaplanmıştır ve buna göre desandreye eğim ve yön verilmiştir. Desandre dışında bütün hazırlık ve üretim galerileri 3418 metre olarak tasarlanmıştır. Sürülen bütün galerileri boyutları 4x3 (genişlik x yükseklik) metredir.



Şekil 4.28. Yüksek Ocak Yeraltı Dizaynının Kızılyüksek Krom Yatağı Diğer Ocakları Arasında Plan Görünüş

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında çalışma sahasında farklı eşik tenörlere göre aşağıdaki görülen görünür, muhtemel+mümkün kaynaklar tahmin edilmiştir.

Kızılyüksek krom yatağında muhtemel+mümkün rezerv adına %3 üzeri tenörde 24.255.339 ton rezerv tespiti yapılmıştır. Ancak bu değerin %3-4 Cr_2O_3 arası 777.746 ton, %4-5 Cr_2O_3 arası 4.670.333 ton, %5-6 Cr_2O_3 arası 5.843.537 ton, %6-7 Cr_2O_3 arası 6.131.378 ton, %7-8 3824802 ton, Cr_2O_3 arası %8-9 Cr_2O_3 arası 2186749.2 ton, %10 Cr_2O_3 ve üzeri 820.793,8 ton olarak hesaplanmıştır. Bu rakamsal periyodik değişimlerden çıkan sonuç ise; sondajlar arasındaki mesafe yaklaşık 50 m'dir ve bu mesafenin azaltılması, yani önerilen bu ara sondajların yanında birde ara sondajların yapılması gerektiği yönündedir.

Kızılyüksek 1 ocağında program dışında yapılan ara sondajlarda da görüldüğü üzere sondaj sıklığı mevcut rezerv hesaplarının sağlamalığını ortaya koymaktadır.

Farklı yaklaşımlara ve farklı güvenlik sınıflarına göre (muhtemel, mümkün, görünür) kaynak tahminleri de yapılmış olup yukarıda ilgili bölümde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Eldeki yerüstü ve yeraltı jeoloji verileri, güneydeki birkaç mostranın yansıttığı küçük bir kesimin dışında, kızıyüksek yatağının hemen hemen tamamını temsil etmektedir. Bu bakımdan yapılacak aramalarla yatağın boyutlarından genişlemeye bağlı ek kaynaklar bulunması olasılığının olacağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte mevcut sondajlarla belirlenen kaynaklar sondajların etki alanıyla sınırlıdır. Başka bir söyleyişle, kromitit zonunun mevcut sondajlardan itibaren etki mesafelerinin (muhtemel kaynaklar için 25 m, mümkün kaynaklar için 50 m, görünür rezerv için 5 m) ötesindeki devamları tahmin edilen kaynaklar içinde görülmemektedir.

Sıklaştırma sondajları yapılması halinde hem bu kaynakların bir kısmının etki mesafeleri içine sokularak belirlenmiş kaynaklara dahil edilmesi suretiyle kaynak artışı sağlanabilecek, hem de veri yoğunluğundaki gelişmeyle orantılı biçimde tahmin güvenirliği arttırılabilecektir.

Mevcut veri yoğunluğunun yatağın değişkenliğine göre yetersiz kaldığı (özellikle Kızılyüksek 2 ve yüksek ocak), kaynak tahmini yapılan yatak içinde arama boşlukları (etki mesafeleri ötesindeki yatak kesimleri) kaldığı anlaşılmaktadır.

Mümkün kaynaklar diye sınıflandırılan kaynakların ve sözü edilen arama boşluklarında beklenen kaynakların uygun şekilde sınırlandırabilmek ve güvenilir tenör tahminleri yapabilmek için ek sondajların (sıklaştırma sondajlarının (özellikle Kızılyüksek 2 ve yüksek ocak)) yapılması gerekmektedir. Önerilen bu sondajlarla ulaşılabilecek veri yoğunluğu ile daha güvenilir kaynak tahminleri yapılabileceği gibi kaynak artışı da sağlanabilecektir.

Yapılmış olan sondajlarda geçilen kromitit zonlarının kalınlıklarının ve tenörlerinin kısa mesafelerde büyük değişiklikler sergilediği sondajlar arasında kromitit seviyelerinin kalınlık ve tenör yönüyle derinleştirilmesinde zorluklar olduğu görülmüştür. Derinleştirmelerin daha sağlıklı yapılabilmesi için sıklaştırma sondajlarının yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Kalınlık ve tenör yönüyle kısa mesafelerde büyük farklılıklar gösteren böyle bir krom yatağında etkin bir madencilik faaliyeti için blok model yöntemi ile belirlenen kalınlık ve tenör dağılımları dikkate alınarak bir ocak tasarımı yapılmalı ve işletme projesi hazırlanmalıdır.

Ocak dizaynları yapıldığında Kızılyüksek 1 ocağı için düşünülen dizayn açık işletme yöntemidir. Arama programından önce cevher üzerindeki örtünün büyük bir kısmının kaldırılmış olması bu sonucu doğurmuştur. Yeraltı, açık işletmeye göre zaman alıcı ve daha pahalı olduğu düşünülmektedir. Sebebi ise yeraltı için çok fazla yatırımın gerektiği kanaatine varılmıştır. Bununla beraber 800 ton/gün kapasiteli yeni yapılan tesise çok hızlı bir şekilde cevher yetiştirilmesi gerektiği için zaman açısından problem çıkmıştır.

Kızılyüksek 2 ocağında rezervin az olması örtü-kazı oranının (36,62) fazla olması mevcut ocağı yer altı işletmeciliğine itmiştir. Yer altı işletmesinde üretim yöntemi olarak ara katlı göçertme yöntemi ile tahkimat olarak da çelik tahkimat kullanılması uygun görülmüştür.

Yüksek ocakta ise yine cevher üretiminin açık işletmeyle alınmasının örtü-kazı oranının (92,7) yüksek olması nedeniyle tamamen yer altı üretim yöntemlerine

dönmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Yeraltı üretim yöntemi ise yine çelik tahkimat ile ara katlı göçertme yöntemine göre yeraltı dizaynı (katlar üst üste getirilmiştir) yapılmıştır.

Günümüzde madenlerin işletmeye açılması aşamasında sahaların rezerv durumunun ortaya çıkarılması amacıyla üç boyutlu modelleme ve rezerv hesaplama yapılması istenmekte ve paket programların kullanılmasına müsaade edilmektedir. Ayrıca, yapılan çalışma Kızılyüksek krom yatağının rezervini üç boyutlu olarak ortaya çıkarması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

ABDÜSSELAMOĞLU, Ş.,1962, Kayseri-Adana Arasındaki Doğu Toroslar Bölgesi'nin Jeolojisi Hakkında Rapor. MTA Derleme No: 3264, Ankara

AKIN, A. K.,ÇABUK İ., AÇAN S., 1977, Çanakpınarı-Kızılyüksek, Kavasak-Dorucalı Krom Ocakları (Karsantı/ADANA) ve Çevresine Ait Rapor: MTA Enst. Rapor No: 6539, Ankara.

AKIN, A.K., 1983, Çanakpınarı-Kızılyüksek-Kavasak-Dorucalı (Karsantı/Adana) krom yataklarının jeolojik değerlendirme raporu: MTA Gen. Müd. Derleme Rapor No: 7346, Ankara.

ANIL, M., 1986. Gerdibi-Gertepe-Çataltepe-Çeştepe (Pozantı-Karsantı-Adana) Kromit Yataklarının Jeolojik, Metalojenik ve ekonomik incelenmesi. TUBİTAK Projesi TBAG. 667 (Yayınlanmamış)

ANIL, M., Billor, Z., ÖZÜŞ, S., l987. Gerdibi Grubu (Pozantı-Karsantı-Adana) Kromit Yataklarının Jeolojisi ve Metalojenisi, Doğa, 11:2, l75-205, Ankara.

ANIL M., 1990, Pozantı-Karsantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitlerindeki Bazı Kromit Yataklarının Morfolojik-Yapısal ve Jenetik Özellikleri İle Akdeniz Bölgesindeki Benzer Kromit Yataklarıyla Karşılaştırılması, 30 Sayfa

ANIL M., 1992, Pozantı-Karsantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitleri İçinde Görülen Kromitlerdeki Dönüşüm ve Bazı Platin Grubu Mineralleri

ANIL M., 2008, Adana, Mersin ve Hatay Bölgelerinde Sürdürülen Krom Madenciliğinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Yakın Geleceği, Mersin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin (Baskıda).

BİNGÖL A. F., 1978, Petrologie du Massif Ophiolitigue de Pozantı-Karsantı (Taurus cilicien, Turguie); Etude de la Partie Orientale. These 3 eme cycle, Univ. Strasbourg, 227 p.

BLUMENTHAL M. M., 1941, Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilin deki Toroslar'ın Jeolojisine Umumi Bir Bakış, MTA Enstitüsü Yayınları Seri: B, No: 6, Ankara.

BLUMENTHAL M. M., 1946, Kilikya Toroslar'ının Çok Dikkate Değer Bir Parçası (Karanfil Dağ): MTA Mecmuası Seri: 11, Sayı 2/36, Aralık 1946, Ankara.

