ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Oğuz Burak URAL

AFŞİN–ELBİSTAN HAVZASI, C VE D SEKTÖRLERİNİN OPTİMUM OCAK SINIRLARININ BELİRLENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFŞİN–ELBİSTAN HAVZASI, C VE D SEKTÖRLERİNİN OPTİMUM OCAK SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Oğuz Burak URAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 19/03/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

…….	……	…….
Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ	Prof. Dr. Özen KILIÇ	Dr. Öğr. Üye. A. Emre KELEŞ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FLY20166389

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

AFŞİN–ELBİSTAN HAVZASI, C VE D SEKTÖRLERİNİN OPTİMUM OCAK SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Oğuz Burak URAL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
Yıl: 2018, Sayfa: 131
Jüri : Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
: Prof. Dr. Özen KILIÇ
: Dr. Öğr. Üye. A. Emre KELEŞ

Bir maden yatağının işletilmesi için öncelikle yatağın doğru modellenmesi gerekmektedir. Birçok farklı metot ve uygulama kullanılarak modelleme çalışmları yapılabilmektedir.

Bu çalışmada Afşin–Elbistan Havzası, C ve D Sektörlerinin optimum üretim kapasitesi şartları incelenmiştir. Bu doğrultuda 52 farklı kuyuya ait karotlu sondaj verisi Netpro/Mine programı kullanılarak bu sahanın bir katı modeli oluşturulmuş ve bu katı model kullanılarak Netpro/mine yazılımının optimizasyon modülü kullanılarak, Net bugünkü değeri maksimum yapan yıllık üretim kapasitesi belirlenmiştir ve duyarlılık analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Açık ocağın yıllık kapasitesi ortalama 18,6 milyon ton seçildiğinde net bugünkü değer en yüksek seviyeye çıkmaktadır.

Net bugünkü değer miktarının, yıllık enflasyon oranı ve kömür satış fiyatına bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, Netcad, Netpro/Mine, Afşin–Elbistan, Net Bugunkü Değer

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF OPTIMUM PIT LIMITS OF AFSIN–ELBISTAN BASIN ON (C) AND (D) SECTORS

Oğuz Burak URAL

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

Supervisor : Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
Year: 2018, Pages: 131
Jury : Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
: Prof. Dr. Özen KILIÇ
: Lecturer Dr. A. Emre KELEŞ

For a mining bed to be operated, the bed must first be modeled correctly. Modeling studies can be done using many different methods and applications.

In this study, optimum annual production capacity conditions of Afşin–Elbistan Basin, (C) and (D) sectors were examined. In this direction, a solid model of this basin was constructed by using the data obtained from 52 cored drilling holes. Netcad/Netpromine software was used to constract the geological and solid model. Optimization module was used to estimate of net present values.

As a result, if we select of 18,6 million tone of annual production capacity we will see the net present value is the maximum.

The model, created is sensitive to annual inflation rate and saling price of coal.

Key Words: Optimization, Netcad, Netpro/Mine, Afşin–Elbistan, Net Present Value

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Türkiye elektrik enerjisi ihtiyacının %60-65'ni yurt dışından karşılamaktadır. Türkiye kendi elektrik enerjisini üreterek dışarıya olan bağımlılığını en aza indirmeyi planlamaktadır. Bu kapsam dahilinde 2015 yılında kesinleşmiş verilere göre Türkiye'de kurulu güç 73.147,6 MW olarak kayda geçmiştir. Şekil 1.1. deki Verilere göre; Doğalgaz + LNG % 29.0, Kömür %20.8, Güneş % 0.3, Rüzgar %6.2, Hidrolik (akarsu) %9.3, hidrolik (barajlı) %26.1, jeotermal %0.9, Termik %7.6' dır.

Toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6'sı ülkemizde bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısıl değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır. Ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %46'sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır.

