

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Barış ÇAKIR**

**SİLOPİ (HARBUL-ÜÇKARDEŞLER) ASFALTİT  
FİLONUNUN MİCROMİNE MADENCİLİK TASARIM  
PROGRAMI KULLANILARAK İNCELENMESİ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2011**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİLOPİ (HARBUL-ÜÇKARDEŞLER) ASFALTİT FİLONUNUN  
MİCROMİNE MADENCİLİK TASARIM PROGRAMI KULLANILARAK  
İNCELENMESİ**

**Barış ÇAKIR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 17/01/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Mesut ANIL  
ÜYE

.....  
Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ  
ÜYE

.....  
Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ  
DANIŞMAN

.....  
Doç. Dr. Özen KILIÇ  
ÜYE

.....  
Doç. Dr. Ahmet DAĞ  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL**  
Enstitü Müdürü

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

**ÖZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİLOPİ (HARBUL-ÜÇKARDEŞLER) ASFALTİT FİLONUNUN  
MİCROMİNE MADENCİLİK TASARIM PROGRAMI KULLANILARAK  
İNCELENMESİ**

**Barış ÇAKIR**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ  
Yıl: 2011, Sayfa: 116

Jüri : Prof. Dr. Mesut ANIL  
: Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ  
: Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ  
: Doç. Dr. Özen KILIÇ  
: Doç. Dr. Ahmet DAĞ

Bu çalışmada asfaltitin enerji hammaddesi olması, Türkiye'de ve Dünyada teknolojik gelişmeler ile birlikte bu enerji hammaddesinin daha ucuza mal edilebilmesi ve insanların kullanımına sunulmasındaki aşamalarının başında gelen ve yatırımların ekonomikliğini belirleyen projelendirme ve bunun ışığında üretim yönteminin belirlenmesi anlatılmaya çalışılmıştır. Projelendirme aşamasında günümüzde gelişmekte olan paket programların üç boyutlu modellemedeki başarısı, yatırımların daha doğru yapılması, uygun üretim yöntemlerinin uygulanması aşamasında risklerin minimize edilmesi daha kolay hale gelmiştir. Bu çalışmada Harbul ve Üçkardeşler Asfaltit filonlarının Micromine 11.0 programı ile modellemesi, rezerv hesaplamaları, yeraltı ve açık işletme dizaynı yapılarak uygun işletme ve üretim yöntemine karar verme aşamaları sunulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Harbul, Üçkardeşler, Asfaltit, Rezerv, Modelleme, Dizayn

## **ABSTRACT**

### **MSc THESIS**

<p style="text-align: center;"><b>THE INVESTIGATION OF SILOPI (HARBUL- UCKARDESLER) ASPHALTITE FILONS BY MICROMINE MINING DESIGN SOFTWARE</b></p>
---

**Barış ÇAKIR**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING**

Supervisor : Assoc. Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

Year: 2011, Pages: 116

Jury : Prof. Dr. Mesut ANIL

: Assoc. Prof. Dr. Şaziye BOZDAĞ

: Assoc. Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

: Assoc. Prof. Dr. Özen KILIÇ

: Assoc. Prof. Dr. Ahmet DAĞ

In this study, it is tried to show the project steps of asphaltite, as an energy source, getting more economically, depends on the technological developments, to take investment decision and put it in human benefits. Then, determination of production method is also explained briefly. In project stage, the success of 3D modeling software packages leads the decisions to be take easily regards of investments and mining methods. In this study, Harbul and Uckardesler Asphaltite Filons were modeled by Micromine 11.0 mining design software; reserve estimation, underground and open pit design decision stages were tried to be come out besides.

**Key words:** Energy, Harbul, Uckardesler, Asphaltite, Reserve, Modelling, Design

## **TEŞEKKÜR**

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans Tezi çalışmalarında, 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 Müh. Ahmet İBUK'a, Sayın Maden Yük. Mühendisi Metin AKYOL'a ve Sayın Maden Müh. Karabey TURAN'a 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 annem Emine ÇAKIR'a, eşim Özlem ÇAKIR'a, kardeşlerime ve emeği geçen tüm sevdiklerime teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Asfaltit ile İlgili Yapılmış Önceki Çalışmalar.....	13
2.2. Madencilikte 3 Boyutlu Modelleme Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Önceki Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE METOD.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. İşletme ve Yakın Çevresi Hakkında Bilgiler.....	19
3.1.1.1. Coğrafi Konum.....	20
3.1.1.2. Topoğrafik Özellikler.....	22
3.1.1.3. Jeoloji.....	23
3.1.1.3.(1). Jeomorfolojik Yapı ve Stratigrafi.....	23
3.1.1.3.(2). Tektonik ve Paleocoğrafya.....	24
3.1.1.3.(3). Ekonomik Jeoloji.....	25
3.1.1.3.(4). Bölgesel Jeoloji.....	25
3.1.1.3.(5).Yapısal Jeoloji.....	27
3.1.1.3.(5a). Tabakalanma.....	28
3.1.1.3.(5b). Faylar.....	30
3.1.1.3.(5c). Kıvrımlar.....	32
3.1.1.4. Şırnak ve Silopi Bölgesinde Bulunan Asfaltit Filonları.....	34
3.1.1.4.(1). Üçkardeşler Filonu.....	35
3.1.1.4.(2). Harbul Filonu.....	37
3.1.1.4.(3). Silip Filonu.....	39

3.1.1.4.(4). İspindoruk Filonu.....	39
3.1.1.4.(5). Rutkekurat Filonu .....	39
3.1.1.4.(6). Uludere Ortasu Filonu.....	40
3.1.1.4.(7). Avgamasya Filonu .....	40
3.1.1.4.(8). Segürük Filonu .....	40
3.1.1.4.(9). Milli Filonu.....	40
3.1.1.4.(10). Karatepe Filonu .....	41
3.1.1.4.(11). Nivekara Filonu .....	41
3.1.1.4.(12). Seridahlı Filonu .....	41
3.1.2. Çalışma Alanına Ait Sondaj Verileri.....	41
3.1.3. Kaynak Tahmini, Tahmin ve Modelleme Teknikleri.....	44
3.2. Metod .....	46
3.2.1. Micromine 11.0.....	46
3.2.2. Yardımcı Programlar .....	47
3.2.3. Micromine Programı ile Yapılan İşlemler .....	48
3.2.3.1. Dosya Oluşturma ve Veri Alma (İmport) İşlemi.....	48
3.2.3.2. Kesit Oluşturma.....	50
3.2.3.3. Modelleme, Blok Model ve Search Elipsoidi (Arama Elipsoidi) 50	
3.2.3.4. Hesaplamalar .....	52
3.2.3.5. Açık İşletme Dizaynı .....	52
3.2.3.6. Yeraltı İşletme Dizaynı .....	52
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	55
4.1. Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi .....	55
4.2. Saha Verilerinin Değerlendirilmesi .....	55
4.3. Modelleme .....	55
4.3.1. Modellemeye Esas Sondaj Verileri .....	55
4.3.2. Katı Modelleme ve Rezerv Bilgileri .....	64
4.4. Harbul ve Üçkardeşler Asfaltit Filonları İşletme Bilgileri.....	68
4.5. Harbul ve Üçkardeşler Asfaltit Filonları Uygun İşletme Yönteminin Belirlenmesi.....	71
4.5.1. Açık İşletme Yöntemi.....	74

4.5.1.1. İşletme Aşamasında Patlatma Hesapları .....	76
4.5.1.2. Açık İşletme Dizaynı .....	76
4.5.2. Yeraltı İşletme Yöntemi .....	89
4.5.2.1. Seçilen Üretim Yönteminin Tanımı.....	89
4.5.2.2. Arakatlı Blok Göçertme Yöntemi.....	91
4.5.2.3. Arakatlı Blok Göçertme Yönteminde Patlatma Tasarımı .....	93
4.5.2.4 Arakatlı Blok Göçertme Yönteminde Tasarlanan İşletme Parametreleri.....	94
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	101
KAYNAKLAR.....	103
ÖZGEÇMİŞ .....	107
EKLER.....	109



## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 1.1. Türkiye'nin Birincil enerji kaynaklarının rezerv miktarları .....	3
Çizelge 1.2. Türkiye elektrik üretimi ve tüketimi .....	4
Çizelge 1.3. Türkiye asfaltit rezervleri .....	7
Çizelge 3.1. Asfaltit filonlarının rezerv ve rezervlere ait analiz sonuçları .....	35
Çizelge 3.2. Harbul ve Üçkardeşler filonunda yapılan sondaj detayları .....	42
Çizelge 3.3. Çalışma alanında yapılan sondajların filonlara göre dağılım ve metrajları .....	43
Çizelge 3.4. Blok uzunluk, genişlik, kalınlık ve koordinat aralıkları.....	45
Çizelge 4.1. Modellemeye esas alınan sondaj litolojik ve koordinat verileri .....	59
Çizelge 4.2. Harbul ve Üçkardeşler filonunda hesaplamalar sonucunda elde edilen ocaklara ait görünür rezerv.....	64
Çizelge 4.3. Açık işletme parametreleri.....	74
Çizelge 4.4. İlk 5 yıl için üretim ve dekapaj miktarları .....	78



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 1.1. Türkiye kurulu güç gelişimi .....	4
Şekil 1.2. Petrolden metamorfoz sonucu oluşan asfaltik maddeler.....	6
Şekil 3.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası .....	21
Şekil 3.2. Silopi İlçesi jeolojik haritası.....	28
Şekil 3.3. Proje sahası ve yakın çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit.....	29
Şekil 3.4. Çalışma alanı doğu-batı tabakalanma görünümü .....	31
Şekil 3.5. Çalışma alanı fay hattı batı kanadı görüntüsü .....	32
Şekil 3.6. Çalışma alanı kıvrımlara örnek görüntü.....	33
Şekil 3.7. Şırnak asfaltit rezervlerinin filonlara göre dağılım oranları.....	34
Şekil 3.8. Çalışma alanında gözlenen asfaltit ve yan kayaç birlikteliği .....	38
Şekil 3.9. Çalışma alanında gözlenen asfaltit ve yan kayaç birlikteliği 2 .....	39
Şekil 3.10. Micromine 11.0 programında yeni bir dosya ya da klasör açma penceresi .....	48
Şekil 3.11. Micromine 11.0 programında metin (text) dosyası çağırma penceresi....	49
Şekil 3.12. Micromine 11.0 programında topoğrafya dosyası çağırma penceresi .....	50
Şekil 3.13. Search elipsoid parametrelerinin belirlenmesini belirten şekil.....	51
Şekil 4.1. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları sondaj plan görünüş .....	56
Şekil 4.2. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları sondaj güneyden kuzeye bakış .....	57
Şekil 4.3. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları topoğrafya ve cevher plan görünüşü .....	58
Şekil 4.4. Üçkardeşler asfaltit filonu cevher ve sondaj görünüşü .....	65
Şekil 4.5. Harbul A asfaltit filonu cevher ve sondaj görünüşü .....	66
Şekil 4.6. Harbul B asfaltit filonu cevher ve sondaj görünüşü.....	67
Şekil 4.7. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları ve topoğrafya görüntüsü .....	69
Şekil 4.8. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonu topoğrafya ve cevher kütlesi birlikteliği plan görünüş .....	70
Şekil 4.9. İşletme hali hazır ve döküm sahası planı .....	75
Şekil 4.10. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonlarını topoğrafya üzerinde açık işletme ve cevher görünüşü.....	77

Şekil 4.11. Harbul ve Üçkardeşler filonları 910 kotu ve 930 kotunda cevher- basamak izometrik duruşu.....	79
Şekil 4.12. Harbul ve Üçkardeşler ocağı topoğrafya üzerinde açık işletme ve cevher birlikteliği-kesit görünüşü .....	80
Şekil 4.13. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli dekapaj alanı .....	81
Şekil 4.14. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı .....	82
Şekil 4.15. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı .....	82
Şekil 4.16. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. yıl kademeli dekapaj alanı .....	83
Şekil 4.17. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. Yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı .....	84
Şekil 4.18. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. Yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı .....	84
Şekil 4.19. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli dekapaj alanı .....	85
Şekil 4.20. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı .....	86
Şekil 4.21. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı .....	86
Şekil 4.22. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli dekapaj alanı.....	87
Şekil 4.23. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı .....	88
Şekil 4.24. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı .....	88
Şekil 4.25. A sektör ana rampa, ara rampa ve havalandırma planı .....	94
Şekil 4.26. B sektör ana rampa ve havalandırma galerileri planı.....	95
Şekil 4.27. A sektör ana rampa, ara rampa ve havalandırma galerilerine güneyden bakış planı .....	95
Şekil 4.28. 2. Ana rampa ve havalandırma güneyden bakış planı.....	96
Şekil 4.29. Yeraltı dizaynı plan görüntüsü.....	97

Şekil 4.30. Yeraltı dizaynı Güneyden bakış kesit görüntüsü .....	98
Şekil 4.31. Yeraltı dizaynı perspektif 3 boyutlu görüntüsü .....	99
Şekil 4.32. Yeraltı dizaynı 3 boyutlu plan görüntüsü .....	100



## 1. GİRİŞ

Enerji ve bu çerçevede elektrik enerjisi tüketimi, ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın önemli bir göstergesidir. Kullanım kolaylığı, istenildiği anda diğer enerji türlerine dönüştürülebilmesi ve günlük hayattaki yaygınlığından dolayı bir ülkede kişi başına enerji tüketimi, o ülkenin milli gelir seviyesinin ve dolayısıyla da kalkınma ve yaşam standardının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

2006 yılında %2,7 oranında büyüyen dünya enerji talebi, 2007 yılında bir önceki yıla göre azalarak %2,4 oranında artış gösterebilmiştir. 2007 yılında başlayan bu eğilim, 2008 yılında daha da etkili olmuştur. 2009 yılında, küresel ölçekte etkisini artarak sürdüren ekonomik kriz paralelinde, talep daha da daralmıştır. 2007 yılındaki %2,4'lük artışta, sürükleyici olan Asya-Pasifik bölgesi olmuştur. Japonya ekonomisinin oldukça mütevazı talep artışına (%0,9) karşın, OECD dışı Asya'nın (özellikle Çin ve Hindistan) sürüklediği bu bölgenin talep artışı, 2007'de %5'in üzerinde gerçekleşmiştir. Çin'in 2007 yılı enerji talep artışı, BP istatistiklerine göre %7,7 oranında olmuştur. Hindistan'da bu oran %6,8 olmuştur. Buna karşın Avrupa'nın enerji talebinde %2,2 oranında gerileme gözlenmiştir. Uluslararası Enerji Ajansına göre dünya elektrik üretiminde 1945'den yana ilk kez düşüş beklenmektedir ve elektrik talebinde 2008 yılında %3,1'lik bir artış görülmektedir. Enerji piyasalarını temelden etkileyen bir diğer önemli parametre, küresel ısınma olgusudur. Bu alanda farklı görüşler olmakla birlikte, özellikle fosil yakıtların üretim ve tüketimleri sürecinde atmosfere yayılan karbon emisyonlarının yol açtığı öne sürülen küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı, geniş bir küresel tepkinin oluştuğu söylenebilir. Bu tepkiler, Kyoto Protokolü'nü imzalamamakta direnen ülkelerin yönetimleri üzerinde artan bir baskı oluştururken, bir yandan da fosil yakıtlar dışındaki kaynaklara yönelik arayışların bir diğer nedenini oluşturmaktadır. Karbon ticareti, enerji piyasalarının yeni ve önemli bir unsuru olarak öne çıkarken, temiz kömür yakma teknolojileri, kömürden sıvı yakıt eldesi gibi teknolojilere yatırımda önemli hareketlenmeler gözlemlenmiştir (TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010).

Günümüzde, Dünya’da kömür esaslı üretilen enerjinin payı %29,3 iken Türkiye’de bu oran %29,6’dır. Türkiye’nin mevcut kömür potansiyeli dikkate alındığında, bu oranın yükselme ihtimali oldukça fazladır. Türkiye’deki kömürün kullanım alanları incelendiğinde, kömürün %76’sının termik santrallerde, %14’ünün sanayide ve %10’un ise konut ve bina ısıtmasında kullanıldığı görülmektedir (RWE, 2009).

Türkiye’de petrol ve doğal gaz dışındaki birincil enerji kaynaklarının tümü mevcuttur. Bu rezervler içerisinde ise kömür rezervlerinin önemli bir yeri vardır. Ülkemizde de bulunan birincil enerji kaynaklarının görünür, muhtemel ve mümkün rezerv miktarları Çizelge 1.1’de verilmektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki eğilimlere paralel olarak ülkemizdeki enerji tüketimi değerlerinde elektrik enerjisinin de payı artmaktadır. 2008 yılında elektrik tüketimimiz bir önceki yıla göre %4,24 artarak 198.058 milyon kWh, elektrik üretimimiz ise bir önceki yıla göre %3,58 artarak 198.418 milyon kWh olarak gerçekleşmiştir (TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010).

2009 yılında ise elektrik tüketimimiz bir önceki yıla göre %2,32 azalarak 193.472 milyon kWh, elektrik üretimimiz ise bir önceki yıla göre %2,17 azalarak 194.112 milyon kWh olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.2).

Artan elektrik talebini karşılamak üzere, 2020 yılına kadar olan dönemde yaklaşık 44.556 MW olan mevcut kurulu gücümüzün ETKB’nin düşük senaryosuna göre yaklaşık iki katına (80.000 MW) çıkartılması gerekmektedir. Yüksek senaryoya göre ise bu rakam 96.000 MW olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda, Ocak 2009 itibarıyla 726 MW rüzgar ve diğer yenilenebilir, 7413 MW hidrolik, 6590 MW termik olmak üzere toplam 14.729 MW kurulu güçte santral yatırımına başlanmış olup bu santrallerin 2013 yılı sonuna kadar devreye alınması beklenmektedir.

2008 yılı sonunda 41744 MW olan Türkiye elektrik kurulu gücü, 2009 yılında 2812 yanda, 2008 yılında 198,1 Milyar kWh olan toplam Türkiye elektrik tüketimi 2009 yılında %2 azalarak 193,5 Milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Türkiye elektrik kurulu gücü, 2000-2005 yılları arasında %42,4 artarken 2005-2009 yılları arasında %14,8 artmıştır. MW (%7) gibi kayda değer bir artış ile 44556 MW seviyesine ulaşmıştır. Öte 2009 yılı itibari ile 44.766,80 MW olan Türkiye kurulu gücünün,

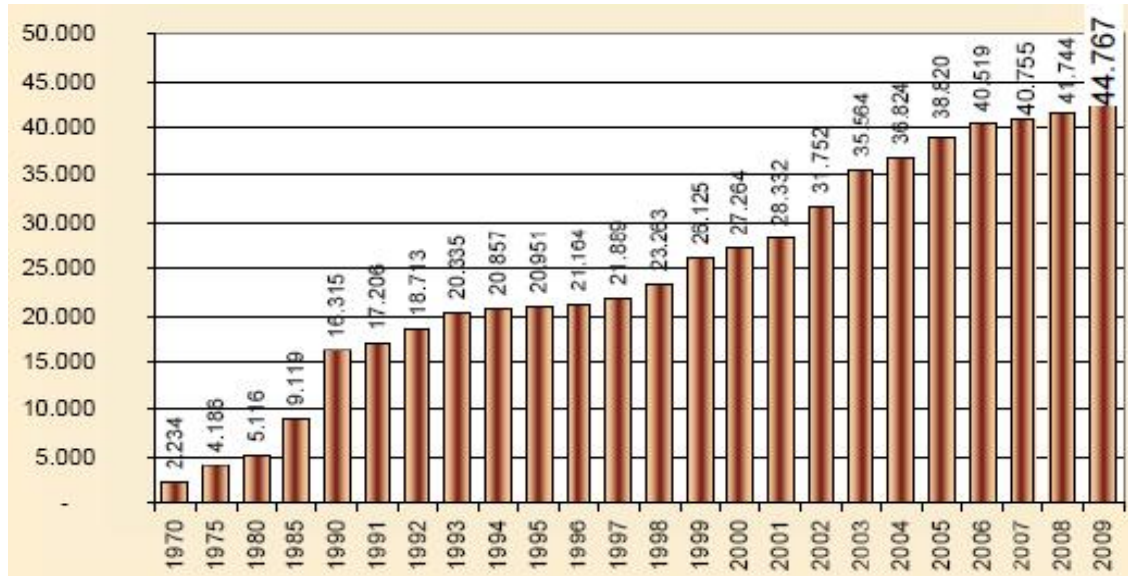
29.333,4 MW'lık kısmını Termik Santraller oluşturmaktadır. Termik santrallerin 2009 yılı üretimi, Türkiye toplam elektrik üretiminin %80,73'üne karşılık gelmektedir. Kaynaklar açısından bakıldığında ise, toplam elektrik üretiminin %48,52'si doğalgazdan, %21,79'u yerli kömürden, %6,60'ı ithal kömürden, %3,80'i ise sıvı yakıtlardan sağlandığı görülmektedir (TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010) (Şekil 1.1).

Çizelge 1.1. Türkiye'nin Birincil enerji kaynaklarının rezerv miktarları (Mavi Kitap, 2010)

Kaynaklar	Görünür Rezerv	Muhtemel Rezerv	Mümkün Rezerv	Toplam Rezerv
Taşkömürü (Bin Ton)	534.620	431.548	368.447	1.334.615
Linyit (Milyon Ton)	9.837	1344	262	11.445
Asfaltit (Bin Ton)	40207	29470	7300	76977
Bitümlü Şist (Bin Ton)	555	1086	269	1641
Hidroelektrik Enerjisi (GW/Yıl) MW/Yıl)	129388 36603			129388 36603
Petrol (Milyon Ton)	42			42
Doğal Gaz (Milyar m <sup>3</sup> )	7			7
Nükleer Kaynaklar(Ton) Uranyum Toryum	9129 380000			9129 380000
Jeotermal (MW/Yıl) Elektrik Isı	98 3348		412 28152	510 31500
Güneş (Milyon Tep) Elektrik Isı				32,6
Rüzgar (Milyon Tep) Elektrik (MW) Isı				48000
Biyokütle (Milyon Tep) Elektrik Isı				2,6 6

Çizelge 1.2. Türkiye elektrik üretimi ve tüketimi (TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010)

Yıl	Brüt Üretim (Milyon kWh)	Önceki Yıllara Göre Artış Yüzdesi (%)	Tüketim (Milyon kWh)	Önceki Yıla Göre Artış Yüzdesi (%)
1995	86247		85552	
1996	94862	9,99	94789	10,80
1997	103296	8,89	105517	11,32
1998	111022	7,48	114023	8,06
1999	116440	4,88	118485	3,91
2000	124922	7,28	128276	8,26
2001	122725	-1,76	126871	-1,10
2002	129400	5,44	132553	4,48
2003	140581	8,64	141151	6,49
2004	150968	7,20	150018	6,28
2005	161956	7,47	160794	7,18
2006	176300	8,86	174637	8,61
2007	191558	8,65	190000	8,80
2008	198418	3,58	198058	4,24
2009	194112	-2,17	193472	-2,32



Şekil 1.1. Türkiye kurulu güç gelişimi (MW) (TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010)

Madencilik yerkabuğunda bulunan kömür, çinko, bakır, demir, alüminyum, bor, altın gibi madenlerin yerkabuğunda buldukları 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 sınıflandırılabilir (Uyanık, 2006).

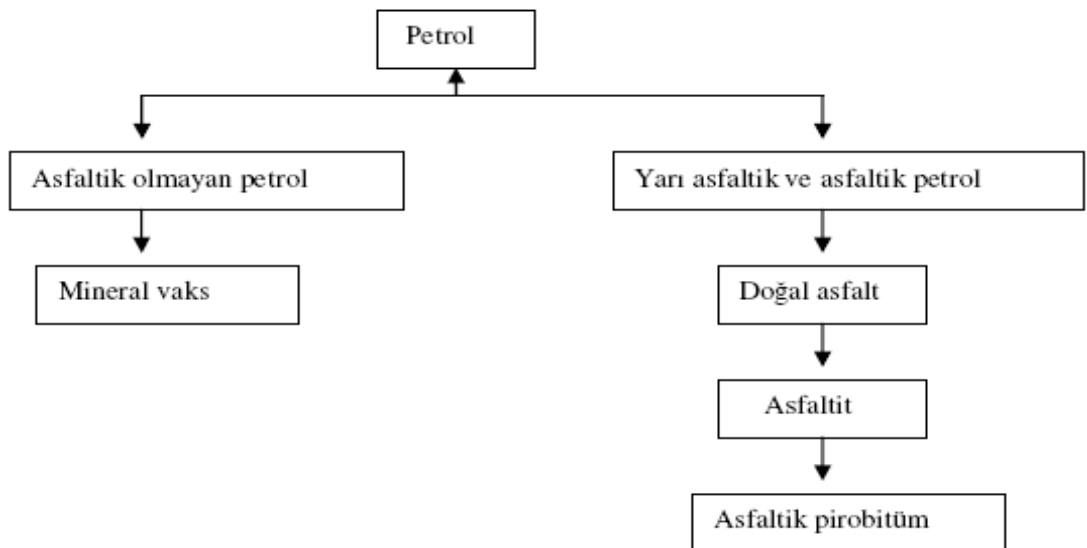
Kamunun öncülüğünde, başta demir, kömür, krom, alüminyum, bakır, bor, demir çelik ve manyezit cevherlerine yapılan yatırımlar, üretim artışları teknolojik ilerleme sağlamıştır. Ancak, ülkemiz sanayileşmeyi tam gerçekleştirmediğinden bu üretimler ya hammadde ya da ara mamul üretimi düzeyinde kalmıştır. 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 yeraltı üretim yöntemlerinin maden yatağının durumuna göre ve ayrıca uygulanan yöntemin amacına 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 kârlı 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).

Asfaltit, petrolden oluşan ya da petrol kökeninden gelen bir tür hidrokarbondur. Kaya çatlaklarını dolduran ya da damarlar şeklinde bulunan bu hidrokarbonlar, "asfaltit" ve "asfaltik pirobitümen" olmak üzere iki türdür. Türkiye'de hemen hemen tüm bölgelerde olmakla birlikte yalnızca Şırnak İl merkezinin güneyi ve Silopi İlçesi'nde asfaltit ve asfaltik pirobitümenlerin ekonomik büyüklükteki oluşumlarına rastlanır (Seyhan, 2000).

Asfaltitin kalori değeri 3.000-6.000 Kcal/kg arasında değişmektedir. Bu cevher % 1,2 su, %4-7 kükürt içermekte, %35-40 kül vermektedir. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, asfaltit küllerinde radyoaktif mineraller ile kimi ender rastlanan mineraller bulunmuştur. Asfaltit yakacak olarak kullanımın yanı sıra termik enerji üretiminde de kullanılmaktadır (Seyhan, 2000).

Bugüne kadar yapılmış incelemeler, asfaltik maddelerin petrolün metamorfoz (başkalaşma) denilen değişikliğe uğramasıyla oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu değişme zaman, ısı, basınç etkileri ile karışık kimyasal reaksiyonlar sonucu gerçekleşmiştir. Metamorfozun kademeler halinde ilerleme derecesine bağlı olarak petrolden değişik karakterlerde asfaltik madde cinsleri meydana gelmiştir (TKİ, 2007; Orhun, 1969). Şekil 1.2'de petrolün maruz kaldığı metamorfozun ilerleyiş derecesine bağlı olarak oluşan değişik karakterdeki asfaltik maddeler gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Petrolden metamorfoz sonucu oluşan asfaltik maddeler (Orhun, 1969)

Asfaltit rezervlerinin dünya üzerinde sınırlı oluşu ve bulunduğu yerlerde de yakıt olarak kullanılışı yüzünden yakın zamana kadar dünya ekonomisinde özel bir yeri olmamıştır. Dünyadaki kömür ya da petrol kökenli, bitüm ve pirobitüm içeren oluşumların, alternatif sıvı/gaz yakıt ve kimyasal hammadde üretimine yönelik kullanım olanaklarının araştırılmasıyla birlikte, konu Türkiye’de de gündeme gelmiş ve asfaltitlerin tanınması ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hızlanmıştır (Eren, 2008).

Asfaltik maddelerin yerleşmesi, petrolün göçüne neden olan, hidrostatik basınç, gaz basıncı, kapilarite, gravitasyon ve sıcaklık gibi etkenlerle olup, bunun sonucu hareket eden sıvı - yarı sıvı durumdaki asfalt, çeşitli yapılara yerleşir veya yüzeye kadar çıkarak yüzeyde akar (Eren, 2008).

Asfaltitlerin dünya üzerinde bilinen varlıkları oldukça sınırlıdır. Çin’de geniş yatakların bulunduğu, yine İspanya, Küba ve Arjantin’de de asfaltit yataklarının varlığı bilinmektedir (Eren, 2008).

Asfaltit; kalori değeri yüksek, külünde nadir mineraller bulunan, işlendiğinde değişik yüzdelerle gaz elde edilebilen, kıymetli bir kaynaktır. Türkiye’deki asfaltit yatakları, Şırnak ve Silopi havzalarında (Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde) filonlar şeklinde bulunmaktadır. Her iki alan da TKİ’nin elindedir. Toplam rezerv 82 milyon ton gibi sınırlı bir rezerv miktarı ile bulunmaktadır. Yıllık üretim 1982 yılında en yüksek düzeyi olan 860 bin tona ulaşmış, sonraki yıllarda giderek düşmüştür (TMMOB, 2006) (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Türkiye asfaltit rezervleri (TMMOB, 2006)

Bulunduğu Bölge	Mümkün Rezerv (Bin Ton)	Muhtemel Rezerv (Bin Ton)	Görünür Rezerv (Bin Ton)	Hazır Rezerv (Bin Ton)	Toplam Rezerv (Bin Ton)
Şırnak	6300	13260	10997	1556	32113
Silopi	1000	16210	31803	626	49639
Toplam	7300	29470	42800	2182	81752

Türkiye'deki asfaltit yatakları, küllerinden nikel, molibden, vanadyum ve uranyum gibi ender metallere içermesine karşın, ender de olsa Doğu ve Güneydoğu

Anadolu bölgelerinde ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca asfaltitler, boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, genleştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kabloların yapımı ve benzer çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bunun yanında, asfaltit, son yıllarda sentetik ham petrol kaynağı olarak da önem kazanmıştır. Ancak toplam rezervin küçük görülmesi ve açık işletmeye elverişli rezervin önemli bölümünün işletilmiş olması gibi nedenlerle, sentetik petrol üretimi gündemden çıkmıştır (Şengüler, 2007).

Türkiye'deki asfaltitlerden sentetik petrol ile yan ürün olarak amonyak ve  $H_2S$ ; küllerinden nadir minerallerin (V, Ni, Mo,  $U_3O_8$ , Ti ) eldesine yönelik teknolojik çalışmalar MTA Genel Müdürlüğünde gerçekleştirilmiş olup laboratuvar ölçüğünde olumlu sonuçlar alınmıştır (Şengüler, 2007).

Şırnak İli sınırları dâhilinde zengin asfaltit kaynakları bulunmaktadır. Çoğunlukla Cudi Dağı ve çevresinde bulunan kömür kaynakları günümüzde Şırnak ekonomisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Asfaltit ile ilgili çalışmalar 1944'te bölgedeki jeoloji araştırmalar ile başlamıştır. 1960'ların başına dek düzensiz giden çalışmalar, 1964'te MTA Enstitüsünün devreye girmesiyle hızlanmıştır. 1967'ye değin sürdürülen araştırmalar ile Şırnak Merkez Toptepe (Avgamasya) Köyü yakınlarında asfaltit yatakları bulunmuştur. 1970'li yıllarda Milli, Seridehli, Segürük, Nivikara ve Anılmış köyleri çevresinde de rezerv belirleme çalışmaları yoğunlaştırılmış ve il'de toplam rezervin 100 milyon ton dolayında olduğu saptanmıştır.

Silopi'de uygulama alanı bulan ve yakıt olarak Silopi (Harbul ve Üçkardeşler) asfaltit filonundan elde edilen asfaltiti yakıt olarak kullanan termik santral projesinin temel amacı ise, ülkemizin yörece az gelişmiş bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin doğal kaynaklarını etkin biçimde kullanarak, bölgenin kalkınma potansiyelini ortaya çıkarmak, elektrik üretiminde Türkiye'nin yerli yakıt rezervlerinin kullanımını artırmak ve yerel olarak üretilen elektrik enerjisi ile Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltmaktır. Tesiste üretilecek elektrik enerjisi, Türkiye'nin artan elektrik ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca önerilen projenin ekonomik açıdan sağlayacağı pek çok fayda bulunmaktadır. Sağlanacak sürekli ve güvenilir elektrik, yabancı yatırımları Türkiye'ye çekerek ülkenin endüstriyel açıdan gelişmesine katkıda bulunacaktır.

Yeraltının bilgisayar modellemesinde ilk girişimler, genellikle yüzey uydurma eğilimi gibi geleneksel matematiksel yaklaşımları kullanmıştır (James,1996). 1960'lar ve 1970'ler boyunca, geniş açık işletmelerde maden planlaması ve rezerv modellemesi için pek çok madencilik şirketi genellikle 3 boyutlu blok model temsillerinin kullanımına dayanan programlar geliştirmişlerdir (Fairfield ve Leigh, 1969).

Madencilik sektöründe bilgisayar kullanımının gelişimi, 1961'de başlatılmış olan maden endüstrisinde işletme çalışması ve bilgisayar uygulamaları (APCOM) görüşmelerinin ilerlemesi ile belgelenmektedir (Sides, 1977).

Bunlara paralel olarak, sözü edilen uygulamaları mümkün hale getiren bilgisayar donanımları ve yazılımlarının gelişimi jeostatistiğin çalışma alanını ortaya çıkarmayı düşünen teorik gelişimleri getirmiştir (Matheron, 1963; Krige, 1966; David, 1977).

Bilgisayar donanım (hardware) teknolojisindeki hızlı gelişme neticesi olarak, hem bilgisayarların güç ve kapasiteleri arttı hem de fiziksel büyüklükleri önemli ölçüde küçüldü (Çetiner, 1991).

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, vb.) 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. Madencilikte jeostatistik tekniklerin kullanılmasındaki gelişmeler modelleme çalışmalarının temelini oluşturmuştur (Griffin, 1997).

Bilgisayar alanındaki son yıllardaki gelişmeler; birbiriyle ilişkili sistemlerdeki gelişmeleri, Bilgisayar donanımlarındaki ucuzlamaları, yazılımların kullanılmasının yaygınlaşmasını sağlamıştır.

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 jeostatistik yöntemler maden yataklarının modellenmesinde kullanılan başlıca iç değerlendirme (interpolasyon) yöntemleridir. Geometrik iç değerlendirme 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. Jeostatistiksel 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 alınan değişkenlerin mesafeye bağlı değişimi matematiksel olarak modellenir. Bu incelemeden sonra saha düzenli bloklara ayrılmakta ve elde edilen variogram parametreleri kullanılarak bu bloklara değer atanması 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 kütesinin 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)

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin temel sorunu olan enerji ve bu çerçevede elektrik enerjisi tüketimi, ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın artması amacıyla kurulan termik santralin ihtiyacı olan asfaltit madenine, en doğru ve en güvenilir şekilde ulaşmayı sağlamaktır. Bu amaçla Şırnak İli, Silopi İlçesi'nde bulunan Harbul ve Üçkardeşler Filonları'na ait, MTA tarafından yapılan sondajlara dayanarak, Micromine paket programı ile asfaltit filonunun, üç boyutlu maden yatağı modellenmesi yapılmıştır ve rezerv belirlenmiştir. Bulunan rezerv sonucunda uygun üretim yöntemine karar verilmeye çalışılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Asfaltit ile İlgili Yapılmış Önceki Çalışmalar

Asfaltit ile ilgili çalışmalar pek çok alanda yapılmış olup, yapılan çalışmaların bir kısmı bu bölümde özetlenmiştir.

Taşpolat (2006), “Afyon mermer tozlarının ve Şırnak asfaltitlerinin atık depolama alanları tabakalarında kullanılması” konulu yüksek lisans tezinde; geçirimsiz kil tabakalarında, Afyon atık mermer tozu ve Şırnak Asfaltit tozlarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Geçirimsiz kil tabakası olarak kaolin (%90) ve bentonit (%10) kullanılmış ve 90K10B olarak adlandırılmıştır. Bu kil karışımına %5, %10, %15 oranında mermer tozu ve asfaltit tozu ilave edilmiştir. Hazırlanan her bir karışım üzerinde jeoteknik (üç eksenli, permeabilite, dane çapı dağılımı, Atterberg kıvam limitleri, elek analizi ve hidrometre deneyleri), kimyasal (Ph, Elektriksel iletkenlik, Katyon Değişim Kapasitesi) deneyler uygulanmıştır. Deneylerdeki sonuçlar literatür ve katı atık yönetmeliği ile karşılaştırılmış ve her iki malzemenin de geçirimsiz tabakalarda kullanılabilirliğine karar verilmiştir.

Eren (2008), “Asfaltitin asfalt betonunda mineral filler olarak kullanılması” konulu yüksek lisans tezinde, ulaşım koşulları, trafik yükleri ve çevresel etkiler değiştiğinde, karayollarının performansını etkileyecek ve yol yapım maliyetlerini daha ekonomik kılacak, günün trafik ve çevre koşullarına uygun, yeni malzemeler araştırılmakta ve yeni tasarım yöntemleri geliştirilmektedir. Bu çalışmada, petrol kökenli bir maden olan asfaltitin filler malzemesi olarak sıcak karışım asfalt betonunda kullanılabilirliği incelenmiştir. Aynı agrega gradasyonuna sahip kalker ve asfaltit filleri içeren asfalt karışımları hazırlanmış ve optimum bitüm oranları Marshall deneyi yapılarak belirlenmiştir. Asfaltit ve kontrol karışımlarının mekanik özellikleri Marshall stabilite, dolaylı çekme ve su hasarı deneyleri yapılarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, karışımların yoğunluk-boşluk özellikleri karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Sertakar (2008), “Deminealize asfaltitten karbon köpük üretimi” konulu yüksek lisans tezinde, ülkemizin Güneydoğu Anadolu bölgesinde çok miktarda

çıkarılan asfaltitin, kullanılabilirlik alanlarını arttırmak ve köpük üretim maliyetini azaltmak için bir köpük öncüsü olarak kullanımı hedeflenmiştir.

## 2.2. Madencilikte 3 Boyutlu Modelleme Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Önceki Çalışmalar

Katı model çalışmaları pek çok alanda kullanılmakta olup, yapılan çalışmaların bir kısmı bu bölümde özetlenmiştir.