BLUMENTAL, M.M., 1947. Belemedik Paleozoik ve bunun Mesozoyik kalker çerçevesi. M.T.A. yayını, D/3, 93s., Ankara.

BLUMENTHAL M. M., 1952, Das Taurische Hochgebirge des Ala dağ; Neuere Forschungen zur Seiner Geographie, Stratigraphie und Tektonnik: Maden Tetkik ve Arama Enst. Ankara, Seri D, No.6, 136 s.

BORCHERT H., 1959, Das Ophiolitgebiet von Pozanti undseine Chromierzlagerstaetten. MTA Enst., Ankara no: 104, 70. s.

BRİNKMANN R., 1981, Türkiye Yerbilimleri Bibliyografyası (1825-1975), TÜBİTAK yayını, 492 s. Ankara.

CUMMINS, AB., GIVEN, I.A., 1973; "Mining Engineering Handbook" VI, S ME, New York

ÇABUK, I., AKIN, K. ve AÇAN, S., 1977. Çnakpınarı-Kızılyüksek-Kavasak-Dorucalı Krom Ocakları (Karsantı-Adana) ve Çevresine ait rapor: MTA. Rapor. (Yayınlanmamış).

ÇAKIR Ü., 1978, Petrologie du massif Ophiolitigue de Pozantı-Karsanti (Taurus Cilicien, Turguie); Etude de la Partie Centrale: These 3 eme Cycle, Univ. Strasbourg, 251 p.

ÇAPAN U. Z., 1980, Toros Kuşağı Ofiyolit Masiflerinin (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriği) İç Yapıları, Petroloji ve Petrokimyalarına Yaklaşımlar, Doktora Tezi, H.Ü. 1980, Ankara.

ÇAPAN. Z. U., 1981. Toros Kuşağına ait Beş Ofiyolit Masifinde (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı, Divriği) Major Element Analizlerinin istatistiksel Yorumu:I. Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması. Yerbilimleri, 7, 105-114.

ÇATAKLI A. Ş., 1983, Assemblage Ophiolotigue et Roches Associees de la Partie Occidentale du Massif de Pozantı-Karsanti (Taurus Cilicien, Turguie), These Doctorat d'Etat, Univ. Nancy, 760 p.

DAMA MÜHENDSİLİK A.Ş., ANKARA, 2008, Kızılyüksek (Karsantı, Adana) Krom Ocakları Kaynak Tahmini, 68 sayfa (yayınlanmamış).

DİE, 2004, Yıllara Göre Krom Cevheri Tüvenan Üretim Değerleri

ERGİN H., KIRMANLI C., ERDOĞAN T., 1998, Yeni Bilgisayar Teknikleri İle Kaliteye Bağlı Olarak Sınıflandırılmış Kömür Rezervlerin Belirlenmesi, 22 sayfa

GRİFFİN, P., 1997; "Practical Computer Modelling and Planning of Mineral Reserves", Mine Planning and Equipment Selection, s. 675-679.

GÜLMEZ., A., 2008. Bir Maden Yatağının Katı Modelinin Oluşturulması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 93s.

HIESSLEITNER, G., 1955., Güney Anadolu Torosu Kromitli Peridotit Serpantinlerin Jeolojisine Yeni ilaveler. M. T. A. Mecmuası, No. 46/47.

HUSTRULID, W.A., 1982; "Underground Mining Methods Handbook" SME, New York

JİANG, Y., D.,1998. An Interactive 3-D Mine Modelling, Visualizationand Information System. Queen's Universty, Minning Enginering, The Degree of Doctor of Philosophy, Canada, 213p

KAYHAN, F., YILDIRIM, R., ULUTÜRK, Y., 1984, Siirt Madenköy Copper Deposit SE-Turkey, XXVII. Geologorum Conventus, V.XI pt. 2 p. 223 C.C.C.P. 1984.

KILIÇ, Ö. ve KILIÇ, A.M., 2008, Mersin İli Maden Kaynakları ve Madencilik Açısından Önemi, Mersin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin (Baskıda).

METZ K., 1959, Aladağ ve Karanfil Dağın Yapısı ve Bunların Kilikya Torosu Tesmiye Edilen Batı Kenarları Hakkın da Malumat Husulü İçin Yapılan Jeolojik Etüt. MTA Dergisi, Sayı 48, 68-78, Ankara.

OVALIOĞLU R., 1963, Die Chromerzlagerstatten des Pozanti-Reviers und Ihre Ophiolitischen Muttergesteine. MTA Enst. Publ., Ankara, No 114, 86 p.

ÖZGÜL N., METİN S., ERDOĞAN B., GÖĞER E., BİNGÖL İ. ve BAYDAR O., 1973, Tufanbeyli Dolayı'nın Kambriyen ve Tersiyer Kayaları: Türkiye Jeol. Kur. Bült. XVI-1, 82-100.

ÖZGÜL N., 1976, Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. TJK Bülteni, S.19, 1. 65-78, Ankara.

PARLAK, O., 2000. Geochemistry and Significance of Mafic Dyke Swarms In The Pozantı-Karsantı Ophiolite. Turkish J. of Earth Science. Vol. 24.pp. 29-38.

RAHGOSHAY M. and JUTEAU T., 1980, Chromites From the Ophiolitic Massif of Pozantı-Karsantı, Cilician Taurus, Turkey: New Observations About Their Structural Setting and Geochemistry: Unesco, Anint, Symp. On metallogeny of Mafic and Ultramafik Complexes, Vol.l, Athens (IGGP), 114-126 pp.

RAHGOSHAY M., JUTEAU T. et WHİTECHURCH H., 1981, Kızılyüksek Tepe: Un Gisement Exceptionnel de Chromite Stratiforme Dans un Complexe Ophiolitigue (Massif de Pozantı-Karsantı, Taurus-Turguie). Acad. Sc. Paris, t.293, Serie 11, 765-770.

RENDU, J. ve MARHİESON,G., 1990; "Statistical and Geostatistical Methods", Surface Mining 2nd Edition-Kennedy,B.A. (editör), SME, s. 301-348, Colorado.

RİCOU L. E., ARGYRIADIS I. et MARCOUX J., 1975, -L'axe Calcaire du Taurus, un Alignement de Fenetres Arabo africaines Sous des nappes Radiolaritigues, Ophioli tigues et Metamorphigues. Bull. Soc. geol. Fr., 17.p. 1024-1044.

SCHMİDT G. C., 1961, Adana Petrol Bölgesi'nin Stratigrafik Nomenklatörü. Petrol Dairesi Yayını. 6, 47-63, Ankara.

TEKELİ O. ve ERLER A., 1980, Aladağ Ofiolit Dizisindeki Diyabaz Dayklarının Kökeni: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23/1, 15-20.

TEKELİ O., 1979, Aladağlar'ın Yapısal Evrimi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23/1, 11-14.

TEKELİ O., AKSAY A., ERTAN I., IŞIK A., ÜRGÜN B. M.,1981, Aladağ Projesi, MTA Enstitüsü Raporu, No: 6976, Yayınlanmamış, 133 s.

TEKELİ, O., AKSAY, A., EVREN-ERTAN, I., IŞIK A. AND ÜRGÜN, B.M., 1981, Toros Ofiyolit Projesi, Aladağ projesi, M.T.A. Der. Rap. No. 6976, s. 1-132 (yayınlanmamış)

TEKELİ O., AKSAY A., ÜLGEN B. M. and IŞIK A., 1984. Geology of the Aladağ Mountains. Proc. Geology of the Taurus Belt (International Symposium), 26-29. September, MTA Enst. Ankara/Turkey, 143-159.

TÜRKMEN M. G., 2009, Arakatlı Göçertme Yönteminin Siirt Madenköy Bakır Yatağına Uygulanması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 102s.

TÜMÜKLÜ, A., 2005, Mazmılı (Pozantı-Karsantı Ofiyolitik Masifi) Yöresindeki Kromit Cevherleimelerinin Jeolojik-Metalojenik Ve Jeokimyasal İncelenmesi Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 149s

UYANIK, T., 2006, Maden ve Mineraller, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, HS No: 25, 26, 27, 6802.

YETİŞ, C., 1978 (a) Çamardı (Niğde) Yakın ve Uzak Dolayının Jeoloji incelenmesi ve Ecemiş Yarılım Kuşağı'nın Maden Boğazı-kamışlı Arasındaki Özellikleri. İ:Ü. Fen Fakültesi, Doktora Tezi. (Yayımlanmamış).

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Bitlis'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nü 2006'da bitirdikten sonra Park Elektrik A.Ş. Yeraltı Bakır İşletmesi Siirt Madenköy'de vardiya mühendisi olarak işe başladı ve 9 ay çalıştı. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Adana'da krom madeninde önce Pınar Madencilik A.Ş. ve daha sonra Adana Madencilik Ltd. Şti.'nde Proje ve Saha Mühendisi olarak iki yıldan beri çalışmaktadır.

EKLER

Ek1-A.