Linyit sahaları ülkemizde bütün bölgelere yayılmış olup bu sahalardaki linyit kömürünün ısıl değerleri 1000-5000 kcal/kg arasında değişmektedir. Ülkemizdeki toplam linyit rezervinin yaklaşık %68'i düşük kalorili olup %23,5'i 2000-3000 kcal/kg arasında, %5,1'i 3000-4000 kcal/kg arasında, %3,4'ü 4000 kcal/kg üzerinde ısıl değerdedir.

Bir cevher yatağında verimli bir madencilik faaliyeti sürdürülmesinde en önemli rol oynayan unsurlardan birisi de işletme ile ilgili hususların iyi bir şekilde planlanmış olmasıdır. Böyle bir planlama işleminin önemi, bilhassa hiçbir ekonomik kritere dayanmayan plansız bir işletme ameliyesi ile maliyetini kurtaramayacak olan düşük tenörlü yataklar için çok büyük olmaktadır.

Bir işletmenin planlanması her şeyden önce belirli bir süre içerisindeki üretim miktarının, yani yatağın ömrünün tayin edilmesini öngörür. Bu anlamdaki planlama işlemi; uzun vadeli, kısa vadeli ve günlük üretim planlaması gibi üç kategoride irdelenir. Planlama sırasında ilk yapılacak iş başlangıç safhasında veya

daha ileri aşamalarda olma durumuna göre söz konusu yatağın nihai ekonomik limitlerini veya optimum nihai işletme limitlerini tayin etmektir.

Buradaki " nihai işletme limit " terimi, bir açık işletmenin ömrü sona erdiğinde elde edilecek nihai şekil ve ölçüleri ifade etmektedir.

Açık işletmeler uzun yıllar devam eden, büyük bir sermaye yatırımını gerektiren ve büyük risk taşıyan işletmelerdir. Böyle bir işleme girmeden önce hem işletilecek cevheri, (tipini, tenörünü, dağılımını v.b.) hem de bu işlemi karlı kılacak olan işletilebilir cevher tonajını bilmek gerekir. Tenör ile ilgili hususlar numunelerden elde dilen verilere dayanarak hesaplanabilmekte ve cevher konsantrasyonunun yatak içerisindeki durumu saptanabilmektedir. Bu durumda yapılması gereken, işletilebilir cevher tonajını tayin etmek ve bunun için de işletme nihai limitlerini ve bu limitlere ulaşmak için hangi aşamalardan geçileceğini bulmaktır.

Bu çalışmada Afşin–Elbistan havzası C ve D sahalarına ait 52 adet karotlu sondaj verisi Netpro/Mine yazılımı kullanılarak sahanın katı modeli oluşturulmuş ve Optimizasyon modülünden yararlanılarak bu sahada kurulması muhtemel 2, 3 ve 4 üniteli termik santralın, yıllık ortalama kömür ihtiyaçları, toplam üretim miktarları, toplam dekapaj miktarları ve net bugünkü değer miktarları belirlenmiştir.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda 4 üniteli bir termik santral için yıllık 18.6 milyon ton üretim kapasitesini karşılayacak döner kepçeli ekskavatör, bant ve dökücülerden oluşan bir kombine sistemin en optimum metot olduğu saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında desteğini ve engin bilgilerini esirgemeyen, en büyük yol göstericim, ışık kaynağım hocam ve beni bugünlere getiren değerli babam Sayın Prof. Dr. Suphi URAL' a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca desteklerini esirgemeyen sayın hocalarım, Sayın Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ ve her türlü sorumda yardımcı olan Arş. Gör. Alican ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Bu çalışmada kullanmış olduğum Netcad, Netpro/Mine yazılımının kullanılmasında desteklerini esirgemeyen Netcad A.Ş yetkililerine, özellikle teknik grup yöneticisi Sayın Yavuz TÖRE' ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yapılmasında elindeki verileri paylaşan Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Maden Sahaları Daire Başkanlığı'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
1.1. Açık İşletmenin Planlanması 5
1.2. Optimum Açık İşletme Sınırın Belirlenmesi 8
1.2.1. Klasik Yöntemler 9
1.2.2. Lerchs–Grossman 2-D Metodu ile Açık İşletme Sınırlarının Belirlenmesi 15
1.2.3. Korobov Algoritması 17
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 29
2.1. Afşin–Elbistan Havzası İle İlgili Yapılan Çalışmalar 29
2.2. Netcad/Netpromine Programı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar 33
3. MATERYAL VE METOT 35
3.1. Materyal 35
3.1.1. Çalışma Alanı 35
3.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi 37
3.1.3. Çalışma Alanının Hidrolojisi ve Hidrojeolojisi 42
3.2. METOT 44
3.2.1. Yeni Proje Oluşturulması 45