Çetiner (1991), “bilgisayar destekli maden yatağı modellemesi ve kesit yöntemiyle rezerv tahmininin Hüsamlar kömür sahasına uygulanması” konulu yüksek lisans tezinde, sondaj araştırması yapılmış bir maden yatağını değerlendirmekte kullanılan bir program geliştirmiştir. MADMOD adı verilen söz konusu paket program, yatağın modellenmesinde sıkça kullanılmakta olan kesit yöntemleri ile rezerv tahmini yapabilmektedir. Bunların yanı sıra program harita çizimi, üç boyut yüzey çizimi, hacim hesabı ve kriging veya inverse distance (mesafenin tersi) interpolasyonları ile gridleme vb. yapabilmektedir. Programın güvenilirliğini kontrol etmek amacı ile adı geçen saha ve mevcut maden damarı üzerinde denemiştir. Sonuçları, SURFER adlı programın sonuçları ile karşılaştırarak değerlendirmiştir. Ayrıca programın rezerv hesabı kısmının doğruluğunu ortaya koymak amacıyla hacmi bilinen bir dikdörtgenler prizması üzerinde test etmiştir.

Sides (1997), “madencilikte tahmin için maden yataklarının jeolojik modellenmesi” konulu çalışmasında; maden yataklarının doğru ve eksiksiz değerlendirilebilmesi için kullanılmakta olan jeolojik ve üç boyutlu bilgisayarlı modelleme tekniklerini incelemiştir. Üç boyutlu modelleme tekniklerinin, tarihsel gelişimini irdeleyerek, söz konusu teknikleri farklı açılardan değerlendirmiştir. Özellikle üç boyutlu modelleme tekniklerini sınıflandırarak, sınıflara dâhil ettiği metotları kısaca anlatmıştır. Söz konusu çalışma, güncel çalışma alanlarının, günümüz madencilğine katkılarını ve teknik anlamda modelleme yöntemlerinin geliştirilebilirliğini, daha önce yapılmış çalışmalarla da desteklemiştir.

Jiang (1998)’ın yapmış olduğu, görsel olarak canlandırma ve bilgi sistemi ile interaktif bir üç boyutlu maden modellemesi konulu çalışmada; değişken ve üç

boyutlu özellik gösteren maden yataklarının, ancak üç boyutlu görsel bir çevrede doğru olarak sunulabileceğini savunmaktadır. Söz konusu tez, maden yataklarının üç boyutlu canlandırılması ve bilgi yönetimi sistemini CAD tabanlı GeoTech adlı programda desteklemektedir. Mevcut bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme geliştirirken kullanılmakta olan metodoloji, bu çalışmada tarif edilmiştir.

Akçakoca (2001)'nin, maden yataklarının üç boyutlu olarak modellenmesinde yapay sinir ağı sistemlerinin kullanılması ve integrasyonu konulu doktora tezinde, üç boyutlu model oluşturulması ve rezerv hesaplamalarında kullanılacak, üç boyutlu bir yapay sinir ağı sistemi programlamıştır. Turbo Pascal dilinde kodlanan programın, maden yataklarının değişken özelliklerine en uygun parametreleri tespit etmek amacıyla kendini eğitebildiği belirtilmektedir. Hesaplanan optimum hata miktarına ulaşıncaya, elde ettiği verileri blok modele yayan programın, güvenilirliğini ortaya koymak için dört farklı maden yatağında uygulamalar yapılmıştır. Uygulama sonuçlarını bilinen sonuçlar ile karşılaştırarak değerlendirmiştir.

Erarslan (2003), jeoloji ve madencilik sistemi (JMS) ve bir bakır sahasının değerlendirilmesi konulu çalışmasında, jeolojik modelleme ve maden değerlendirme konularında kullanılmak üzere Jeoloji ve Madencilik sistemi (JMS) olarak adlandırılan bir yazılım paketi geliştirmiştir. Bu yazılım sistemi yardımıyla, üç boyutlu cevher modelleme yeteneğinin yanı sıra harita ve kesit çizimi gibi görsel, istatistik ve hacim hesaplamaları gibi matematiksel işlemleri de gerçekleştirilmektedir. Sorgulama araçları, bir bakır sahasında kullanılarak uygulama sonuçları değerlendirilmiştir.

Lemon ve Jones (2003), tarafından yapılan, sondaj bilgilerinden ve kullanıcı tanımlı kesitlerden katı model oluşturma konulu çalışmada sondaj verilerinden, yatağın katı modelini elde etmeye yönelik modelleme tekniğinin metodolojisini anlatmıştır. Bu araştırma çerçevesinde, jeolojik model oluşturmak için önce yüzeyler daha sonra da bu yüzeylerin interpolasyonu ile katmanlar elde edilmektedir. Çalışmada bahsedilen yöntem, ayrıntılı olarak farklı aşamaları içeren başlıklar halinde sunulmuştur. Bu yeni yöntem yer altı suyu modellemesinde kullanılacak uygulamalar için oluşturulmuş olup, anlatılan metodun alüvyal sistemlere ideal bir şekilde uygunluk gösterdiği belirtilmektedir.

Yünsel (2007), maden yataklarının jeostatistiksel yöntemlerle analizi ve modellenmesi konulu doktora tezi çalışmasında, klasik istatistik, kriging ve ardışık Gauss simülasyonu içeren jeostatistiksel yöntemler kullanılarak Tufanbeyli (Adana) ve Çayırhan (Ankara) linyit yataklarının kalite parametrelerini modellemiştir. İncelenen sahaların rezervleri adı geçen modern jeostatistik yöntemlerle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Her iki saha için kalite ve rezerv özelliklerinin tahmin edilmesinin yanı sıra yapısal ve kimyasal değişim modellenmiştir. Çalışmada söz konusu irdeleme yöntemlerinin, kömür başta olmak üzere diğer maden yataklarına uygulanabilirliğine dikkat çekilmektedir.

Alkan (2007), jeostatistik ve bulanık yaklaşımlar ile Adana çimento hammadde sahasının değerlendirilmesi konulu yüksek lisans tezinde, sondaj bilgilerini uygun veri dosyaları haline getirerek çeşitli kestirim yöntemleri kullanmış ve Adana çimento hammadde sahasını modellemiştir. Rezerv hesaplanırken poligon, kriging ve mamdani tipi bulanık modelleme yöntemleri ilgili sahaya uygulanmıştır. Söz konusu tekniklerden elde edilen sonuçlar metot bazında birbirleri ile kıyaslanırken, daha önce yapılan etüt çalışması sonuçları ile de karşılaştırılmıştır.

Yangbing ve arkadaşları (2007), üç boyutlu GIS’de uzaysal modelleme konulu çalışmasında üç boyutlu uzaysal modelleme metotlarını araştırmıştır. Bu inceleme esnasında doğal oluşumların yanı sıra yeraltının insan eli ile şekillendirilmiş çeşitli yapılarını da içeren tüm modelleme yöntemleri derlenmiştir. Araştırma konusu tekniklerin her biri belli kategorilerde sınıflanmıştır. Her sınıfın kendi içinde değerlendirilmesinin yanı sıra tekniklerin her biri özel olarak incelenmiştir. Mevcut inceleme, metotların temel özelliklerinin bir karşılaştırması olarak verilmiştir.

Gülmez (2008), bir maden yatağının katı modelinin oluşturulması konulu yüksek lisans tezinde, çalışma kapsamında, sondaj verilerinden elde edilen üç boyutlu koordinat bilgilerini kullanarak, yatakların katı modellerini ortaya çıkaran bir model geliştirmiştir. Bu modelde, Visual Basic dilinde iki yazılım geliştirilmiş ve veri üretimi ile AutoCAD ortamında katı model otomasyonu sağlanmıştır. Sonuçların doğruluğunu kanıtlamak için model iki farklı sahada denenmiş ve kabul edilebilir

sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, örnek bir bölge için daha önce yapılmış araştırmalar ile karşılaştırılmıştır.

Türkmen (2009), Arakatlı göçertme yönteminin Siirt Madenköy Bakır yatağına uygulanması konulu yüksek lisans tezinde, Micromine 11.0 programı ile Siirt Madenköy yeraltı bakır işletmesinde halen 6 katı kullanılmak üzere 7 (1220, 1240, 1260, 1280, 1300, 1320, 1340 katları) yatak modellemesi yapmıştır.

Akyol (2009), Kızılyüksek krom yatağına (Aladağ) ait rezerv ve işletme yönteminin belirlenmesi konulu yüksek lisans tezinde, Micromine 11.0 programı ile Kızılyüksek krom yatağına ait rezerv ve işletme yönteminin belirlenmesi, modellenmesi, rezerv ve tenör hesaplamaları, açık işletme ve yeraltı dizaynı yaparak uygun işletme ve üretim yöntemine karar vermeye çalışmıştır.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Maden işletmelerinde, bilgisayar yardımıyla modelleme sonucunda, 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
- Tenör ve tenör dağılımı
- Cevher-yan taş kontak durumu
- Jeolojik ve tektonik yapı
- Cevher ve yan kayaçların sağlamlık durumu
- Su durumu
- Yeryüzü koşulları
- Ekonomik koşullar
- Diğer

Bu tez çalışması kapsamında, Şırnak İli, Silopi İlçesi içinde bulunan Harbul ve Üçkardeşler mevkiindeki asfaltit filonlarının araştırılması ve incelenmesinde 3 boyutlu modelleme (Micromine modelleme programı) kullanılmıştır.

#### 3.1.1. İşletme ve Yakın Çevresi Hakkında Bilgiler

Şırnak ili, Silopi ilçesi, Besbin köyü sınırları içindeki İR 2429 nolu ruhsat sahası, TKİ tarafından işletilip, 2003 tarihinde Ceytaş Madencilğe 2023 tarihine kadar rüdevans karşılığı ihale ile vermiştir. Ortalama 3.400-5.000KCal/kg de yaklaşık 46.117.000 ton rezerv saptanan, Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonlarıdır.

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları üzerinde T.K.İ. Kurumu tarafından 1984 yılına kadar açık işletme çalışmaları yapılmıştır. 1984 yılında Silopi bölgesinden 139.000 ton üretim yapılmıştır. 2003 yılında Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları “Ciner Group” tarafından çalışmalara kalınan yerden devam edilmiştir.

Söz konusu projenin toplam yatırım tutarı 340.000.000 ABD dolarıdır. Proje çerçevesinde kullanılacak olan finansman dış kaynaklı olup, 215.000.000 ABD doları tutarındadır. Proje finansmanının kredi haricinde kalan kısmı olan 125.000.000 ABD doları söz sermayeden karşılanacaktır.

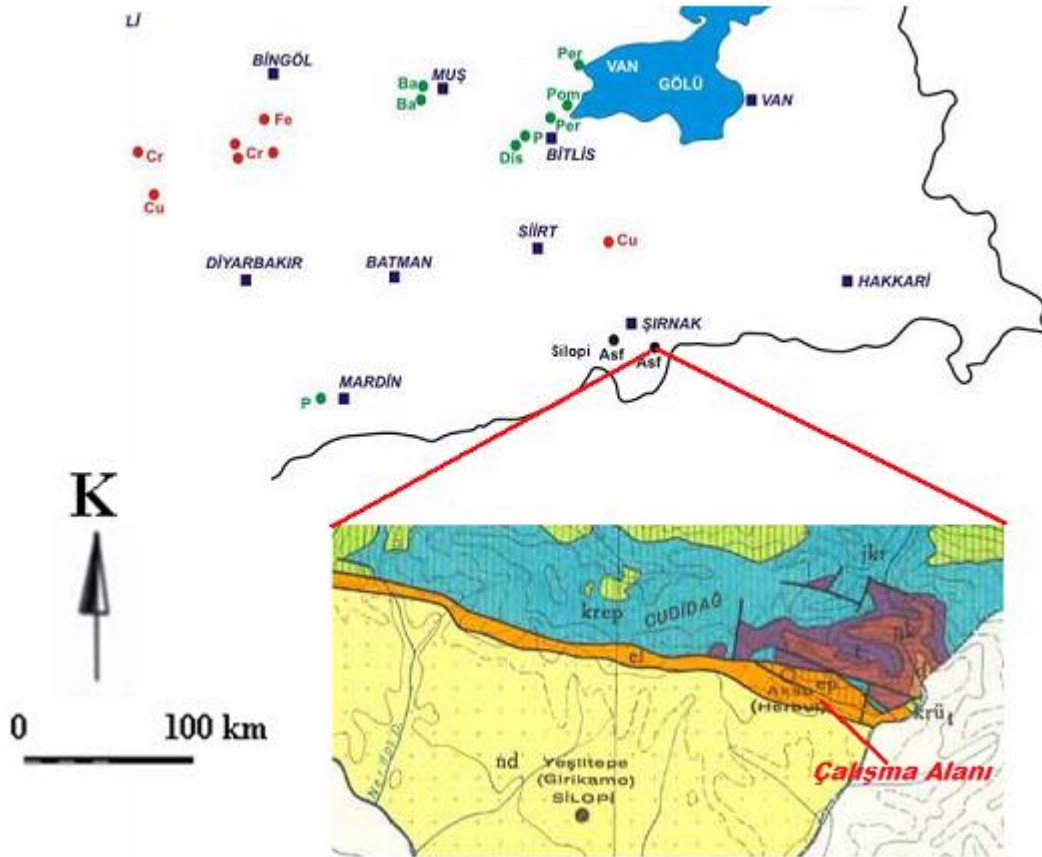
#### **3.1.1.1. Coğrafi Konum**

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları Şekil 3.1’de çalışma alanı yer bulduru haritasında görüldüğü üzere Güneydoğu Anadolu bölgesinde Şırnak İli Silopi İlçesine bağlı Besbin, Gitta, Beşiri köyleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı, Şırnak İli Silopi İlçesi’nin kuzey-doğusunda yer almaktadır. Yöredeki yerleşim yerleri, küçük köy ve mahallelerden oluşur. İnceleme alanında ise yerleşim yeri yoktur. En yakın yerleşim merkezleri sahanın doğusundaki Besbin köyüdür. Ayrıca, sahanın güneyinde Ceytaş Madencilik Şirketi’nin Termik Santral tesisleri ve lojmanları bulunmaktadır.

Adana-Antep-Urfa üzerinden gelen E24 karayolu Cizre ilçesine ulaşır. Cizre İlçesi’nden başlayarak, Türkiye Irak sınırındaki Habur gümrük kapısına ulaşım E26 karayolu 47 km’dir. Silopi ilçesi bu yol üzerinde, Cizre’den itibaren 32 km’dedir. Silopi Habur gümrük kapısı arasındaki yolun 3’cü km’sinde kuzeye ayrılan 12 km uzunluktaki stabilize yol, çalışma alanındaki Besin Köyüne ulaşır.

Çalışma alanı, kuzeydeki Cudi dağlık bölgesi ile güneydeki Silopi-Cizre düzlük bölgesi arasında yer alır. Kuzeydeki dağlık bölge, jeolojik yapıya uygun olarak, kabaca doğu-batı doğrultulu bir eksen üzerinde yerleşmiştir. Bu bölgedeki yükseklikler 1500 m-2100 m arasında değişir. Harbul ve Üçkardeşler filonlarının

bulunduğu kesimlerdeki yükseklikler ise 1350 m-900 m arasında değişir. Güneyde yer alan Cizre-Silopi düzlüğündeki yükselti ise 500 m-800 m arasında değişir (Işıger, 1985).



Şekil 3.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

Önemli akarsular, çalışma alanı dışında kalan Dicle Nehri ve buna bağlanan Hesil çayıdır. Hezil çayı, doğu ve güneyde Türkiye- Irak sınırını, Dicle nehri ise, Cizre den doğuya doğru, Türkiye- Suriye sınırını oluşturur (Işıger, 1985).

Çalışma alanını kat eden sulu dereler, Harbul deresi ile Honarigo ve Keleyha derelerinin Besbin boğazında birleşmesi ile oluşan Besbin deresidir (Işıger, 1985).

Keleyha deresi, Üçkardeşler filonunda yapılabilecek açık işletme çalışmalarını etkilemesi nedeniyle önemlidir. Kuzeyden gelerek, filona 200 m kala doğuya dönen bu dere, filona paralel olarak, kuru bir dere yatağı görünümünde uzanır. Dere yatağının altında, kalınlığı 20-50 m arasında değişen, yamaç molozu-

selinti malzeme karmaşığında oluşmuş bir dolgu bulunmaktadır. Yatağın kuru olduğu bölümde büyük olasılıkla bir dip akıntısı söz konusudur. Nitekim Besbin boğazına yaklaşık 650 m kala sulu bir dere niteliği kazanır (Işıger, 1985).

Çalışma alanında karasal iklim ile Akdeniz iklimi arasındaki bir geçiş iklimi egemendir. Yaz-mevsimi çok sıcak ve kurak, kış mevsimi ılık ve yağışlıdır. Bahar aylarında bölgeye oldukça fazla yağış düşer. Bitki örtüsü fazla zengin olmamakla beraber, çeşitlidir. Dağlık kesime komşu yamaçlarda, seyrek meşe, bittim ağaçları, sumak, ardıç çalılıkları yer alır. Vadi içlerinde zakkum çalılıkları, kavaklıklar oldukça yaygındır (Işıger, 1985).

Besbin, Beşiri, Harbul köyleri çevresinde Ceviz, nar, incir, kayısı, elma ağaçları ve üzüm bağları zengin bir bitki örtüsü oluşturur (Işıger, 1985).

Yaygın olarak yapılan tahıl ziraatı, köy çevrelerinde, yapılan sebze ziraatı, bağcılık ve sınırlı olarak yapılan hayvancılık halkın başlıca gelir kaynağıdır. Bu çeşitli kaynaklar halkın kendi ihtiyacını karşılayabileceği boyutlara ancak ulaşmaktadır (Işıger, 1985).

### 3.1.1.2. Topoğrafik Özellikler

Çalışma alanı kuzeydeki Cudi dağlık bölgesi ile güneydeki Silopi-Cizre düzlük bölgesi arasında, düzlük bölgenin kuzey sınırında yer alır. Kuzeydeki dağlık bölge, jeolojik yapılaraya uygun olarak, kabaca doğu batı doğrultulu bir eksen üzerine yerleşmiştir. Bu bölgedeki başlıca yükseltiler Derecik Tepe (1376 m), Zilo Tepesi (1267 m), Silip Tepe (1020 m), Vargeh Tepe (934 m), Kırmızı Tepe (1549 m), Hirçi Tepe (1398 m)'dir (Işıger, 1973).

Güneyde yer alan Cizre-Silopi düzlüğündeki yükseltiler ise 500-800 metre arasında değişir. Önemli akarsular proje alanı dışında kalan Dicle Nehri ve buna bağlanan Hezil Çayı'dır. Hezil Çayı doğu ve güneyde Türkiye-Irak sınırını, Dicle Nehri ise Cizre'den doğuya doğru Türkiye-Suriye sınırını oluşturur. Güneye doğru yaklaşık 15-20° eğimli olan proje alanında kaya düşmesi, heyelan, su baskını, çığ gibi doğal afet riski bulunmamaktadır. Ancak, yüzey suları için drenaj sistemi inşa edilecektir (Işıger, 1973).

### 3.1.1.3. Jeoloji

#### 3.1.1.3.(1). Jeomorfolojik Yapı ve Stratigrafi

Ülke jeolojisinin belirlenmesi için MTA (Maden Tetkik Arama Enstitüsü) tarafından yapılmış olan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritada Kocapınar, Eruh, Güzeldere, Çiğli dörtgeni içerisinde kalan alanda yüzeylenen birimler yaşlarına göre Silüriyen, Devoniyen, Permokarbonifer, Triyas, Jura-Kretase, Üst Kretase-Paleosen, Paleosen-Alt Eosen, Orta Eosen-Lütesien, Üst Miosen, Pliyose (karasal), Neojen (kısmen karasal, kısmen denizel), Pleistosen (eski alüvyon), Holosen (yeni alüvyon) ile bazalt-dolerit püskürmesi ve serpantin sokulumu mevcuttur (Işığır, 1973).

Kocapınar, Eruh, Güzeldere, Çiğli dörtgeni içerisinde yer alan Paleozoik yaşlı istif; kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl litolojik birimlerinden (Tanin Formasyonu) oluşmakta iken Trias yaşlı istif kireçtaşı, marn, şeyl-kireçtaşı, kumtaşı, killi ve oolitik kireçtaşı litolojik birimlerinden (Goyan-Çiğli Formasyonu) oluşmaktadır. Trias yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Jura-Kretase yaşlı istif ise kumlu-dolomitik kireçtaşları ve dolomit ile kumlu kireçtaşı litolojik birimlerinden (Mardin Formasyonu) oluşmaktadır (Işığır, 1973).

Bu birimlerin üzerine ise yine uyumsuz olarak Üst Kretase-Paleosen yaşlı istif ince-orta tabakalı killi kireçtaşı, kumtaşı-süt taşı ve şeyl, resifal kireçtaşı, kumtaşı-marn ara tabakalı şeyl ile kalın tabakalı sert kireçtaşı litolojik birimlerinden (Germav Formasyonu) oluşan istif gelir. Bu formasyonların üzerine Paleosen-Alt Eosen yaşlı şeyl-marn ara tabakalı kırmızı kumtaşı ve konglomera litolojik birimlerinden (Gercüş Formasyonu) oluşan çökel istifi yüzeylenir. Bu istifi ise Orta Eosen-Lütesien yaşlı tebeşirli-çörtlü ve masif-dolomitik kireçtaşı litolojik birimi (Midyat Formasyonu) örter (Işığır, 1973).

Birimler Üst Miosen-Pliyosen yaşlı kırmızı kaba konglomera kumtaşı ve marn, resifal kireçtaşı, şeyl-silttaşı, kumtaşı, şeylli-marn evaporit birimlerinden (Germik-Şelmo Formasyonu) oluşan istifçe izlenir. Konglomera, kaba kumtaşlarından (Lahti Formasyonu) kısmen karasal, kısmen denizel çökel karakterdeki istif Üst Miyosen-Pliyose yaşlı istifi yüzeyler. Stratigrafik dizilim en

üstte Pleistosen ve Holosen yaşlı alüvyonlar ile sonlanır. Kocapınar, Eruh, Güzeldere, Çiğli dörtgeni içerisinde Kocapınar ve Cizre çevresinde bazalt-dolerit lav püskürmeleri ile Beytüşşebap-Kavalda arasında serpantin sokulumları bulunmaktadır (Foley, 1938).

### 3.1.1.3.(2). Tektonik ve Paleocoğrafya

Şırnak İli'nin yer aldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi jeolojik olarak Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak adlandırılan kuşak içinde yer alır. Eo-Kambriyenden başlayarak Pliyosen dâhil, bütün devirler boyunca devamlı bir sedimantasyon havzası olarak gelişmiştir. Kambriyenden itibaren bütün formasyonlar sığ deniz (kıta kenarı, shelf) fasiyesinde gelişmiş, metamorfizma ve magmatik intrüzyon etkisinde kalmıştır. Bölgede gelişen orojenik hareketler ise diğer birliklerde olduğu gibi şiddetli geçmemiş ancak zaman zaman transgresyonlar, deniz aşmaları oluşmuştur (Blumenthal, 1944).

Bu gelişimler sonucunda kuşağın karakteristik özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

1. Fazla yüksek olmayan tatlı bir röliyef,
2. Fazla sıkışmaya maruz kalmayıp petrol rezervleri bulundurur,
3. Geniş ondülasyonlu kıvrımlar içerir, fazla faylı değildir.

Bölgede Alp orojenezi etkili olmuştur. Alpin orojenik hareketler Laramiyen safhası ile başlamış, Oligosende tekrarlanmış, fakat asıl şiddetli kıvrılma ve bindirme olayları Miyosen'den sonra oluşmuştur. Miyosen ve Miyo-Pliyosen tabakalar genellikle dik ve çoğu kez güneye devrik kıvrımlar sunmuşlardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin stratigrafik ve tektonik özellikleri Mardin yakınındaki Derik yükselinde, Hazro antiklinalinde ve doğuda Büyük Zap suyu vadisindeki kesitlerde gözlenir. Toroslar Birliği ile Güneydoğu Anadolu Kenar Kıvrımları bölgesi arasındaki jeolojik sınır, doğuda Hakkari güneyinden başlayarak batıda Amanos dağlarına kadar kavis şeklinde uzanan bir bindirme zonu ile belirlenir. Miyo-Pliyosen sırasında oluşmuş bindirme hareketi kuzeyden güneye doğru yer yer 15-20 km. lik itilmeler sunar. Burası aynı zamanda Arabistan Levhasının Anadolu

Levhası ile çarpıştığı sütün zonudur. Bölgenin doğu ve batı kesimlerinin jeolojik-tektonik gelişimi de birbirinden farklı şekilde gelişmiştir. Doğuda hemen hemen devam eden konkordan seriler bulunduğu halde batı kısımda aşınmalar nedeniyle diskordanslar gelişmiştir. Bu iki kesimin sınırı ise yaklaşık olarak Diyarbakır-Mardin meridyeninden geçer. Batı tarafta ayrıca Pleytosen yaşlı bazalt akıntıları oldukça geniş alanlar kaplamıştır (Blumenthal, 1944).

### 3.1.1.3.(3). Ekonomik Jeoloji

Jeolojik olarak bölgede görülen en eski kayaçlar özellikle Harbul'un doğusunda mostra veren Devoniyen yaşlı Şüke formasyonudur. Bu formasyon başlıca kalkerli şeyl ve şistlerden oluşmuştur. Daha üstte Permo Karbonifere ithal edilen kalker kuvarsit, yeşilimsi renkli kalkerler ve ince tabakalı kuvarsitlerden meydana gelen Harbul formasyonu görülür. Harbul formasyonu dört kuvarslı kumtaşı bantı içermektedir. Harbul formasyonu üstte Triyas'a (verfeniyen) ait Goyan formasyonu izler. Bu formasyon ince katkılı kalkerler, kalkerli şistler, kırmızı-mor ve kırmızı kahverengi şistler ve üstte doğru genellikle ince dolomit tabakaları katkılı; rengi, griden koyu griye kadar giden şistlerden ibarettir. Goyan formasyonun üstünde Jura-Kretase yaşlı Cudi grubu vardır. Kalınlığı 1000 metreye yaklaşan bu grubun tabanında Orta triyas, tavanın ise Orta ve Üst Kretase olduğu kabul edilmektedir. Genellikle koyu renkte petit kalker, dolomit kalker ve dolomitlerden oluşmuştur ve Güneydoğu Anadolu petrolünün hazne kayacıdır. Bu grubun ortasında, kalınlığı 10m'ye ulaşan siyah renkli bitümlü şist ara katkısı görülür. Bu horizon asfaltit madde damarlarının oluşumunda çok önemli bir rol oynar. Cudi grubunun üstüne kalınlığı 1600-2000 metre olan Kampaniyen ve Mestrichtiyen yaşlı Germav formasyonu gelmektedir (Foley, 1938).

### 3.1.1.3.(4). Bölgesel Jeoloji

Blumenthal,1944, Atınlı, 1952, Lebküchner, 1967, Ünyay, 1967, Harbul ve Üçkardeşler filonlarının oluşumu konusundaki görüşleri aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

Bindirme hattı önünde gelişen tektonik zon içindeki çatlakların asfaltla dolması ve bu asfaltın söz konusu çatlaklarda katılaşması şeklinde özetlenebilir.

**a)** Filonun dike yakın konumu, çatlakların asfaltla dolmadan önceki konumundan kaynaklanmış olmalıdır.

**b)** Filonun yer aldığı sonda kabaca K70°-80°B doğrultusuna uygun olarak gelişecek çatlakların eğimi, bindirme düzleminin eğimi yönünde olmalıdır. Bu nedenle, kuzeye eğimli olması gereken filonun yine aynı yönde kapanması veya çok ince çatlak dolguları durumuna dönüşmesi beklenir.

**c)** Asfaltın yerleşmesi, bindirme olayı sırasında veya biraz daha sonra olmalıdır.

1982 - 1984 yılları arasında yapılan çalışmalar sırasında yukarıdaki kabullere uygun düşmeyen şu veriler sağlanmıştır.

**a)** Üçkardeşler filonunda ve Harbul filonunun A sektöründe, yüzeye yakın kotlarda, kuzeye doğru olan filon eğimi, derinlerde güneye dönmektedir. Bu dönme bindirme hattında uzaklaşıldığı ölçüde belirgin duruma gelmektedir.

**b)** Hemen hemen tabakalanma doğrultusuna paralel olarak yerleşmiş olan filonun eğim derecesi ve yönü, arasında bulunduğu tabakaların eğim derecesi ve yönü ile dikkati çekecek bir uyum gösterir. Bu uyum nedeniyle, Gercüş formasyonunu etkileyen hareketlerin asfaltit filonunu da etkilediği ileri sürülebilir.

**c)** Silip sektöründeki filonun konumu, asfaltın dik bir çatlağı doldurduğu görüşüne ters düşmektedir. Bu sektördeki gözlemler filonun yerleşme ve katılaşma evrelerinden sonraki hareketlerle dik durumu gelmiş olabileceği izlenimi vermektedir. Bu durumda asfaltın yerleşmesinde bindirme öncesindeki kıvrımlanma hareketlerinin etkisi olmalıdır.

**d)** Asfalt çoğunlukla evaporitlerin bulunduğu kesimlerde yerleşmiştir. Bu nedenle ikisi arasında bir ilişkinin var olduğu kanısı uyanmaktadır.

Bu verilerin ışığında, Harbul ve Üçkardeşler filonlarındaki asfaltın yerleşmesi konusu şu şekilde özetlenebilir;

Bölgedeki sıkışma rejimi başlangıçta konsantrik kıvrımların gelişmesine yol açmıştır. Gercüş formasyonunun üst-düzeylerinde yer alan evaporitli çökeller, sıkışma sırasında, alttaki kumlu çökellerden daha farklı hareket etmiş olmalıdır. Çökellerin farklı davranışı, tabakalar arasında bazı açıklıkların ortaya çıkmasına

neden olmuştur, bu açıklıklarda asfaltla dolmuştur. Gaz ve yağ basıncı açıklığın daha da genişlemesini sağlamıştır. Tavanda yer alan evaporitli çökeller bu arada iyi bir örtü kaya görevini de yerine getirmiştir (Blumenthal, 1944).

Asfaltın katılaşmasından sonra da devam eden hareketler, kırık hatlarını oluşturuncaya kadar, içinde bulunduğu çökellerle birlikte asfaltit filonlarının da bu günkü dik durumu kazanmasını sağlamıştır. Açıklanan oluşum modeli Abraham'ın "yatay kaymaların neden olduğu dolgular" modelinin bir benzeridir.

Filonların, Gercüş formasyonunun çökelişi sırasında bazı asfalt göllerinden oluşabileceği (Abraham'ın sedimenter şekilli yataklanmalar modeli) görüşü destek bulmamaktadır (Lebkuchner ve Ünyay, 1967).

Filonların her iki duvarını yeşilimsi-mavi renkli, kil-çamurtaşı, silt taşı meydana getirir. Kalınlığı 0,15-1,50 m arasında değişen bu metamorfize (sıcaklık etkisi+Hidrokarbonlar nedeniyle 3 değerlikli demirin indirgenmesi) kayacın, filonun her iki duvarında da benzer nitelikte olması, asfalt göllerinden kaynaklanan bir oluşum ihtimalini zayıflatmaktadır. Böyle bir oluşumda, katılaştıran asfaltın tavan ve tabanında yer alan çökellerdeki metamorfizma derecesi farklı olmalıdır. Ayrıca, tavan (dik kesimlerde güney duvar) çökellerindeki çok ince çatlaklarda rastlanan sıvı asfalt sıvamaları ve asfaltit dolguları bu görüşe uygun düşmemektedir (Altınlı, 1952).

Benimsenen oluşum modeli, asfaltik madde niteliklerinin derinlere doğru değişim göstermemesinin nedenini de açıklamaktadır. Filonların geometrisi bazı bazı küçük değişikliklerin dışında birbirinin benzeridir (Altınlı, 1952).

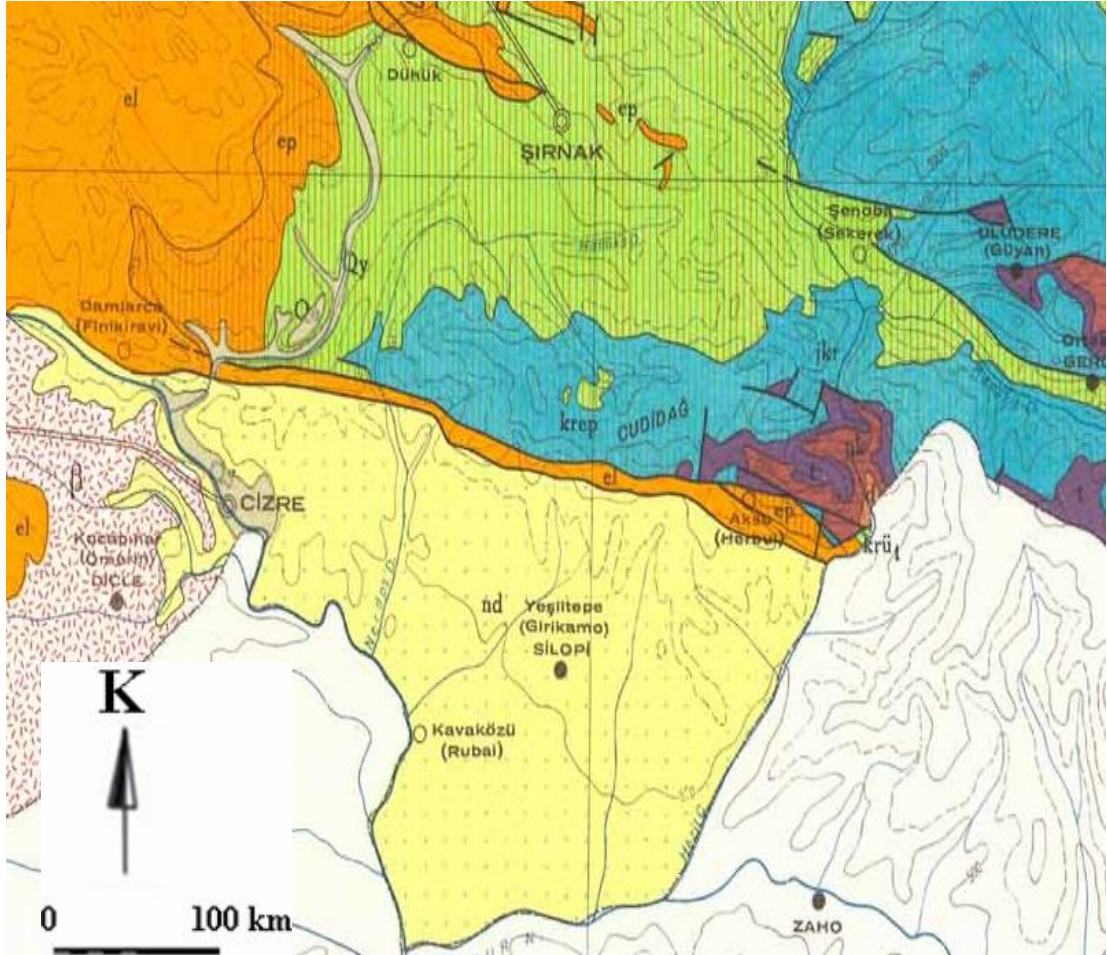
Çalışma alanı ve yakın çevresini gösteren harita Şekil 3.2 ve proje sahası ve yakın çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit ise Şekil 3.3'de verilmektedir.

### **3.1.1.3.(5).Yapısal Jeoloji**

Kenar kıvrımları bölgesinde yer alan çalışma sahası, Arap bloğu ile Anadolu levhasının, muhtemelen Miyosen sonlarına doğru çarpışması sonucu şekillenmiştir (Işıger, 1985).

Bölgedeki sıkışma rejimi, kuzeydeki kenet kuşağının doğrultusu ile uyumlu rejijonal yapı şekilleri oluşturmuştur. Şekil değişimi önceleri kıvrımlanma ile

karşılanmış, devam eden yan basınçlarla büyük kırık hatları oluşmuştur (Işıger, 1985).



Şekil 3.2. Silopi İlçesi jeolojik haritası (Altınlı ve ark., 1963)

### 3.1.1.3.(5a). Tabakalanma

Goyani ve Cudi gurubu formasyonlarına ait tabakalar kesikliğe uğramış bir yapının güney kanadında yer almaktadır. Bu tabakalar normal konumlu, doğu-batı ya yakın doğrultuludur. Eğimleri  $15^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  ile güneye doğrudur (Işıger, 1985).

Midyat ve Gercüş formasyonlarına ait tabakalar ise yapısal hatlara uyumlu olarak, çoğunlukla devrik konumlu ve dike yakın eğimlidir. Tabakalanma doğrultusu  $N70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ W'dir. Bindirme hattına yaklaşıldığı (batı yönünden) ölçüde, tabakalardaki devriklik artmaktadır (Işıger, 1985).



Üçkardeşler filonunun batısında, devrik konumlu Midyat ve Gercüş tabakaları  $35^{\circ}$ - $50^{\circ}$  ile kuzey doğuya dalmaktadır. Doğuya doğru terslenme devam etmekle beraber, eğim değerlerinin gittikçe artarak  $70^{\circ}$ - $85^{\circ}$  derecelere ulaştığı görülmektedir. Üçkardeşler filonunun doğu ucunda tabakaların önce dik konum kazandığı daha doğuya doğru ise dike yakın eğimli, ancak normal konumlu olduğu gözlenir. Filonun 1250 m daha doğusunda, Besbin Boğazın'da  $80^{\circ}$ - $82^{\circ}$  eğimli normal konumlu tabakalar görülür (Işıger, 1985).

Harbul filonunun batı ucunda, bindirme hattına yakın kesimlerde, tabakaların yine devrik olarak  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$  ile kuzey doğuya eğimli oluğa gözlenmektedir. Doğuya doğru, daha düşük kotlarda, eğim dereceleri artmaktadır. Filona doğu ucuna yakın olarak gözlenen dik tabakalardan sonra ise, eğim yönü değişerek, eğim derecesi doğuya doğru azalan normal konumlu tabakalara geçilmektedir. Bu kesimdeki eğim dereceleri  $60^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  güney batı asında değerler almaktadır (Işıger, 1985).

Harbul paftasının doğu sınırında, tabaka doğrultularında bir değişim dikkati çekmektedir. Diğer Kesimlerde  $K70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ B olan tabaka doğrultusu burada,  $N30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ W olmaktadır. Doğrultudaki değişimin, buradaki fay veya yersel bir kıvrımla ilgi olup olmadığı konusu yeterince aydınlatılamamıştır (Işıger, 1985).

Şekil 3.4'de çalışma alanının doğu-batı arasındaki tabakalanması görülmektedir.

### 3.1.1.3.(5b). Faylar

Çalışma alanı kenar kıvrımları bölgesinin cephesinde oluşmuş iki bindirme hattının arasında kalmaktadır (Işıger, 1985).

Kuzeydeki bindirme hattı  $K75^{\circ}$ - $80^{\circ}$ B doğrultuludur. Cudi antiklinoryumunun güney kanadını kesen bu hat boyunca, daha yaşlı birimler, Germav, Gercüş ve Midyat formasyonları; üzerine, güneye doğru bindirmişlerdir (Işıger, 1985).