Bütün Numuneler Kullanılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel Kaynak Tahmini

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	157.250	404.132,5	2.57	3,73
4-5	1.139.750	2.929.158	2.57	4,58
5-6	1.615.125	4.150.871	2.57	5,51
6-7	1.855.250	4.767.993	2.57	6,47
7-8	1.036.625	2.664.126	2.57	7,45
8-9	578.750	1.487.388	2.57	8,42
>3	6.634.750	17.051.308	2.57	6,30
>4	6.477.500	16.647.175	2.57	6,36
>5	5.337.750	13.718.018	2.57	6,74
>6	3.722.625	9.567.146	2.57	7,27
>7	1.867.375	4.799.154	2.57	8,07
>8	830.750	2.135.028	2.57	8,85
>9	252.000	647.640	2.57	9,84

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	209.875	539.378,8	2.57	3,71
4-5	1.176.000	3.022.320	2.57	4,57
5-6	1.567.875	4.029.439	2.57	5,51
6-7	1.816.625	4.668.726	2.57	6,47
7-8	1.001.125	2.572.891	2.57	7,45
8-9	574.378	1.476.151	2.57	8,42
>3	6.634.750	17.051.308	2.57	6,29
>4	6.424.875	16.511.929	2.57	6,37
>5	5.248.875	13.489.609	2.57	6,77
>6	3.681.000	9.460.170	2.57	7,31
>7	1.864.375	4.791.444	2.57	8,13
>8	863.250	2.218.553	2.57	9,91
>9	288.875	742.408,8	2.57	9,88

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%))	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	259.625	667.236,3	2.57	3,69
4-5	1.184.000	3.042.880	2.57	4,57
5-6	1.543.750	3.967.438	2.57	5,51
6-7	1.771.000	4.551.470	2.57	6,47
7-8	993.625	2.553.616	2.57	7,45
8-9	569.375	1.463.294	2.57	8,42
>3	6.634.750	17.051.308	2.57	6,28
>4	6.375.125	16.384.071	2.57	6,38
>5	5.191.125	13.341.191	2.57	6,80
>6	3.647.375	9.373.754	2.57	7,34
>7	1.876.375	4.822.284	2.57	8,16
>8	882.750	2.268.668	2.57	8,96
>9	313.375	805.373,8	2.57	9,95

Ek 1-B.

Bütün Numuneler Kullanılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel+Mümkün Kaynak Tahmini

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	302.625	777.746,3	2.57	3,62
4-5	1.917.250	4.927.333	2.57	4,58
5-6	2.273.750	5.843.538	2.57	5,50
6-7	2.385.750	6.131.378	2.57	6,48
7-8	1.488.250	3.824.803	2.57	7,45
8-9	850.875	2.186.749	2.57	8,45
>3	9.437.875	24.255.339	2.57	6,23
>4	9.135.250	23.477.593	2.57	6,32
>5	7.318.000	18.807.260	2.57	6,74
>6	5.044.250	12.963.723	2.57	7,31
>7	2.658.500	6.832.345	2.57	8,05
>8	1.170.250	3.007.543	2.57	8,82
>9	319.375	820.793,8	2.57	9,81

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	358.750	921.987,5	2.57	3,62
4-5	1.856.750	4.771.848	2.57	4,58
5-6	2.222.625	5.712.146	2.57	5,50
6-7	2.340.625	6.015.406	2.57	6,48
7-8	1.452.500	3.732.925	2.57	7,45
8-9	847.375	2.177.754	2.57	8,45
>3	9.437.875	24.255.339	2.57	6,22
>4	9.079.125	23.333.351	2.57	6,32
>5	7.222.375	18.561.504	2.57	6,77
>6	4.999.750	12.849.358	2.57	7,34
>7	2.659.125	6.833.951	2.57	8,09
>8	1.206.625	3.101.026	2.57	8,87
>9	359.250	923.272,5	2.57	9,85

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (Üs: 4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Bütün Numuneler

(Cr_2O_3 (%))	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	410.750	1.055.628	2.57	3,62
4-5	1.865.250	4.793.693	2.57	4,58
5-6	2.196.500	5.645.005	2.57	5,50
6-7	2.295.000	5.898.150	2.57	6,48
7-8	1.439.375	3.699.194	2.57	7,45
8-9	841.000	2.161.370	2.57	8,45
>3	9.437.875	24.255.339	2.57	6,21
>4	9.027.125	23.199.711	2.57	6,33
>5	7.161.875	18.406.019	2.57	6,79
>6	4.963.375	12.755.874	2.57	7,36
>7	2.668.375	6.857.724	2.57	8,12
>8	1.229.000	3.158.530	2.57	8,91
>9	388.000	997.160	2.57	9,90

Ek. 2-A.

Karot Verimi %80'den Küçük Numuneler Dışarıda Tutularak (Karot Verimi %80'den Büyük ve Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler Kullanılarak) Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel Kaynak Tahminleri

Rezerv Hesap Yöntemi: Ordinary Kriging

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	35.250	90.592,5	2.57	3,73
4-5	716.500	1.841.405	2.57	4,66
5-6	2.062.375	5.300.304	2.57	5,53
6-7	2.120.625	5.450.006	2.57	6,48
7-8	1.247.750	3.206.718	2.57	7,46
8-9	615.250	1.581.193	2.57	8,40
>3	7.068.125	18.165.081	2.57	6,47
>4	7.032.875	18.074.489	2.57	6,48
>5	6.316.375	16.233.084	2.57	6,69
>6	4.254.000	10.932.780	2.57	7,24
>7	2.133.375	5.482.774	2.57	8,01
>8	885.625	2.276.056	2.57	8,78
>9	270.375	694.863,8	2.57	9,63

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	182.375	468.703,8	2.57	3,76
4-5	1.001.500	2.573.855	2.57	4,59
5-6	1.575.250	4.048.393	2.57	5,50
6-7	1.641.250	4.218.013	2.57	6,47
7-8	975.750	2.507.678	2.57	7,47
8-9	632.250	1.624.883	2.57	8,43
>3	6.351.000	16.322.070	2.57	6,39
>4	6.168.625	15.853.366	2.57	6,46
>5	5.167.125	13.279.511	2.57	6,83
>6	3.591.875	9.231.119	2.57	7,41
>7	1.950.625	5.013.106	2.57	8,19
>8	974.875	2.505.429	2.57	8,92
>9	342.625	880.546,3	2.57	9,82

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	235.750	605.877,5	2.57	3,74
4-5	1.044.875	2.685.329	2.57	4,57
5-6	1.529.625	3.931.136	2.57	5,51
6-7	1.625.250	4.176.893	2.57	6,48
7-8	906.750	2.330.348	2.57	7,46
8-9	627.250	1.612.033	2.57	8,42
>3	6.351.000	16.322.070	2.57	6,37
>4	6.115.250	15.716.193	2.57	6,47
>5	5.070.375	13.030.864	2.57	6,86
>6	3.540.750	9.099.728	2.57	7,44
>7	1.915.500	4.922.835	2.57	8,26
>8	1.008.750	2.592.488	2.57	8,97
>9	381.500	980.455	2.57	9,87

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	292.750	752.367,5	2.57	3,73
4-5	1.045.625	2.687.256	2.57	4,57
5-6	1.505.375	3.868.814	2.57	5,50
6-7	1.614.625	4.149.586	2.57	6,48
7-8	874.250	2.246.823	2.57	7,47
8-9	611.750	1.572.198	2.57	8,43
>3	6.351.000	16.322.070	2.57	6,35
>4	6.058.250	15.569.703	2.57	6,48
>5	5.012.625	12.882.446	2.57	6,88
>6	3.507.250	9.013.633	2.57	7,47
>7	1.892.625	4.864.046	2.57	8,31
>8	1.018.375	2.617.224	2.57	9,03
>9	406.625	1.045.026	2.57	9,93

Ek. 2-B

Karot Verimi %80'den Küçük Numuneler Dışarıda Tutularak (Karot Verimi %80'den Büyük ve Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler Kullanılarak) Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel +Mümkün Kaynak Tahminleri

Rezerv Hesap Yöntemi: Ordinary Kriging

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	45.750	117.577,5	2.57	3,71
4-5	1.116.375	2.869.084	2.57	4,65
5-6	2.454.375	6.307.744	2.57	5,52
6-7	2.473.375	6.356.574	2.57	6,47
7-8	1.368.125	3.516.081	2.57	7,45
8-9	686.500	1.764.305	2.57	8,43
>3	8.445.250	21.704.293	2.57	6,37
>4	8.399.500	21.586.715	2.57	6,38
>5	7.283.125	18.717.631	2.57	6,65
>6	4.828.750	12.409.888	2.57	7,22
>7	2.355.375	6.053.314	2.57	8,01
>8	987.250	2.537.233	2.57	8,79
>9	300.750	772.927,5	2.57	9,63

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	387.875	996.838,8	2.57	3,64
4-5	1.680.975	4.320.105,75	2.57	4,57
5-6	2.206.750	5.671.348	2.57	5,50
6-7	2.202.500	5.660.425	2.57	6,47
7-8	1.212.500	3.116.125	2.57	7,46
8-9	852.500	2.190.925	2.57	8,47
>3	8.969.375	23.051.294	2.57	6,24
>4	8.581.500	22.054.455	2.57	6,35
>5	6.900.625	17.734.606	2.57	6,79
>6	4.693.875	12.063.259	2.57	7,39
>7	2.491.375	6.402.834	2.57	8,21
>8	1.278.875	3.286.709	2.57	8,91
>9	426.375	1.095.784	2.57	9,80