3.2.2. Veri Girişi 50
3.2.3. Yüzey Oluşturma 59
3.2.4. Katı Model Oluşturma 63
3.2.5. Blok Model Oluşturma 66
3.2.6. Kompozit Oluşturma 70
3.2.7. Bloklara Öznitelik Değerlerinin Atanması 73
3.2.8. Optimizasyon 77
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 95
4.1. Proje Dosyasının Oluşturulması 95
4.2. Yüzey Modelinin Oluşturulması 96
4.2.1. Quaterner Yüzey Modelinin Oluşturulması 96
4.2.2. Gidya Yüzey Modelinin Oluşturulması 97
4.2.3. Gidyali Kömür Yüzey Modelinin Oluşturulması 98
4.2.4. Komür Yüzey Modelinin Oluşturulması 99
4.2.5. Killi Kömür Yüzey Modelinin Oluşturulması 100
4.3. Katı Modellerin Oluşturulması 101
4.3.1. Quaterner Katı Modelinin Oluşturulması 101
4.3.2. Gidya Katı Modelinin Oluşturulması 102
4.3.3. Gidyalı Kömür Katı Modelinin Oluşturulması 102
4.3.4. Kömür Katı Modelinin Oluşturulması 103
4.3.5. Killi Kömür Katı Modelinin Oluşturulması 103
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 121
KAYNAKLAR 125
ÖZGEÇMİŞ 131

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Türkiye linyit rezervleri 4
Çizelge.1.2. Planlamada ana inceleme alanları 6
Çizelge 1.3. İki boyutlu analiz için örnek bloklar…….19
Çizelge 3.1. Proje akış diyagramı ..... .43
Çizelge 3.2. Şekil 3.38'de verilen "kompozit oluşturma penceresi" ile ilgili bilgiler…….71
Çizelge 3.3. Şekil 3.47'de verilen "optimizasyon ayarları, optimizasyon tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler……..79
Çizelge 3.4. Şekil 3.48'de verilen "optimizasyon ayarları, maliyetler penceresi" ile ilgili bilgiler…….80
Çizelge 3.5. Şekil 3.50'de verilen "optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler……..81
Çizelge 3.6. Şekil 3.51'de verilen "optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler……..82
Çizelge 3.7. Şekil 3.52'de verilen "optimizasyon ayarları, kazanım oranları penceresi" ile ilgili bilgiler……..83
Çizelge 3.8. Şekil 3.53'de verilen "optimizasyon ayarları, gelişmiş ayarlar penceresi" ile ilgili bilgiler……...84
Çizelge.4.1. İki ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler 101
Çizelge 4.2. İki ünite için optimizasyon sonuç tablosu 111
Çizelge.4.3. Üç ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler..... 113
Çizelge 4.4. Üç ünite için optimizasyon sonuç tablosu 114
Çizelge4.5. Dört ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler..... 116
Çizelge 4.6. Dört ünite için optimizasyon sonuç tablosu..... 117
Çizelge 4.7. Projenin aralık analizi sonuçları 119