Doğuda Permien, Gercüş ve Germav formasyonlarının, batıda ise Cudi gurubu formasyonları, Gercüş ve Midyat formasyonlarının üzerine itilmiştir. Bu tektonik hat, asfaltitlerle ilgili eski çalışmalarla, Cudi şariyajı olarak adlanmıştır.

Ancak fay düzleminin  $43^{\circ}$ - $48^{\circ}$  NE olan eğim değerleri dikkate alındığında, diğer birçok önceki çalışmacının olduğu gibi bindirme, olarak adlandırmak daha uygun olacaktır (Işıger, 1985).



Şekil 3.4. Çalışma alanı doğu-batı tabakalanma görünümü

2-3 km daha güneyde, çalışma alanı dışında kalan ikinci bindirme hattı hemen hemen aynı doğrultuda uzanmaktadır. Doğuya doğru etkisi kaybolan bu bindirme ile Midyat kireçtaşları Şelmo formasyonu üzerine itilmiştir (Işıger, 1985).

Her iki bindirmede üst Miyosen sonrasında oluşmuştur. Harbul filonunun doğusunda, silip bölgesinde  $K20^{\circ}D$  doğrultulu bir başka fay dikkati çekmektedir. Yamaç molozu örtüsü fayın detaylı olarak incelenmesine olanak vermemektedir. Fayın doğusunda yer alan Gercüş formasyonu ile batıdaki Midyat kireçtaşı arasındaki uyumsuzluk çok belirgindir (Işıger, 1985).

Şekil 3.5'de çalışma alanının da bulunan fay hattının batı kanadı görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.5. Çalışma alanı fay hattı batı kanadı görüntüsü

T.K.İ. E10, E10A, D27 sondajları birlikte yorumlandığında, fayın asfaltit filonunu kesmediği sonucuna varılmıştır. Burada fayın, yersel bir kıvrımın batı kanadında, kıvrım eksenine paralel olarak oluştuğu, fay eğiminin derine doğru hızla azaldığı, kaşık şekilli bir kayma yüzeyi üzerinde kireçtaşı bloğunun kuzeybatıya doğru kaydığı ileri sürülebilir. Güneyde yer alan sarp yamaçtaki kayma yüzlerinin uzaktan ölçülen eğimleri  $58^{\circ}$ - $60^{\circ}$  KB' dır. Bu eğimlerin derine doğru daha da azalması gerekmektedir (Işıger, 1985).

Batıda kalan blok üzerinde çok sayıda sondaj yapılmıştır. Ancak Midyat Gercüş geçişlerinde karot yüzdelerinin çok düşük olması nedeniyle fayın durumunu yeterince açıklayacak veriler, sağlanamamıştır. Düzenlenen sondaj kesitleri batıdaki bloğun en az 100 m'lik bir atımla, aşağıya indiğini ortaya koymaktadır (Işıger, 1985).

### 3.1.1.3.(5c). Kıvrımlar

Bölgenin en önemli yapısal şekli, çalışma alanının kuzeyinde kalan Cudi antiklinoryumudur. Güney kanadı, yukarıda sözü edilen bindirme hattıyla kesilmiş olan bu antiklinoryumun eksen doğrultusu  $K75^{\circ}$ - $85^{\circ}$ B dır (Işıger, 1985).

Çok belirgin olmamakla beraber, 81/D2 ve 80/E6 sondajlarının 200m kuzeyinde, Gercüş formasyonuna ait kumtaşlarında kuzeye doğru olan eğimler bir antiklinale işaret etmektedir. Bu olasılıkla, Harbul- Silopi yolunun Harbul deresini kestiği yerdeki köprünün güneyinden - geçerek doğuya doğru Harbul deresini izler. Bu yapının eksen doğrultusu  $K75^{\circ}B$  olarak verilebilir. Böyle bir yapının yanı sıra, daha kuzeyde devrik bir senklinalin varlığının da düşünülmesi gerekecektir. Zira daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, Harbul köyünün kuzeybatısında, kuzeye dalımlı, devrik konumlu Germav formasyonları, Gercüş formasyonlarıyla dokanaklıdır (Işıger, 1985).

Doğuda, Gercüş formasyonuna ait tabakaların doğrultularında yersel bir antiklinale işaret edebilecek dönmeler vardır.  $N20^{\circ}E$  eksen doğrultulu bu yapı, daha çok, küçük bir kıvrımcık niteliğindedir (Işıger, 1985).

Ayrıca çalışmalar sırasında açıklığa kavuşturulamamış olmasına karşın, Gercüş formasyonlarının en üst düzeylerinde yer alan evaporitlerinde bazı yersel yapıların oluşmasına neden olabileceğini göz önünde bulundurmak doğru olacaktır. Asfaltit filonların oluşumunun belki de bütün yapılara bağlı olduğu düşünülebilir (Işıger, 1985). Çalışma alanında bulunan kıvrımlara ait bir görüntü ise Şekil 3.6'da görülmektedir.

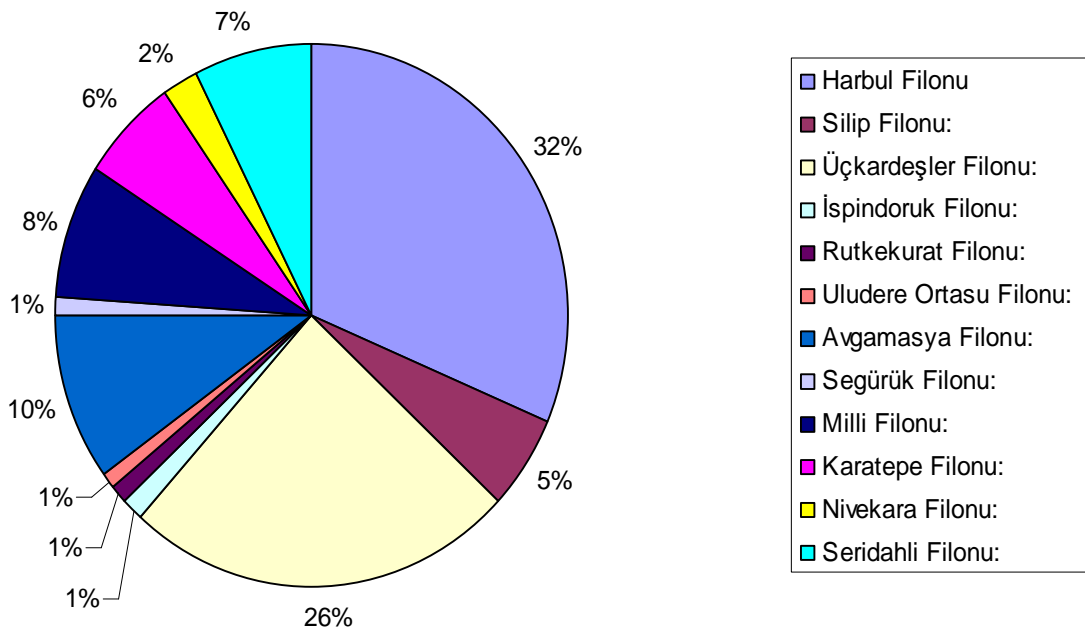


Şekil 3.6. Çalışma alanı kıvrımlara örnek görüntü

### 3.1.1.4. Şırnak ve Silopi Bölgesinde Bulunan Asfaltit Filonları

Şırnak ve Silopi bölgesinde bulunan asfaltitler genellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yöre asfaltitlerinin kurulacak bir termik santralde katı yakıt olarak kullanılması imkânı bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, ülkemizde yüksek oranda petrol içeren asfaltitlerin, petrolü alındıktan sonra geriye kalan artığının da katı yakıt olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Asfaltitler 12 filon halinde olup Harbul, Silip, Üçkardeşler, Avgamasya, Milli, Karatepe, Seridahli, Nivekara, İspindoruk, Segürük, Rutkekurat ve Uludere Ortasu isimleriyle anılmaktadır. Ülkemiz asfaltitlerinin toplam rezervi yaklaşık 82 milyon tondur (Şengüler, 2007).

Bölgedeki asfaltit filonlarını daha detaylı bir şekilde belirlemek amacıyla 2007 yılında Şengüller tarafından kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Şekil 3.7’de görüldüğü gibi Şırnak İli’ne ait asfaltit rezervlerinin filonlara göre dağılımı belirlenmiş ve Çizelge 3.1’de ise rezerv değerleri ve bazı analiz sonuçları verilmiştir (Şengüler, 2007).



Şekil 3.7. Şırnak asfaltit rezervlerinin filonlara göre dağılım oranları (Şengüler, 2007)

Yapılan laboratuvar çalışmaları, ülkemizde %25 oranında petrol içeren asfaltitlerin petrolü alındıktan sonra geriye kalan artığın 3800 kcal/kg'lık bir ısı değere sahip olduğunu göstermektedir. Asfaltitden alınan petrol oranı %40'a çıktığında artığın ısı değeri 2000 kcal/kg olmaktadır (Çizelge 3.1) (Şengüler, 2007).

Çizelge 3.1. Asfaltit filonlarının rezerv ve rezervlere ait analiz sonuçları (Şengüler, 2007).

SAHA ADI	Rezerv (1000 ton)						Analiz Sonuçları			
	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Genel Toplam	İşletilebilir	Su %	Kül %	S %	AID KCal/kg
Silopi Harbul	17.914	7.851	-	25.765	25.765	7.000	0,88	35,93	8,23	5536
Silopi Silip	3.071	1.335	-	4.406	4.406	-	1,35	36,25	8,10	5485
Silopi Üçkardeşler	9.472	10.881	-	20.352	20.352	-	1,21	35,55	7,70	5474
Avgamasya	7.481	673	-	8.154	8.154	7.000	0,47	39,68	5,64	4191
Milli	2.000	2.900	1.600	6.500	6.500	-	2,13	47,38	4,01	3400
Karatepe	500	2.000	2.500	5.000	5.000	-	3,58	42,56	3,48	3695
Seridahli	3.534	1.254	1.279	6.067	6.067	-	0,22	46,72	4,92	3174
Nivekara	300	1.000	700	2.000	2.000	-	5,40	42,72	5,83	3400
Ispindoruk	100	500	500	1.100	1.100	-	0,33	51,93	4,76	3300
Segürük	550	450	-	1.000	1.000	-	1,20	38,80	6,36	4500
Rutkekurat	-	-	1.000	1.000	1.000	-	3,60	42,12	4,40	3250
Uludere Ortasu	551	53	-	604	604	-	0,40	46,03	5,08	2876
TOPLAM	45.473	28.897	7.579	81.949	81.949	14.000				

Tez çalışması kapsamında Şırnak ve Silopi bölgesinde bulunan filonlardan çalışma alanında bulunan Üç kardeşler ve Harbul filonları daha detaylı olarak incelenmiştir.

#### 3.1.1.4.(1). Üçkardeşler Filonu

Üçkardeşler filonunun boyu 1265 m'dir. Bu uzanım içindeki genişlikler 2,00-75,00 m arasında değişir. Boyuna olarak, filonu 3 bölüme ayırabiliriz (Işıger, 1985).

### **I. Bölüm (Batı)**

Bu bölüm filonun en batı ucundan doğuya doğru 605,00 m uzunluktadır. Bu bölümün doğusunda kalan 130 m'lik kısım dışında, filon üzerinde önemli bir örtü tabakası yoktur. Doğuda kalan kısımda, 20-50m kalınlıkta bir yamaç molozu örtüsü bulunmaktadır. Bu bölümdeki filon, genişlikleri 2-40 m arasında değişir (Işıger, 1985).

Filon, yüzeye yakın kotlardan (1100 m), 900 m kotuna kadar 80°-87° ile kuzeye eğimlidir. 900-850 m kotları arasında dik duruma gelen filon, daha derinlerde, 85°-80° ile güneye eğimlidir (Işıger, 1985).

E2B-E8, E3-E9 sondajları, asfalt dolgunun, bir duvardan diğerine, devamlı olmadığını ortaya koymaktadır. Derinlere (950 m kotunun altına) inildiğinde, araya çamurtaşı-kil kamaları girmektedir (Işıger, 1985).

### **II. Bölüm (Orta)**

560 m uzunluğundaki filon bölümüdür. Bu bölümdeki filon genişliği 5-75 m arasında değişir. 700 m kotuna kadar dik konumlu olan filon, 700 m kotunun altında 85°-80° ile güneye eğimlidir (Işıger, 1985).

### **III. Bölüm (Doğu)**

Uzunluğu 100,00 m olan bu bölümdeki filon genişliği 4,00-50,00 m arasında değişir. Üstte dik konumlu olan filon 850 m kotunun altında 85°-80° ile güneye eğimlidir (Işıger, 1985).

En doğu uçta (E34 sondajında) asfalt dolgu içinde yine bir kil kaması vardır. Filonun kapanmak üzere olduğu kesimlerde, arada çoğunlukla kil-çamur taşı kamalarının yer aldığı görülmektedir. Asfalt dolgunun çok geniş olduğu yerlerde, yağ ve gaz basıncı, tali asfalt sokulumlarının olabileceği dar açıklıkların korunmasına izin vermemektedir. Başlangıçta, bu tür sokulumlar olsa dahi, daha sonra ana dolguyu oluşturan, sıvı-yarı sıvı asfaltın artan basıncı ile tali sokulumdaki asfalt buradan kovulmuş olabilir (Işıger, 1985).

### 3.1.1.4.(2). Harbul Filonu

Bu filon iki sektör (A, B) halinde ele alınmıştır. A sektörü bu günkü uzunluğu ile olmasa dahi, çok eski yıllardan buyana bilinen filonu kapsar. B sektörü 1973 yılındaki yarma çalışmalarıyla bulunup, 1982-1984 yılları arasında geometrisi ve yayılımı belirlenmeye çalışılan, Silip bölgesindeki asfaltit filonunu kapsar. A sektörünün doğu ucundan 1 km daha doğuda, A sektörünün doğrultusunda yer aldığı için Harbul B sektörü olarak adlandırılmıştır (Işıger, 1985).

#### Harbul Filonu A Sektörü

A sektöründeki filon boyu 1785m'dir. Üçkardeşler filonunda olduğu gibi, genellikle saçaklanma göstermeyen bir dolgu halindedir. Bu sektördeki filonda 3 bölümde incelenmektedir;

#### A-I. Bölümü (Batı)

Uzunluğu 685 m'dir. Bölüm içindeki filon genişlikleri 2,00-55,00m. arasında değişir. Batıda 15,00-20,00 m, daha batısında 10,00-20,00 cm'lik 2-3 saçak şeklinde sona ermektedir. Doğu ucuna doğru 120 m'lik kısımda, yüzeydeki genişlik 2-4 m'dir. Ancak derine doğru tekrar genişlemektedir. Henüz yeterince aydınlatılmamış olmakla beraber, plastik olarak hareket etme özelliğine sahip asfaltit kütlelerinin, kuzeyden gelen itme etkisinde kalması bu daralmanın nedenidir. İtme sırasında ortaya çıkacak ısı, enerjisinin de, katılmış kütleyi tekrar yumuşatabileceğini göz önünde bulundurmak uygun olur (Işıger, 1985).

I. bölümdeki filon eğimi, yüzeyde (1320-1350 m kotunda), 50°-55° ile kuzeye doğrudur. Sondaj verileri kuzeye doğru olan eğimin 950-900 m kotuna kadar devam edeceğini (eğim derecesi artarak) ortaya koymaktadır (Işıger, 1985).

#### A-II Bölümü (Orta)

550 m uzunluğundadır. Burada hiç saçaklanma göstermeyen kalın bir asfaltit dolgusu yer almaktadır. Ortalama filon genişliği 50 m dolayındadır. Bölümün batı ucunda dike yakın olan filon eğimi, doğuya doğru (aynı zamanda daha düşük kotlara

doğru)  $75^{\circ}$ - $77^{\circ}$  ile güneye döner. Bölümün hemen ortalarında 1150-1175 m kotlarını filonun güneye döndüğü kotlar olarak kabul edilir.

### A-III. Bölümü (Doğu)

Filonun doğudaki ucu arasındadır. Uzunluğu 550 m olup, üzerinde, kalınlığı 5-15m arasında değişen bir yamaç molozu örtüsü bulunmaktadır. Bu bölümdeki ortalama filon genişliği 14,5m'dir. Filon  $68^{\circ}$ - $70^{\circ}$  ile güneye eğimlidir (Işıger, 1985).

### Harbul Filonu B Sektörü (Silip)

Bu güne kadar yapılmış olan sondaj çalışmaları, antiklinal-dom Şekli bir filon yapısını ortaya koymaktadır. Filon eğimi  $27^{\circ}$ - $54^{\circ}$  arasında değişmekte olup, eğim yönü, yukarıda söz konusu edilen yapıdan dolayı değişiktir. Filon genişliği 6.00-59,00 m arasında değişir, Genişlik ve filon terimleri bu sektördeki yataklanma konumuna pek uygun düşmemektedir. Ancak diğer sektörlerde filon ve genişliklerinin kullanılması ile daha kolay bir anlatım sağlanmıştır (Işıger, 1985).

Çalışma alanı asfaltit ve yan kayaç birlikteliği Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da verilmektedir.



Şekil 3.8. Çalışma alanında gözlenen asfaltit ve yan kayaç birlikteliği



Şekil 3.9. Çalışma alanında gözlenen asfaltit ve yan kayaç birlikteliği 2

#### **3.1.1.4.(3). Silip Filonu**

Harbul filonunun 1 km doğusunda yer alan filonda 1982-86 yılları arasında dik ve eğik olmak üzere toplam derinliği 5.112,70 m olan 22 adet sondaj yapılmıştır. Diğer filonlardan farklı bir yataklanma şekli olan Silip filonunda toplam 4.406.314 ton (görünür +muhtemel) rezerv belirlenmiştir.

#### **3.1.1.4.(4). İspindoruk Filonu**

Filonda 1972-74 yılları arasında 11 adet yarma ve 2 adet eğik sondaj yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda 100 m derinlik için toplam 1.100.000 ton (görünür+muhtemel+mümkün) rezerv belirlenmiştir.

#### **3.1.1.4.(5). Rutkekurat Filonu**

Silopi'nin kuzeyinde Cudi dağında yer alan filonda sondajlı çalışma yapılmamıştır. Yapılan 7 adet yarma ile 800 m yayılım ve 50 m derinlik için 1.000.000 ton mümkün asfaltit rezervi belirlenmiştir.

**3.1.1.4.(6). Uludere Ortasu Filonu**

Filondaki çalışmalar 1982 yılında prospeksiyon ile başlamıştır. 1984 yılında dik ve eğik olmak üzere 12 adet sondaj ve 12 adet yarma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda toplam 604.985 ton asfaltit rezervi belirlenmiştir.

**3.1.1.4.(7). Avgamasya Filonu**

Asfaltit filonu üzerindeki çalışmalar, 1964-1983 yılları arasında kesikli olarak sürdürülmüştür. Bu yıllarda toplam 208 adet sondaj yapılmıştır. Sondajlı çalışmaların 137 adedi (1677,85m) sığ sondaj olup; asfaltit ön aramaları, işletme vb. amaçlara yönelik olarak yapılmıştır. Diğer 71 âdeti (dik, eğik, derin; 11.060,95m) arama ve rezerv amaçlı olarak yapılmıştır. Rezervi 8.154.000 ton'dur.

**3.1.1.4.(8). Segürük Filonu**

Filona ait çalışmalar 1964-1965 yıllarında prospeksiyon ile başlamıştır. 1966-1967 yıllarında 1/2000 ölçekli harita alımı, yarma (10 adet), sığ sondaj (25 adet) (554,85 m), dik sondaj (3 adet) (285,5 m) ve eğimli sondaj (4 adet) (442,9 m) çalışmaları ile devam etmiştir. 1988 yılında TKİ kurumu adına ücretli olarak 12 adet sondaj (1177,3 m) gerçekleştirilerek toplam sondaj sayısı 44'e ve toplam derinlik 2460.55 m ye ulaşmıştır. Rezervi 1.000.000 tondur.

**3.1.1.4.(9). Milli Filonu**

Filon üzerindeki çalışmalara 1964 yılında başlanmış ve aralıklarla çalışmalar 1974 yılına kadar sürmüştür. Bu sürede filon üzerinde 23 yarma ve 10 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Rezervi 6.500.000 ton'dur.

**3.1.1.4.(10). Karatepe Filonu**

Filon üzerindeki çalışmalar 1972-74 yılları arasında aralıklı olarak yapılmıştır. 24 adet yarma ve toplam derinliği 307,3 m olan 4 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Rezervi 5.000.000 ton'dur.

**3.1.1.4.(11). Nivekara Filonu**

Çalışmalar 1972-74 yılları arasında yapılmıştır. Bu süre içerisinde 22 adet yarma ve toplam derinliği 529,6 m olan 6 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Rezervi 2.000.000 ton'dur.

**3.1.1.4.(12). Seridahli Filonu**

Filon üzerindeki çalışmalar 1972-86 yılları arasında yapılmıştır. Bu süre içerisinde 23 adet yarma ve toplam derinliği 1452,8 m olan 9 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Rezervi 6.067.000 ton'dur.

**3.1.2. Çalışma Alanına Ait Sondaj Verileri**

Çalışma alanındaki, sondajlı aramalara Harbul filonunun batı bölümünü kapsayan TKİ ruhsat sahasında, 1976 yılında başlanmıştır. Bu çalışmalar, 1978 yılındaki 1 yıllık aradan sonra, 1979 yılında tekrar başlayarak 02.01.1985 tarihine kadar devam etmiştir. 1976 yılında, çalışmaların sona erdiği 02.01.1985 tarihi ne kadar, Silopi bölgesinde;

9 adet sığ (228,25 m)

24 adet dik (4.585,90 m)

82 adet eğik (18.832,20 m)

olmak üzere toplam 115 adet (23.646,35 m) sondaj yapılmıştır.

Yapılan bu sondajlara ait 56 adet sondaj bilgisine ulaşılmış olup detay bilgiler Çizelge 3.2’de, sondaj çalışmalarının filonlara göre dağılımı ise Çizelge 3.3’de verilmiştir (TKİ, 1985).

Çizelge 3.2. Harbul ve Üçkardeşler filonunda yapılan sondaj detayları

Sondaj Adı	Doğu	Kuzey	Kot	Derinlik	Azimut	Eğim (°)
77E1X	287822,60	4135002,60	1378,25	117,60	87	-48
E11	287863,49	4135075,30	1414,68	263,80	113	-70
TKI1	286429,30	4135776,20	1205,00	187,55	111	-50
E12	287970,11	4135000,78	1416,20	304,60	110	-85
E13	287890,54	4134792,20	1411,96	601,45	290	-67
77E2X	287952,95	4134956,16	1396,36	171,40	104	-55
77D3	287935,00	4134170,00	1183,00	26,05	0	-90
77E3A	288114,87	4134897,17	1398,83	113,50	105	-60
E15A	288060,54	4134745,42	1421,55	509,55	286	-67
77E4X	288258,00	4134866,00	1396,00	121,60	105	-55
E16A	288219,23	4134700,04	1415,79	293,40	285	-53
E16	288219,23	4134700,04	1415,79	458,45	285	-65
E7A	288471,34	4134805,26	1312,19	157,55	157	-60
E7B	288471,34	4134805,26	1312,79	361,90	157	-80
E7	288471,34	4134805,26	1312,19	200,05	261	-74
E17	288360,42	4134760,28	1333,16	569,40	337	-77
E18A	288498,04	4134649,79	1348,18	259,45	287	-55
E18	288498,04	4134649,79	1348,18	451,05	287	-73
79E1X	288646,59	4134781,98	1234,06	119,95	99	-45
E19	288651,49	4134821,20	1208,25	306,15	99	-73
79E2X	288712,30	4134777,59	1212,90	152,95	102	-45
79D2	288753,55	4134708,92	1195,05	167,00	0	-90
79E3X	288816,00	4134742,00	1180,00	158,00	101	-45
E20	288817,20	4134750,77	1158,69	343,60	100	-69
79E4X	288899,11	4134697,70	1157,87	137,25	114	-45
80D1	288883,20	4134664,20	1150,65	155,60	0	-90

Çizelge 3.2.'nin devamı.

Sondaj Adı	Doğu	Kuzey	Kot	Derinlik	Azimet	Eğim (°)
E21	289004,81	4134626,59	1092,30	92,95	108	-84
E21A	289004,81	4134626,59	1092,30	208,45	108	-72
E21B	289004,81	4134626,59	1092,30	121,25	108	-76
80E1X	289068,80	4134549,50	1106,21	113,45	273	-70
E22	289072,77	4134511,92	1128,99	239,80	273	-84
D23	289193,78	4134509,80	1079,33	157,15	0	-90
E23	289193,78	4134509,80	1079,33	72,25	287	-65
80E3X	289354,90	4134455,10	1065,37	113,45	290	-60
81E4X	289445,93	4134365,59	1043,04	217,85	290	-80
81D2	289628,93	4134359,64	1024,25	374,30	0	-90
80E6X	289763,27	4134300,62	1019,98	291,35	290	-60
81D3	289763,27	4134300,62	1019,98	250,75	0	-90
81E5X	289886,00	4134236,00	1008,00	224,00	290	-65
D29	290523,74	4133813,18	968,39	272,45	0	-90
TKI6A	290593,09	4133783,72	962,01	309,80	342	-85
D28	290677,98	4133792,84	935,08	197,40	0	-90
TKI5	290642,01	4133826,15	926,66	267,25	0	-90
TKI3	290803,18	4133677,85	907,50	47,65	0	-90
D25	290706,55	4133707,51	963,05	185,10	0	-90
D26	290604,33	4133736,01	972,88	258,65	0	-90
D30	290520,93	4133756,26	1000,14	366,35	0	-90
D31	290448,37	4133789,68	999,08	315,95	0	-90
D24	290616,28	4133684,02	1009,75	290,00	0	-90
TKI2	290725,58	4133791,67	925,06	144,75	0	-90
D27	290751,16	4133750,55	931,68	134,40	0	-90
TKI4	290705,23	4133768,81	936,42	152,25	0	-90
D9	290651,97	4133734,12	970,82	224,65	0	-90
E10	290763,91	4133700,25	915,58	81,50	316	-60
E10A	290763,91	4133700,25	915,58	87,30	316	-84
D8	290827,93	4133626,84	941,63	110,45	0	-90

Çizelge 3.3. Çalışma alanında yapılan sondajların filonlara göre dağılım ve metrajları

Sondaj Alanı	Sığ Sondaj		Dik Sondaj		Eğik Sondaj	
	Adet	Metre	Adet	Metre	Adet	Metre
Üçkardeşler	8	202,20	2	202,50	44	10.179,40
Harbul (A)	1	26,05	7	1.366,15	35	8.174,20
Harbul (B)			15	3.017,25	3	478,60

Harbul filonunda 7 ve daha büyük numaralı sondajlar 1982-1985 yılları arasında, daha küçük numaralı sondajlar ise 1976-1981 yılları arasında yapılmıştır. Üçkardeşler filonunda 16 ve daha büyük numaralı sondajlar 1982-1985 yılları arasında, daha küçük numaralı sondajlar ise 1980-1981 yılları arasında yapılmıştır.

Elmaslı sondaj makineleri ile gerçekleştirilen bu program içinde, en sığ sondaj 12m, en derin sondaj ise 601,45 m derinlikte olmuştur. 1982 ve daha sonraki yıllarda yapılan eğik sondajların hemen hemen tamamında (Harbul B-310, TKİ 6A hariç) Tropari aleti ile eğim ölçümü yapılmıştır (Işıger, 1985).

Yapılan ölçümler sonucunda, Gercüş formasyonunda, yamaç molozu örtüsünde, asfaltite yapılan ilerlemelerde, kuyudaki eğim sapmasının, genel bir kural olarak, yukarıya doğru, olduğu anlaşılmaktadır. Midyat kireçtaşında bu sapma aşağıya doğru olup, derinlere doğru kuyunun eğim derecesi artmaktadır. Değişik nedenlerden (formasyonun yumuşak veya sert olması, tabakalanma, ilerleme sırasında kullanılan sondaj malzemesinin yıpranma ve deformasyonu, ilerleme şekli karotlu-rokbit, ilerleme hızı, baskı vb) kaynaklanan kuyu sapmaları, bazı kuyularda 16° ye kadar çıkmıştır (Işıger, 1985).

Asfaltite devamlı karotlu ilerleme yapılmıştır. Diğer birimlerde ise, geçilen formasyon hakkında daha doğrudan bilgi edinilmesi istenen seviyeler ve sondaj tekniğinden doğan zorunlu durumlar dışında karotsuz ilerleme yapılmıştır (Işıger, 1985).

### 3.1.3. Kaynak Tahmini, Tahmin ve Modelleme Teknikleri

Kaynak tahmini “Micromine 11,0” bilgisayar programı kullanılarak blok model yöntemiyle yapılması gerekmektedir. Aşağıda anlatılan yöntemler sondaj verilerinin olduğu durumlarda uygulanması mümkün olacaktır. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonlarına ait sondaj verileri 1976 tarihinden 1985 tarihine kadar yapılan sondajlara aittir. Bu sondajlara ait analiz verileri olmadığından aşağıda bahsedilen yöntemlerle ilgili çalışmalar yapılamamıştır.

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

Bu nedenle kaynak tahmininde uzaklığın tersi (ID) ile ağırlıklandırma ve ordinary kriging metodu kullanılması gerekmektedir. ID metodu uzaklığın karesi ile ağırlıklandırma en güvenilir metod olarak kabul edilir. ID<sup>2</sup> ile kaynak hesabına ek olarak karşılaştırma hesaplama güvenilirliğini arttırmak amacı ile ID<sup>3</sup>, ID<sup>4</sup> ve ordinary kriging metodları kullanılarak ayrı kaynak tabloları da oluşturulması gerekmektedir.

Birbirine paralel 25 adet düşey enine kesit yatağın üç boyutlu jeolojik modeli (solid) oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla asfaltit gövdesini sınırlandırmak için jeolojik eşik değeri alınması gerekir.

Numuneler ikişer metrelik kompozitler haline getirilerek ağırlıklı ortalama yöntemi ile kompozitlere değerleri atanması gerekir. Blok tenörleri veri tabanından seçilen 2 metre uzunluktaki kompozitler kullanılarak belirlenmesi gerekmektedir.

Sondaj aralıkları numune sıklığı ve variogram analizleri sonuçlarına göre blok boyutları 20 m (x) X 20 m (y) X 20 m (z) olarak; blokların uzunluk, genişlik, kalınlık ve koordinat aralıkları Çizelge 3.4’de görüldüğü gibi ayarlanmalıdır.

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 hazırlanmalıdır.

Çizelge 3.4. Blok uzunluk, genişlik, kalınlık ve koordinat aralıkları

	Blok Merkezi (Başlangıç)	Aralık (m)	Blok Sayısı	Blok Merkezi (Bitiş)
Doğu	288000	20	141	290800
Kuzey	4133800	20	61	4135000
RL (Yükselti)	700	20	31	1300

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

Sınıflandırmada başlıca; 2 metrelik kompozitler blok'a uzaklığı ve kalori atamasında kullanılan sondaj sayısı ele alınması gerekmektedir. Tenörü, kendisine en az iki sondajla tahmin edilen bir blok "muhtemel kaynaklar", kalorisi en az bir sondajla tahmin edilen bir blok "mümkün kaynaklar" olarak nitelendirilmelidir.

### 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 verilerininin girişleri için Excel, hazır topografyanın kullanılabilmesi için

AutoCAD ve NetCAD (Civil 3D) geçişleri kullanılmaktadır. Bütün bunları bir araya getirebilmek için yukarıda yazılan mevcut programları 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 anlatılanlar 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

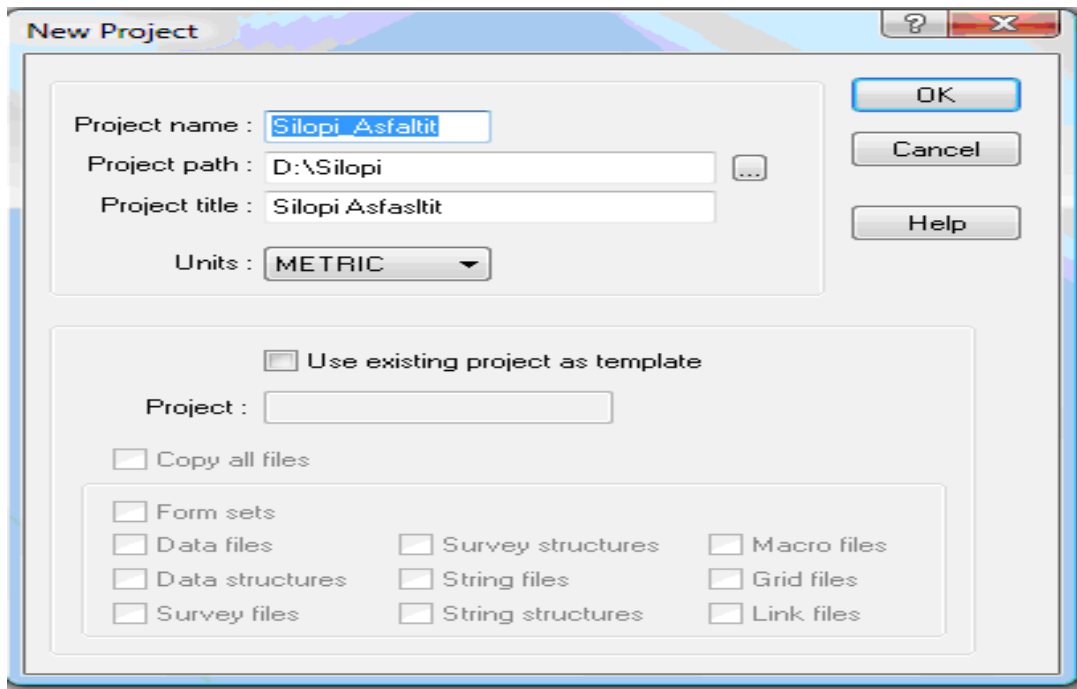
Micromine yardımcı programları, ham veriyi veya mevcut topoğrafyayı Micromine içine almak için kullanılmaktadır. Dosya uzantıları Micromine programı tarafından tanınan programlardır.

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

### 3.2.3. Micromine Programı ile Yapılan İşlemler

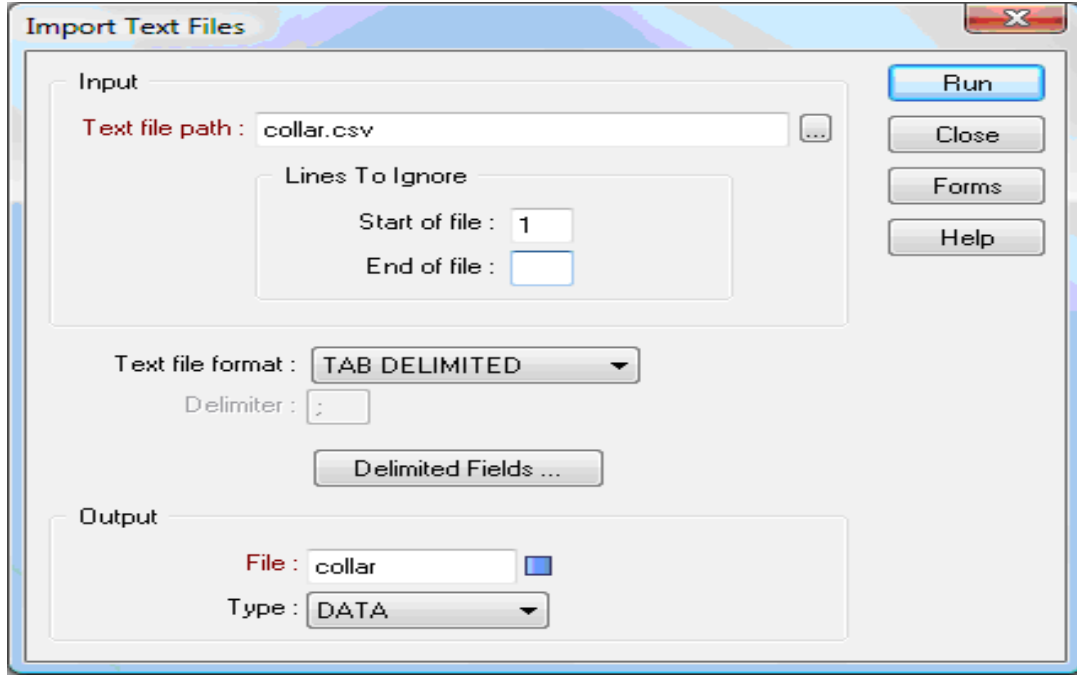
#### 3.2.3.1. Dosya Oluşturma ve Veri Alma (İmport) İşlemi

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 3.10).



Şekil 3.10. Micromine 11.0 programında yeni bir dosya ya da klasör açma penceresi

Bu işlemten sonra program içinde çalışılacak olan klasör ve bu içinde yapılacak olan bütün işler (projelendirme) için farklı uzantılı dosyalar atar ve klasör oluşturulmuş olur. Bu işlemten 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 3.11).



Şekil 3.11. Micromine 11.0 programında metin (text) dosyası çağırma penceresi

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 loglarında 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 3.12).

	FIELD NAME	TYPE (C/N)	WIDTH<256	DECIMALS
1	bhid	C	10	0
2	east	N	12	2
3	north	N	12	2
4	level	N	10	2
5	depth	N	10	2

Rec:5/5      Fld:2/4(10)      Inc:1 ED

Şekil 3.12. Micromine 11.0 programında topoğrafya dosyası çağırma penceresi

### 3.2.3.2. Kesit Oluşturma

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 (Arama Elipsoidi)

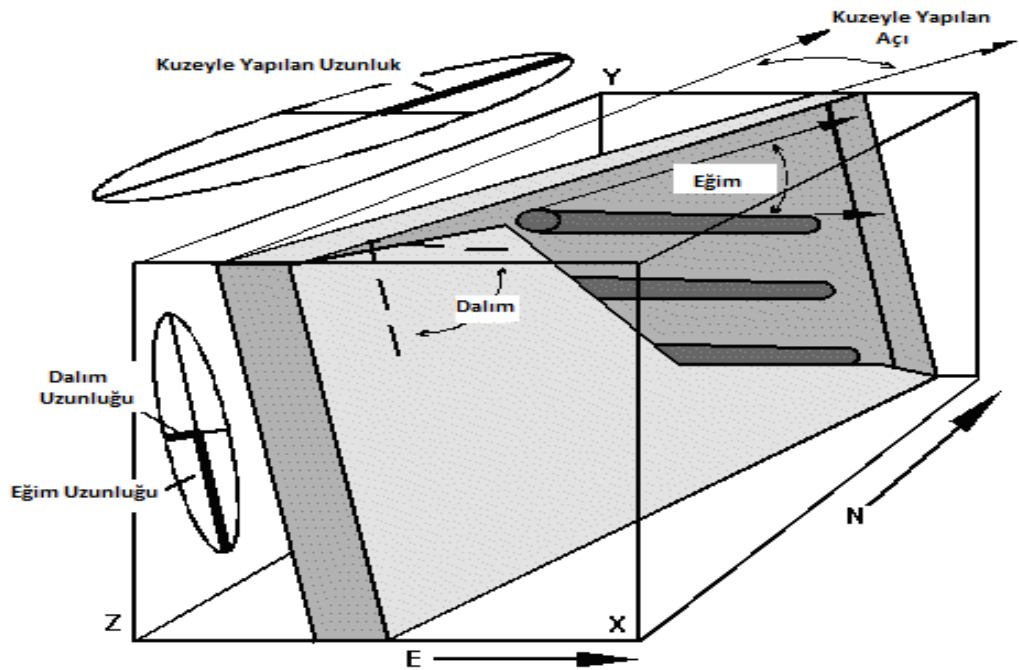
Modelleme için alınan kesitler üç boyutlu ortama çağrılarak burada yeni bir wireframe blok model dosyası tanımlanır. Bu kesitler birleştirilir. Program kendi yaptığı üçgenlemeler ile kesitleri birleştirir. Birleştirme esnasında yapılacak her türlü hatada uyarı vererek birleştirmenin elle yapılmasına 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 (20x20x20, 10x10x10, 5x5x5 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 (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Search elipsoid parametrelerinin belirlenmesini belirten şekil

#### 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

Yeraltı 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 (yeraltı 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. Şöyleki bazı yeraltı

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 yataklanmalarda 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. Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonlarının modellenmesi için 115 (54 adet Üçkardeşler filonunda, 58 adet Harbul filonunda olmak üzere) adet TKİ tarafından yapılan sondajdan 56 adet sondaj bu modellemede kullanılmıştır. Kullanılmayan 59 adet sondajın verilerinin zamanla geçerliliğini kaybetmiş olması ve doğruluğunun ispatlanamayacak şekilde yanlışlıkların fark edildiği gözlenmiş olup hesaplama dışında bırakılmıştır. Bu tez kapsamında ayrı ayrı 56 adet sondaj ile yapılmış modellemeye yer verilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).