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar

(Cr_2O_3 (%))	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	442.125	1.136.261	2.57	3,64
4-5	1.728.375	4.441.924	2.57	4,56
5-6	2.154.625	5.537.386	2.57	5,51
6-7	2.185.375	5.616.414	2.57	6,47
7-8	1.146.625	2.946.826	2.57	7,46
8-9	844.875	2.171.329	2.57	8,46
>3	8.969.375	23.051.294	2.57	6,22
>4	8.527.250	21.915.033	2.57	6,36
>5	6.798.875	17.473.109	2.57	6,81
>6	4.644.250	11.935.723	2.57	7,42
>7	2.458.875	6.319.309	2.57	8,26
>8	1.312.250	3.372.483	2.57	8,96
>9	467.375	1.201.154	2.57	9,84

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar

(Cr_2O_3 (%))	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	500.875	1.287.249	2.57	3,65
4-5	1.733.375	4.454.774	2.57	4,56
5-6	2.124.500	5.459.965	2.57	5,50
6-7	2.173.375	5.585.574	2.57	6,48
7-8	1.115.750	2.867.478	2.57	7,46
8-9	826.625	2.124.426	2.57	8,47
>3	8.969.375	23.051.293,75	2.57	6,21
>4	8.581.500	22.054.455	2.57	6,36
>5	6.735.125	17.309.271,25	2.57	6,83
>6	4.610.625	11.849.306,25	2.57	7,44
>7	2.437.250	6.263.732,5	2.57	8,30
>8	1.321.500	3.396.255	2.57	9,00
>9	494.875	1.271.828,75	2.57	9,90

Ek 3-A.

Sadece Karot Verimi %80'den Büyük Numuneler Kullanılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel Kaynak Tahminleri

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi %80'den Büyük Numuneler

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	185.750	477.377,5	2.57	3,76
4-5	1.001.625	2.574.176,25	2.57	4,58
5-6	1.511.000	3.883.270	2.57	5,51
6-7	1.620.625	4.165.006,25	2.57	6,47
7-8	939.875	2.415.478,75	2.57	7,47
8-9	627.625	1.612.996,25	2.57	8,43
>3	6.258.000	16.083.060	2.57	6,40
>4	6.072.250	15.605.682,5	2.57	6,48
>5	5.070.625	13.031.506,25	2.57	6,86
>6	3.559.625	9.148.236,25	2.57	7,43
>7	1.939.000	4.983.230	2.57	8,23
>8	999.125	2.567.751,25	2.57	8,94
>9	371.500	954.755	2.57	9,80

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	242.375	622.903,75	2.57	3,74
4-5	1.034.750	2.659.307,5	2.57	4,57
5-6	1.465.375	3.766.013,75	2.57	5,51
6-7	1.602.625	4.118.746,25	2.57	6,47
7-8	891.125	2.290.191,25	2.57	7,47
8-9	626.375	1.609.783,75	2.57	8,44
>3	6.258.000	16.083.060	2.57	6,38
>4	6.015.625	15.460.156,25	2.57	6,49
>5	4.980.875	12.800.848,75	2.57	6,89
>6	3.515.500	9.034.835	2.57	7,46
>7	1.912.875	4.916.088,75	2.57	8,28
>8	1.021.750	2.625.897,5	2.57	8,94
>9	394.875	1.014.828,75	2.57	9,87

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	299.000	768.430	2.57	3,73
4-5	1.029.250	2.645.172,5	2.57	4,56
5-6	1.442.875	3.708.188,75	2.57	5,51
6-7	1.593.625	4.095.616,25	2.57	6,48
7-8	860.250	2.210.842,5	2.57	7,47
8-9	613.500	1.576.695	2.57	8,44
>3	6.258.000	16.083.060	2.57	6,37
>4	5.959.000	15.314.630	2.57	6,50
>5	4.929.750	12.669.457,5	2.57	6,90
>6	3.486.875	8.961.268,75	2.57	7,48
>7	1.893.250	4.865.652,5	2.57	8,33
>8	1.033.000	2.654.810	2.57	9,04
>9	419.500	1.078.115	2.57	9,92

Ek 3-B.

Sadece Karot Verimi %80'den Büyük Numuneler Kullanılarak Farklı Yöntemlerle Yapılan Muhtemel+Mümkün Kaynak Tahminleri

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:2)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi %80'den Büyük Numuneler (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	392.500	1.008.725	2.57	3,64
4-5	1.706.500	4.385.705	2.57	4,57
5-6	2.157.375	5.544.453,75	2.57	5,51
6-7	2.190.125	5.628.621,25	2.57	6,47
7-8	1.183.750	3.042.237,5	2.57	7,46
8-9	852.750	2.191.567,5	2.57	8,47
>3	8.947.375	22.994.753,75	2.57	6,24
>4	8.554.875	21.986.028,75	2.57	6,36
>5	6.848.375	17.600.323,75	2.57	6,81
>6	4.691.000	12.055.870	2.57	7,41
>7	2.500.875	6.427.248,75	2.57	8,24
>8	1.317.125	3.385.011,25	2.57	8,93
>9	464.375	1.193.443,75	2.57	9,78

Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:3)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	450.000	1.156.500	2.57	3,64
4-5	1.743.750	4.481.437,5	2.57	4,46
5-6	2.105.375	5.410.813,75	2.57	5,51
6-7	2.170.875	5.579.148,75	2.57	6,47
7-8	1.137.125	2.922.411,25	2.57	7,46
8-9	849.875	2.184.178,75	2.57	8,48
>3	8.947.375	22.994.753,75	2.57	6,23
>4	8.497.375	21.838.253,75	2.57	6,37
>5	6.753.625	17.356.816,25	2.57	6,83
>6	4.648.250	11.946.002,5	2.57	7,43
>7	2.477.375	6.366.853,75	2.57	8,28
>8	1.340.250	3.444.442,5	2.57	8,98
>9	490.375	1.260.263,75	2.57	9,85

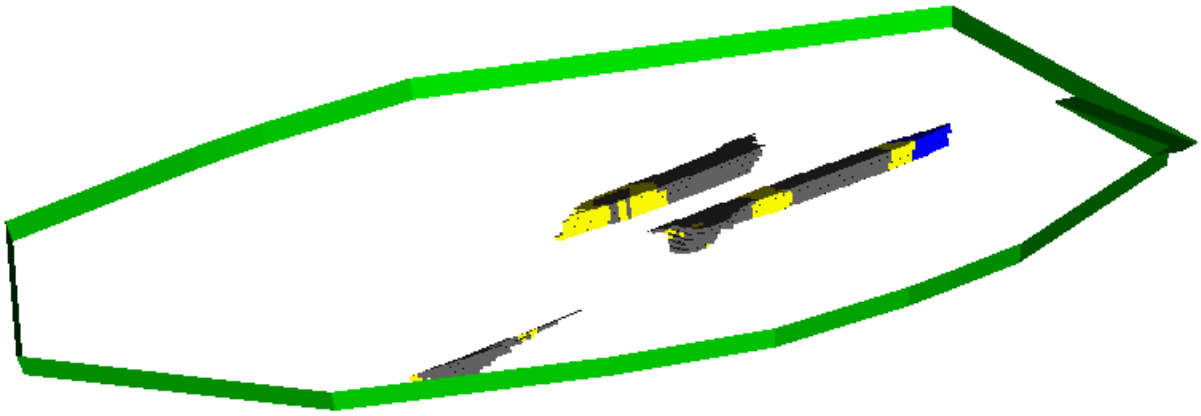
Rezerv Hesap Yöntemi: Uzaklığın Tersi İle Ağırlıklandırma (Üs:4)

Rezerv Hesabında Kullanılan Numuneler: Karot Verimi Belirtilmemiş Numuneler ve Karot Verimi %80'den Büyük Olanlar (Dama Mühendislik, 2008)

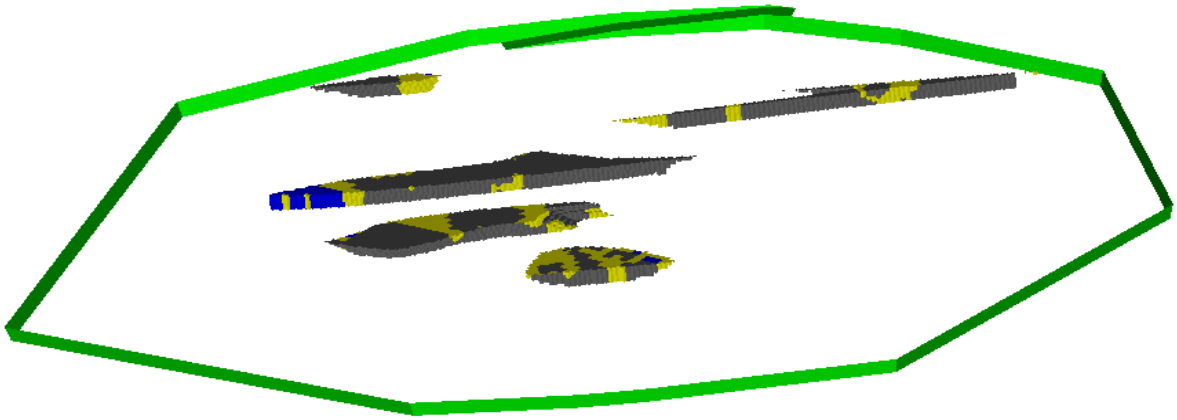
(Cr_2O_3 (%)	(m^3)	(Ton)	Özgül Ağırlık (ton/m^3)	Ortalama (%)Cr_2O_3
3-4	580.374	1.491.561,18	2.57	3,65
4-5	1.742.500	4.478.225	2.57	4,56
5-6	2.077.000	5.337.890	2.57	5,50
6-7	2.160.625	5.552.806,25	2.57	6,47
7-8	1.107.125	2.845.311,25	2.57	7,46
8-9	833.875	2.143.058,75	2.57	8,48
>3	8.947.375	1.491.561,18	2.57	6,22
>4	8.439.000	4.478.225	2.57	6,38
>5	6.696.500	5.337.890	2.57	6,85
>6	4.619.500	5.552.806,25	2.57	7,45
>7	2.458.875	2.845.311,25	2.57	8,32
>8	1.351.750	2.143.058,75	2.57	9,02
>9	517.875	1.330.938,75	2.57	9,89

Ek 4.