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Kurulu gücün dağılımı 1
Şekil 1.2. Dünya kömür rezervlerinde ülkelerin payları 2
Şekil 1.3. Dünya kömür rezervlerinin kömür kategorilerine göre dağılımı…. 3
Şekil 1.4. Dünya linyit rezervlerinde ülkelerin payları 3
Şekil 1.5. Türkiye linyit kömürü ısıl değer dağılımı 5
Şekil 1.6. Üretim planlaması parametrelerinin çevrimsel ilişkisi 8
Şekil 1.7. Bir maden yatağı üzerindeki açık ocağın görünümü 10
Şekil 1.8. Kesit üzerinde ocak sınırlarının temsili gösterimi 10
Şekil 1.9. Açık ocak nihai sınırını belirlemek için kullanılan dilimler 11
Şekil 1.10. Cevher ve pasa dağılımını gösteren açık ocak nihai sınırları..... 13
Şekil 1.11. Her bir bloğun net değerini gösteren düşey kesit..... 15
Şekil 1.12. Blok değerlerinin kümülatif toplamı..... 16
Şekil 1.13. Optimum ocak sınırı 17
Şekil 1.14. İki boyutlu araştırma konisi 18
Şekil 1.15. Üç boyutlu araştırma konisi 18
Şekil 1.16. Optimum sınır tespiti aşamaları 20
Şekil 1.17. Hata kaynağını açıklayan örnek..... 22
Şekil 1.18. Blokların kesişimi 23
Şekil 1.19. Blok model 24
Şekil 1.20. Örnekte kullanılan koni..... 24
Şekil 1.21. Koninin ilk kademe durumu 25
Şekil 1.22. Koninin ikinci kademedeki durumu..... 26
Şekil 1.23. Koninin üçüncü kademedeki durumu 26
Şekil 1.24. Koninin dördüncü kademedeki durumu..... 27
Şekil 1.25. Kesitin nihai sınırları..... 27
Şekil 3.1. Elbistan Havzası'nın lokasyon haritası 36

Şekil.3.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası 37
Şekil 3.3. Çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit 41
Şekil 3.4. Afşin-Elbistan kömür sahası hidroloji haritası 42
Şekil 3.5. Tüm sondaj verileri dosyası 45
Şekil 3.6. Yeni proje oluşturulması 46
Şekil 3.7. Boş proje dosyası oluşturulması 46
Şekil 3.8. Proje özellikleri tablosu 47
Şekil 3.9. Proje bilgilerinin girilmesi 48
Şekil 3.10. İşletme bilgileri 49
Şekil 3.11. Öznitelik bilgilerinin girilmesi 50
Şekil 3.12. *.csv formatında hazırlanmış verilerin projeye okutulması 51
Şekil 3.13. Projeye veri aktarımı 52
Şekil 3.14. Sondaj verisinin içeri aktarılması 54
Şekil 3.15. Litoloji verisinin içeri aktarılması 55
Şekil 3.16. Açı verisinin içeri aktarılması… 56
Şekil 3.17. Ham örnekleme verisinin içeri aktarılması 57
Şekil 3.18. Litoloji sınıfları ve renk değişim tablosu 58
Şekil 3.19. Sondajların 3 boyutlu görüntüsü 58
Şekil 3.20. Damar yüzeyi oluşturulması 59
Şekil 3.21. Üst damar yüzeyi oluşturulması 60
Şekil 3.22. Oluşan yüzey değerleri 60
Şekil 3.23. Oluşan üst yüzey 61
Şekil 3.24. Alt damar yüzeyi oluşturulması 61
Şekil 3.25. Oluşan alt yüzey 62
Şekil 3.26. Oluşan alt ve üst yüzey görüntüsü 62
Şekil 3.27. Katı model oluşturulması 63
Şekil 3.28. Tabaka ve yöntem seçimi 64
Şekil 3.29. Üst yüzey ve alt yüzey seçimi 64
Şekil 3.30. Katı model değer tablosu 65