### 4.2. Saha Verilerinin Değerlendirilmesi

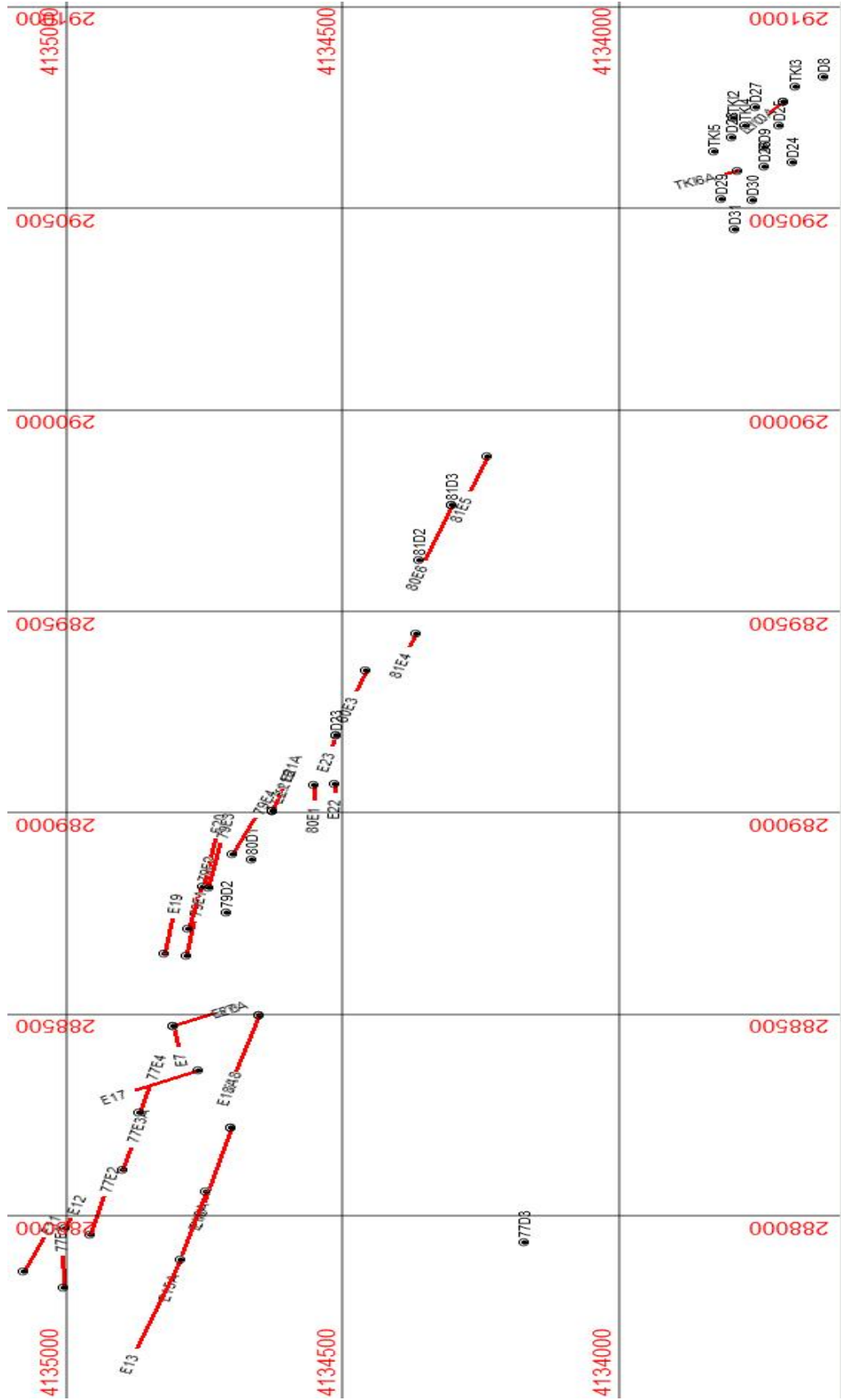
Elde edilen verilere dayanarak, sondajlarla sınırlandırılmış kesim için bir kaynak tahmini yapılmıştır.

Yapılan ölçümler (Park Elektrik tarafından) sonucunda, Gercüş formasyonu, yamaç molozu örtüsü, asfaltitte yapılan ilerlemeler, topografyanın ölçülmesi, gibi verilerin işlenip programa atılarak sahanın halihazırını çıkartılmıştır (Şekil 4.3).

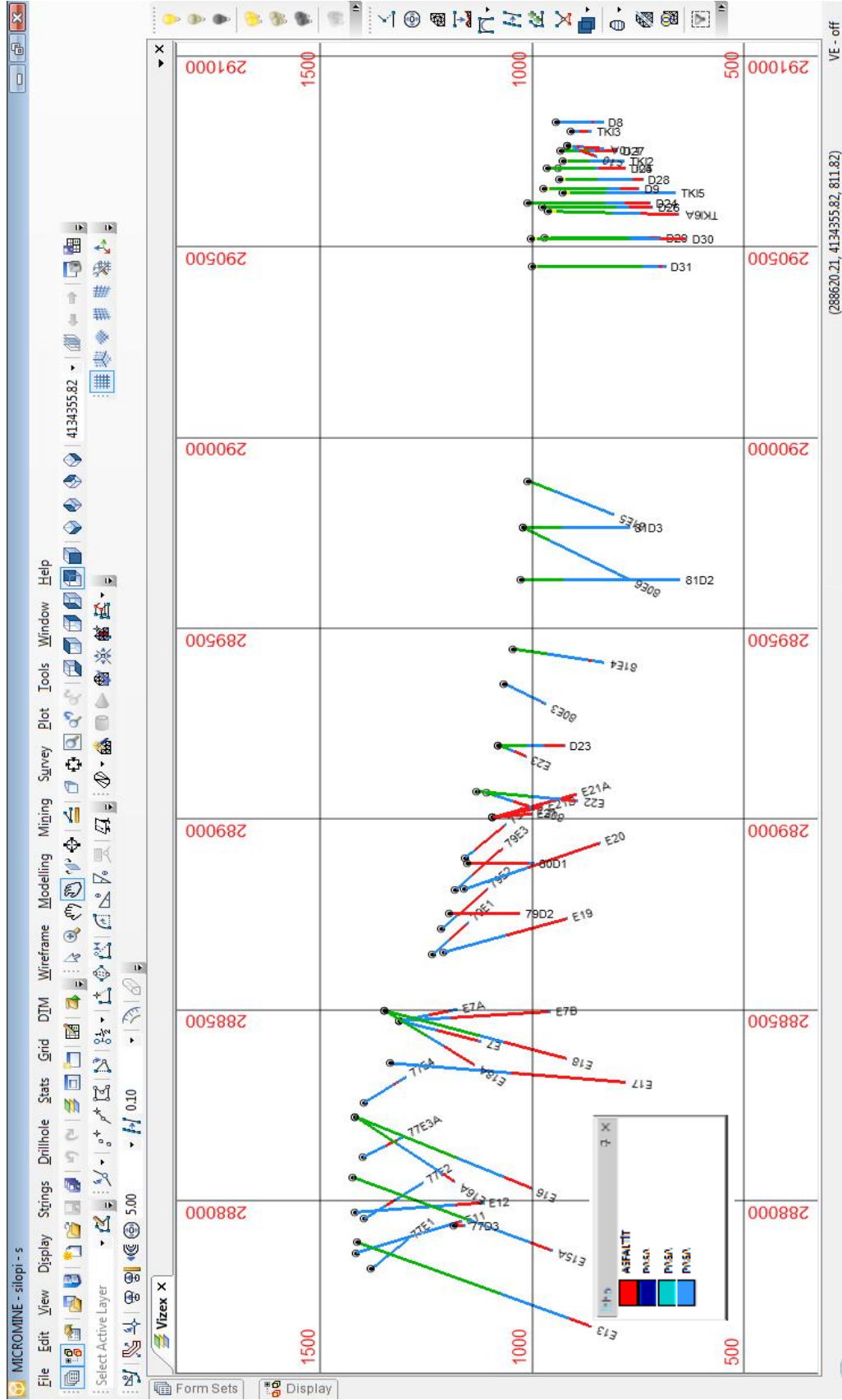
### 4.3. Modelleme

#### 4.3.1. Modellemeye Esas Sondaj Verileri

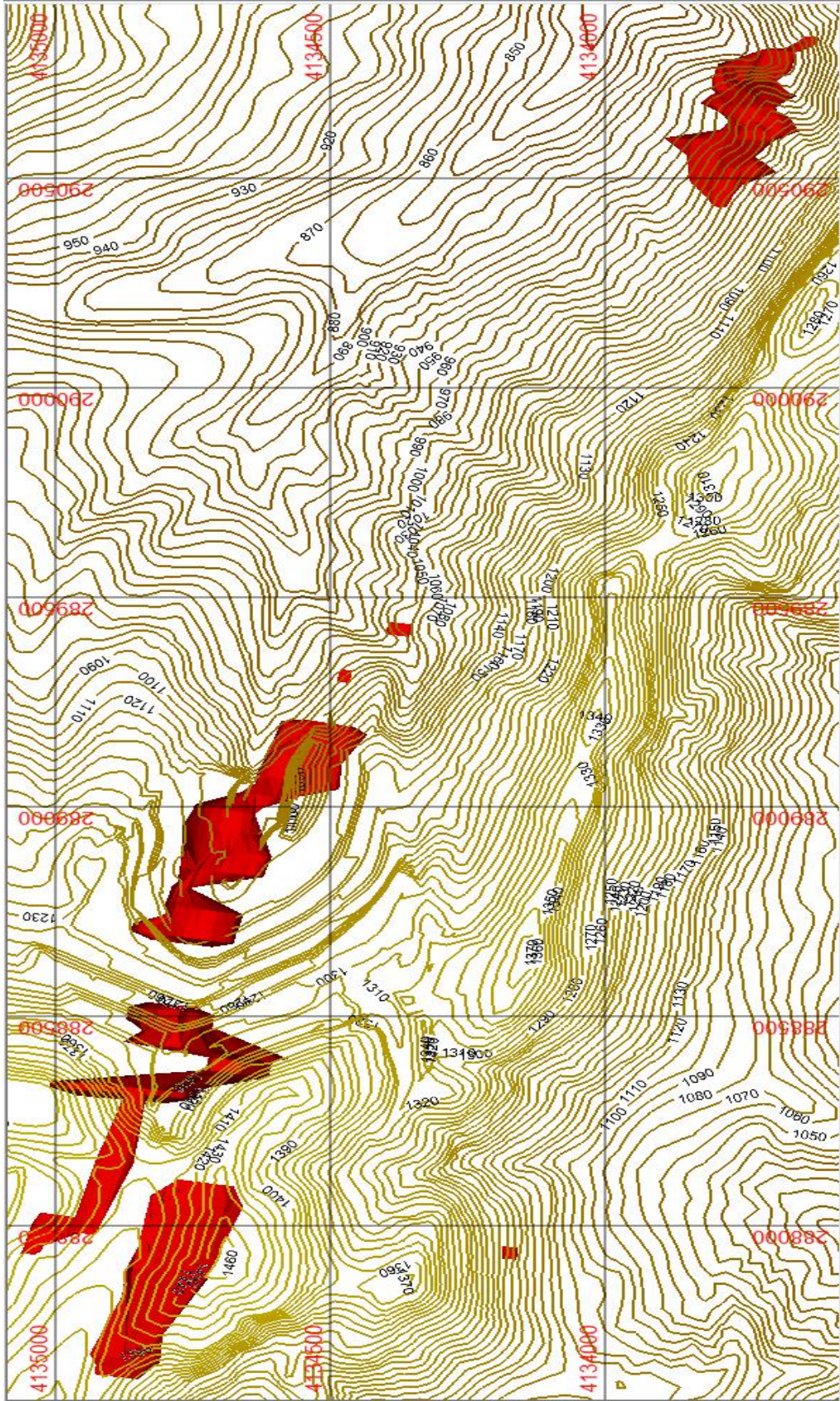
Harbul ve Üçkardeşler filonlarında TKİ tarafından yapılan 56 adet sondaj verisi üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Modellemede kullanılan sondajların litolojileri, asfaltite giriş ve çıkış mesafeleri, asfaltit kesen sondajların asfaltit kalınlıkları ve koordinat verileri Çizelge 4.1’de toplu olarak verilmiştir.



Şekil 4.1. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları sondaj plan görünüşü



Şekil 4.2. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları sondaj güneyden kuzeye bakış



Şekil 4.3. Harbul-Üçkardeşler asfaltit filonları topografya ve cevher plan görünüşü

Çizelge 4.1. Modellemeye esas alınan sondaj litolojik ve koordinat verileri

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
77E1	0,00	79,90	PASA	287849,30	4135004,00	1348,56	
77E1	79,90	81,10	ASFALTİT	287876,39	4135005,42	1318,43	1,20
77E1	81,10	117,60	PASA	287888,99	4135006,08	1304,42	
E11	0,00	247,80	PASA	287902,50	4135058,74	1298,25	
E11	247,80	259,25	ASFALTİT	287943,31	4135041,42	1176,44	11,45
E11	259,25	263,80	PASA	287945,83	4135040,35	1168,93	
TKI1	0,00	50,30	PASA	286444,39	4135770,41	1185,73	
TKI1	50,30	187,55	PASA	286500,67	4135748,81	1113,90	
E12	0,00	2,00	PASA	287970,19	4135000,75	1415,20	
E12	2,00	236,55	PASA	287979,88	4134997,22	1297,38	
E12	236,55	298,00	ASFALTİT	287992,00	4134992,81	1149,94	61,45
E12	298,00	304,60	PASA	287994,79	4134991,80	1116,05	
E13	0,00	366,75	PASA	287823,21	4134816,71	1243,16	
E13	366,75	543,65	PASA	287723,41	4134853,03	992,95	
E13	543,65	601,45	ASFALTİT	287680,32	4134868,71	884,92	57,80
77E2	0,00	64,30	PASA	287970,84	4134951,70	1370,02	
77E2	64,30	88,00	ASFALTİT	287995,33	4134945,59	1333,98	23,70
77E2	88,00	171,40	PASA	288025,13	4134938,16	1290,12	
77D3	0,00	7,25	PASA	287935,00	4134170,00	1179,38	
77D3	7,25	21,00	ASFALTİT	287935,00	4134170,00	1168,88	13,75
77D3	21,00	26,05	PASA	287935,00	4134170,00	1159,48	
77E3A	0,00	51,80	PASA	288127,38	4134893,82	1376,40	
77E3A	51,80	52,90	ASFALTİT	288140,15	4134890,40	1353,49	1,10
77E3A	52,90	62,80	PASA	288142,81	4134889,68	1348,73	
77E3A	62,80	93,00	ASFALTİT	288152,49	4134887,09	1331,37	30,20
77E3A	93,00	113,50	PASA	288164,74	4134883,81	1309,41	
E15A	0,00	295,15	PASA	288005,11	4134761,31	1285,71	
E15A	295,15	451,70	PASA	287920,28	4134785,64	1077,81	
E15A	451,70	506,00	ASFALTİT	287880,69	4134796,99	980,77	54,30
E15A	506,00	509,55	PASA	287869,82	4134800,11	954,14	
77E4	0,00	84,05	PASA	288281,28	4134859,76	1361,58	
77E4	84,05	93,30	ASFALTİT	288307,13	4134852,84	1323,36	9,25
77E4	93,30	95,75	PASA	288310,37	4134851,97	1318,57	
77E4	95,75	97,70	ASFALTİT	288311,59	4134851,64	1316,77	1,95
77E4	97,70	121,60	PASA	288318,75	4134849,72	1306,18	
E16A	0,00	122,00	PASA	288183,77	4134709,54	1367,07	
E16A	122,00	256,00	PASA	288109,36	4134729,48	1264,85	
E16A	256,00	289,85	ASFALTİT	288060,58	4134742,55	1197,82	33,85

Çizelge 4.1.'in devamı.

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
E16A	289,85	293,40	PASA	288,049.71	4,134,745.46	1,182.89	
E16	0,00	265,00	PASA	288,165.14	4,134,714.53	1,295.70	
E16	265,00	387,30	PASA	288,086.09	4,134,735.71	1,120.20	
E16	387,30	456,70	ASFALTİT	288,046.96	4,134,746.20	1,033.33	69,40
E16	456,70	458,45	PASA	288,032.44	4,134,750.09	1,001.09	
E7A	0,00	80,50	PASA	288,479.20	4,134,786.73	1,277.33	
E7A	80,50	133,00	ASFALTİT	288,492.20	4,134,756.13	1,219.74	52,50
E7A	133,00	135,00	PASA	288,497.52	4,134,743.59	1,196.14	
E7A	135,00	139,10	ASFALTİT	288,498.11	4,134,742.18	1,193.50	4,10
E7A	139,10	157,55	PASA	288,500.32	4,134,736.99	1,183.74	
E7B	0,00	123,55	PASA	288,475.53	4,134,795.39	1,251.95	
E7B	123,55	357,00	ASFALTİT	288,487.64	4,134,766.85	1,076.17	233,45
E7B	357,00	361,90	PASA	288,495.73	4,134,747.80	958.80	
E7	0,00	90,50	PASA	288,459.02	4,134,803.31	1,268.69	
E7	90,50	190,80	ASFALTİT	288,433.05	4,134,799.20	1,176.99	100,30
E7	190,80	200,05	PASA	288,418.14	4,134,796.83	1,124.34	
E17	0,00	291,00	PASA	288,347.63	4,134,790.41	1,191.39	
E17	291,00	568,00	ASFALTİT	288,322.67	4,134,849.22	914.67	277,00
E17	568,00	569,40	PASA	288,310.43	4,134,878.04	779.04	
E18A	0,00	126,00	PASA	288,463.48	4,134,660.35	1,296.57	
E18A	126,00	170,95	PASA	288,416.60	4,134,674.69	1,226.56	
E18A	170,95	258,00	ASFALTİT	288,380.40	4,134,685.76	1,172.49	87,05
E18A	258,00	259,45	PASA	288,356.13	4,134,693.18	1,136.24	
E18	0,00	237,60	PASA	288,464.82	4,134,659.95	1,234.57	
E18	237,60	294,50	PASA	288,423.65	4,134,672.53	1,093.76	
E18	294,50	450,10	ASFALTİT	288,393.95	4,134,681.61	992.15	155,60
E18	450,10	451,05	PASA	288,372.06	4,134,688.31	917.29	
79E1	0,00	55,90	PASA	288,666.11	4,134,778.89	1,214.30	
79E1	55,90	113,20	ASFALTİT	288,705.64	4,134,772.63	1,174.27	57,30
79E1	113,20	119,95	PASA	288,728.01	4,134,769.08	1,151.63	
E19	0,00	155,90	PASA	288,674.00	4,134,817.63	1,133.71	
E19	155,90	303,10	ASFALTİT	288,717.76	4,134,810.70	988.78	147,20
E19	303,10	306,15	PASA	288,739.46	4,134,807.27	916.94	
79E2	0,00	53,45	PASA	288,730.78	4,134,773.66	1,194.00	
79E2	53,45	53,85	ASFALTİT	288,749.41	4,134,769.70	1,174.96	0,40
79E2	53,85	55,15	PASA	288,750.00	4,134,769.58	1,174.36	
79E2	55,15	150,20	ASFALTİT	288,783.32	4,134,762.50	1,140.30	95,05
79E2	150,20	152,95	PASA	288,817.14	4,134,755.31	1,105.72	
79D2	0,00	167,00	ASFALTİT	288,753.55	4,134,708.92	1,111.55	167,00
79E3	0,00	53,65	PASA	288,834.62	4,134,738.38	1,161.03	
79E3	53,65	154,90	ASFALTİT	288,888.38	4,134,727.93	1,106.27	101,25

Çizelge 4.1.'in devamı.

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
79E3	154.90	158.00	PASA	288924,59	4134720,89	1069,37	
E20	0.00	159.00	PASA	288845,26	4134745,82	1084,47	
E20	159.00	341.90	ASFALTİT	288905,59	4134735,18	924,87	182.90
E20	341.90	343.60	PASA	288938,16	4134729,44	838,71	
79E4	0.00	31.70	PASA	288909,35	4134693,14	1146,66	
79E4	31.70	131.45	ASFALTİT	288951,81	4134674,24	1100,19	99.75
79E4	131.45	137.25	PASA	288985,90	4134659,06	1062,87	
80D1	0.00	142.80	ASFALTİT	288883,20	4134664,20	1079,25	142.80
80D1	142.80	155.60	PASA	288883,20	4134664,20	1001,45	
E21	0.00	90.50	ASFALTİT	289009,31	4134625,13	1047,30	90.50
E21	90.50	92.95	PASA	289013,93	4134623,63	1001,08	
E21A	0.00	207.45	ASFALTİT	289035,29	4134616,69	993,65	207.45
E21A	207.45	208.45	PASA	289065,92	4134606,73	894,53	
E21B	0.00	120.00	ASFALTİT	289018,61	4134622,10	1034,08	120.00
E21B	120.00	121.25	PASA	289032,56	4134617,57	975,26	
80E1	0.00	21.30	PASA	289065,16	4134549,69	1096,20	
80E1	21.30	65.55	PASA	289053,97	4134550,28	1065,40	
80E1	65.55	104.75	ASFALTİT	289039,72	4134551,02	1026,20	39.20
80E1	104.75	113.45	PASA	289031,54	4134551,45	1003,69	
E22	0.00	127.20	PASA	289066,13	4134512,27	1065,74	
E22	127.20	196.90	PASA	289055,85	4134512,81	967,83	
E22	196.90	234.00	ASFALTİT	289050,28	4134513,10	914,72	37.10
E22	234.00	239.80	PASA	289048,04	4134513,22	893,39	
D23	0.00	68.00	PASA	289193,78	4134509,80	1045,33	
D23	68.00	108.30	PASA	289193,78	4134509,80	991,18	
D23	108.30	156.20	ASFALTİT	289193,78	4134509,80	947,08	47.90
D23	156.20	157.15	PASA	289193,78	4134509,80	922,65	
E23	0.00	25.25	PASA	289188,68	4134511,36	1067,89	
E23	25.25	42.30	PASA	289180,13	4134513,97	1048,72	
E23	42.30	70.75	ASFALTİT	289170,94	4134516,78	1028,10	28.45
E23	70.75	72.25	PASA	289164,88	4134518,63	1014,53	
80E3	0.00	102.50	PASA	289330,82	4134463,86	1020,99	
80E3	102.50	105.30	ASFALTİT	289306,08	4134472,87	975,39	2.80
80E3	105.30	113.45	PASA	289303,51	4134473,80	970,65	
81E4	0.00	81.20	PASA	289439,31	4134368,00	1003,06	
81E4	81.20	179.05	PASA	289424,70	4134373,32	914,89	
81E4	179.05	186.30	ASFALTİT	289416,12	4134376,44	863,14	7.25
81E4	186.30	217.85	PASA	289412,96	4134377,59	844,03	
81D2	0.00	97.00	PASA	289628,93	4134359,64	975,75	
81D2	97.00	160.80	PASA	289628,93	4134359,64	895,35	
81D2	160.80	161.30	ASFALTİT	289628,93	4134359,64	863,20	0.50

Çizelge 4.1.'in devamı.

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
81D2	161,30	374,30	PASA	289628,93	4134359,64	756,45	
80E6	0,00	10,00	PASA	289760,92	4134301,48	1015,65	
80E6	10,00	71,00	PASA	289744,24	4134307,55	984,91	
80E6	71,00	291,35	PASA	289678,15	4134331,60	863,08	
81D3	0,00	6,00	PASA	289763,27	4134300,62	1016,98	
81D3	6,00	90,00	PASA	289763,27	4134300,62	971,98	
81D3	90,00	250,75	PASA	289763,27	4134300,62	849,61	
81E5	0,00	64,00	PASA	289873,29	4134240,63	979,00	
81E5	64,00	224,00	PASA	289828,81	4134256,81	877,49	
D29	0,00	14,00	PASA	290523,74	4133813,18	961,39	
D29	14,00	190,00	PASA	290523,74	4133813,18	866,39	
D29	190,00	243,10	PASA	290523,74	4133813,18	751,84	
D29	243,10	268,40	ASFALTİT	290523,74	4133813,18	712,64	25,30
D29	268,40	272,45	PASA	290523,74	4133813,18	697,97	
TKI6A	0,00	19,80	PASA	290592,82	4133784,54	952,15	
TKI6A	19,80	152,50	PASA	290590,77	4133790,86	876,19	
TKI6A	152,50	218,85	PASA	290588,09	4133799,11	777,04	
TKI6A	218,85	308,30	ASFALTİT	290585,99	4133805,57	699,44	89,45
TKI6A	308,30	309,80	PASA	290584,77	4133809,34	654,14	
D28	0,00	13,00	PASA	290677,98	4133792,84	928,58	
D28	13,00	87,60	PASA	290677,98	4133792,84	884,78	
D28	87,60	172,00	PASA	290677,98	4133792,84	805,28	
D28	172,00	194,45	ASFALTİT	290677,98	4133792,84	751,86	22,45
D28	194,45	197,40	PASA	290677,98	4133792,84	739,16	
TKI5	0,00	17,15	PASA	290642,01	4133826,15	918,08	
TKI5	17,15	99,50	PASA	290642,01	4133826,15	868,33	
TKI5	99,50	267,25	PASA	290642,01	4133826,15	743,28	
TKI3	0,00	19,10	PASA	290803,18	4133677,85	897,95	
TKI3	19,10	39,30	ASFALTİT	290803,18	4133677,85	878,30	20,20
TKI3	39,30	47,65	PASA	290803,18	4133677,85	864,02	
D25	0,00	6,00	PASA	290706,55	4133707,51	960,05	
D25	6,00	112,90	PASA	290706,55	4133707,51	903,60	
D25	112,90	120,75	PASA	290706,55	4133707,51	846,22	
D25	120,75	184,15	ASFALTİT	290706,55	4133707,51	810,60	63,40
D25	184,15	185,10	PASA	290706,55	4133707,51	778,42	
D26	0,00	6,00	PASA	290604,33	4133736,01	969,88	
D26	6,00	173,80	PASA	290604,33	4133736,01	882,98	
D26	173,80	201,35	PASA	290604,33	4133736,01	785,31	
D26	201,35	257,25	ASFALTİT	290604,33	4133736,01	743,58	55,90
D26	257,25	258,65	PASA	290604,33	4133736,01	714,93	

Çizelge 4.1.'in devamı.

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
D30	0,00	13,00	PASA	290520,93	4133756,26	993,64	
D30	13,00	232,65	PASA	290520,93	4133756,26	877,32	
D30	232,65	302,60	PASA	290520,93	4133756,26	732,51	
D30	302,60	363,80	ASFALTİT	290520,93	4133756,26	666,94	61,20
D30	363,80	366,35	PASA	290520,93	4133756,26	635,06	
D31	0,00	10,00	PASA	290448,37	4133789,68	994,08	
D31	10,00	259,95	PASA	290448,37	4133789,68	864,11	
D31	259,95	297,10	PASA	290448,37	4133789,68	720,56	
D31	297,10	307,60	ASFALTİT	290448,37	4133789,68	696,73	10,50
D31	307,60	315,95	PASA	290448,37	4133789,68	687,31	
D24	0,00	180,90	PASA	290616,28	4133684,02	919,30	
D24	180,90	226,20	PASA	290616,28	4133684,02	806,20	
D24	226,20	286,00	ASFALTİT	290616,28	4133684,02	753,65	59,80
D24	286,00	290,00	PASA	290616,28	4133684,02	721,75	
TKI2	0,00	10,00	PASA	290725,58	4133791,67	920,06	
TKI2	10,00	59,50	PASA	290725,58	4133791,67	890,31	
TKI2	59,50	115,00	PASA	290725,58	4133791,67	837,81	
TKI2	115,00	116,60	ASFALTİT	290725,58	4133791,67	809,26	1,60
TKI2	116,60	117,80	PASA	290725,58	4133791,67	807,86	
TKI2	117,80	120,10	ASFALTİT	290725,58	4133791,67	806,11	2,30
TKI2	120,10	120,15	PASA	290725,58	4133791,67	804,93	
TKI2	120,15	120,65	ASFALTİT	290725,58	4133791,67	804,66	0,50
TKI2	120,65	144,75	PASA	290725,58	4133791,67	792,36	
D27	0,00	6,00	PASA	290751,16	4133750,55	928,68	
D27	6,00	66,35	PASA	290751,16	4133750,55	895,51	
D27	66,35	79,40	PASA	290751,16	4133750,55	858,80	
D27	79,40	130,20	ASFALTİT	290751,16	4133750,55	826,88	50,80
D27	130,20	134,40	PASA	290751,16	4133750,55	799,38	
TKI4	0,00	7,50	PASA	290705,23	4133768,81	932,67	
TKI4	7,50	87,00	PASA	290705,23	4133768,81	889,17	
TKI4	87,00	128,70	PASA	290705,23	4133768,81	828,57	
TKI4	128,70	151,95	ASFALTİT	290705,23	4133768,81	796,10	23,25
TKI4	151,95	152,25	PASA	290705,23	4133768,81	784,32	
D9	0,00	11,00	PASA	290651,97	4133734,12	965,32	
D9	11,00	149,90	PASA	290651,97	4133734,12	890,37	
D9	149,90	156,05	PASA	290651,97	4133734,12	817,85	
D9	156,05	158,40	ASFALTİT	290651,97	4133734,12	813,60	2,35
D9	158,40	179,40	PASA	290651,97	4133734,12	801,92	
D9	179,40	221,60	ASFALTİT	290651,97	4133734,12	770,32	42,20
D9	221,60	224,65	PASA	290651,97	4133734,12	747,70	

Çizelge 4.1.'in devamı

Sondaj No	Giriş (m)	Çıkış (m)	Kaya Tipi	Doğu	Kuzey	Kot	Kalınlık (m)
E10	0,00	15,00	PASA	290761,31	4133702,95	909,08	
E10	15,00	30,00	PASA	290756,10	4133708,34	896,09	
E10	30,00	73,25	ASFALTİT	290745,98	4133718,82	870,87	43,25
E10	73,25	81,50	PASA	290737,04	4133728,08	848,57	
E10A	0,00	10,00	PASA	290763,55	4133700,63	910,61	
E10A	10,00	23,00	PASA	290762,71	4133701,49	899,17	
E10A	23,00	29,85	ASFALTİT	290761,99	4133702,24	889,30	6,85
E10A	29,85	37,50	PASA	290761,46	4133702,78	882,09	
E10A	37,50	76,00	ASFALTİT	290759,79	4133704,52	859,14	38,50
E10A	76,00	87,30	PASA	290757,98	4133706,39	834,38	
D8	0,00	82,00	PASA	290827,93	4133626,84	900,63	
D8	82,00	88,50	ASFALTİT	290827,93	4133626,84	856,38	6,50
D8	88,50	110,45	PASA	290827,93	4133626,84	842,15	

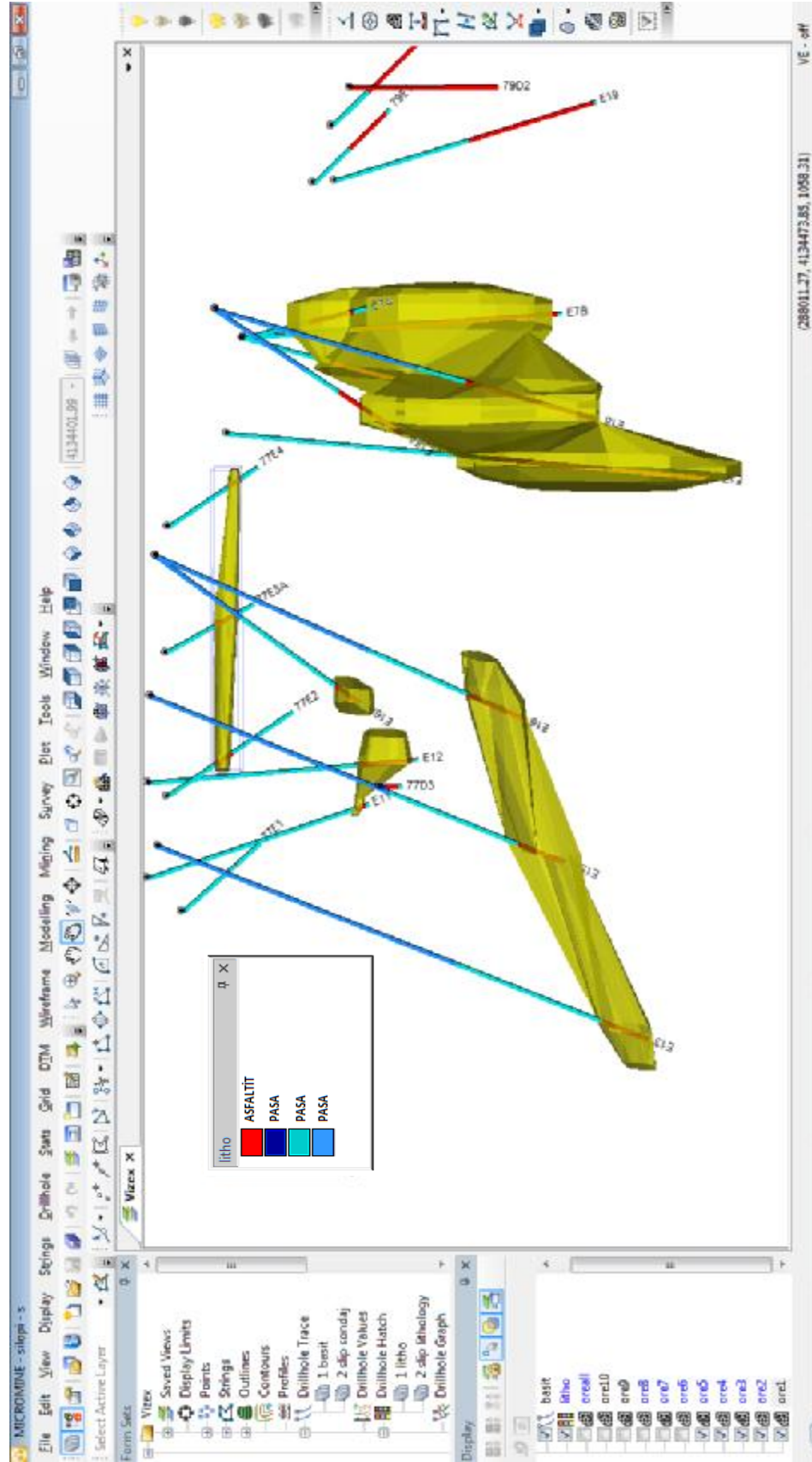
Formasyonun yumuşak veya sert olması, tabakalanma, ilerleme sırasında kullanılan sondaj malzemesinin yıpranma ve deformasyonu ilerleme şekli karotlu-rokbit, ilerleme hızı, baskı vb. nedenlerden kaynaklanan kuyu sapmaları, bazı kuyularda 16°'ye kadar çıkmıştır (Çizelge 3.2).