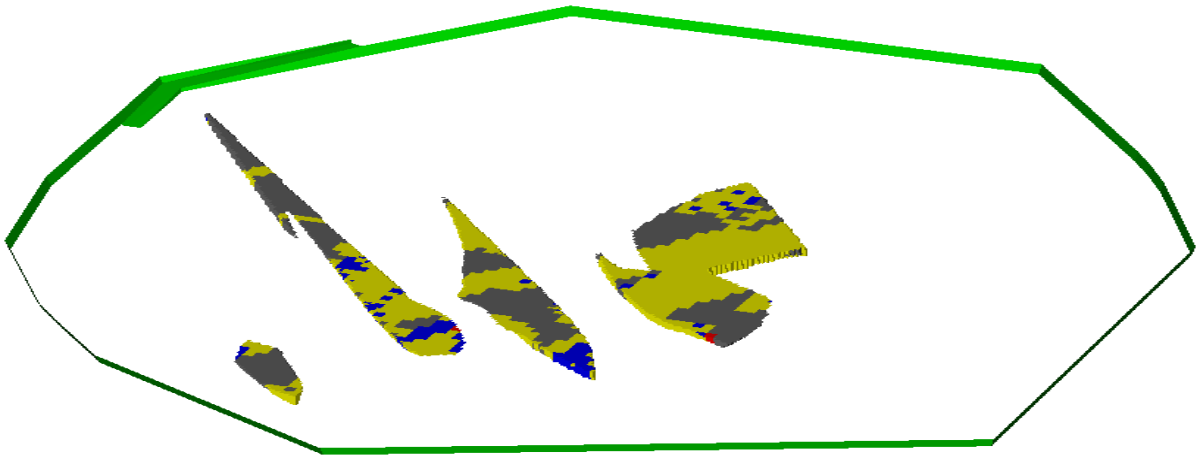
Kızılyüksek 1 Ocağı 1140 Kotu ve 1290 Kotunda Cevher-Basamak İzometrik Duruşları