Şekil 3.31. Oluşturulan katı modelin görüntüsü 65
Şekil 3.32. Blok model oluşturulması 66
Şekil 3.33. Blok değerlerinin girilmesi 67
Şekil 3.34. Oluşan blok modelin görüntüsü 67
Şekil 3.35. Oluşturulan blok modele ait özellikler tablosu 68
Şekil 3.36. Bloklara süzgeç ekleme 69
Şekil 3.37. Süzgeç ekleme penceresi 69
Şekil 3.38. Kompozit oluşturma penceresi 70
Şekil 3.39. Kestirim yöntemi ile bloklara öznitelik değerlerinin atanması 73
Şekil 3.40. Kestirim yöntemi ile bloklara kalori öznitelik değerlerinin atanması. 74
Şekil 3.41. Kestirim sonrası kalori için öznitelik değerlerinin görüntüsü 74
Şekil 3.42. Kestirim yöntemi ile bloklara kül öznitelik değerlerinin atanması 75
Şekil 3.43. Kestirim sonrası kül için öznitelik değerlerinin görüntüsü 75
Şekil 3.44. Kestirim yöntemi ile bloklara nem öznitelik değerlerinin atanması. 76
Şekil 3.45. Kestirim sonrası nem için öznitelik değerlerinin görüntüsü 76
Şekil 3.46. Optimizasyon işlemi başlangıcı gösterimi 77
Şekil 3.47. Optimizasyon ayarları, optimizasyon tanımları penceresi 78
Şekil 3.48. Optimizasyon ayarları, maliyetler penceresi 79
Şekil 3.49. Optimizasyon ayarları, fiyatlar penceresi 80
Şekil 3.50. Optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi 81
Şekil 3.51. Optimizasyon ayarları, işletme kapasitesi tanımları penceresi 82
Şekil 3.52. Optimizasyon ayarları, kazanım oranları penceresi 83
Şekil 3.53. Optimizasyon ayarları, gelişmiş ayarlar penceresi 84
Şekil 3.54. Blok şev açıları sekmesi 85
Şekil 3.55. Blok şev açıları penceresi 86
Şekil 3.56. Tekrar bloklama işlemi 87

Şekil 3.57. Blok boyutlarının yeniden girilmesi… 87
Şekil 3.58. Optimizasyon ayarları özet penceresi 88
Şekil 3.59. Optimizasyon sonrası rapor görünteleme yöntemi 89
Şekil 3.60. Girdiler rapor içeriği 90
Şekil 3.61. Maliyet rapor içeriği 90
Şekil 3.62. Maliyet rapor içeriği 91
Şekil 3.63. Optimizasyon detay raporu içeriği 91
Şekil 4.1. Kuyu bilgilerini gösteren excel dosyası 95
Şekil 4.2. Netcad proje özellikleri, projeksiyon penceresi 95
Şekil 4.3.a) Quaterner alt yüzey 96
Şekil 4.3.b) Quaterner üst yüzey 96
Şekil 4.4.a) Quaterner alt yüzeyi kontur haritası 97
Şekil 4.4.b) Quaterner üst yüzeyi kontur haritası 97
Şekil 4.5.a) Gidya alt yüzeyi 97
Şekil 4.5.b) Gidya üst yüzeyi 97
Şekil 4.6.a) Gidya alt yüzeyi kontur haritası 98
Şekil 4.6.b) Gidya üst yüzeyi kontur haritası 98
Şekil 4.7.a) Gidyalı kömür alt yüzeyi 98
Şekil 4.7.b) Gidyalı kömür üst yüzeyi 98
Şekil 4.8.a) Gidyalı kömür alt yüzeyi kontur haritası 99
Şekil 4.8.b) Gidyalı kömür üst yüzeyi kontur haritası 99
Şekil 4.9.a) Kömür alt yüzeyi 99
Şekil 4.9.b) Kömür üst yüzeyi 99
Şekil 4.10.a) Kömür alt yüzeyi kontur haritası 100
Şekil 4.10.b) Kömür üst yüzeyi kontur haritası 100
Şekil 4.11.a) Killi kömür alt yüzeyi 100
Şekil 4.11.b) Killi kömür üst yüzeyi 100
Şekil 4.12.a) Killi kömür alt yüzeyi kontur haritası 101
Şekil 4.12.b) Killi kömür üst yüzeyi kontur haritası 101