#### 4.3.2. Katı Modelleme ve Rezerv Bilgileri

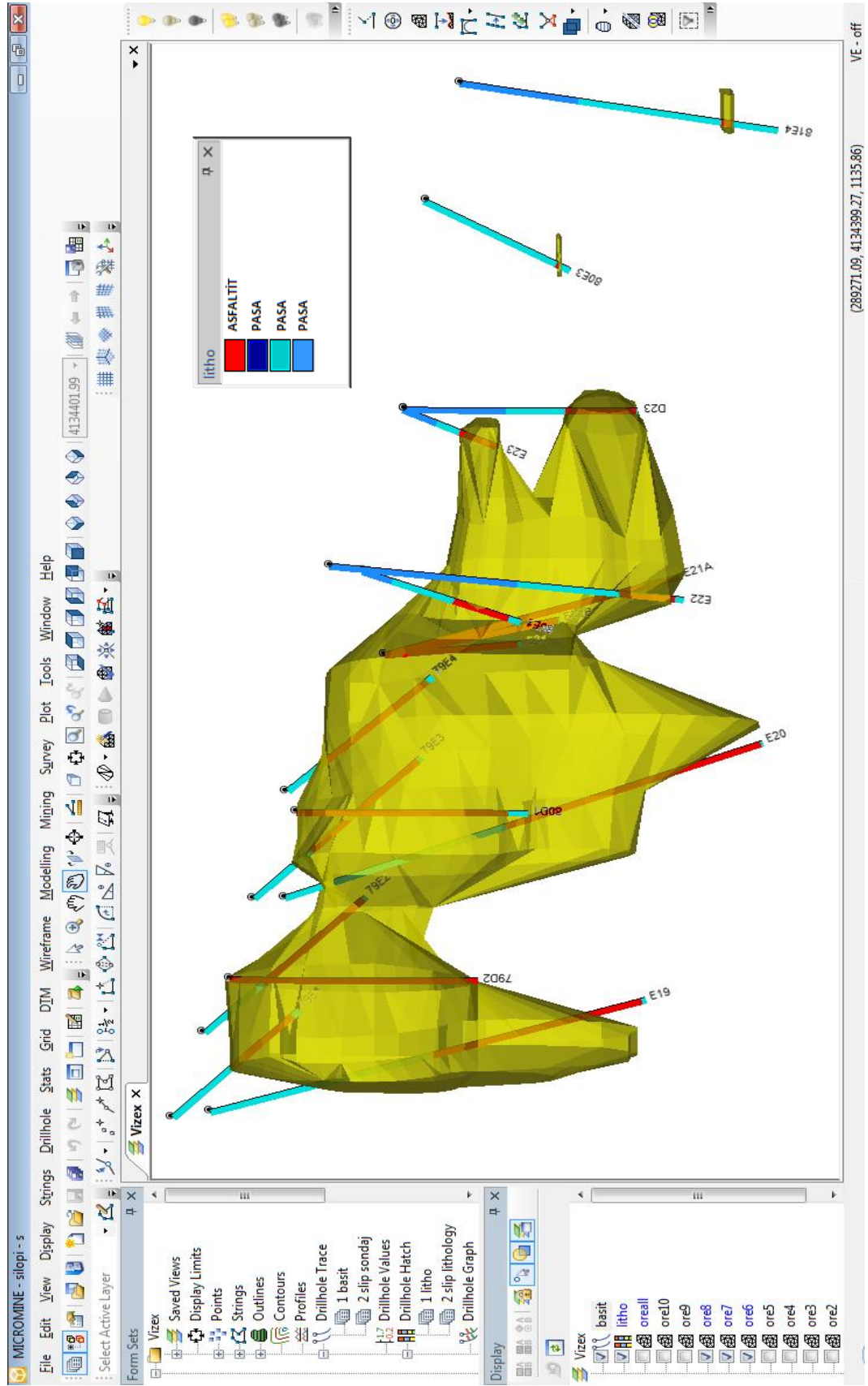
Aşağıdaki Çizelge 4.2'de Harbul ve Üçkardeşler filonlarına ait görünür rezerv verilmiştir. Rezervlere ait cevher kütlelerinin duruşları Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.2. Harbul ve Üçkardeşler filonunda hesaplamalar sonucunda elde edilen ocaklara ait görünür rezerv

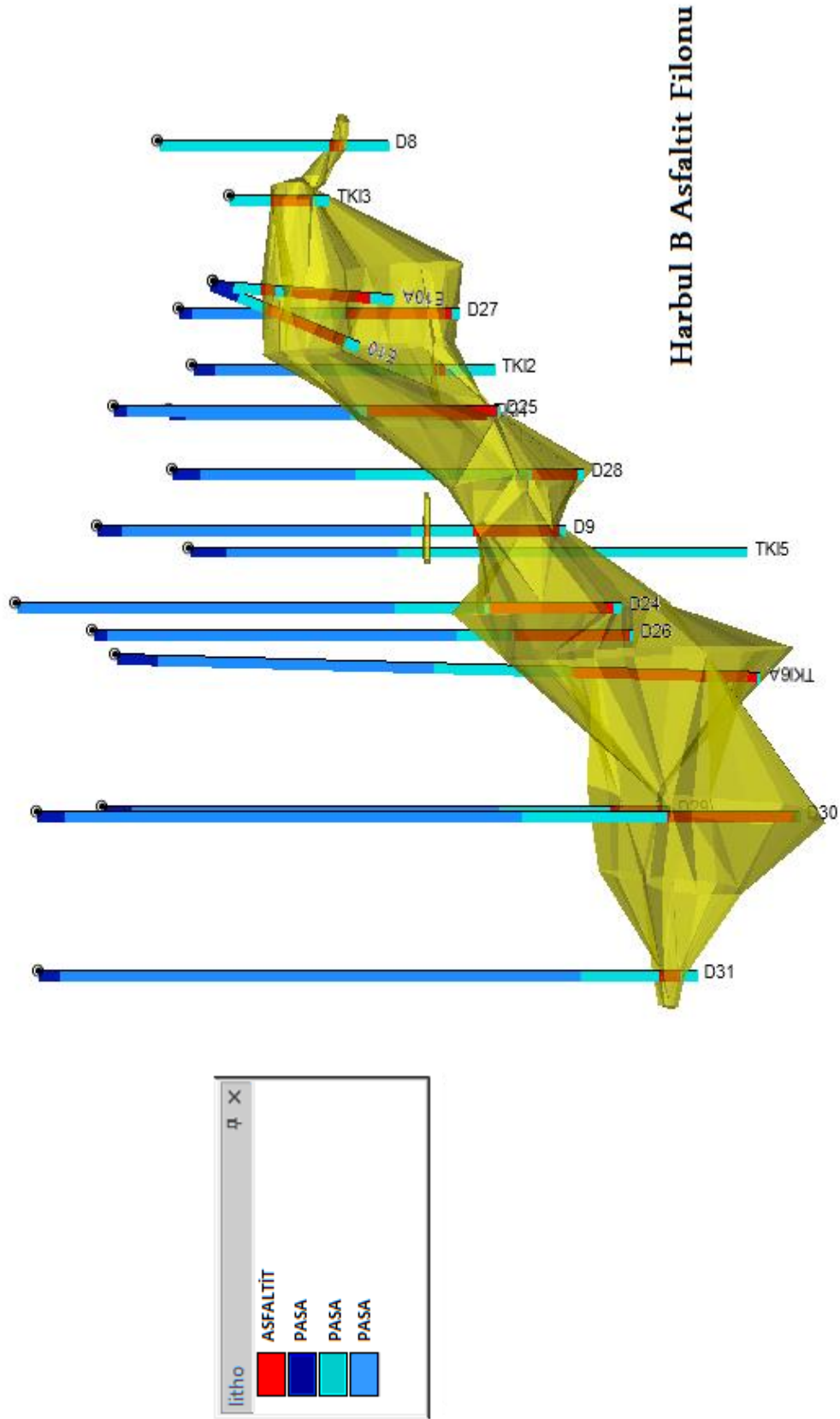
Ocak Adı	Tip	Hacim (m <sup>3</sup> )	Miktar (ton)	Yoğunluk (ton/m <sup>3</sup> )
Üçkardeşler Filonu	Cevher	10.110.274,16	14.154.383,83	1,4
Harbul A Filonu	Cevher	8.408.609,04	11.772.052,66	1,4
Harbul B Filonu	Cevher	1.854.474,24	2.596.263,93	1,4
Toplam		20.373.357,44	28.522.700,42	1,4



Şekil 4.4. Üçkardeşler asfaltit filonu cevher ve sondaj görüntüsü



Şekil 4.5. Harbul A asfaltit filonu cevher ve sondaj görünüşü



Şekil 4.6. Harbul B asfaltit filonu cevher ve sondaj görüntüsü

#### 4.4. Harbul ve Üçkardeşler Asfaltit Filonları İşletme Bilgileri

Sahadan çıkarılacak Asfaltit, ilk olarak nakliye tüneli girişinde primer kırıcıdan geçirilerek, elek ve kırıcılara beslenecektir. Kırma işleminden geçirilerek santralde kullanıma uygun hale getirilen asfaltit, üstü kapalı kamyonlar ile santrale nakledilecektir. Kullanıma hazır hale gelen asfaltit, santral sahası içerisinde üstü kapalı stok sahasında depolanacaktır.

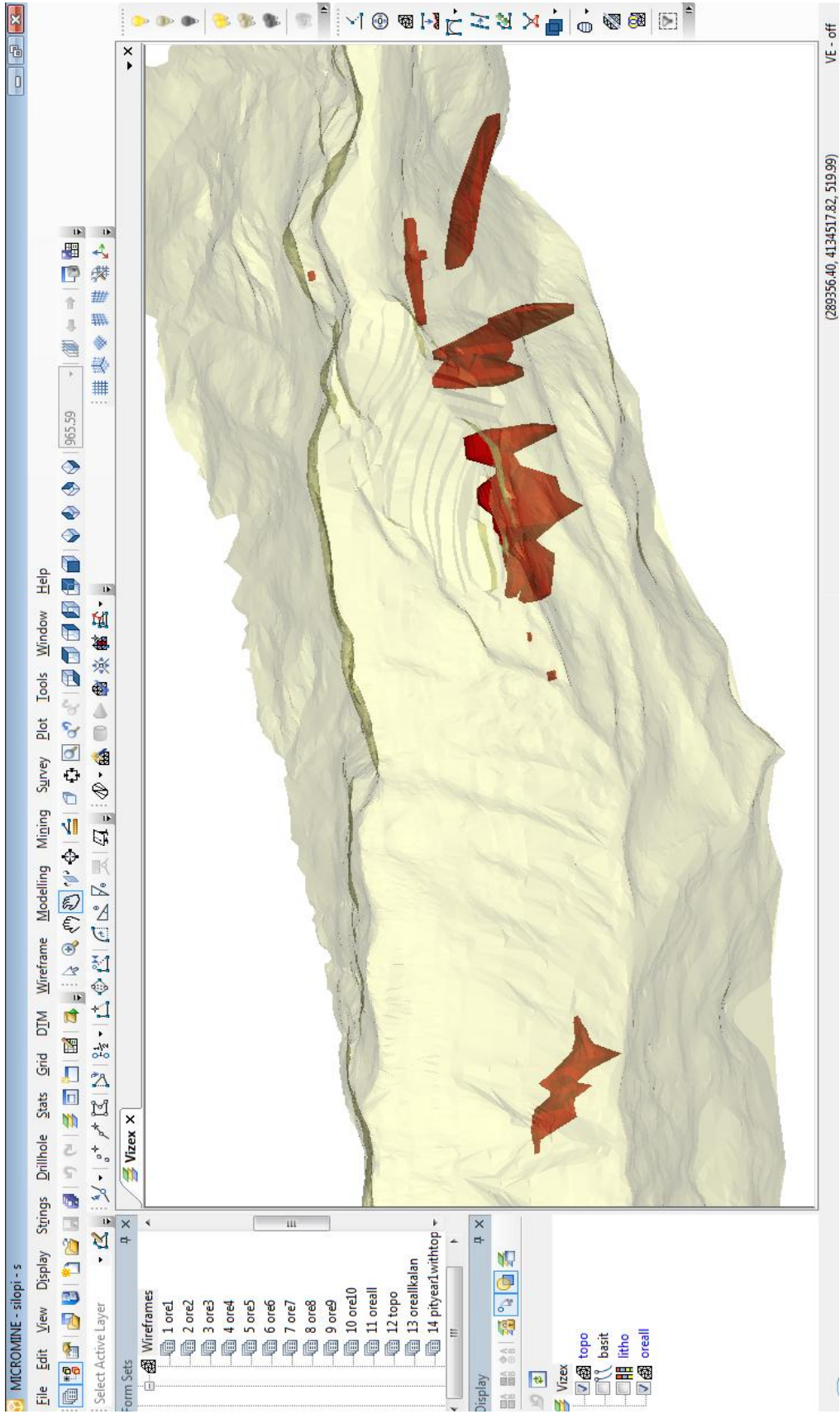
Asfaltit sahasında santral için işletilmesi öngörülen asfaltit rezervi yaklaşık 28,5 milyon ton'dur. Mevcut I. ünite için 54 ton/h üretim yapılmakta iken kapasite artışı ile birlikte asfaltit üretim miktarı 162 ton/h arasında olacaktır. Yıllık üretim miktarı 1.200.000 ton/yıl olacaktır.

Asfaltit stok sahası 100 m x 50 m ölçülerinde ve 15.000 ton kapasiteli iki yığından oluşan toplam 30.000 ton kapasitede öngörülmektedir.

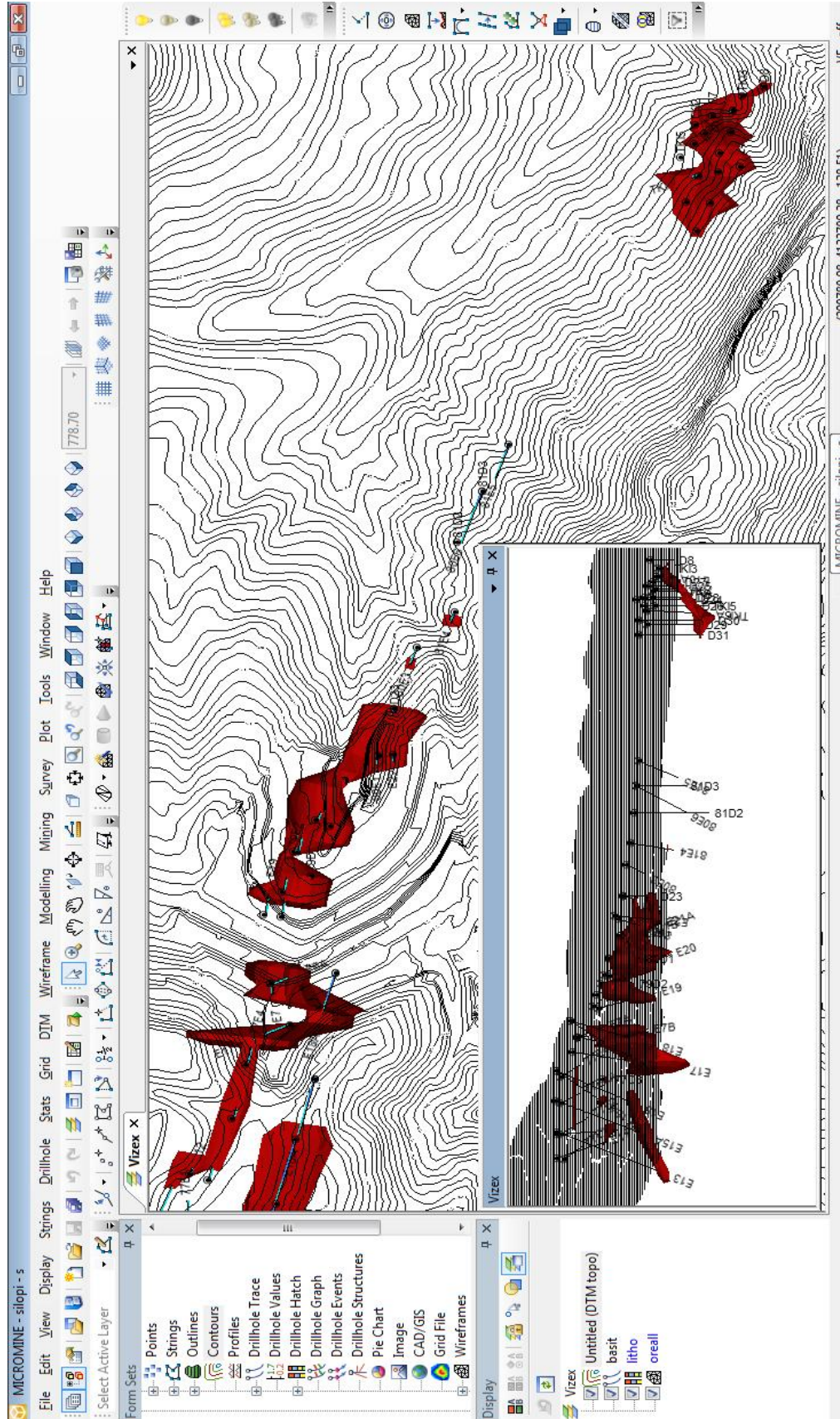
Doğu-batı doğrultusunda 1500 m. uzunluğunda yayılan bu filonun genişliği yüzeyde veya üretim yapılacak kotlarda 5-65 m arasında değişmektedir. Bu değişiklik alt kotlara doğru giderek tek düze bir yapıya yaklaşmaktadır. Yüzeydeki genişlik farklılığı filonun ara noktalarında, yaklaşık 300 m'lik bir aralıkta batıdan doğuya doğru artarak gelişir. Filon yüzeyi batı kesiminde 1350 kotlarında iken doğuda 1100 kotlarına inmektedir. Bu kot değişimi yukarıda belirtilen kalınlık değişimi ile oldukça düzenli bir uyum içindedir.

Şantiye çalışmalarında önemli su sorunu beklenmemektedir. Filonun topografik konumu ile seçilen işletme biçimi, su birikmelerini önleyici niteliklerdedir. Ancak çok küçük boyutlarda ve yerel olarak kalmak koşulu ile çok küçük çaplı birikmeler için basit önlemler gerekebilir.

Tüm kazı işlemleri delme patlatma yöntemi ile yapılacaktır. Dekapaj kazısında delme-patlatma yapıldıktan sonra ekskavatör ve lastikli yükleyici kullanılarak kamyonlar aracılığı ile taşınacaktır. İşletme sahasında kaldırılacak malzemenin gevşek ve zayıf mukavemetli kaya olanları doğrudan veya ripperleme ile kazılacaktır. Ocaktan çıkarılan pasa, pasa döküm sahasına dökülecektir.



Şekil 4.7. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları ve topografya görüntüsü



Şekil 4.8. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonu topografya ve cevher kütlesi birikteliği plan görünüşü

#### 4.5. Harbul ve Üçkardeşler Asfaltit Filonları Uygun İşletme Yönteminin Belirlenmesi

Maden yatağının durumu uygulanacak yöntemin seçiminde en büyük faktör olmaktadır. Bu yatak üzerinde en ekonomik, en uygun ekipmanın seçilmesi önemlidir.

Açık ocak madenciliği; yeraltında bulunduğu saptanmış ya da mostra vermiş madenin ekonomik olarak, yeraltına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılarak kazanılmasıdır. Açık ocak işletmeciliği, işletilmesi 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.

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 maksimum madenin çıkarılmasını istemektedir. İşletmede bunu sınırlayan tek şey ise şev sistemi olmaktadır.

Şev stabilitesine; şev durma süresi, şev formasyonlarının özelliği, şev uzunluğu, şev yüksekliği, şev açısı ve hidrojeolojik faktörler etki etmektedir.

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

madenciliğinde 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.

Bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarının çok iyi anlaşılıp uygulanması gerekmektedir. Aksi takdirde önüne geçilemeyecek sonuçlar ile karşı karşıya kalınabilir. Bu avantaj ve dezavantajların iyi anlaşılabilmesi için cevherin oluşumu, yan taşın özellikleri ve mekanizasyonun çok iyi bilinip, bunların arasındaki korelasyonun çok iyi yapıp değerlendirilmesi gerekir.

#### **a. Ön Seçim**

Söz konusu sahaya uygulanabilecek yukarıda verilen üretim yöntemlerinin uygunlukları aşağıda verilen kriterler kullanılarak belirlenmiştir.

1. Üretim yönteminin yatak geometrisine uygunluğu (Boyutsal uyum).
2. Kazı araçları ile cevher yatağının boyutsal uyumu.
3. Üretim yöntemi ile tektonik yapı arasındaki uyum.
4. Kazı boşluğu ve kazı aracı boyutu ilişkisi.
5. Üretim yönteminin tavan ve taban düzensizliklerine uyumu.
6. Üretim yönteminin eğim ve eğimdeki düzensizliklere uyumu.
7. Üretim yönteminin yatak içeriğine ve yan taşın akışkanlığına uygunluğu.
8. Üretim yönteminin istenen parça boyutuna uyumu.
9. İşçi ve makinelerin taban, tavan göçmelerine ve taş düşmesine karşı korunmuşluğu.
10. İşçi ve makinelerin kaya patlamasına karşı korunmuşluğu.
11. İşçi ve makinelerin hidrolik tehlikeye karşı korunmuşluğu.
12. Metodun görünmeyen cevher yataklarını korumaya karşı yeterliliği.
13. Metodun yeryüzünün bozulma ve kırılmasına karşı yeterliliği.
14. İşçi ve makinelerin patlatma işlemine karşı korunmuşluğu.
15. Yeraltı su tablasının korunması ve kirliliğe karşı korunmuşluğu.
16. Kazı araçlarının cevheri kazanmaya, yüklemeye ve taşımaya uygunluğu.

17. İhtiyaç duyulan kazı boşluğu boyutlarının öngörülen süre için elde tutulabilirliği.

Yukarıda belirtilen kriterler yeraltı üretim yöntemleri için cevher, tavan taşı ve taban taşı sağlamlık dereceleri ile işletme koşulları göz önüne alınarak ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Ön seçim sonucunda aşağıda sıralanan üretim yöntemleri uygulanabilir olarak ortaya çıkmıştır.

- Dolgulu Tavan Arınlı Ayak + Halat Bulon
- Ambarlı Ayak + Halat Bulon
- Suni Tavanlı Dolgulu Travers Ayak
- Dolgulu Ara katlı Kazı
- Ara katlı Göçertme Yöntemi

#### **b. Nihai Seçim**

Yukarıda uygunluğu belirlenmiş olan bu beş değişik üretim yöntemi arasından en uygun olan yöntemi belirlemek amacıyla aşağıda verilen 11 farklı kriter öngörülmüştür.

- Mekanizasyon
- Konsantrasyon
- Selektivite
- Fleksibilite
- Organizasyon
- Yöntem değişikliği
- Cevher kazanımı
- Seyrelme
- Yatırım hacmi
- Üretim maliyeti

Risk ötesi emniyet (Pano boşluğuna girme, işyerine giriş kolaylığı, tavan altında bulunma, taban stabilitesi, havalandırma sürekliliği).

Yöntem seçiminde istenen amaçlara ulaşabilmek için yapılan değerlendirmeler sonucunda, bu kriterlerin öncelik ve ağırlıkları belirlenmiştir. Bu öncelik ve ağırlıkların tayininde yarım matris yöntemi yardımıyla tüm kriterler birbirleriyle mukayese edilmiş ve kriter ağırlıkları sanal yaklaşım metodu kullanılarak tespit edilmiştir.

Öngörülen ve ağırlıkları belirlenen bu kriterlerin, her bir yöntem için aldıkları değerler oluşturulan belirli yargı şemaları kullanılarak belirlenmelidir. Ayrıca bu değerlendirmede uygun bulunan üretim yöntemlerinin farklı mekanizasyon uygulamalarındaki durumu da (Klasik, Scraper, LHD) gözönüne alınmalıdır. İşletme koşullarına en uygun üretim yöntemi Ara katlı Göçertme yöntemi olmaktadır. Bu yöntemde yükleme-taşıma boşaltma operasyonlarında LHD kullanılması öngörülmüştür.

#### 4.5.1. Açık İşletme Yöntemi

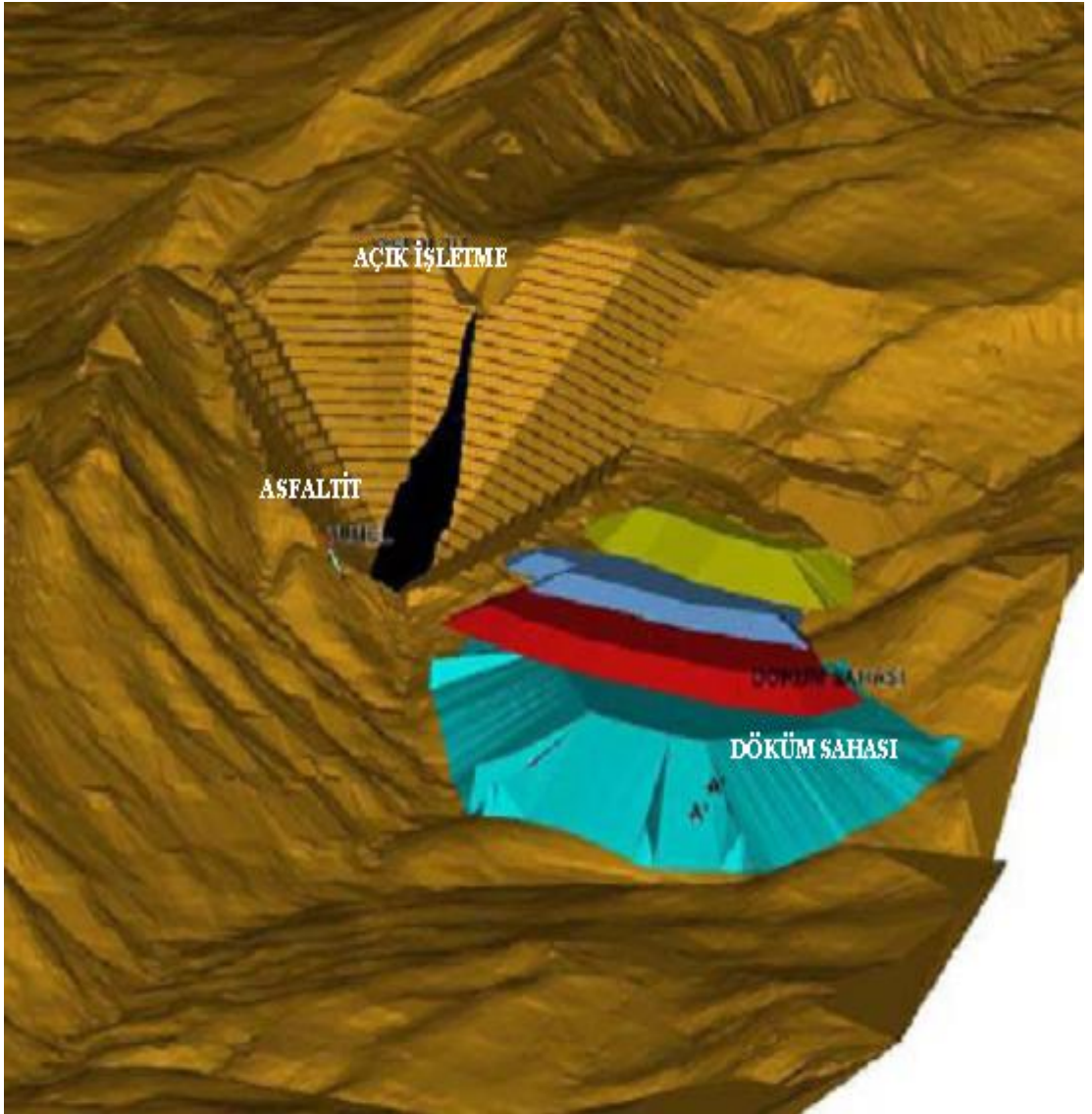
Asfaltit sahasında TKİ tarafından daha önceki yıllarda açık işletme yöntemi ile üretim yapılmıştır. Sahada üretim yine açık işletme yöntemi ile yapılacak olup, ileriki yıllarda yeraltı işletmesine geçilecektir.

Çalışma alanı formasyonuna gerekli kaya mekaniği testleri Park Elk. A.Ş. tarafından yapılmış olup deney sonucunda çıkan değerlere göre Çizelge 4.3'te verilen açık işletme parametrelerine göre dizayn yapılmıştır.

Çizelge 4.3. Açık işletme parametreleri

Parametreler	Kuzey Cephe	Güney Cephe
Basamak Yüksekliği	18 m	18 m
Basamak Genişliği	15 m	13 m
Basamak Açısı	65°	70°
Genel Şev Açısı	40°	45°

Açık işletme sahasında iç döküm imkanı bulunmadığından, yapılacak dekapajın taşınması, dökülmesi ve serilmesi amacıyla, üretim sahasının kuzey-doğu istikametinde +1000 kotundan başlayarak +840 kotuna kadar döküm yapılacak yer tespit edilmiştir. Şekil 4.9’da verilen asfaltit sahası açık işletme imalat haritasında yer üstünde yapılacak üretim ve hafriyat depolama sahası görülmektedir.



Şekil 4.9. İşletme hali hazır ve döküm sahası planı

Asfaltit filonunun üzerinde yamaç molozlarından oluşan üst örtününün 20-90 metreye ulaşması ve yükselen Midyat formasyonları nedeniyle asfaltite ulaşıldığında bile çok dik ve yüksek şevlerin oluşması açık işletme imkanlarını kısıtlamaktadır.

#### 4.5.1.1. İşletme Aşamasında Patlatma Hesapları

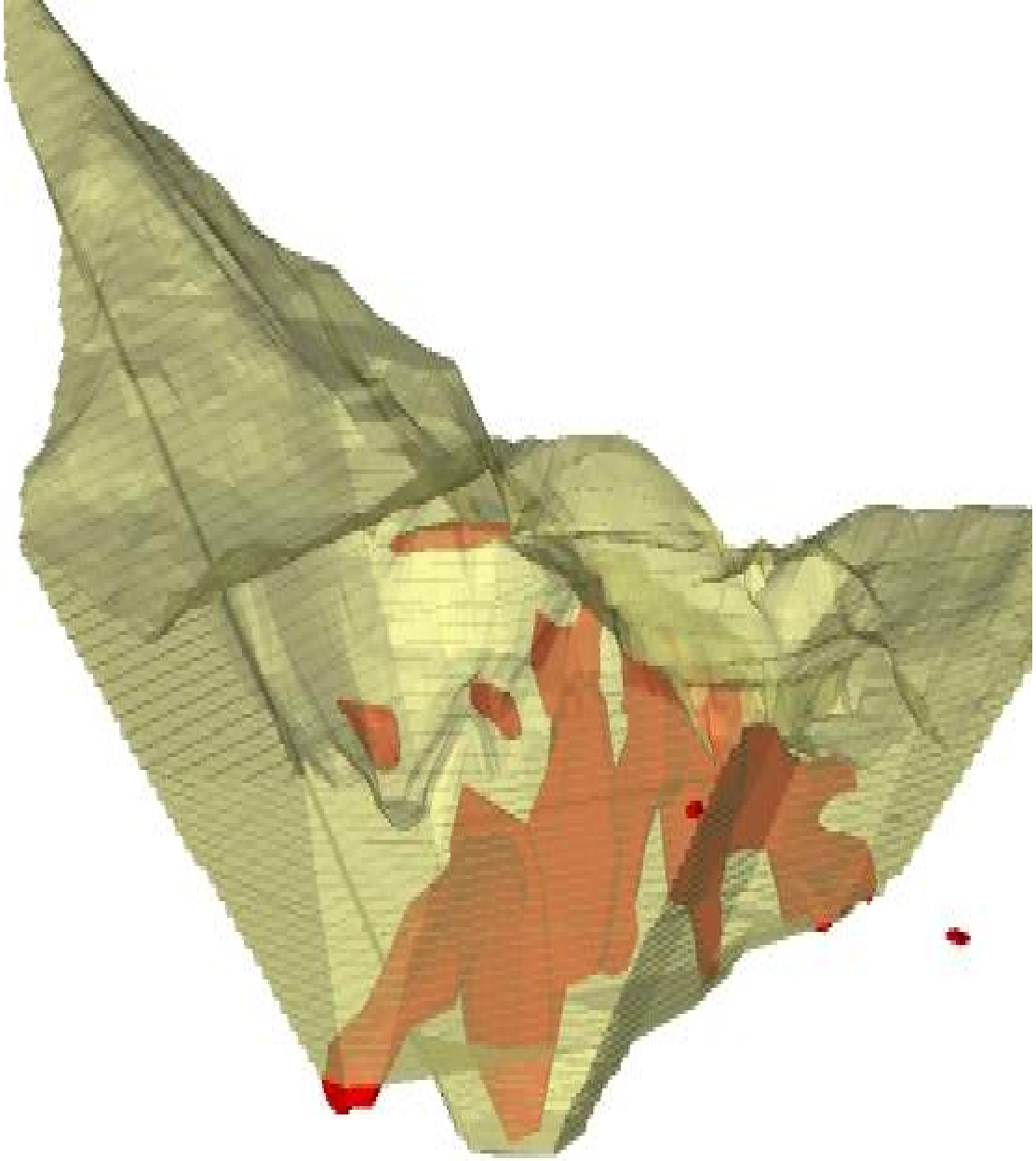
İşletme sırasında uygulanacak olan patlatma modeli ve patlayıcı madde miktarı aşağıda verilmiştir. Patlatma sırasında delikler arası mesafe ve delik yönleri çok iyi düzenlenecek, çok iyi sıkılama yapılacaktır ve parça savrulma riskini önlemek amacıyla deliklerin üzeri örtülecektir. Basamak yüksekliklerinin (18 m) nihai şev sınırına gelinceye kadar basamaklar 9 m'lik dilimler halinde devam etmesi düşünülmektedir.

Delik sayısı	: 23
Asfaltitin yoğunluğu	: 1,4 ton/m <sup>3</sup>
Basamak Yüksekliği	: 9 m
Delik boyu	: 9,9 m
Delik Çapı	: 101,6 mm
Delikler arası mesafe	: 4 m
Dilim Mesafesi	: 3,7 m
Bir delikten alınan malzeme	: 126 m <sup>3</sup> (176 ton)
Delik başına kullanılacak patlayıcı miktarı	: 64 kg dinamit+anfo karışımı
Toplam Patlayıcı Miktarı	: 1408 kg (64kg/1delik x 23delik) = 1472
Maksimum Anlık Şarj	: 352 kg
1 patlatmada elde edilen malzeme	:
Bir delikten alınan malzeme miktarı x delik sayısı	
= 126 m <sup>3</sup> x 23 delik	
= 2898 m <sup>3</sup> (2898 m <sup>3</sup> x1,4 ton/m <sup>3</sup> )	
= 4057 ton	

#### 4.5.1.2. Açık İşletme Dizaynı

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonları mevcut cevherin Şekil 4.10'da görüldüğü üzere yüzeye yakın olduğu ve mostra vermesi nedeni ile yola çıkılarak

açık işletme dizaynı yapılmıştır. Açık işletme dizaynı ilk beş yıl için kademeli olarak planlanmıştır.



Şekil 4.10. Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonlarınıı topografya üzerinde açık işletme ve cevher görünüşü

Açık iŐletmeden üretilecek asfaltit miktarı, dekapaj miktarı ve örtü-kazı oranı ilk 5 yıla göre ayrı ayrı Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Yapılan açık işletme dizaynında; Micromine 11 ile programı ile her kot seviyesinde cevher ve ocak modelinin görülebilmektedir. Sadece cevherli kısımların tamamının kot-kot 760-1240 kotları arasındaki cevher ve açık işletme dizaynı Ek-I'de verilmiş olup, örnek olarak 910 kotu ve 920 kotu Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Cevherin tamamının açık işletme ile alınması durumunda örtü kazı oranı  $1/23,82 \text{ ton/m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.12'de görsel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.4. İlk 5 yıl için üretim ve dekapaj miktarları

Üretim Yılı	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4-5. Yıl	Toplam
Taban Kotu (m)	1.100,00	1.080,00	1.060,00	1.050,00	752
Cevher Miktarı ( $\text{m}^3$ )	240.573	484.972	676.359	774.501	20.373.357
Gravite	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Cevher Miktarı (Ton)	<b>336.802</b>	<b>678.961</b>	<b>946.903</b>	<b>1.084.302</b>	<b>28.522.700</b>
Cevher+ Dekapaj Miktarı ( $\text{m}^3$ )	550.795	1.223.696	2.781.825	2.781.825	699.843.093
Dekapaj Miktarı ( $\text{m}^3$ )	<b>310.222</b>	<b>738.723</b>	<b>2.105.465</b>	<b>2.007.323</b>	<b>679.469.736</b>
Örtü Kazı Oranı ( $\text{Ton/m}^3$ )	<b>0,92</b>	<b>1,09</b>	<b>2,22</b>	<b>1,85</b>	<b>23,82</b>

Beş yıl süreyle açık işletmede yapılacak olan dekapaj ve cevher miktarları aşağıda verilmiştir.

#### a- 1. Yıl

Dizayn edilen açık ocağın taban kotu 1100 m dir.

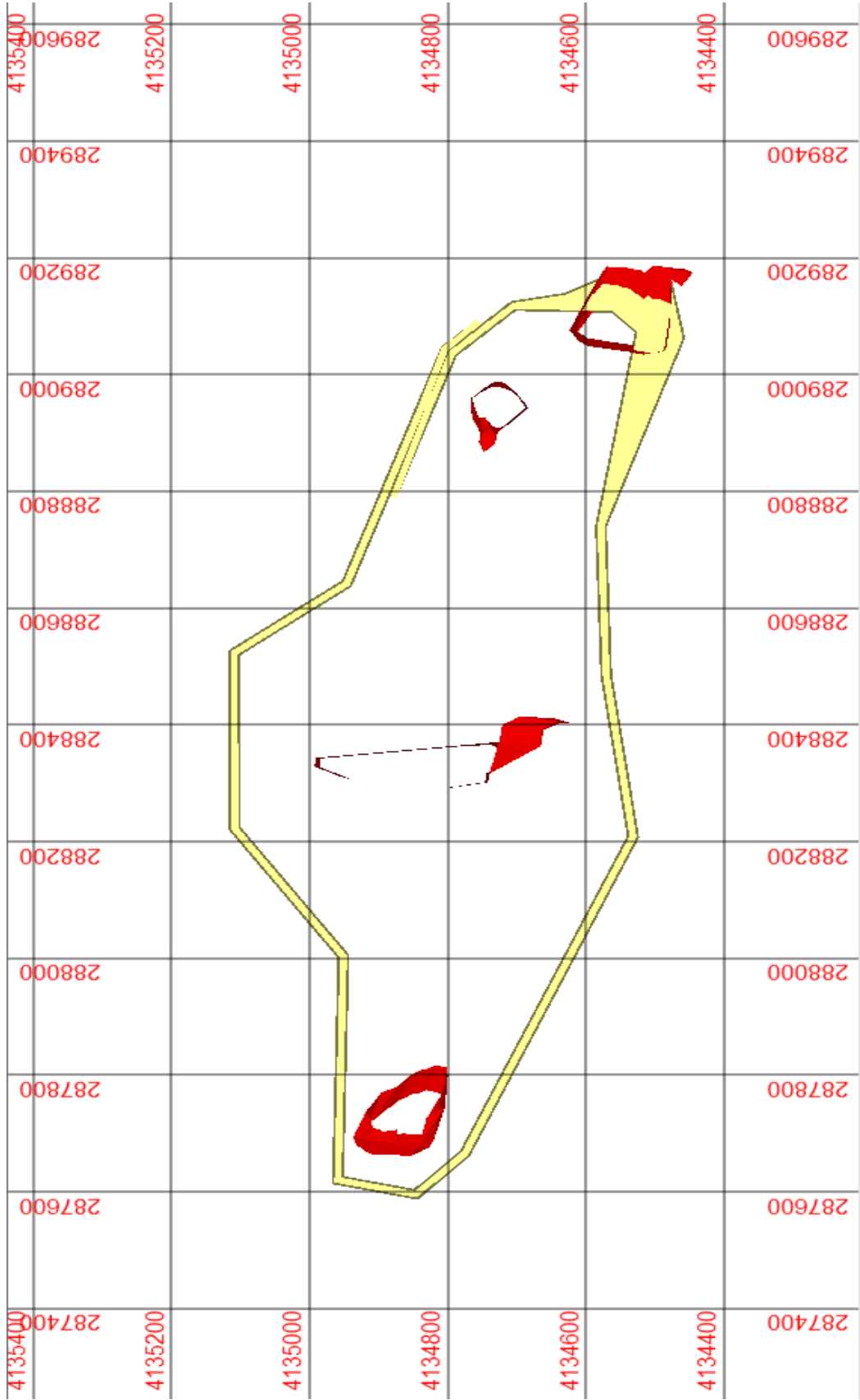
Buna göre üretilecek cevher miktarı;  **$240.573 \text{ m}^3$**  olarak hesaplanır.