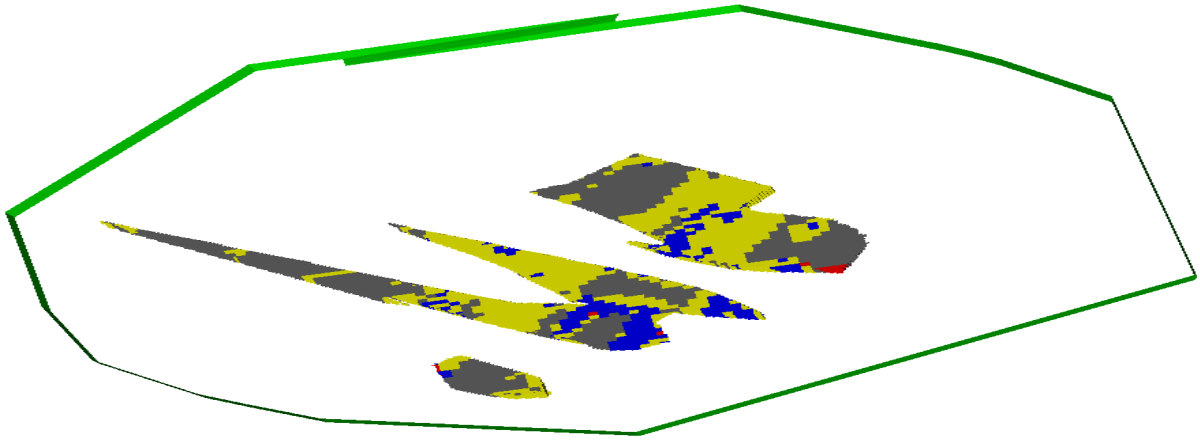
1140-1150 Kotları Arası



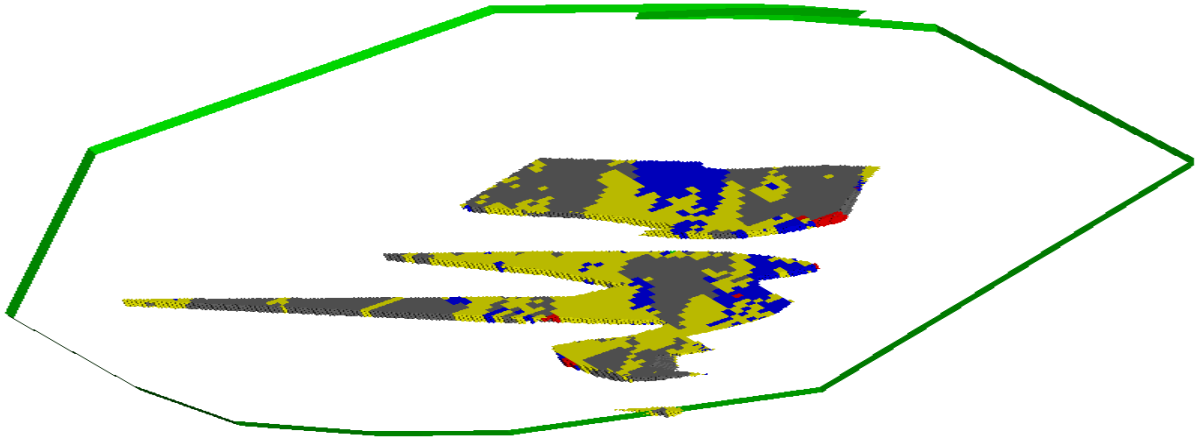
1150-1160 Kotları Arası



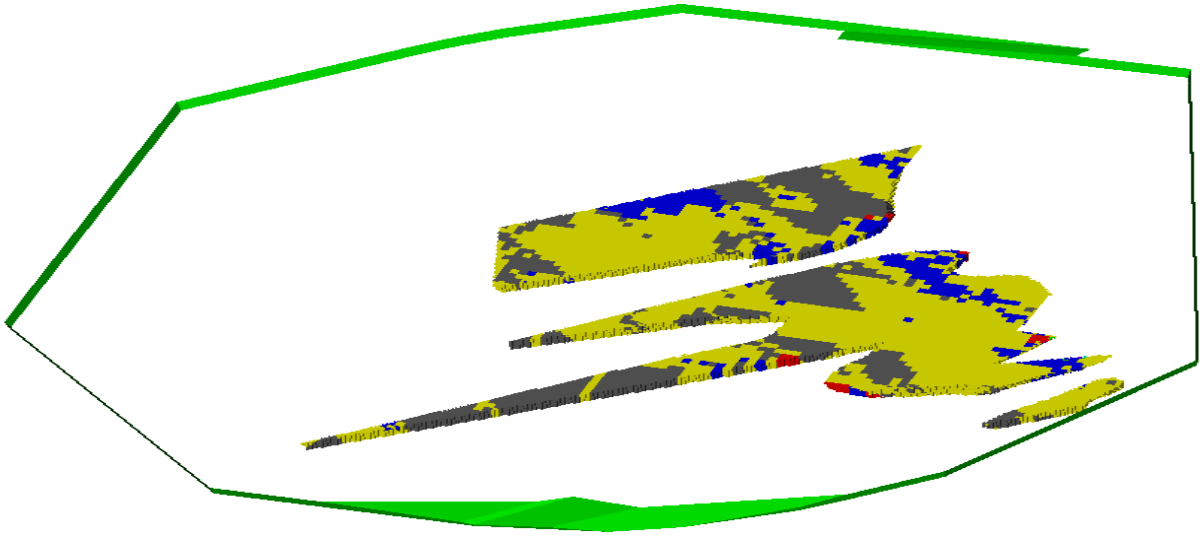
1160-1170 Kotları Arası



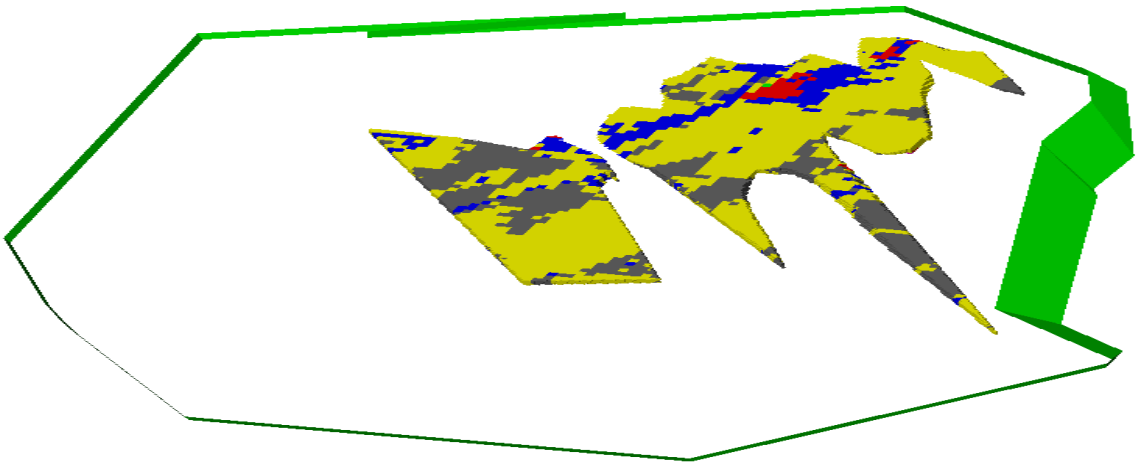
1170-1180 Kotları Arası



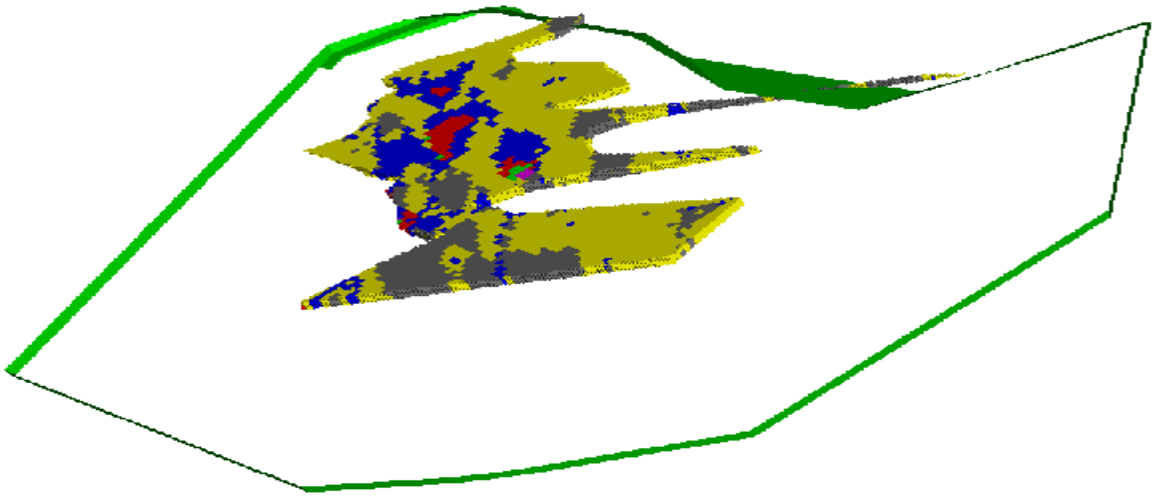
1180-1190 Kotları Arası



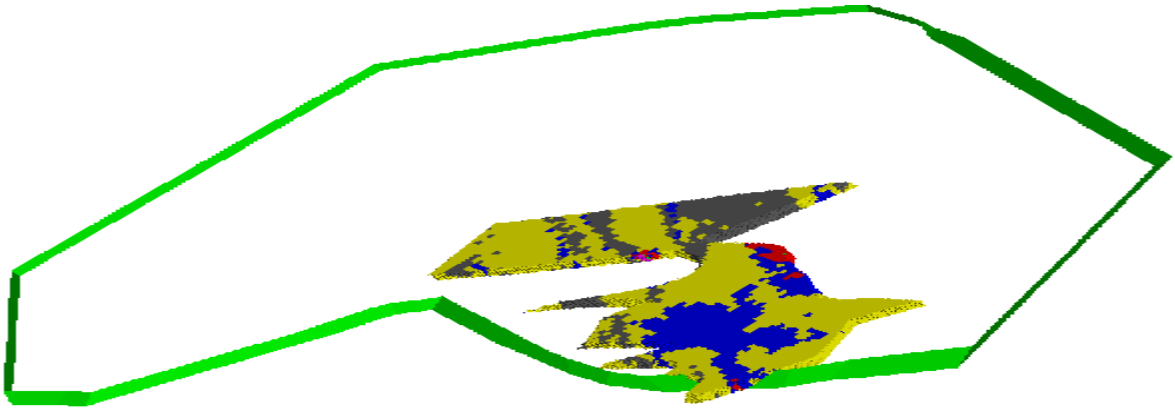