Şekil 4.13. Quaterner kalınlık haritası..... 101
Şekil 4.14. Gidya kalınlık haritası.....102
Şekil 4.15. Gidyalı kömür kalınlık haritası 102
Şekil 4.16. Kömür kalınlık haritası 103
Şekil 4.17. Killi kömür kalınlık haritası..... 103
Şekil 4.18. 750 kcal/kg ve üstü Gidyali kömür ısıl değer dağılım haritası 104
Şekil 4.19. Gidyali kömür blok modeli özellikleri..... 105
Şekil 4.20. Kömür blok modeli özellikleri..... 105
Şekil 4.21. 750 kcal/kg ve üstü kömür e ait ısıl değer dağılım haritası 106
Şekil 4.22. Killi kömür blok modeli özellikleri 107
Şekil 4.23. 750 kcal/kg ve üstü killi kömür e ait ısıl değer dağılım haritası 107
Şekil 4.24. İnceleme alanı örtü kalınlığı eş yükselti eğrileri..... 108
Şekil 4.25. İnceleme alanı kömür kalınlığı eş yükselti eğrileri..... 109
Şekil 4.26. İki üniteye göre çıkarılan dekapaj–kömür üretiminin yıllara göre dağılımı 112
Şekil 4.27. Üç üniteye göre çıkarılan dekapaj ve Kömür üretiminin yıllara göre dağılımı 115
Şekil 4.28. 4 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı 118
Şekil 4.29. Kömür satış fiyatı ve faiz oranı parametrelerinin NBD üzerindeki etkisi… 119

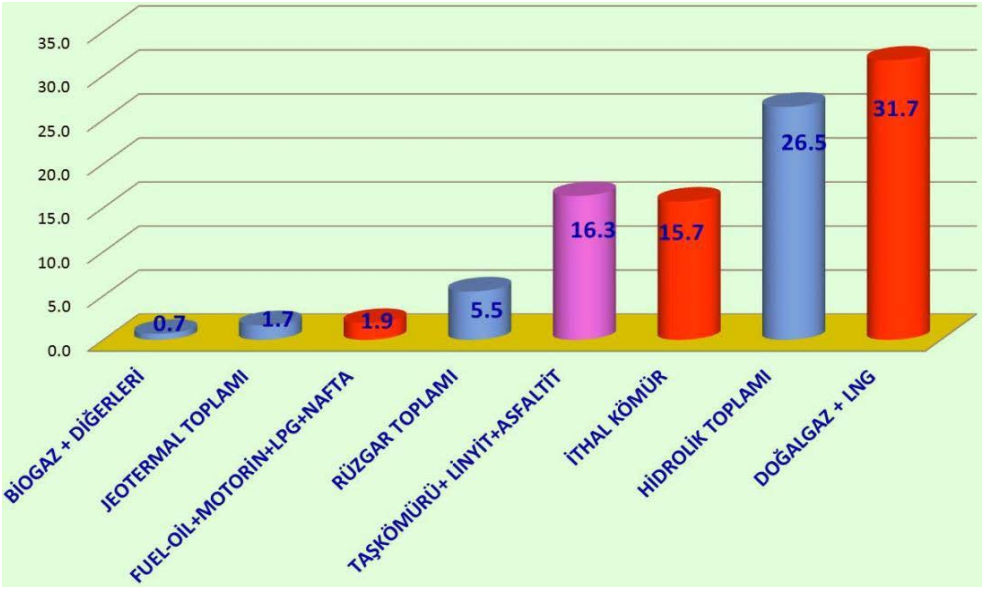
SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
MW	: Mega watt
Vw	: Volumes of Waste (pasa hacmi)
Vo	: Volumes Of Ore (cevher hacmi)
ISR	: Instantaneous Stripping Ratio (Anlık Dekapaj Oranı)
NBD	: Net Bugünkü Değer
kcal/kg	: Kilo kalori / kilogram
MTA	: Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü
NV	: Net Value (net değer)
OSR	: Genel Dekapaj Oranı
NGi	: i'inci yılın nakit çıkışı
NÇi	: i'inci yılın nakit çıkışı
UTM	: Universal Transvers Merkator
ED-50	: European Datum 1950
m	: Metre
m^3	: Metreküp
km^2	: Kilometre kare
n	: Projenin (madenin) ömrü
r	: Seçilmiş faiz oranı
yd^3	: Yarda küp
ston	: Short ton