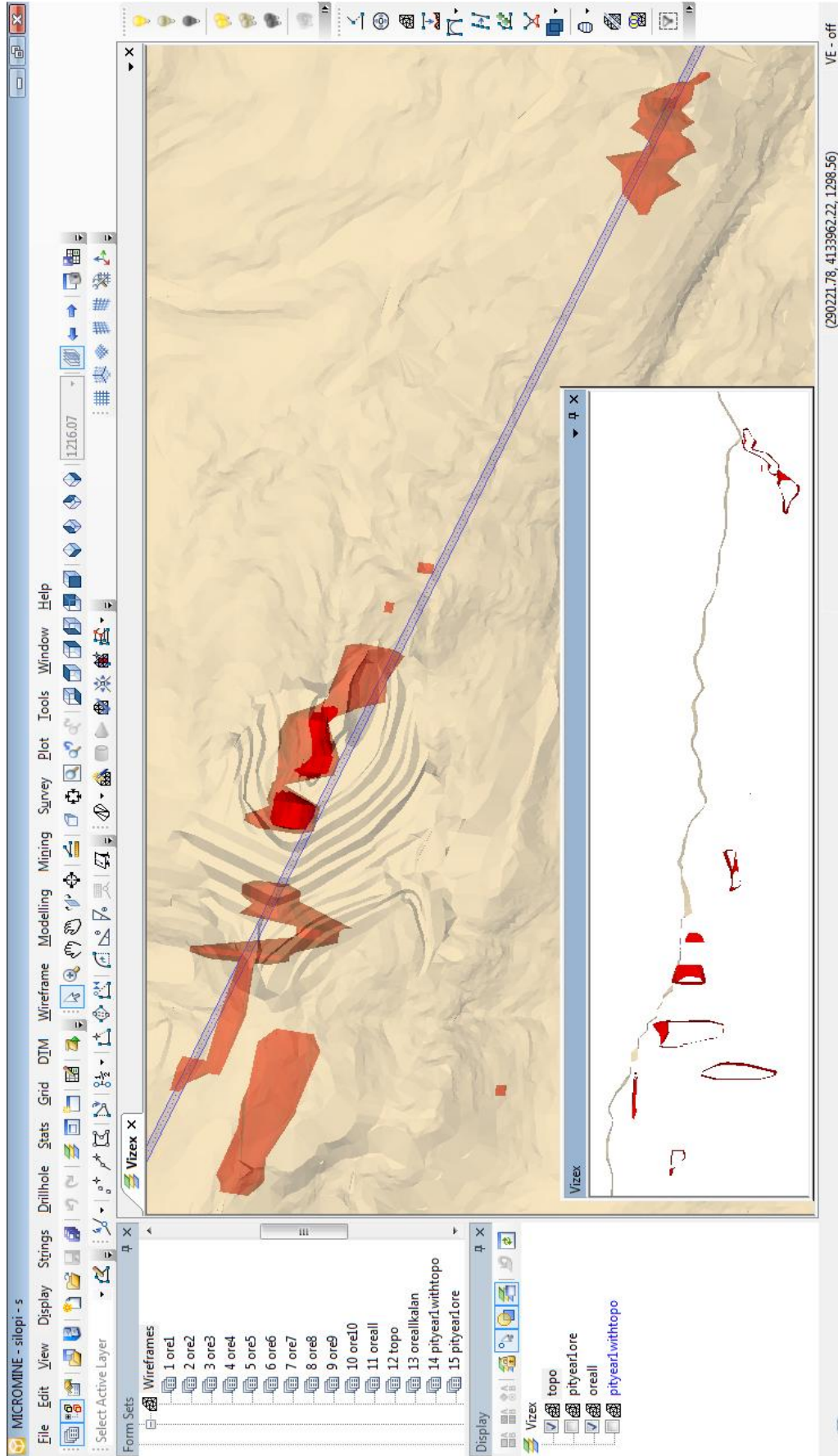
Gravite 1,4 olarak alınırsa üretilecek cevher tonajı = **336.802 ton** olarak bulunur.

**Kazılacak Dekapaj + Cevher Miktarı** =  $550.795 \text{ m}^3$

**Kazılacak Dekapaj Miktarı** =  $550.795,89 \text{ m}^3 - 240.573,34 \text{ m}^3 = \mathbf{310.222 \text{ m}^3}$  olarak hesaplanır.

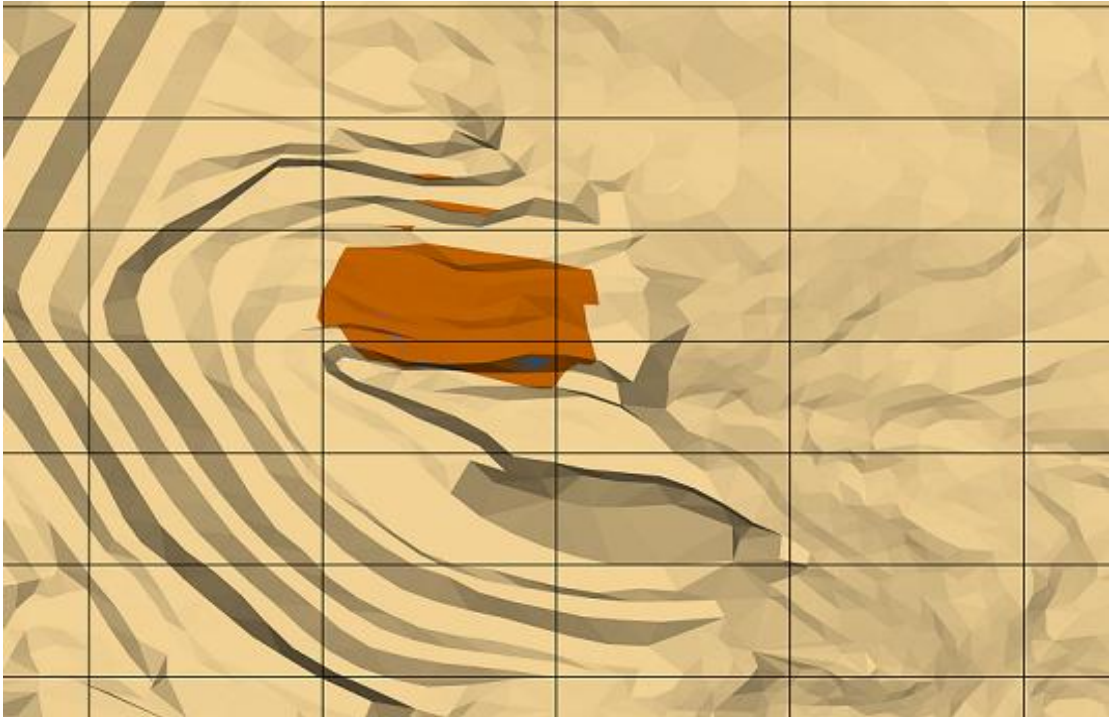
**Örtü Kazı Oranı** =  $1 \text{ ton} - 0,92 \text{ m}^3$





Şekil 4.12. Harbul ve Üçkardeşler ocağı topografya üzerinde açık işletme ve cevher birliktelği-kesit görünüşü

Açık işletmenin 1. yılında yapılacak dekapaj miktarı yukarıdaki hesaplamalara göre 310.222 m<sup>3</sup>'tür. Bu hesaplamalar göre yapılacak dekapaj planı Şekil 4.13'de verilmiştir. Bu çalışma sonucunda üretilecek asfaltit miktarı 336.802 ton'dur. Bu hesaplamalar göre yapılacak asfaltit üretim planı Şekil 4.14'de verilmiştir. Üretimler sonucunda topografyanın son hali Şekil 4.15'de gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli dekapaj alanı

#### b-2. Yıl

Dizayn edilen açık ocağın taban kotu 1080 m dir.

Buna göre üretilecek cevher miktarı; **484.972 m<sup>3</sup>** olarak hesaplanır.

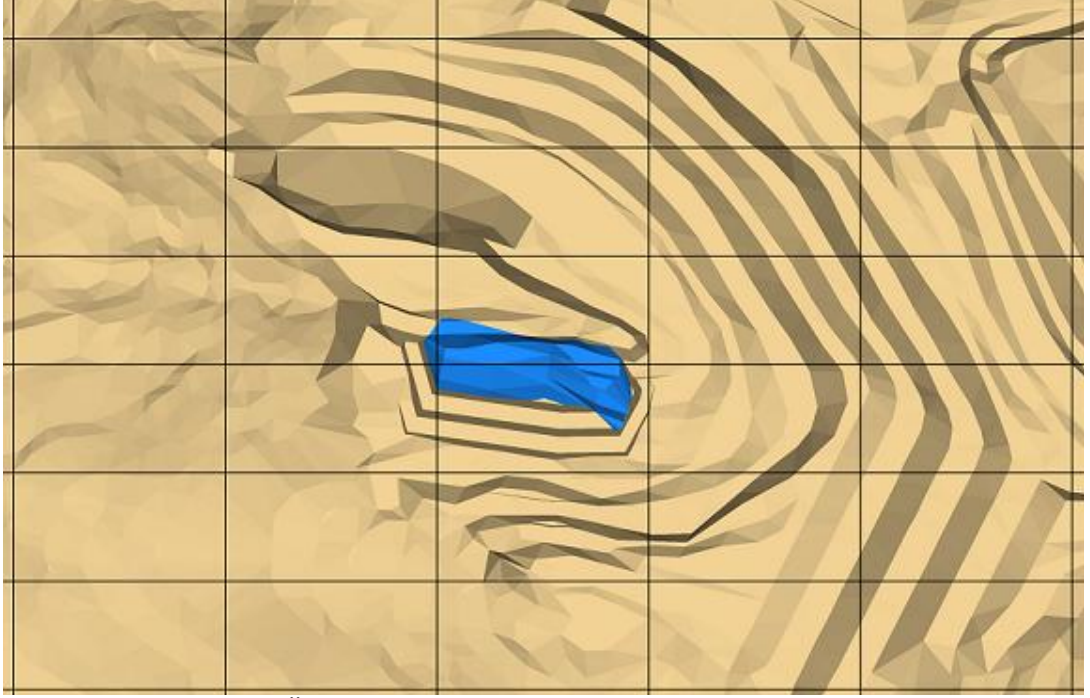
Gravite 1,4 olarak alınırsa üretilecek cevher tonajı = **678.961 ton** olarak bulunur.

**Kazılacak Dekapaj + Cevher Miktarı = 1.223.696 m<sup>3</sup>**

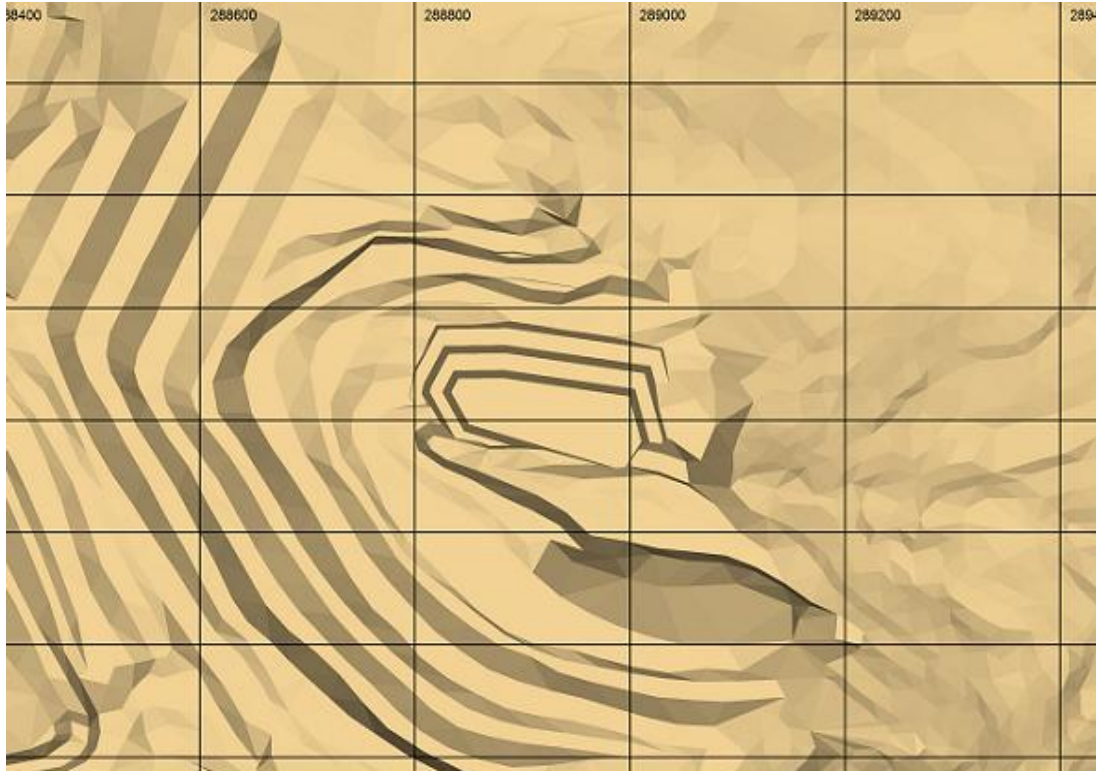
**Kazılacak Dekapaj Miktarı = 1.223.696,53 m<sup>3</sup> - 484.972,54 m<sup>3</sup> = 738.723 m<sup>3</sup>**

olarak hesaplanır.

**Örtü Kazı Oranı = 1 ton - 1,09 m<sup>3</sup>**



Şekil 4.14. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı



Şekil 4.15. Harbul ve Üçkardeşler filonları 1. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı

Açık işletmenin 2. yılında yapılacak dekapaj miktarı yukarıdaki hesaplamalara göre 738.723 m<sup>3</sup>'tür. Bu hesaplamalar göre yapılacak dekapaj planı Şekil 4.16'da verilmiştir. Bu çalışma sonucunda üretilecek asfaltit miktarı 678.961 ton'dur. Bu hesaplamalar göre yapılacak asfaltit üretim planı Şekil 4.17'de verilmiştir. Üretimler sonucunda topografyanın son hali Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



Şekil 4.16. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. yıl kademeli dekapaj alanı

### c- 3. Yıl

Dizayn edilen açık ocağın taban kotu 1060 m dir.

Buna göre üretilecek cevher miktarı; **676.359 m<sup>3</sup>** olarak hesaplanır.

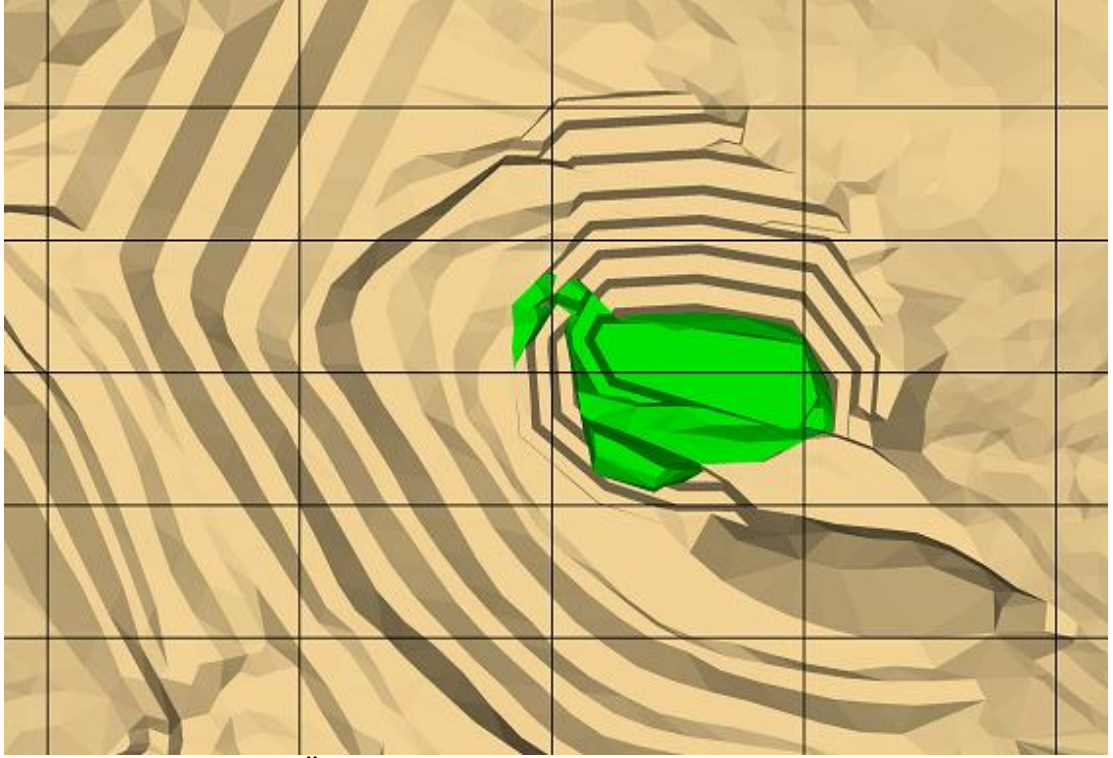
Gravite 1,4 olarak alınırsa üretilecek cevher tonajı = **946.903 ton** olarak bulunur.

**Kazılacak Dekapaj + Cevher Miktarı = 2.781.825 m<sup>3</sup>**

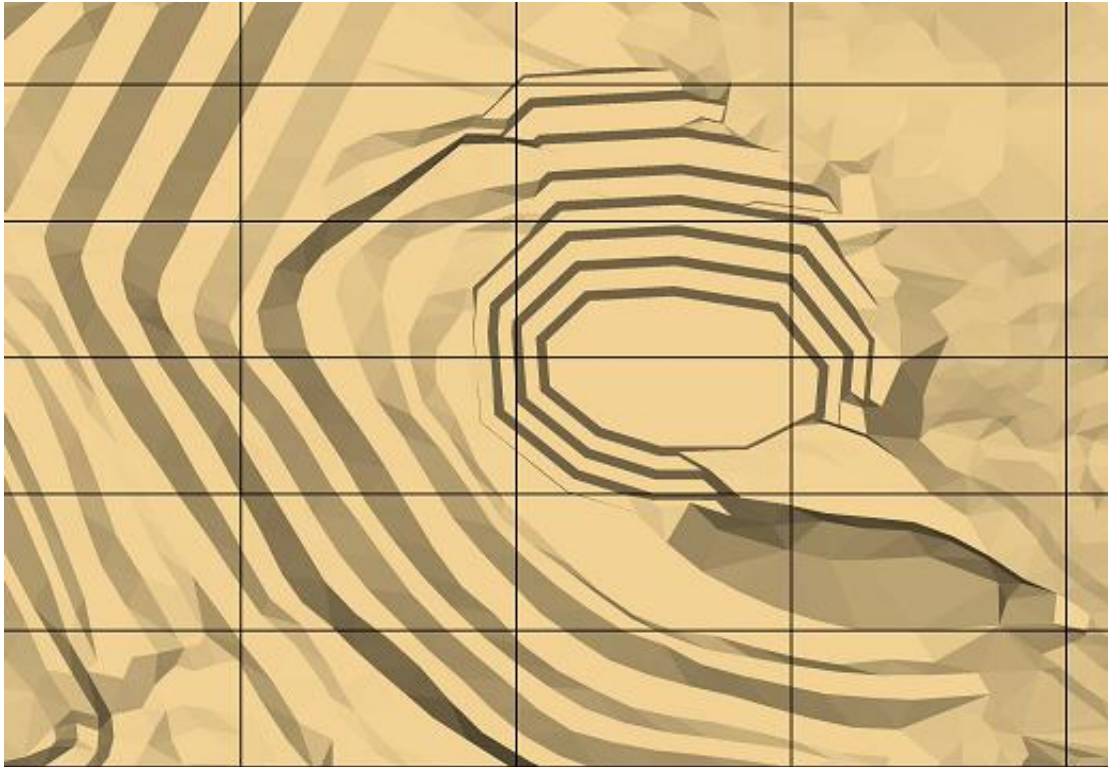
**Kazılacak Dekapaj Miktarı = 2.781.825,01 m<sup>3</sup> - 676.359,87 m<sup>3</sup> = 2.105.465 m<sup>3</sup>**

olarak hesaplanır.

**Örtü Kazı Oranı = 1 ton - 2,22 m<sup>3</sup>**



Şekil 4.17. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. Yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı



Şekil 4.18. Harbul ve Üçkardeşler filonları 2. Yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı

Açık işletmenin 3. yılında yapılacak dekapaj miktarı yukarıdaki hesaplamalara göre 2.105.465 m<sup>3</sup>'tür. Bu hesaplamalar göre yapılacak dekapaj planı Şekil 4.19'da verilmiştir. Bu çalışma sonucunda üretilecek asfaltit miktarı 946.903 ton'dur. Bu hesaplamalar göre yapılacak asfaltit üretim planı Şekil 4.20'de verilmiştir. Üretimler sonucunda topografyanın son hali Şekil 4.21'de gösterilmektedir.

#### d- 4. ve 5. Yıl

Dizayn edilen açık ocağın taban kotu 1050 m'dir.

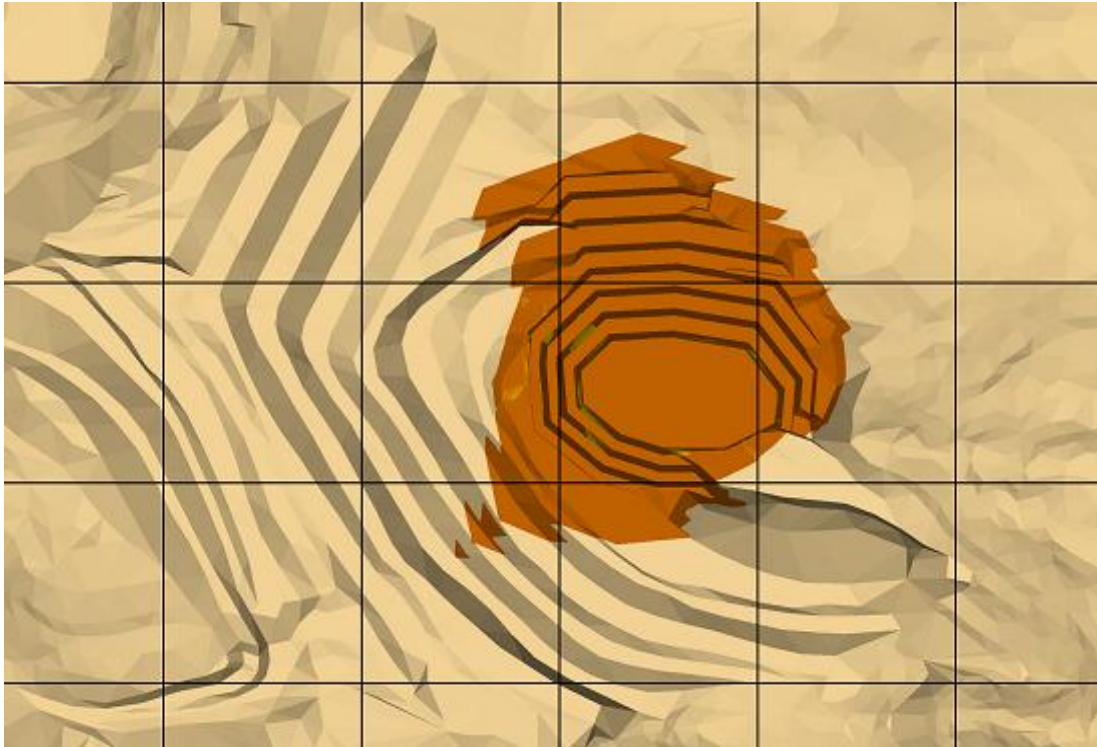
Buna göre üretilecek cevher miktarı; **774.501 m<sup>3</sup>** olarak hesaplanır.

Gravite 1,4 olarak alınırsa üretilecek cevher tonajı = **1.084.302 ton** olarak bulunur.

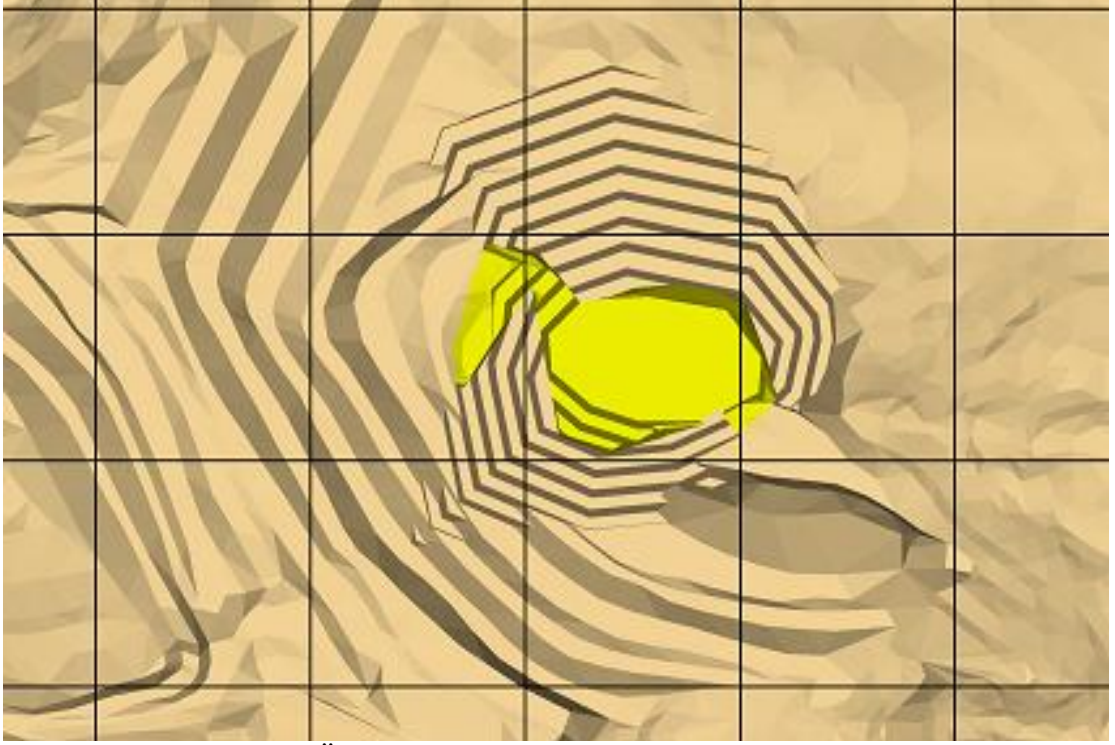
**Kazılacak Dekapaj + Cevher Miktarı** = 2.781.825 m<sup>3</sup>

**Kazılacak Dekapaj Miktarı** = 2.781.825 m<sup>3</sup> - 774.501 m<sup>3</sup> = **2.007.324 m<sup>3</sup>** olarak hesaplanır.

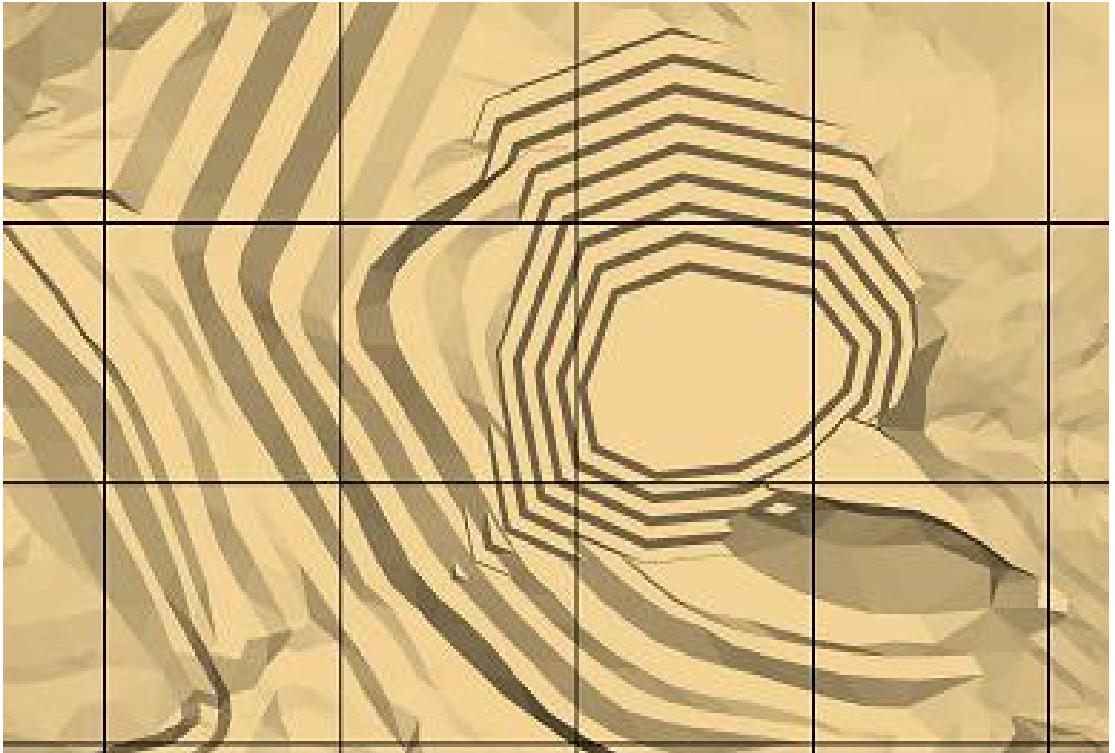
**Örtü Kazı Oranı** = 1 ton - 1,85 m<sup>3</sup>



Şekil 4.19. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli dekapaj alanı



Şekil 4.20. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı



Şekil 4.21. Harbul ve Üçkardeşler filonları 3. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı

Açık işletmenin 4. ve 5. yılında yapılacak dekapaj miktarı yukarıdaki hesaplamalara göre 2.007.324 m<sup>3</sup>'tür. Bu hesaplamalar göre yapılacak dekapaj planı Şekil 4.22'de verilmiştir. Bu çalışma sonucunda üretilecek asfaltit miktarı 1.084.302 ton'dur. Bu hesaplamalar göre yapılacak asfaltit üretim planı Şekil 4.23'de verilmiştir. Üretimler sonucunda topografyanın son hali Şekil 4.24'de gösterilmektedir.

#### e- Toplam Açık İşletme

Dizayn edilen açık ocağın taban kotu 752 m dir.

Buna göre üretilecek cevher miktarı; **20.373.357m<sup>3</sup>** olarak hesaplanır.

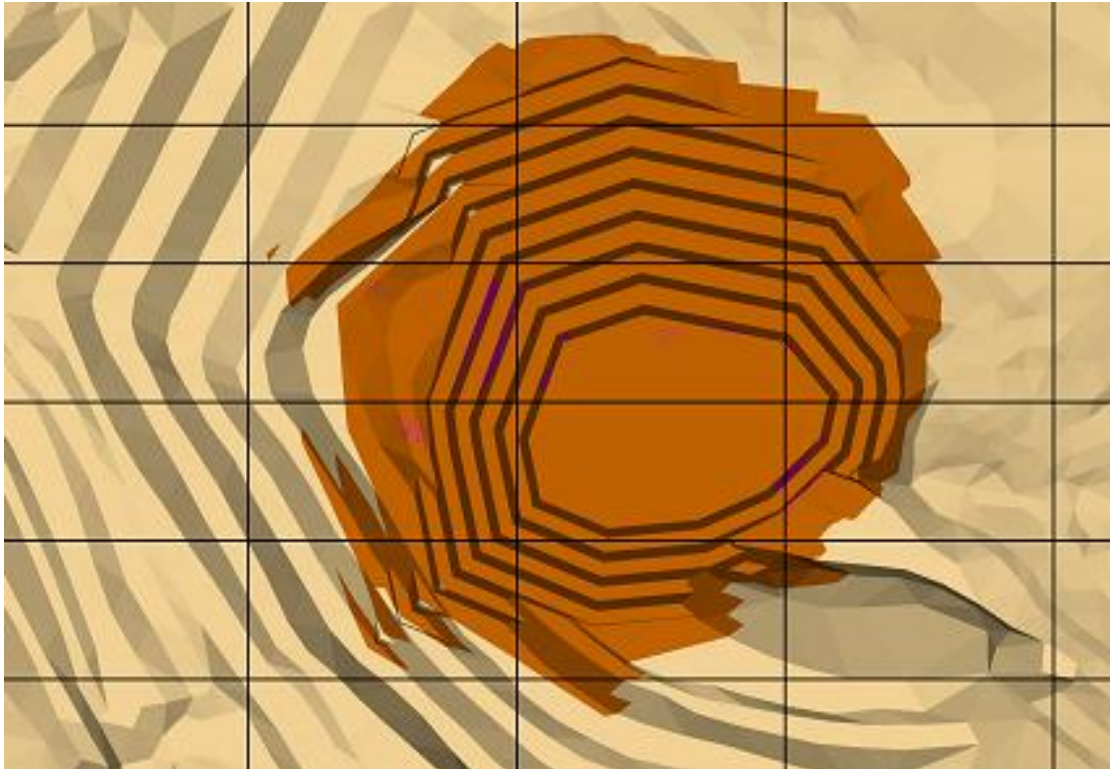
Gravite 1,4 olarak alınırsa üretilecek cevher tonajı = **28.522.700 ton** olarak bulunur.

**Kazılacak Dekapaj + Cevher Miktarı = 699.843.093m<sup>3</sup>**

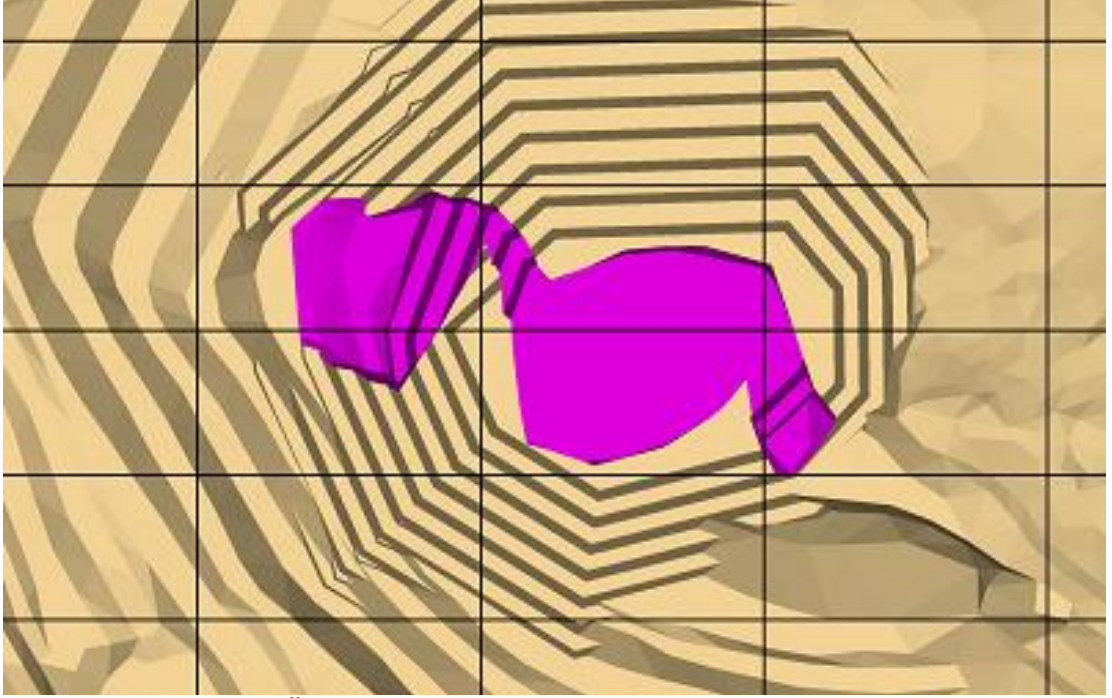
**Kazılacak Dekapaj Miktarı = 699.843.093 m<sup>3</sup> - 20.373.357 m<sup>3</sup> = 679.459.736 m<sup>3</sup>**

olarak hesaplanır.

**Örtü Kazı Oranı = 23,82 m<sup>3</sup>/ton**



Şekil 4.22. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli dekapaj alanı



Şekil 4.23. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim planı



Şekil 4.24. Harbul ve Üçkardeşler filonları 4-5. yıl kademeli açık işletme ve asfaltit üretim sonu topografya planı

İşletmenin tamamının açık işletme yapılacağını düşünürsek yapılacak dekapaj miktarı yukarıdaki hesaplamalara göre 679.459.736 m<sup>3</sup>, asfaltit üretimi ise 28.522.700 ton ve örtü kazı oranı ise 23.82 m<sup>3</sup>/ton olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar göre yapılacak dekapaj ve üretim planı Şekil 4.10'da verilmiştir.

#### 4.5.2. Yeraltı İşletme Yöntemi

Yeraltı işletmesinde uygun üretim yönteminin tespiti temel mühendislik görevidir. Bu görev işletme tekniğinin kapsamıyla iç içe bağıntılı olan işletme yöntemi ve planlanması ile ocağın genel planlanması ve üretim faaliyetlerini içermektedir. Burada mümkün olabilen bir dizi yöntemden en iyisi tercih edilmelidir. Bu işe genel olarak işletme metodu ve planlanması ile başlanılmalıdır. Yöntem seçiminde öncelikle iki kriterin (ölçüt) dikkate alınması gereklidir. Birinci kriter işletme tekniğinden beklenen şartlara bağlıdır. Bunlar; çalışan personelin, maden yatağının ve teçhizatın emniyetinin sağlanmasının dışında aynı zamanda çevrenin mümkün olduğu kadar az etkilenmesini ve en az cevher kaybıyla ekonomik işletmeciliği kapsamaktadır; ikinci kriter ise, maden yatağının çevresinde mevcut olup değiştirilemeyen etkenlerden oluşur. Bu etkenler her şeyden önce altyapı, jeolojik yapı, maden yatağının madencilikle ilgili çok değişken özelliklerini içeren çevre şartlarıdır. Daha geniş anlamda coğrafi konumu, pazar durumu ve verilebilecek teknik hizmetin özelliklerini (geomining conditions) içermektedir (Türkmen, 2009).

##### 4.5.2.1. Seçilen Üretim Yönteminin Tanımı

Tüm göçertmeli yöntemler; az ya da çok kontrollü koşullar altında cevher ve yan kayacın kırılmasına dayanmaktadır. Cevher alındıktan sonra parçalanmış malzeme, boşluğu doldurarak üst kısımda göçük bir alan oluşturmaktadır. Yeraltında açılan büyük boşluklar ani göçmeyle işletmeye önemli zararlar verebileceğinden, tümüyle ve sürekli göçmenin sağlanması esastır. Bu nedenle, tavan taşının kolay göçer nitelikte olması arzu edilmektedir. Bu yöntemlerin kontrolsüz uygulamalarında

(Özellikle delme-patlatma) seyrelme ve cevher kaybı diğer yöntemlere göre daha fazla olabilmektedir.