1190-1200 Kotları Arası



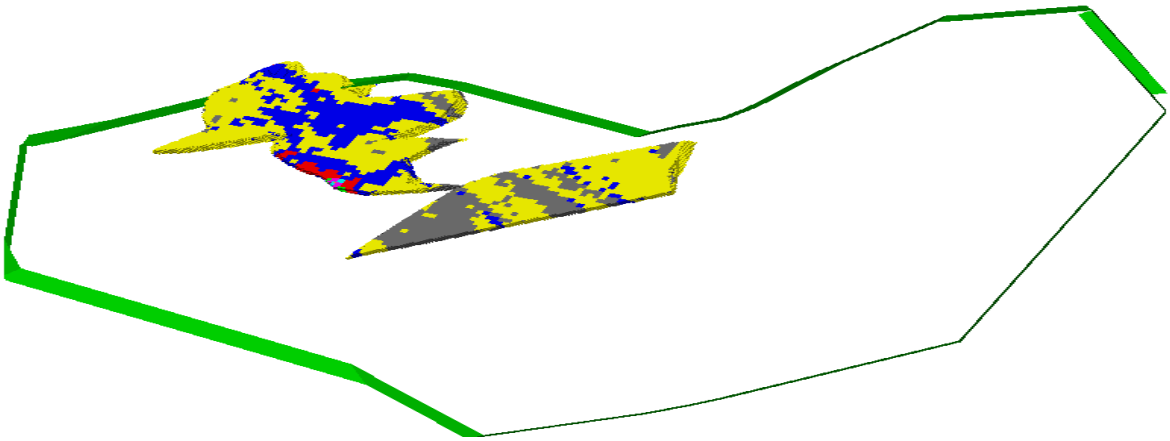
1200-1210 Kotları Arası



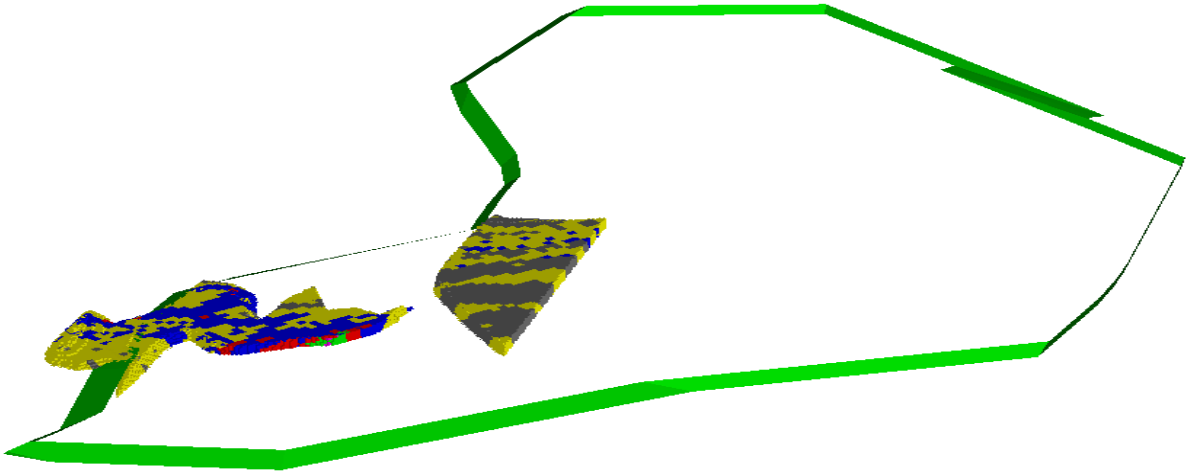
1210-1220 Kotları Arası



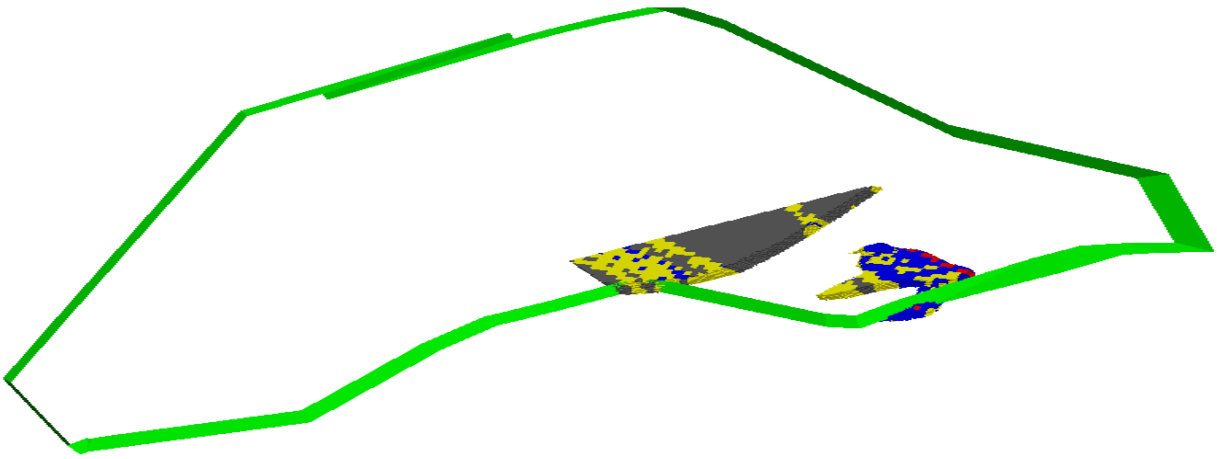
1220-1230 Kotları Arası



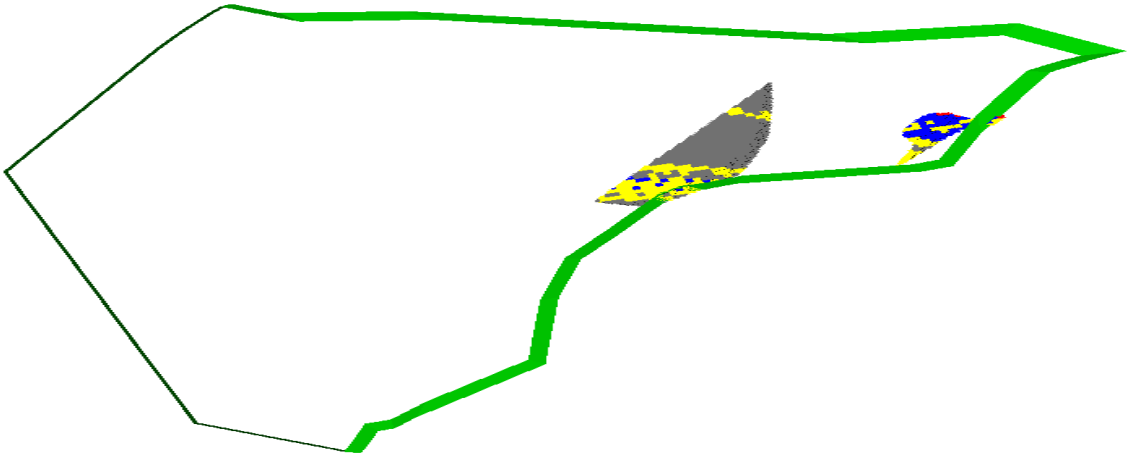
1230-1240 Kotları Arası



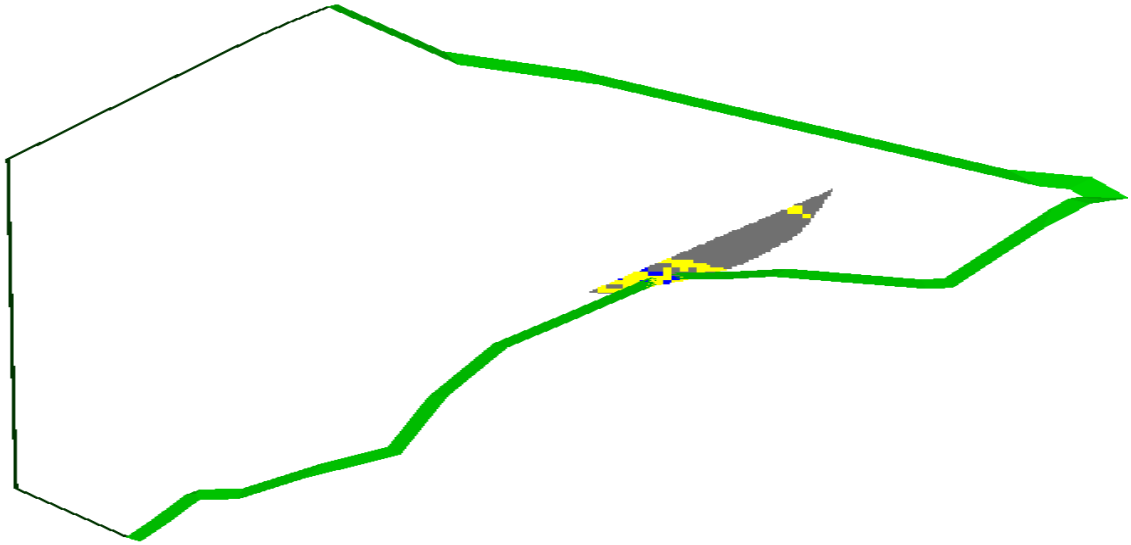
1240-1250 Kotları Arası



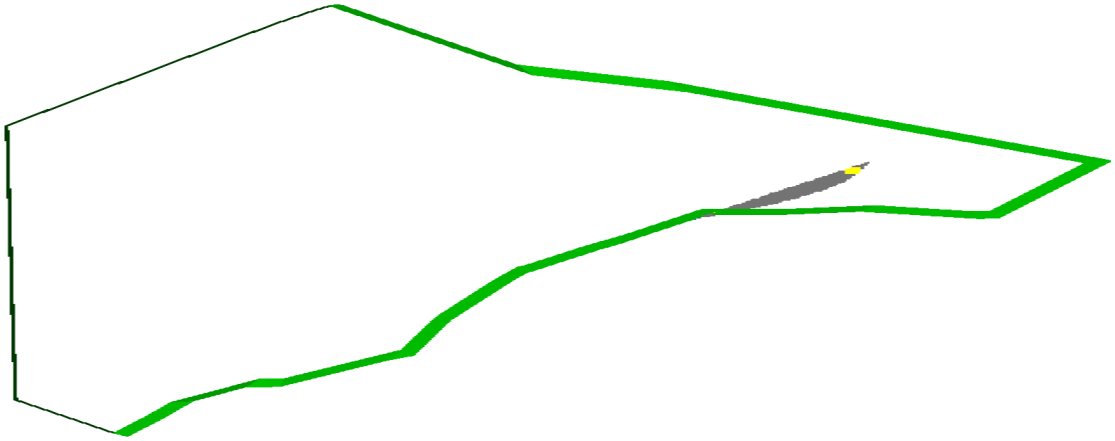