Kat hazırlıkları yukarıdan aşağıya doğru (En üst kattan en alt kata doğru) yapılır. Yani en üst kat sürülürken aynı zamanda olmamak koşulu ile aralarda belli mesafeler (yaklaşık 20 metre) bırakılarak bir alt kat sürülür. Bu durum arakatlı göçertme yönteminde en fazla 3 veya 4 kat olabilir. Diğer katlar (yukarıdan aşağıya doğru; 5, 6, 7, katlar) hazırlığı biten katlar üretime başladıktan sonra hazırlığa başlar. İlk hazırlık galerisi (en üst kat) üretime (kat arası göçertmeye) başladıktan sonra 5. kat hazırlık galerisi sürülür. Bu durum periyodik olarak devam eder.

Kat üzerindeki en son cepten başlanır. Cep üretimi iki eşik galerisi arasında 15 m uzunluğundaki basamak alınarak yapılır. Patlatma şekli (patlatma yönü için açılan patlatma esnasında açılan ilk boşluk) iki eşik galerisinin son noktasından açılır. Patlatma şekli, serbest kırılma yüzeyi yaratmak için genişletilir. Basamağın geri kalanı açık olan aynaya doğru patlatılır. Cevher alttaki eşik galerilerinden uzaktan kumandalı LHD (yükle-taşı-boşalt)'lar aracılığıyla kaldırılır.

Üretim cebinden cevher alınırken çalışılan yan kayaç sağlam olmadığı için kendiliğinden göçerek mevcut cevher boşluğunu kapatır. Cevher bitimine doğru, cevher ile pasa birbirine karışacağından seyrelme fazla olacaktır. Cevher ve yan taş durumuna bakıldığı zaman göçme olayı kontrol edilemeyecek kadar hızlı olacağından dolgu yapmaya zaman kalmayacaktır.

Üretim ve işletme yönteminin temeli olan kat arası patlatmalarının verimini artırmak için bütün risklerin (çalışan personel ve makine-ekipman) kontrol edilebilmesi gerekmektedir. Aksi halde istenmeyen sonuçlar ile karşı karşıya kalınabilir.

Genel olarak bu yöntemde kullanılacak makine ekipmanlar;

1. Hazırlık aşamasında büyük kesitli galeriler ile çalışıldığı için tek bomlu veya çift bomlu jumbo deliciler,
2. Tahkimat; formasyon bozuk olabilme ihtimali ve hızlı ilerleme açısından beton tahkimat kullanılmalı ve bu tahkimat içinde kuru shotcrete (püskürtme beton) makineleri veya shotcrete robotları kullanılmadır. Bununla beraber kaya

saplamları (swelex, splitset (bunlar diğerlerine nazaran daha pratik) ankraj, ribar, cablebolt vs.) kullanılmalıdır.

3. Hazırlık aşaması dışında kalan göçüklerden cevher yüklemek için muhakkak yeraltı kepçeleri (uzaktan kumandalı-(tele madencilik) kullanılmalıdır.

4. Cevher ocak geometrisinin el verdiği ölçüde yeraltı kamyonları veya bant konveyörlerle yer ocak dışına çıkarılmalıdır.

5. Hazırlık aşaması bittikten sonra göçerme esnasında tavan delmek için mutlak suretle bu işe en uygun tavan delme makineleri (simba) kullanılmalıdır.

#### 4.5.2.2. Arakatlı Blok Göçertme Yöntemi

Arakatlı blok göçertmede yüzeydeki örtü tabakası göçertilir, ara katlar arasındaki cevher alınır ve genel madencilik yönü aşağıya doğrudur. Cevher alındıkça yukarıdan göçme olur. Sadece artık kaya göçertildiğinden cevher klasik yollarla delinip patlatılıp üretilir ve genelde fan şeklinde delikler delinir.

Bir ara katta delinen fan şekilli delikler diğer ara kattan çıkar. Tasarım ve operasyon pratikleri açısından ara katlı göçertme yöntemi en ilerlemiş madencilik yöntemidir. Göçertmenin karmaşıklığından ve kontrol gereksiniminden dolayı iyi mühendislik kaçınılmazdır.

Arakatlı blok göçertmedeki tasarım parametreleri göçertme mekanizması ile ilgilidir. Göçertme mekanizması kaya mekaniğinin bir dalıdır ve konsolide olmuş maddelerin çökmesi ile onların yerçekimi etkisiyle akması konularıyla ilgilenir. Yöntemde cevher delinip patlatılarak akmasına rağmen kaya altı boşaltıldığı için göçer. Karışımı engellemek için aşırı dikkat harcanması gereklidir.

Göçertmeli yöntemlerin bir başka karakteristiği de madencilikten önce geniş çaplı hazırlık gerektirmesidir. Ara katlı göçertmeli yöntemde üretimin %15-20 si hazırlık sırasında gerçekleştirilir. Hazırlık çalışmalarının büyük bir kısmını nakliye ve ara katlardaki yatay galerilerdir. Dik veya dike yakın damarlarda yöntem damarın geometrisine bağlı olarak dar damarlarda boylamasına geniş damarlarda ise enlemesine uygulanabilir. Fakat cevher yatağı yassı, yatay bile olsa yeteri kalınlığa sahipse yine yöntem uygulanabilir.

Nakliye katlarında veya opsiyonel olarak ara katlarda galeri ve rekuplar (tabakalaşmaya dik kısa galeriler) ağ oluştururlar (grid). Çok sayıda birbirine bağlı açıklıklar önemli bir şekilde nakliye ve havalandırmayı kolaylaştırır.

Yoğun hazırlık çalışmaları gerektiren bu yöntemde ileri mekanizasyon uygulamaları büyük fayda sağlamıştır. Bunun yanı sıra bütün madencilik uygulamaları da mekanize olarak yapılmaktadır.

Bu yöntem genelde sert kaya madenciliği olduğu için sürekli madencilerin veya tünel açma makinelerinin kullanımı verimli olmamaktadır. Dolayısıyla klasik operasyonlar uygulanır. Kayanın göçertilmesi, madenin alınmasında verimli patlatma gerektirdiğinden delme- patlatma en kritik operasyon haline gelmektedir. Fan şeklindeki deliklerin hizalanması ve doldurulması tamamen mekanize yapılır. Malzeme yükleme klasik yollarla yapılır. Cevher yükleme noktalarına nakledilir ve cevher geçitlerinden ana nakliye galerilerine iletilir.

#### **a. Üretim Bacası Genişliği**

Baca genişliği arttıkça seyrelme azalmakta ancak tahkimat masrafları artmaktadır. Bu nedenle kayacın dayanımına göre bir optimum bulunmalıdır. Çalışmakta olan madenlerde bu genişlik 3-6 m arasında değişmektedir.

#### **b. Arakatlar Arasındaki Uzaklık**

Arakatlar arasındaki uzaklığın seçimi patlatma deliklerinin hassaslığına bağlıdır. Sapmış deliklerde yapılan bir patlatma sonunda, homojen bir parça iriliği elde edilemeyeceği gibi, düzgün olmayan bir yüzey oluşacağı için seyrelme artacaktır. Delme hassasiyeti kayaç tipi, kullanılan, makine ve sondaj ekibinin deneyimi gibi çeşitli etkenlere bağlı olduğundan, arakatlar arasındaki uzaklık, çalışmakta olan madenlerde büyük farklılıklar göstermektedir (8-20 m).

### **c. Üretim Bacaları Arasındaki Uzaklık**

Üretim bacaları arasındaki maksimum uzaklık hareket elipsoidinin genişliğine bağlıdır. Minimum uzaklık ise üretim bacası genişliğinden küçük olamaz ve cevher zayıfısa duyarlılığı sağlamak amacıyla genellikle üretim bacası genişliğinden 2 veya 3 kat daha büyük alınır.

### **d. Üretim Bacası Yüksekliği**

Baca arkasındaki cevher kaybını en az tutabilmek amacıyla üretim bacası genişliği minimum tutulmaya çalışılmalıdır. Kayıp cevher hacmi ring atımına ve baca yüksekliğine bağlıdır.

#### **4.5.2.3. Arakatlı Blok Göçertme Yönteminde Patlatma Tasarımı**

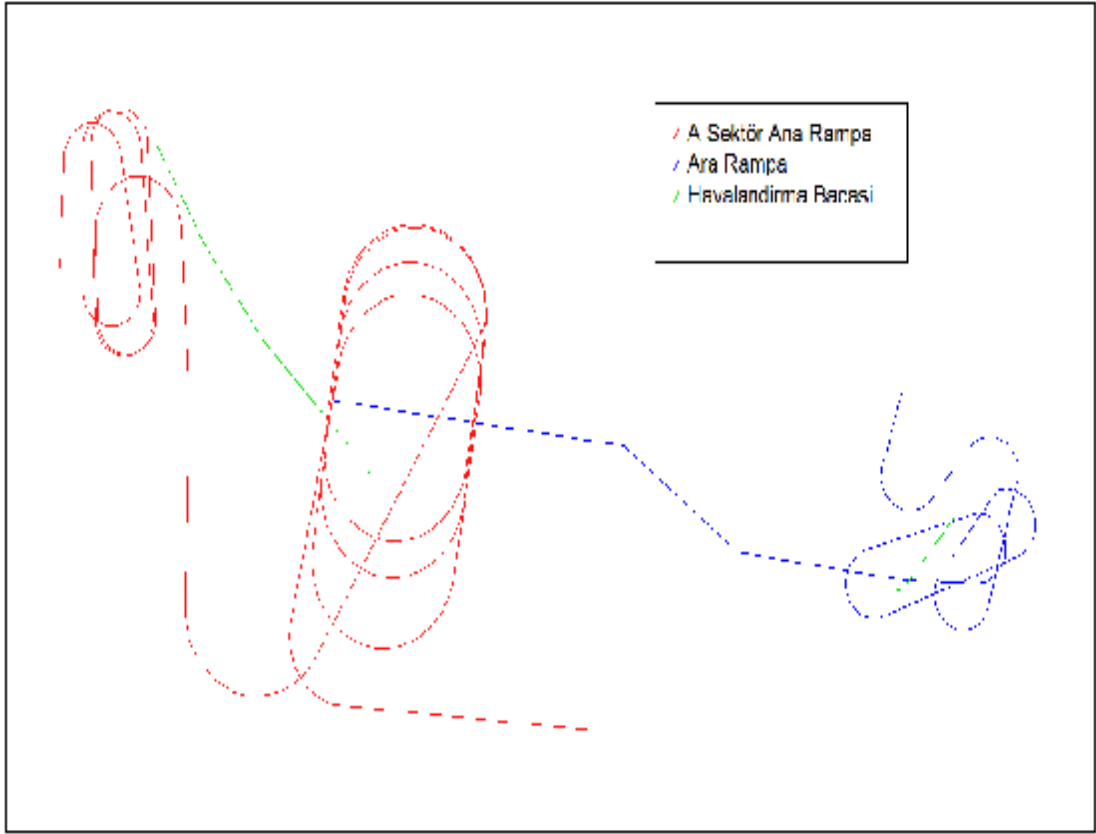
Arakatlı göçertme yöntemi ile üretim patlatmaları yapılabilmesi için öncelikle uygun hacimde serbest yüzey oluşturulması gerekmektedir. Delme-patlatma ile oluşturulması planlanan bu serbest yüzey, paralel delik veya yelpaze çekme patlatma yöntemleri ile açılabilir. Bu aşamada serbest yüzeyin yelpaze çekme metodu ile oluşturulması kararlaştırılmış, patlatma dizayn ve planları bu doğrultuda oluşturulmuştur.

Patlatma tasarımı uygulama aşamasında pek çok zorlukla karşılaşılmıştır. Bunlardan en önemlisi bu patlatmalar için özel olarak alınmış olan delici makinenin (Simba) yelpaze çekme metodunun gerektirdiği açılarda öne eğimli delikleri delmeye uygun olmayışıdır. Delici makine paralel delik metodunun uygulanmasına yönelik tasarlanmış olup öne doğru verebileceği en büyük açı 30°'dir.

Bu durumda delici makinenin (simba) delemeyeceği öne geniş açılı patlatma deliklerinin, galeri aynalarının delinmesinde kullanılan elektro hidrolik delici (jumbo) ile delinmeleri kararlaştırılmıştır.

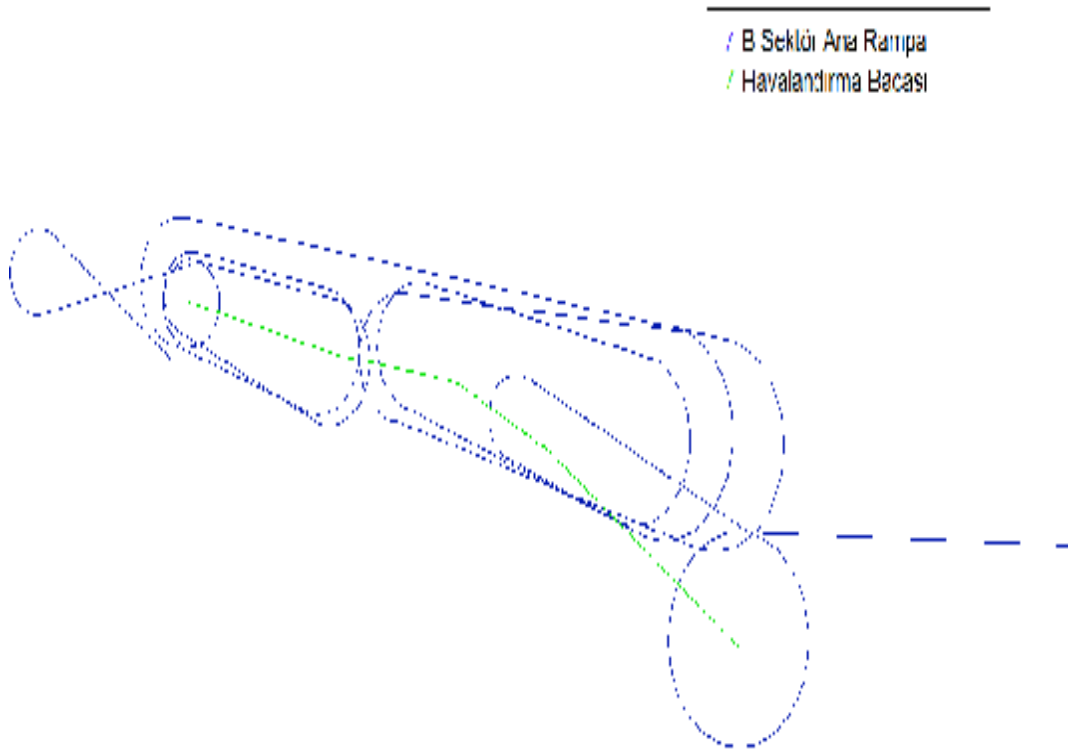
#### 4.5.2.4. Arakathlı Blok Göçertme Yönteminde Tasarlanan İşletme Parametreleri

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit yeraltı işletmesinde A ve B sektörü olmak üzere iki sektör ana rampa tasarlanmıştır. Rampalar 5x5 at nalı şeklinde toplam uzunluk 8838m olarak tasarlanmıştır. Ana rampalara bağlı 3 adet 5x5 daire kesitli havalandırma kuyuları toplam uzunlukları 1689 m olarak planlanmıştır. İki adet havalandırma kuyusu A sektör ana rampadaki katları havalandırmak amaçlı düşünülmüştür (Şekil 4.25). Bir adet havalandırma kuyusu ise B sektör ana rampadaki katları havalandırmak amacıyla düşünülmüştür (Şekil 4.26).

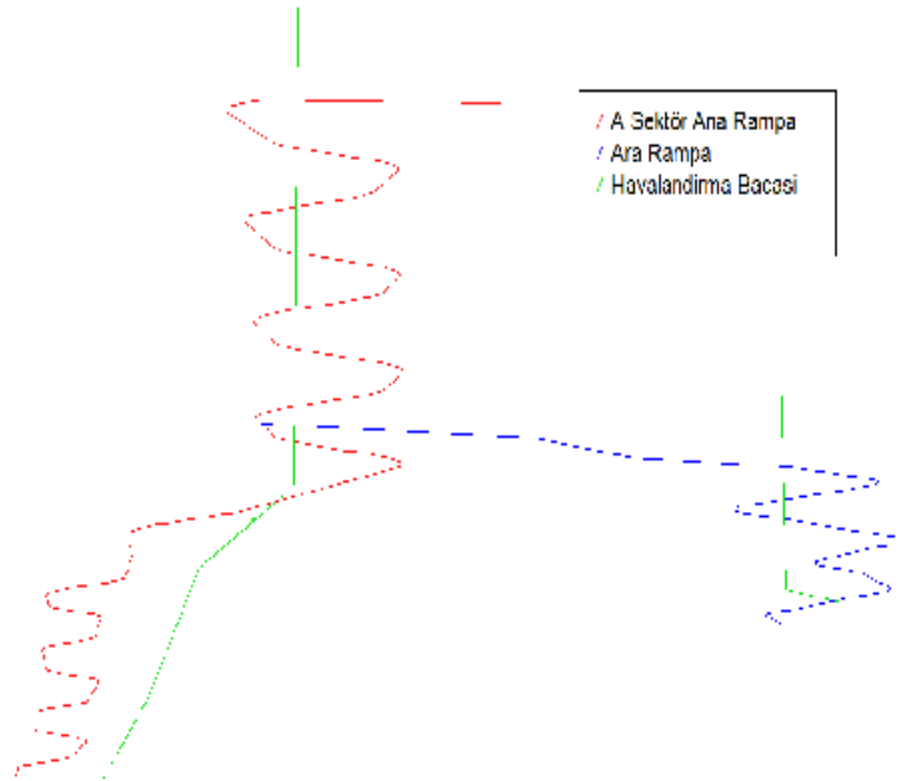


Şekil 4.25. A sektör ana rampa, ara rampa ve havalandırma planı

A sektör ana rampa 1185 kotundan başlayarak %-12 eğimle 3685 m 5x5 kesitinde ilerlenmesi planlanmaktadır. Bu ana rampaya bağlı olarak bir adet ara rampa %-12 eğimle 1240 m rampalarda toplamda 21 kat ve 8950 m drift sürülmesi planlanmaktadır (Şekil 4.27).

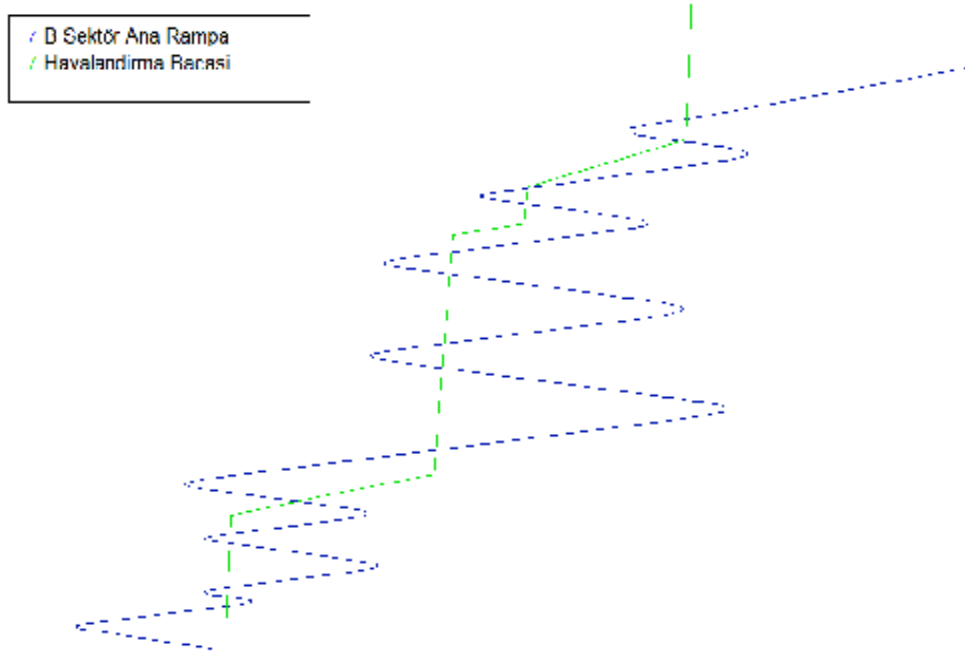


Şekil 4.26. B sektör ana rampa ve havalandırma galerileri planı



Şekil 4.27. A sektör ana rampa, ara rampa ve havalandırma galerilerine güneyden bakış planı

B sektör ana rampa 1338 kotundan başlayarak %-12 eğimle 3914 m 5x5 kesitinde ilerlenmesi planlanmaktadır. Ana rampadan toplamda 17 kat 3365 m drift sürülmesi planlanmaktadır (Şekil 4.28).

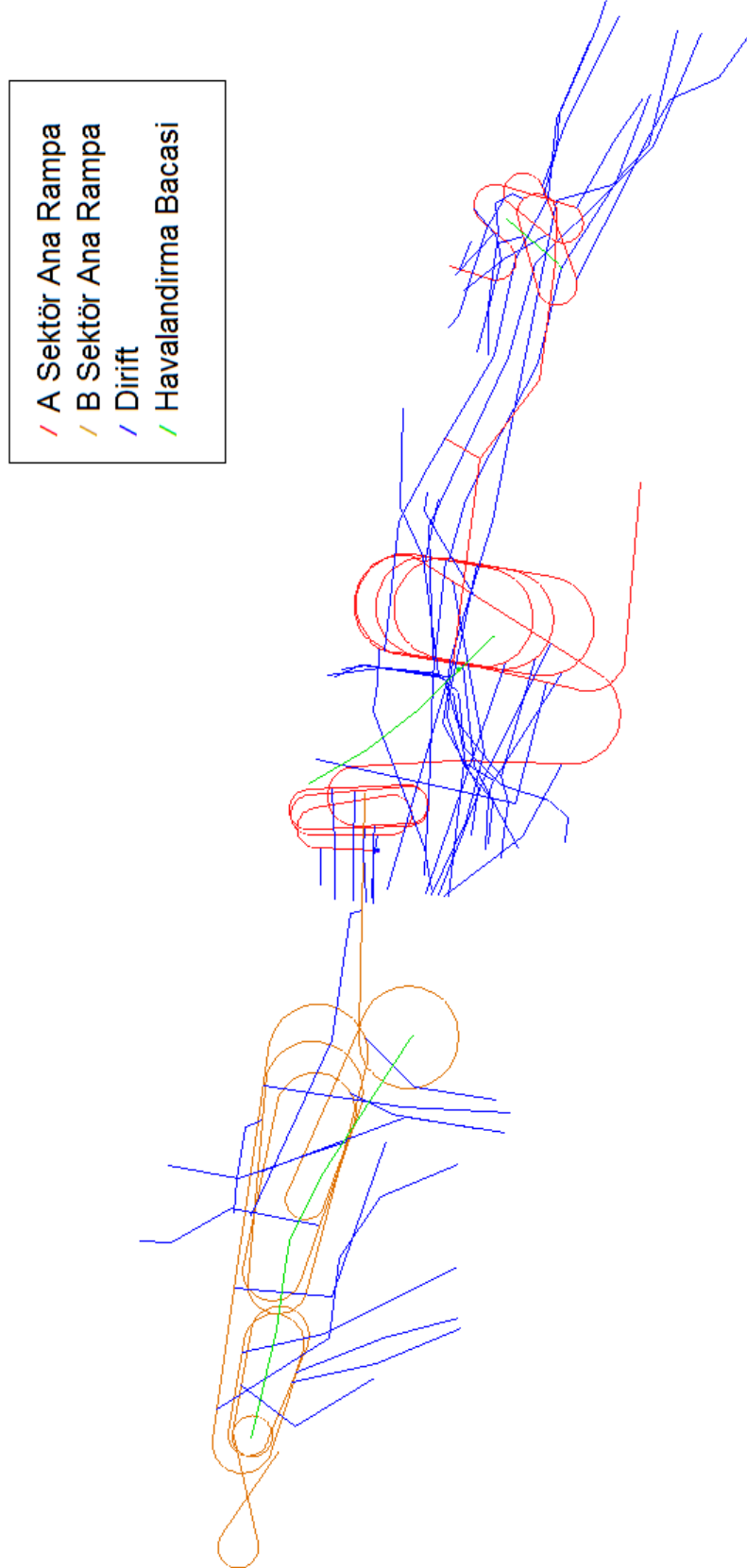


Şekil 4.28. 2. Ana rampa ve havalandırma güneyden bakış planı

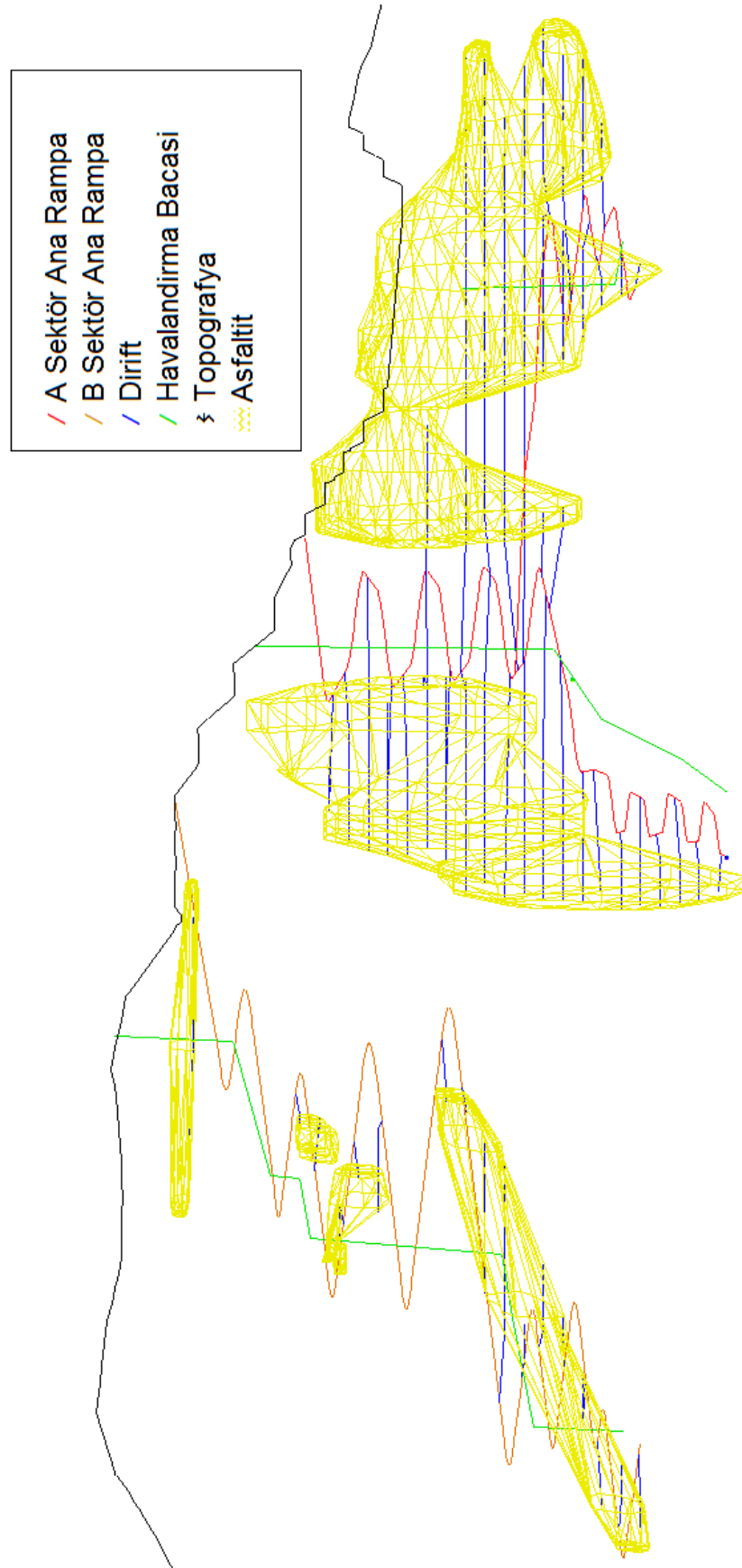
Hazırlıklar sonucunda yeraltından yıllık 1.200.000 ton üretim yapılarak toplam 25.475.732 ton asfaltit üretilmesi planlanmaktadır. Planlanan üretimler doğrultusunda yeraltı işletme ömrü 21 yıl olarak ön görülmektedir.

Bu planlamalar sonucunda Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de işletme modelleri verilmiştir.

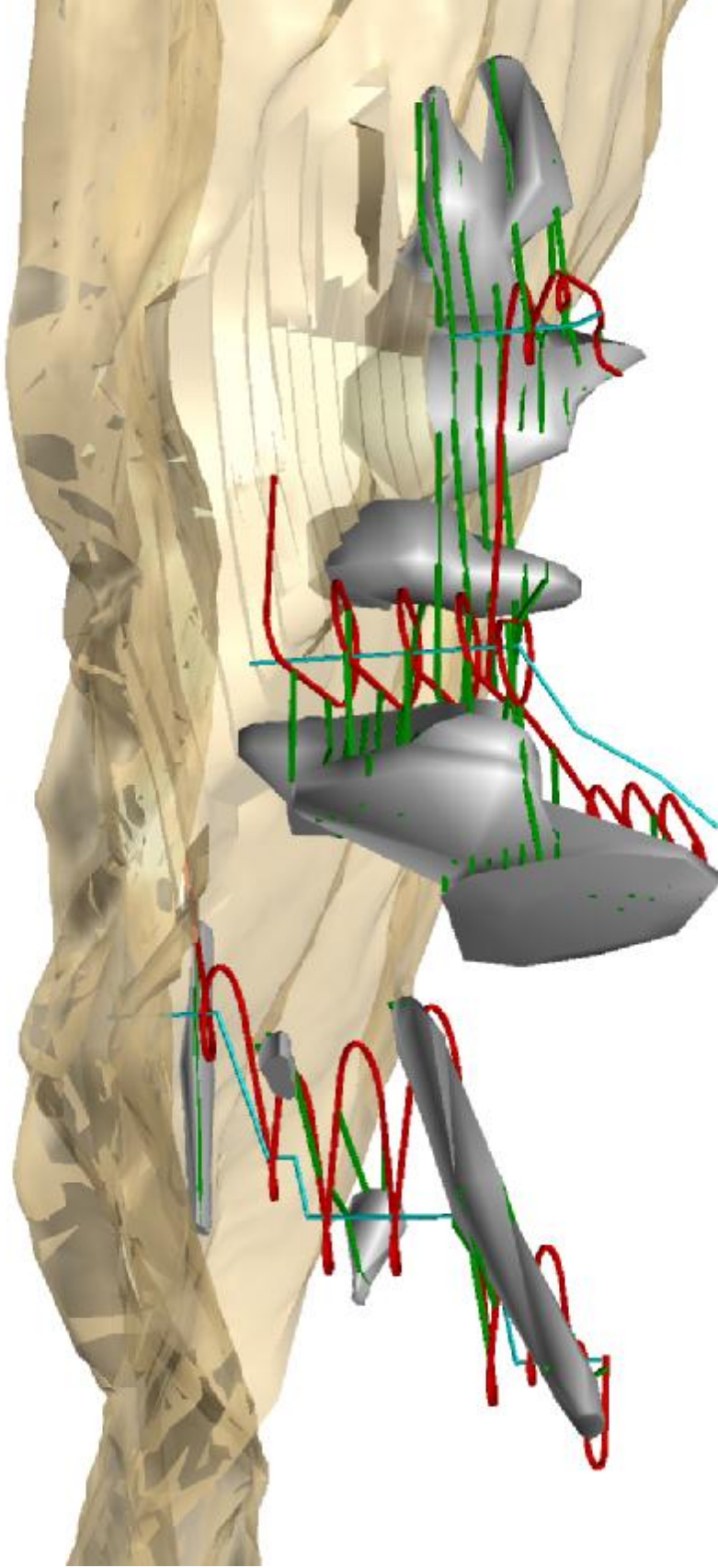
Ana galeri genellikle kireçtaşından oluşmuş olan taban taşında sürülecektir. Rampadan ayrılan her kat asfaltit kontağına kadar croos kat, kuzey-doğu doğrultusunda devam etmektedir. Croos (kat hazırlık galerisi) katlardan asfaltit kontağını takip ederek asfaltit boyunca driftler (cevher içindeki hazırlık galerisi) sürülmesi planlanmaktadır. Driftlerden stoplar (ana üretim galerisi) sürülerek ana üretime geçilmesi planlanmaktadır. İki kat arasındaki kalınlığı 20 m olarak ön görülmüştür. Stoplar arası topuk mesafesi 1 stopun 3 katı olarak 15 m planlaması yapılmıştır. Stoplar şeş-beş olarak alt alta gelecek şekilde dizayn edilmiştir.



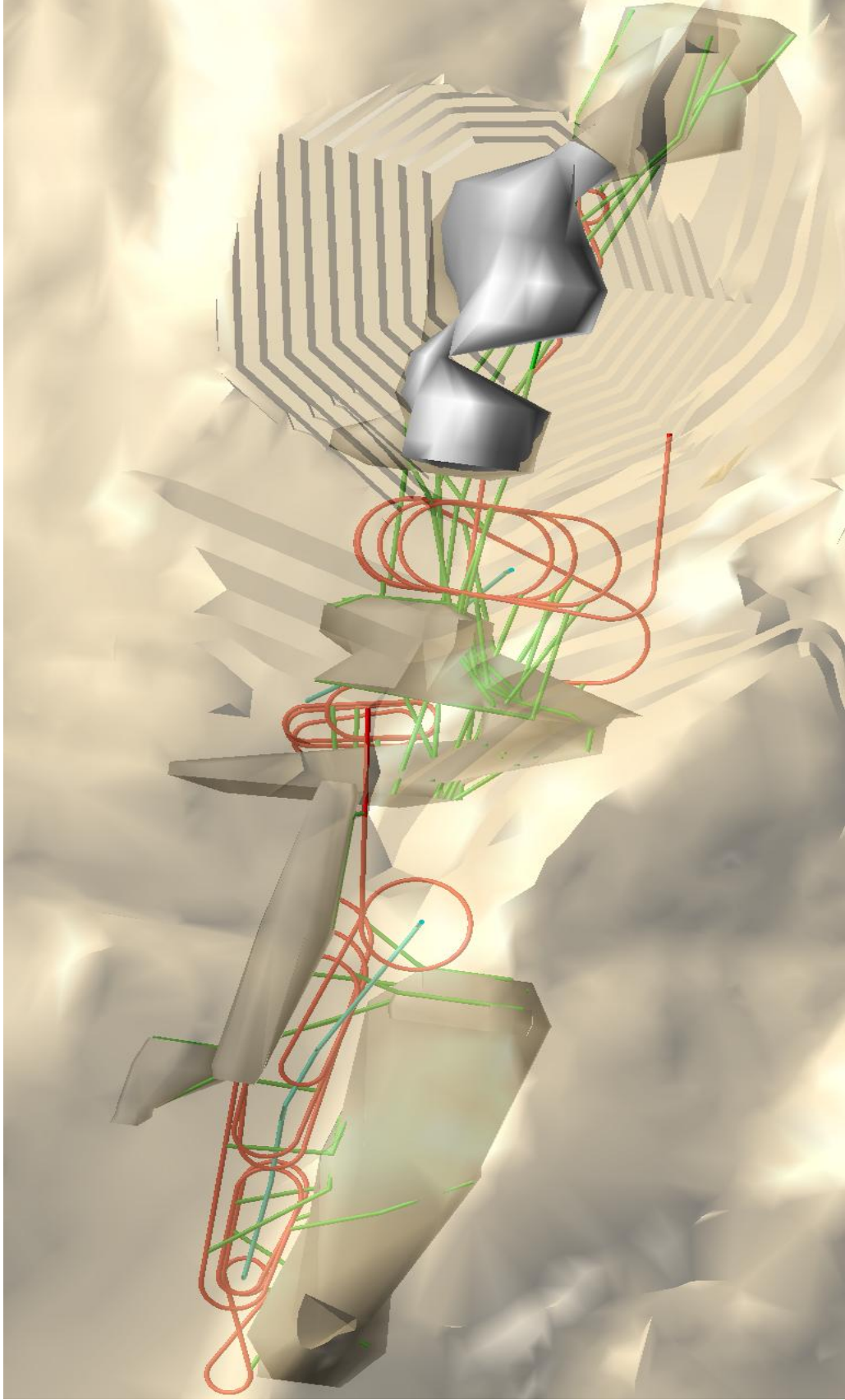
Şekil 4.29. Yeraltı dizaynı plan görüntüsü



Şekil 4.30. Yeraltı dizaynı Güneyden bakış kesit görüntüsü



Şekil 4.31. Yeraltı dizaynı perspektif 3 boyutlu görüntüsü



Şekil 4.32. Yeraltı dizaynı 3 boyutlu plan grntss

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında Şırnak İli, Silopi İlçesi'nde bulunan Harbul ve Üçkardeşler Filonları'na ait, MTA tarafından yapılan sondajlara dayanarak, Micromine paket programı ile asfaltit filonlarının; üç boyutlu maden yatağı modellenmesi yapılmıştır ve rezervi belirlenmiştir. Bulunan rezerv sonucunda uygun üretim yöntemine karar verilmeye çalışılmıştır.

Harbul ve Üçkardeşler ocağında program dışında yapılan ara sondajlar olmadığından görüldüğü üzere hesaplanan rezervler arasında %4'e yakın fark ortaya çıkmaktadır. Rezerv hesaplarının sağlamlığı için daha fazla sondaj verisine ihtiyaç duyulmaktadır.

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

Mevcut veri yoğunluğunun yatağın değişkenliğine göre yetersiz kaldığı (özellikle Üçkardeşler), kaynak tahmini yapılan filon içinde arama boşlukları (etki mesafeleri ötesindeki filon kesimleri) kaldığı anlaşılmaktadır.

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

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

Asfaltitte yeraltı işletmesi, açık işletmeye göre; zaman alıcı, tehlikeli, maliyetli, üretim hızı ve dünyada asfaltitte yeraltı işletmesinin olmaması nedeni ile

gerekli araştırmaların yapılmaması durumunda, işletmenin tamamının da açık işletme olarak devam etmesi kaçınılmaz durumdadır.

Harbul ve Üçkardeşler ocağı için düşünülen işletme yöntemleri açık işletme ve yeraltı ara katlı blok göçertme yöntemidir. TKİ tarafından önceki yıllarda yapılan üretimler sonucunda cevher üzerindeki örtünün büyük bir kısmının kaldırılmış olması bu sonucu doğurmuştur.

İlk beş yıl üretimler spesifik olarak yapılması ve beş yıl sonunda örtü kazı maliyetinin artması neticesinde hem yeraltı hem de açık işletme üretimleri devam edilmesi düşünülmektedir.

Açık işletmenin ilk beş yıl için 1. yılında yapılacak dekapaj miktarı 310.222 m<sup>3</sup> ve asfaltit üretimi 336.802 ton'dur. 2. yılında yapılacak dekapaj miktarı 738.723 m<sup>3</sup> ve asfaltit üretimi 678.961 tondur. 3. yılında yapılacak dekapaj miktarı 2.105.465 m<sup>3</sup> ve asfaltit üretimi 946.903 tondur. 4. ve 5. yıllarda yapılacak dekapaj miktarı hesaplamalara göre 2.007.323 m<sup>3</sup> ve asfaltit üretimi 1.084.302 tondur. İlk beş yıllık 3.046.968 ton üretim için dekapaj miktarı 5.161.733 m<sup>3</sup>'tür.

Açık işletme çalışmaları devam ederken yeraltı hazırlıklarının başlaması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar sonucu toplam 8838 m ana desandre, 1689 m havalandırma kuyusu, 12315 m drift hazırlığı yapılacaktır. Bu hazırlıklar neticesinde 21 yıl boyunca 1.200.000 ton/yıl asfaltit üretimi yapılması düşünülmektedir.

Harbul ve Üçkardeşler asfaltit filonlarında MTA tarafından belirlenen 5.505 KCal/kg asfaltitin görünür rezervi 27.386.000 ton olarak hesaplanmış olup görünür+muhtemel+mümkün rezerv adına ortalama 5.505 KCal/kg 46.117.000 ton rezerv tespiti yapılmıştır (Şengüller,2007) (Çizelge 2.2.). Bu çalışmada hesaplanan görünür rezerv 28.522.700,42 ton asfaltit olarak hesaplanmıştır. Bu rakamsal benzerlik hesaplamaların doğruluğunu ortaya çıkarmıştır.

## KAYNAKLAR

- AKÇAKOCA, H., 2001. Maden Yataklarının Üç Boyutlu Olarak Modellenmesinde Yapay Sinir Ağı Sistemlerinin Kullanılması ve İntegrasyonu. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, Ankara, 205.
- AKYOL, M., 2009. Kızılyüksek krom yatağına (Aladağ) ait rezerv ve işletme yönteminin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- ALKAN, B., 2007. Jeostatistik ve Bulanık Yaklaşımlar ile Adana Çimento Hammadde Sahasının Değerlendirmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana,75.
- ALTINLI, İ. E., 1952, Siirt Güneydoğusunun Jeolojik İncelemesi. M.T.A. Rap. no. 1977, Ankara (yayınlanmamış).
- ALTINLI, İ. E., PAMİR, N. H., ERENTÖZ, C.,1963, Türkiye Jeoloji Haritası/Cizre, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 1963, Ankara T.K.İ., 2002, G.A.L. İşletme Müdürlüğü,
- BLUMENTHAL, M., 1944, Harbul Bölgesinin Statigrafisi Tektoniği ve Petrol Araştırmaları Bakımından Önemi Hakkında Düşünceler M.T.A. Rap. No: 1673.
- CUMMINS, A. B., 1973, SME Mining Engineering Handbook, The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Eng., New York.
- ÇETİNER, E., 1991. Bilgisayar Destekli Maden Yatağı Modellemesi ve Kesit Yöntemiyle Rezerv Tahmininin Hüsamlar Kömür Sahasına Uygulanması. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 71.
- DAVID, M., 1977. Geoistical Ore Reserve Estimation. Elsevier Scientific Publishing Company Inc., New York.
- DENBY, B., CROGHAN, J., 1989. NUModel: A Recursive Computerised Modelling System for Mine Design. Int. Jour. Of Surf. Min. No: 3, 133-139.

- EREN, Ü., 2008. Asfaltitin Asfalt Betonunda Mineral Filler Olarak Kullanılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- ERARSLAN, K., 2003. Jeolojik ve Madencilik Sistemi (JMS) VE Bir Bakır Sahasının Değerlendirilmesi. Madencilik, Cilt: 42, Sayı: 4, Sayfa: 3-13.
- ERGİN H., KIRMANLI C., ERDOĞAN T., 1998, Yeni Bilgisayar Teknikleri İle Kaliteye Bağlı Olarak Sınıflandırılmış Kömür Rezervlerin Belirlenmesi, s.22.
- EVANS, N., 1986. Computer Applications in Mine Planning and Design. Min. Sci. And Tech., Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, Vol: 3, No:3, 167-172.
- FAIRFIELD, J., D., LEIGH, R., W., 1969. A Computer Program for the Design of Open Pits. In: Proc. 7th International Symposium on Operations Research and Computer Applications in the Mineral Industries, Q Colorado School Mines, 61 (3): 329-340.
- FETTWEIS, G.B., 1990. Der Produktionsfaktor Lagerstätte In: Wahl Siegfried von (Hrsg); Serg-wirtschaft Bd.1. Die Elementaren Produktionsfaktoren des Bergbau betriebs".
- FOLEY, E.J., 1938, Harbul'daki Asfaltit Deposunun Jeolojisi M.T.A. Rap. No:1351.
- GÜLMEZ, A., 2008, Bir Maden Yatağının Katı Modelinin Oluşturulması, Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Ana Bili Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- GRİFFİN, P., 1997; Practical Computer Modelling and Planning of Mineral Reserves", Mine Planning and Equipment Selection, s. 675-679.
- HUSTRULID, W.A., 1982. Underground Mining Methods Handbook, SME, USA.
- JAMES, W., R., 1966. FORTRAN IV Program Using double Fourier Series for Surface Fitting of Irregularly Spaced Data. Computer Contributions 5, State Geological Survey, The University of Kansas, Lawrence, Kansas.
- JİANG, Y., D.,1998. An Interactive 3-D Mine Modelling, Visualization and Information System. Queen's Universty, Minning Engineering, The Degree of Doctor of Philosophy, Canada, p. 213.
- İŞİGER, T., 1973. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Asfaltit Aramalarına Ait Ön Rapor M.T.A. Rap. No:6199.

- IŞIGER, T., 1985. Mardin, Silopi, Harbul ve Üçkardeşler Filonlarına Ait Jroloji Raporu M.T.A. Rap. No:1756.
- KETİN, İ., 1983. Türkiye Madencilğine Genel Bir Bakış.
- KILIÇ, Ö. ve KILIÇ, A.M., 2008, Mersin İli Maden Kaynakları ve Madencilik Açısından Önemi, Mersin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin.
- KRIGE, D., G., 1966. Two- Dimensional Weighted Moving Average Trend surfaces for ore Valuation. In: Program Symposium on Mathematical Statistics and Computer Applications in Ore Valuation. Journal South African Institution Mining and Metallurgy, Johannesburg, pp. 13-38.
- LEBKÜCHNER, R. F., 1965, Siirt ve Mardin Vilâyetlerdeki Asfaltit Zuhurlarında 1964 Yılında Yapılan Ön Prospeksiyon Hakkında. M.T. A. Rap., Ankara (yayınlanmamış).
- LEBKUCHNER, R., ve ÜNYAY, Ö., 1967, Mardin Silopi Harbul asfaltit zuhurlarına ait rapor. M.T.A. Rap. No: 4019
- LEMON, A., M., JONES N., L., 2003. Building Solid Models from Boreholes and User-Defined Cross-sections. Pergamon, Computers & Geosciences, 29, 547-555.
- MATHERON, G., 1963. Principles of Geostatistics. Econ Geol., 58: 1246-1266.
- MAVİ KİTAP, 2010. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları, 260 s., Ankara.
- ORHUN, F., 1969. Güneydoğu Türkiye'deki Asfaltit Madenlerin Özellikleri, Metamorföz Dereceleri ve Klasifikasyon Problemleri, MTA Enstitüsü Dergisi, 72 s. 146-158, Ankara.
- RENDU, J. ve MARHİESON, G., 1990; "Statistical and Geostatistical Methods", Surface Mining 2nd Edition-Kennedy, B.A. (editör), SME, s. 301-348, Colorado.
- RWE, 2009. World Energy Report.
- SERTAKAR, A., G., 2008, Demineralize Asfaltitten Karbon Köpük Üretimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- SEYHAN, I., 2000. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Kalkınması İçin Önemli Olan Maden Yatakları.
- SIDES, E., J., 1997. Geological Modelling of Mineral Deposits for Prediction in mining. Original Paper, Geol Rundsch 86: p. 342-353.
- ŞENGÜLER, İ., 2007. Ülkemiz Enerji Bütünlemede Linyit ve Termik Santraller. TMMOB, II. Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı.
- TAŞPOLAT, L., T., 2006. Afyon Mermer Tozlarının ve Şırnak Asfaltitlerinin Atık Depolama Alanları Tabakalarında Kullanılması. Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- TKİ, 2007. Asfaltit, Türkiye Kömür İşletmeleri kurumu Genel Müdürlüğü, Eğitim Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- TMMOB, 2006, Türkiye Mühendis ve Mimar Odalar Birliği. TMMOB Enerji Raporu, Yağmur Ofset, s. 152, Ankara.
- TMMOB Makine Mühendisler Odası, 2010, TMMOB Makine Mühendisler Odası Türkiye'de Termik Santraller Raporu, s. 82 Ankara.
- 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.
- UYANIK, T., 2006, Maden ve Mineraller, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, HS No: 25, 26, 27, 6802.
- YANGBING, W., LIXIN, W., WENZHONG, S., XIAOMENG, L., 2007. ISPRS Workshop on Updating Geo-Spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on DMGIS, Sayfa, 237-240.
- YÜNSEL, T., Y., 2007. Maden Yataklarının Jeostatistiksel Yöntemlerle Analizi ve Modellenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, s. 217, Adana.

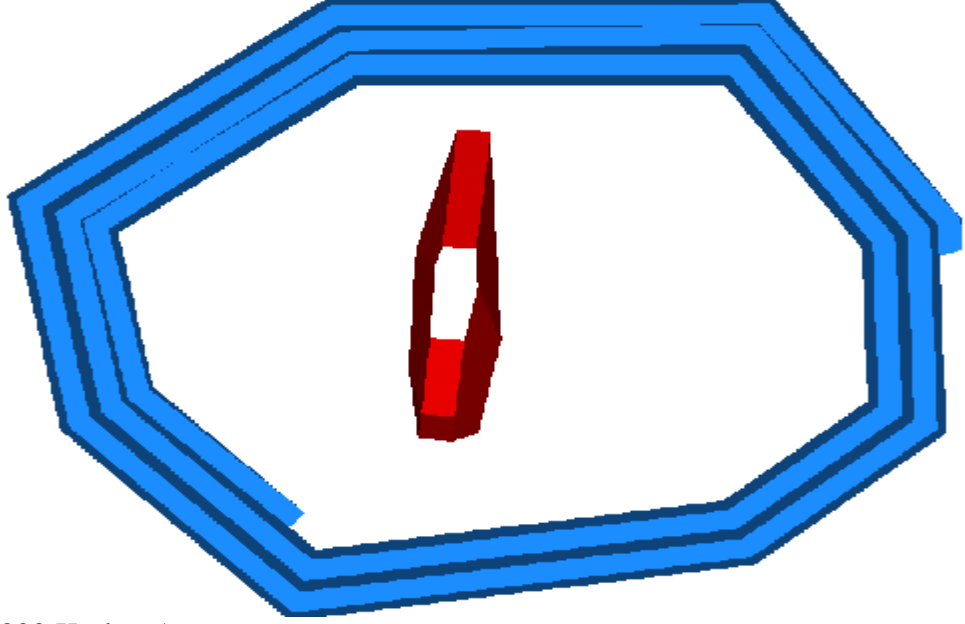
## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Diyarbakır'da tamamladı. Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nü 2007'de bitirdikten sonra Park Elektrik A.Ş. Yeraltı Bakır İşletmesi Siirt Madenköy'de vardiya mühendisi olarak işe başladı 1 yıl sonra proje planlama sorumlusu olarak görevine devam etti ve 2,5 yıl çalıştı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2009 yılının Haziran ayında Siirt'te Limak Hes Yat. A.Ş.'de Alkumru Baraj inşaatında saha mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2010 yılı Temmuz ayı itibariyle de Ankara'da Yıldızlar SSS Holding A.Ş.'de proje planlama şefi olarak çalışmaktadır.

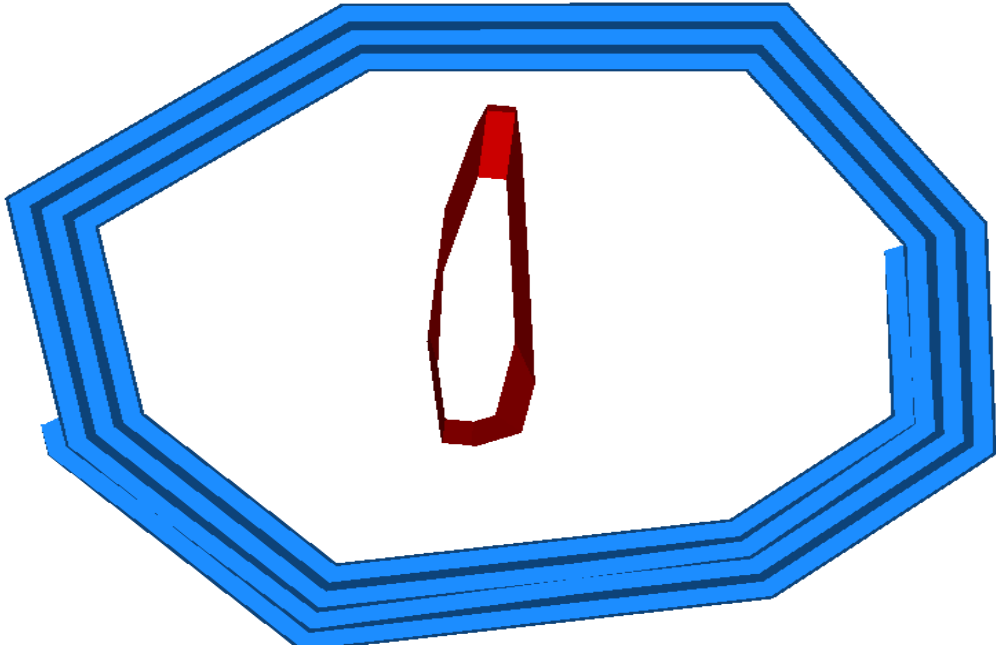
# EKLER

**EK I.**

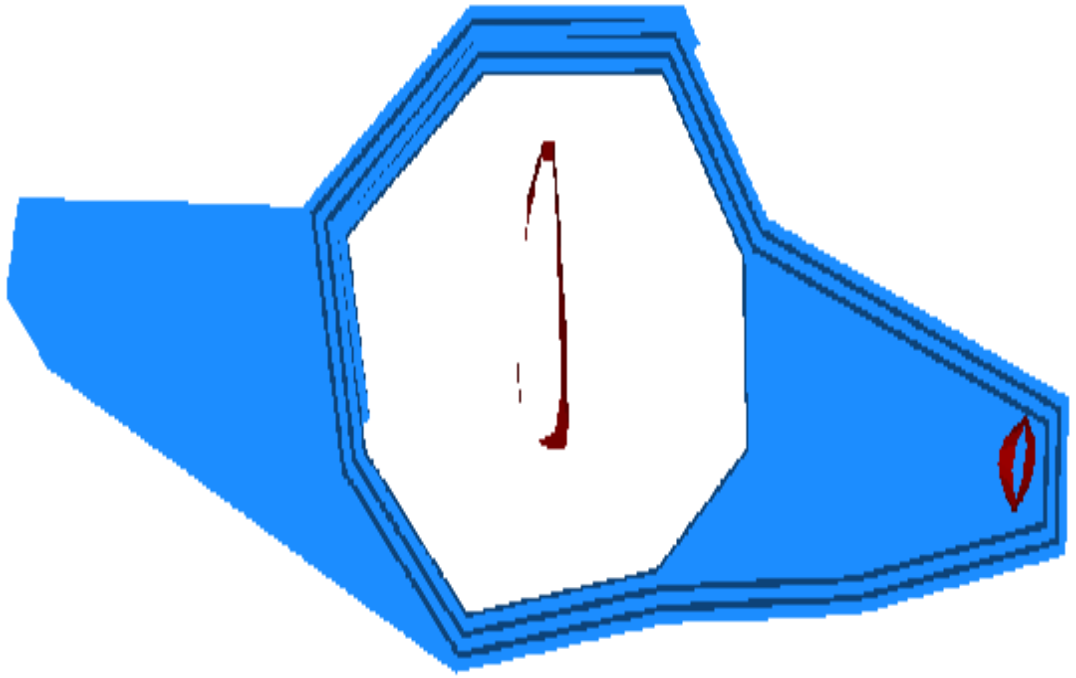
Üçkardeşler - Harbul Asfaltit Filonları 760 Kotu ve 1240 Kotunda Cevher-Basamak İzometrik Duruşları



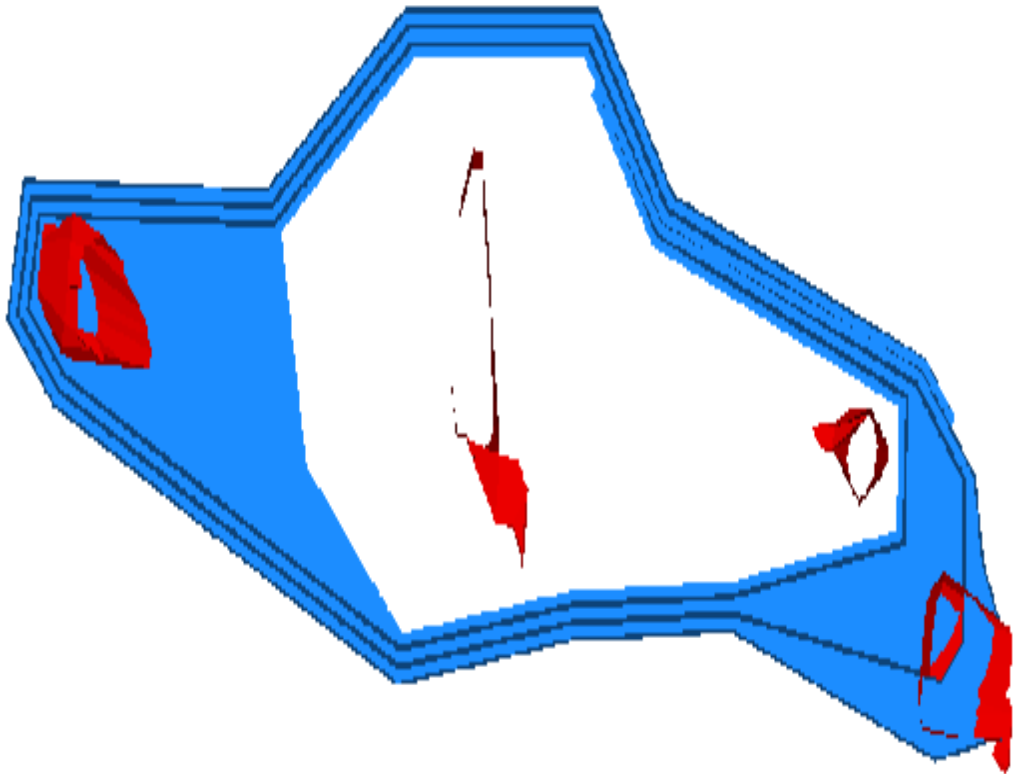
760-800 Kotları Arası



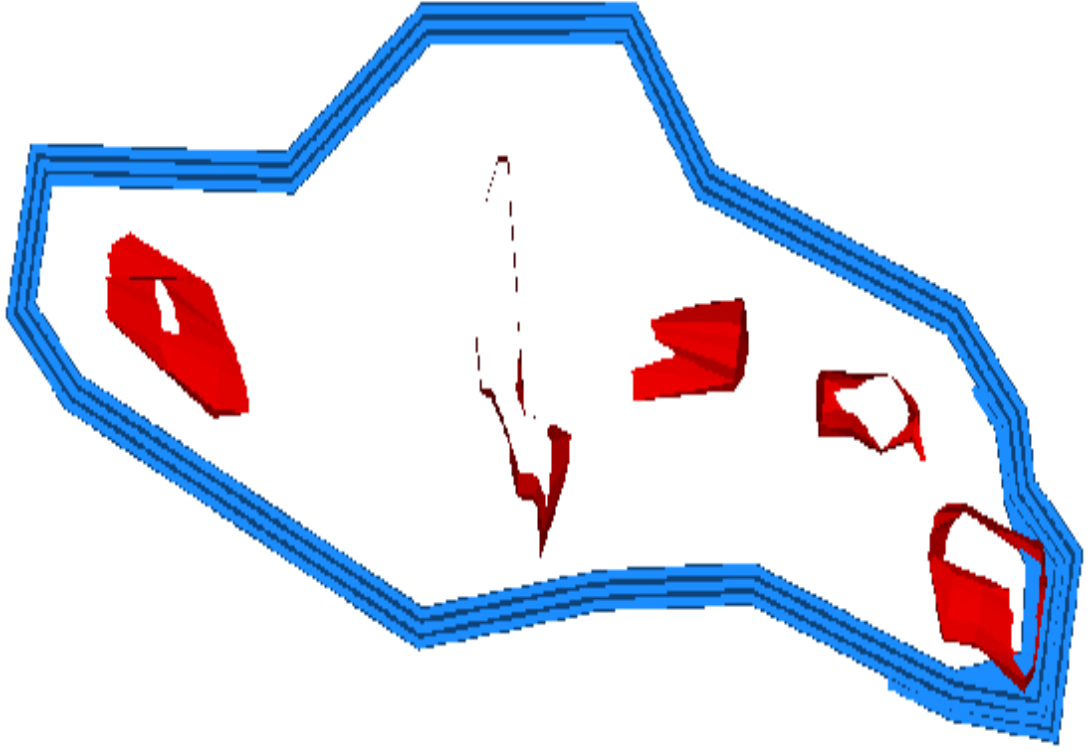
800-840 Kotları Arası



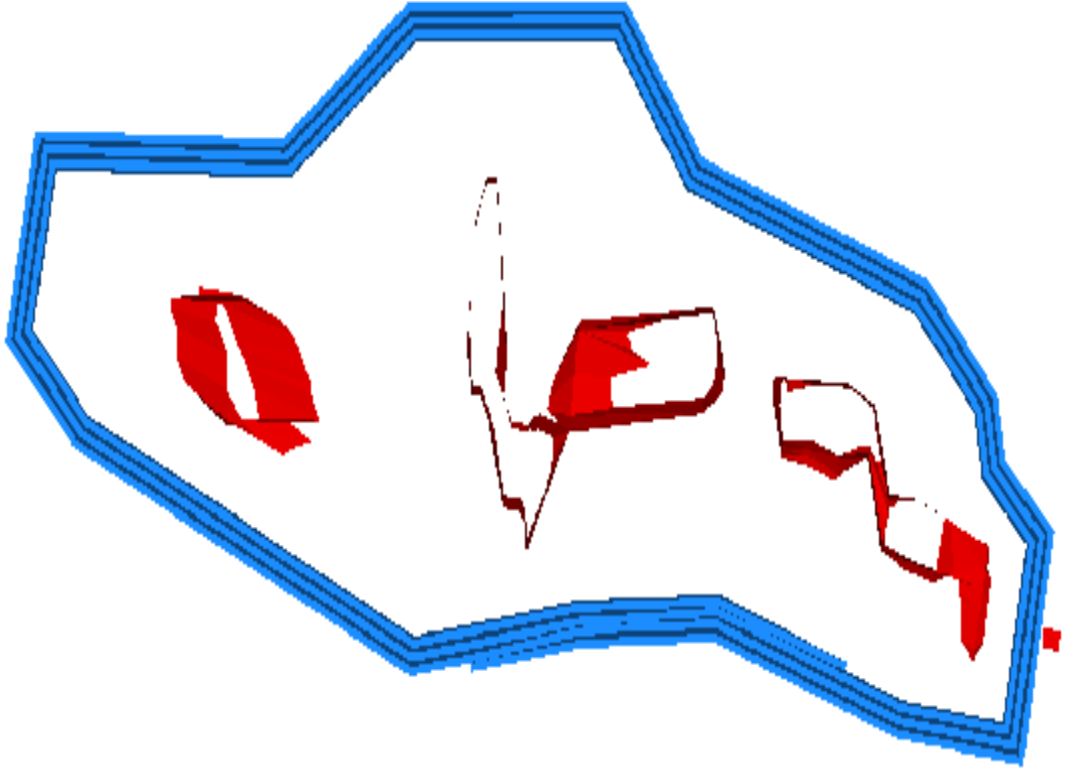
840-880 Kotları Arası



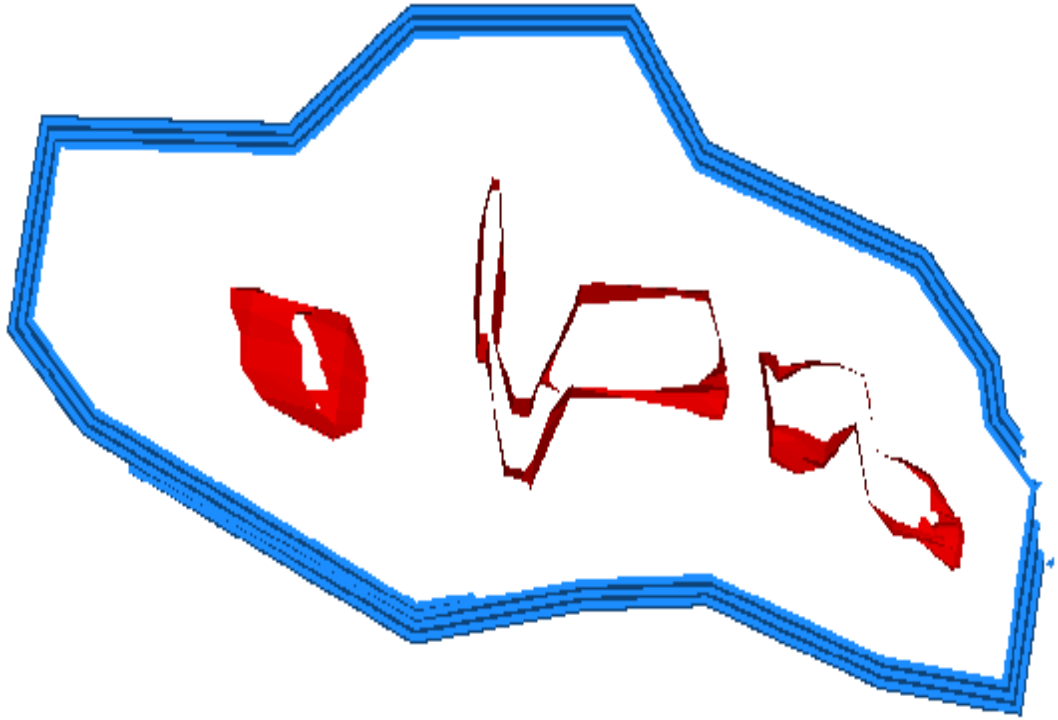
880-920 Kotları Arası



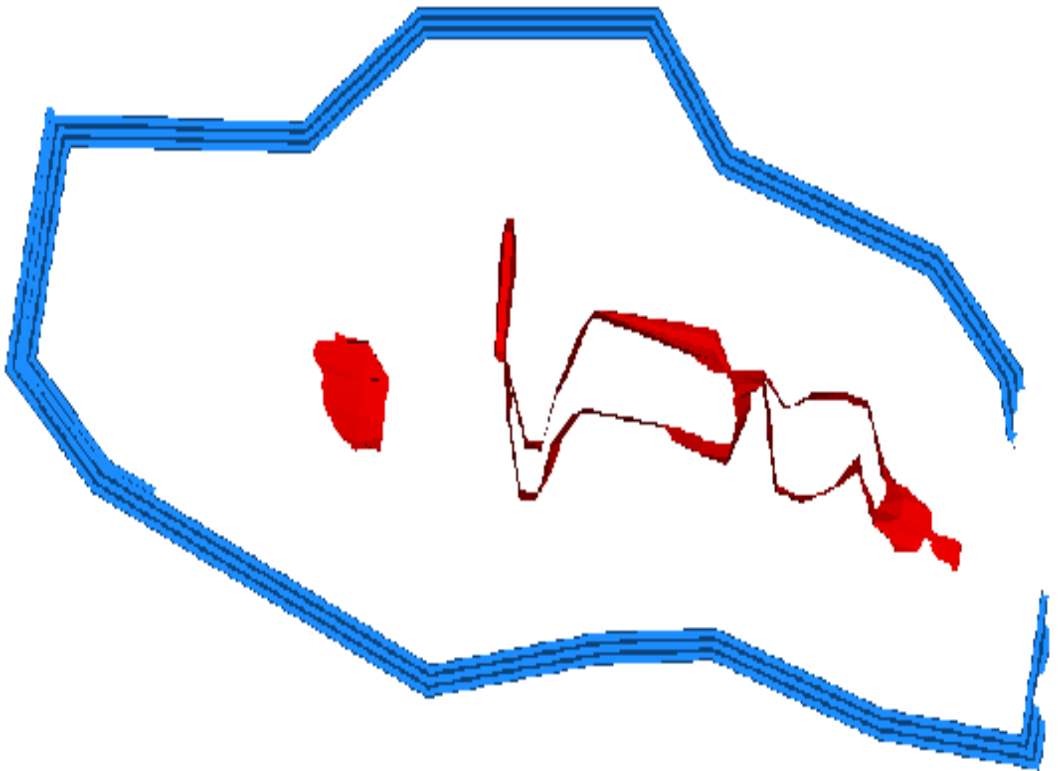
920-960 Kotları Arası



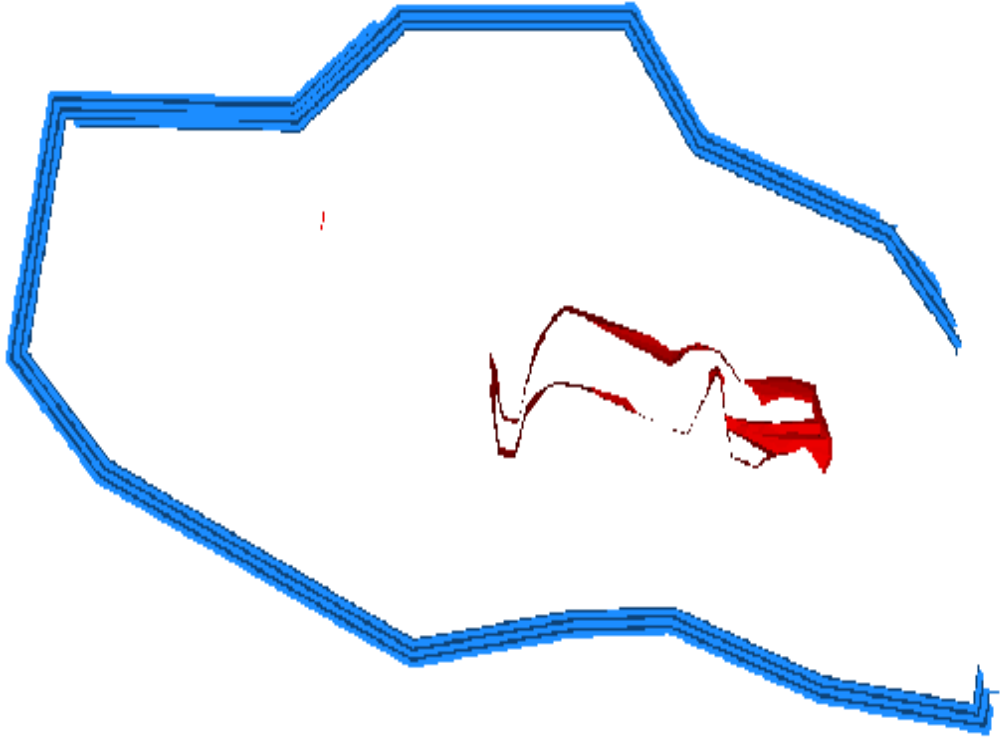
960-1000 Kotları Arası



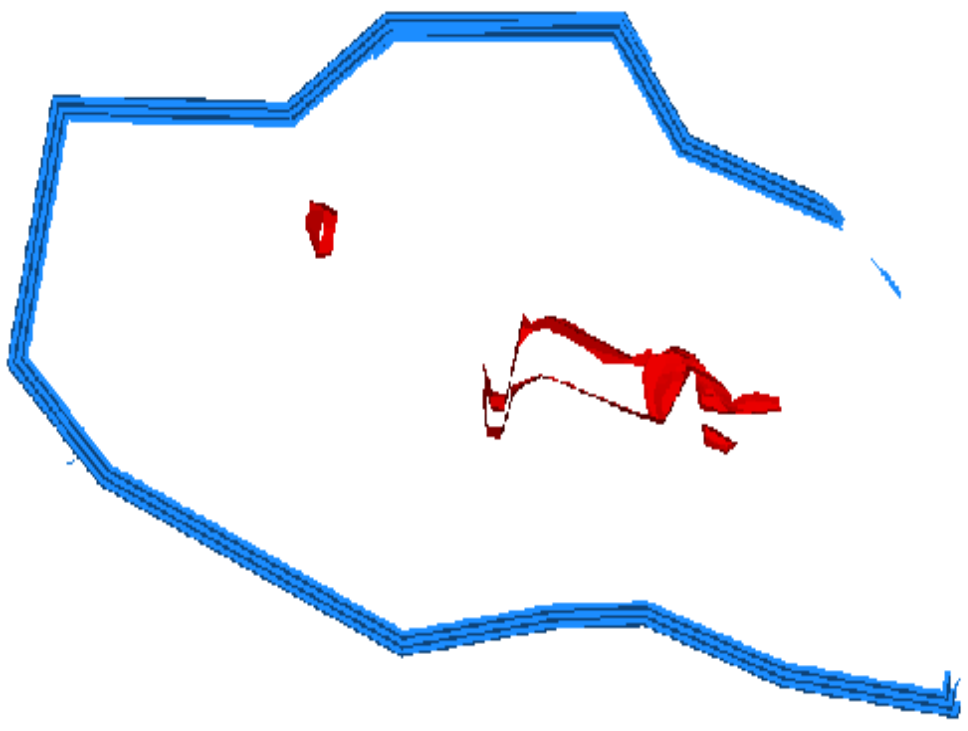
1000-1040 Kotları Arası



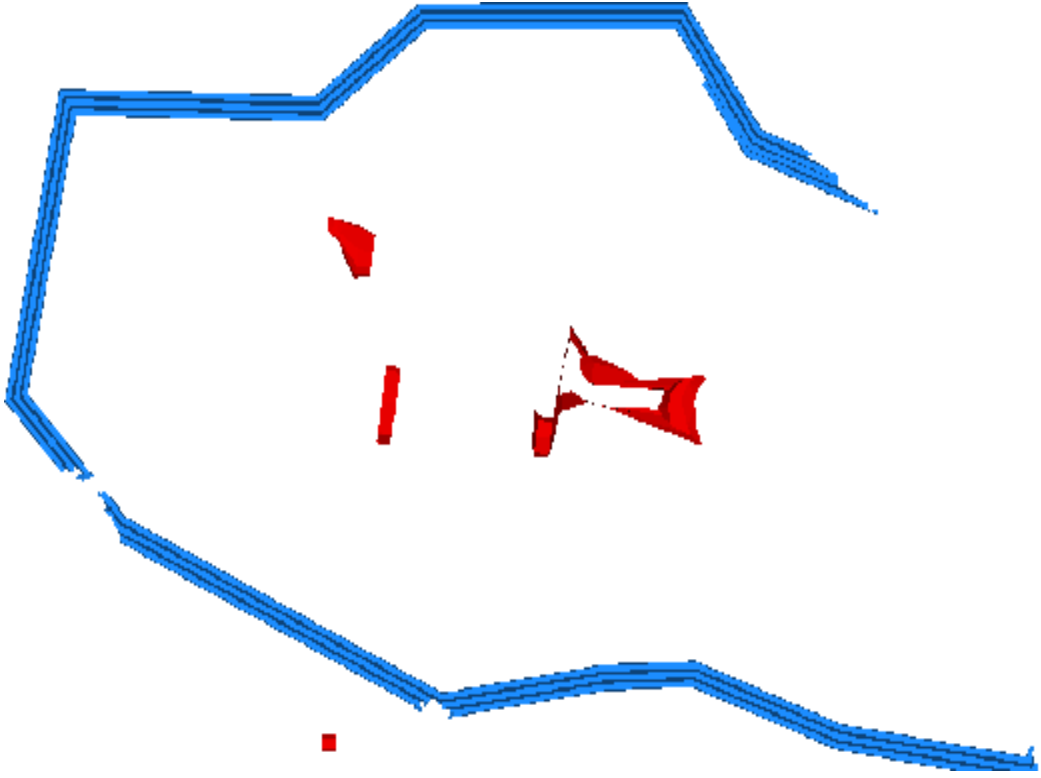
1040-1080 Kotları Arası



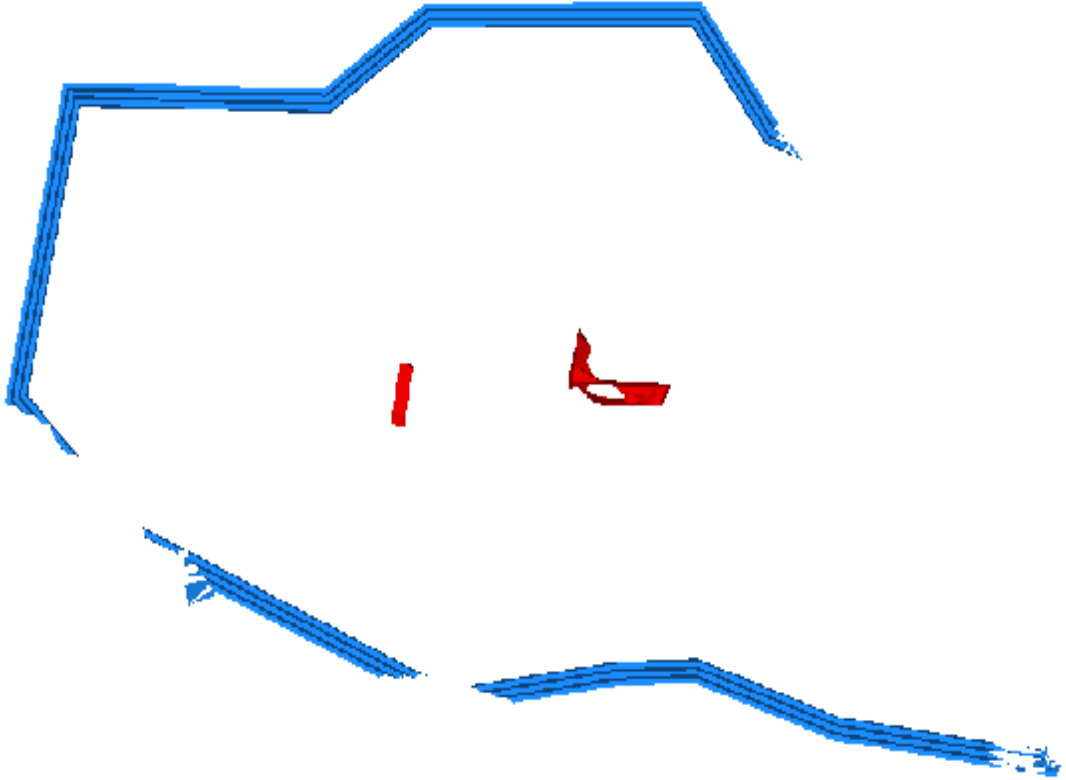
1080-1120 Kotları Arası



1120-1160 Kotları Arası



1160-1200 Kotları Arası



1200-1240 Kotları Arası