1250-1260 Kotları Arası



1260-1270 Kotları Arası



1270-1280 Kotları Arası

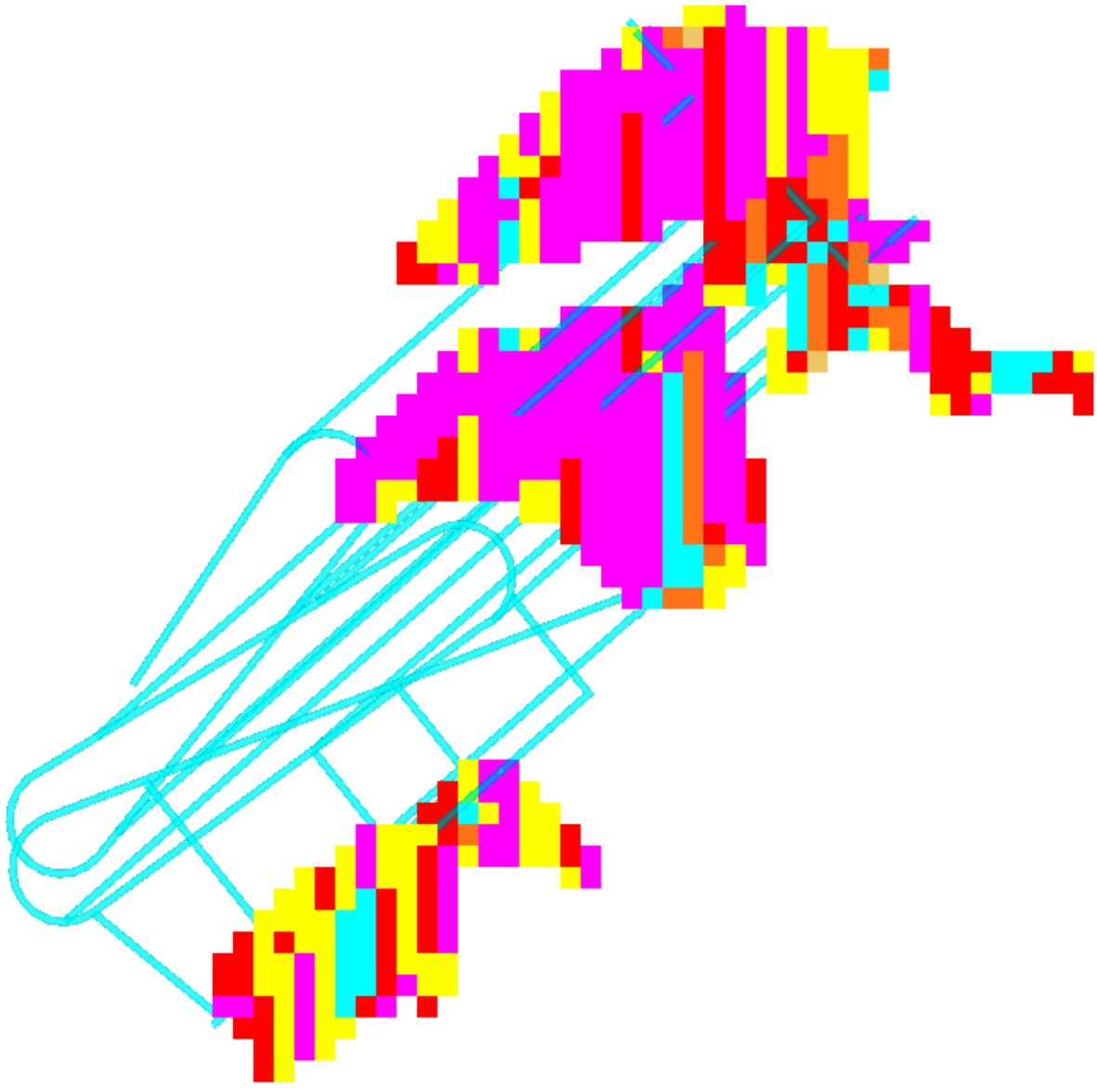


1280-1290 Kotları Arası

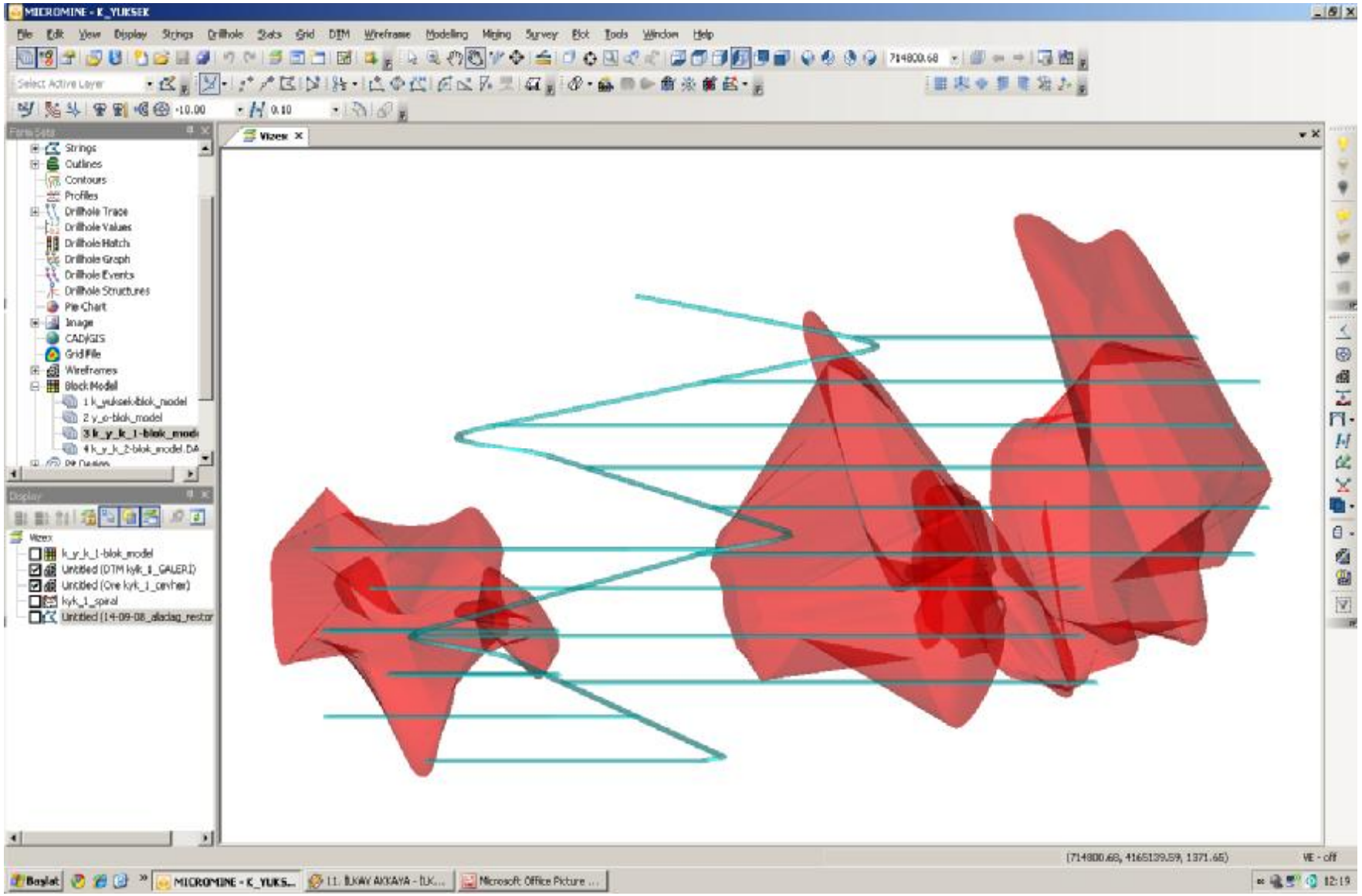
Ek 5.

Kızılyüksek Krom Yatağı Kızılyüksek 1 Ocak Yeraltı dizaynı

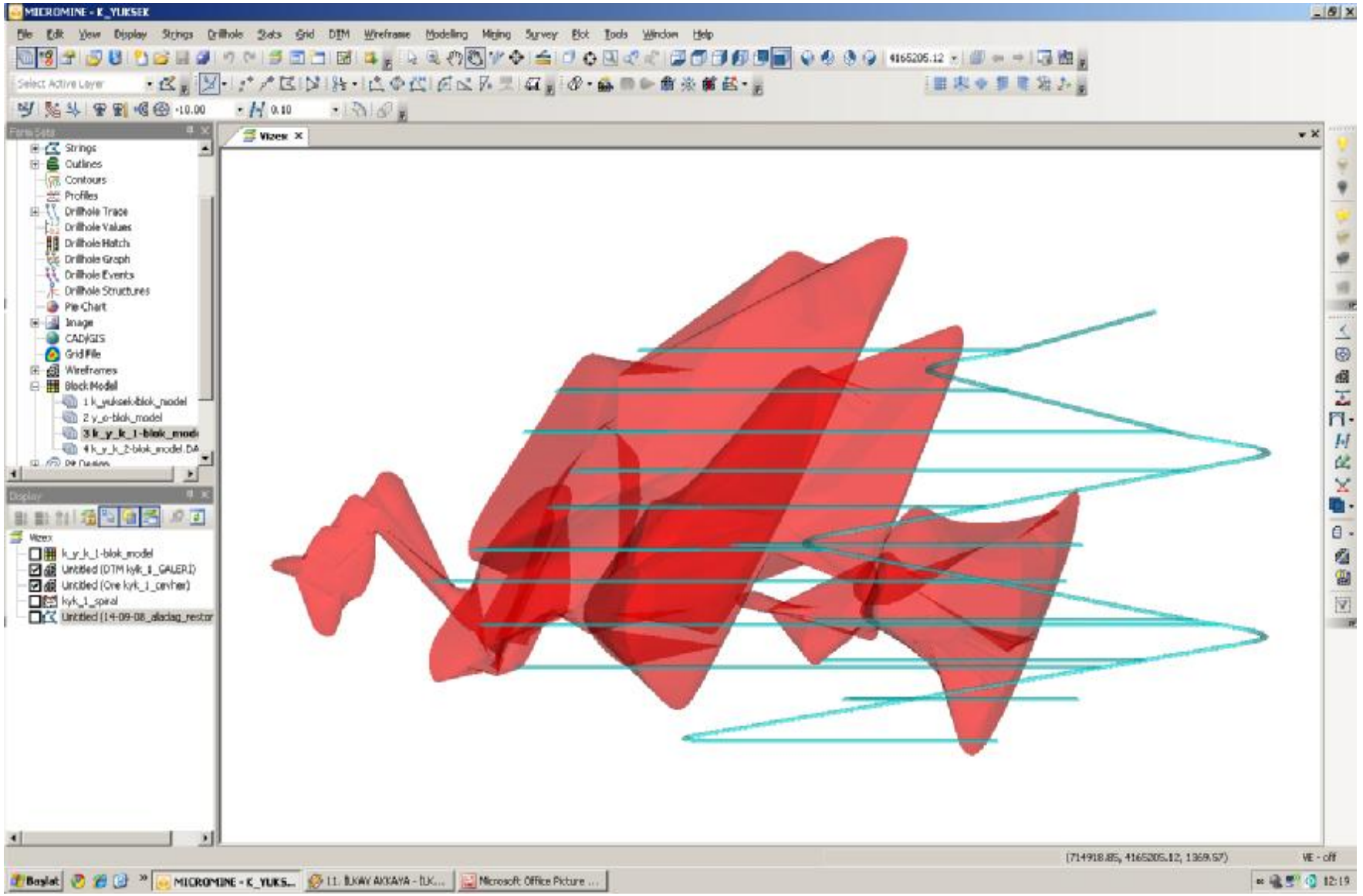
Kızılyüksek 1 Ocağı



Plan Görünüş



Batıdan Bakış



Güneyden Bakış