1. GİRİŞ

Ekonomik ve sosyal kalkınma açısından büyük önem taşıyan ve gelişmişlik göstergesi olarak varsayılan elektrik enerjisinin önemi günden güne artmaktadır. Elektrik enerjisini ucuz, kaliteli ve zamanında temin etmek için büyük çaba sarf edilmektedir. Bu yüzden enerjinin planlama ve yönetim boyutları önem kazanmaktadır. Bu çerçevede ulusal kaynakların etkin ve rasyonel kullanımları ülkelerin enerji yönetimleri için hayati önem taşımaktadır.

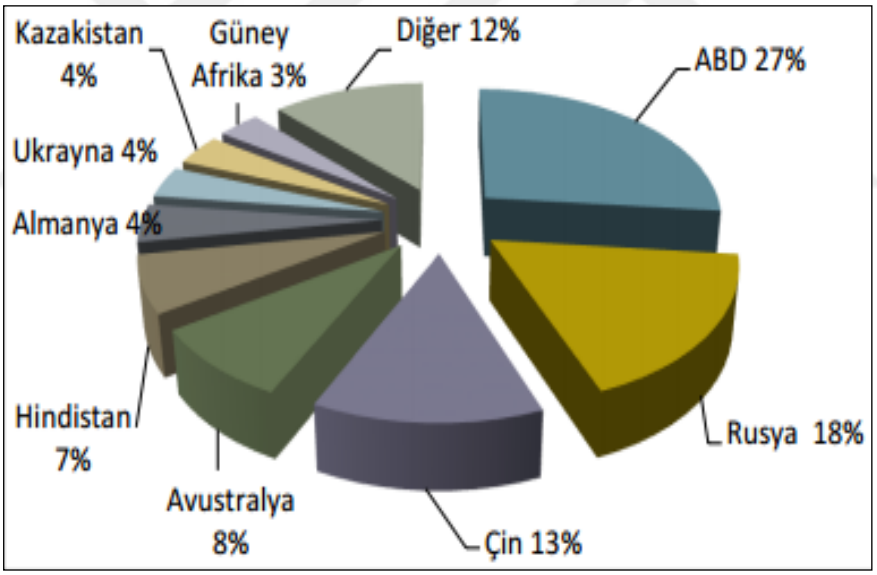
Türkiye elektrik enerjisi ihtiyacının %60-65'ni yurt dışından karşılamaktadır. Türkiye kendi elektrik enerjisini üreterek dışarıya olan bağımlılığını en aza indirmeyi planlamaktadır. Bu kapsam dahilinde 2016 yılında kesinleşmiş verilere göre Türkiye'de kurulu güç 73.147,6 MW olarak kayda geçmiştir. Şekil 1.1. deki Verilere göre; Doğalgaz + LNG %29.0, Kömür %20,8, Güneş %0,3, Rüzgar %6,2, Hidrolik (akarsu) %9.3, hidrolik (barajlı) %26.1, jeotermal %0,9, Termik %7,6' dır (Mavi kitap, 2016).



Şekil 1.1. Kurulu gücün dağılımı

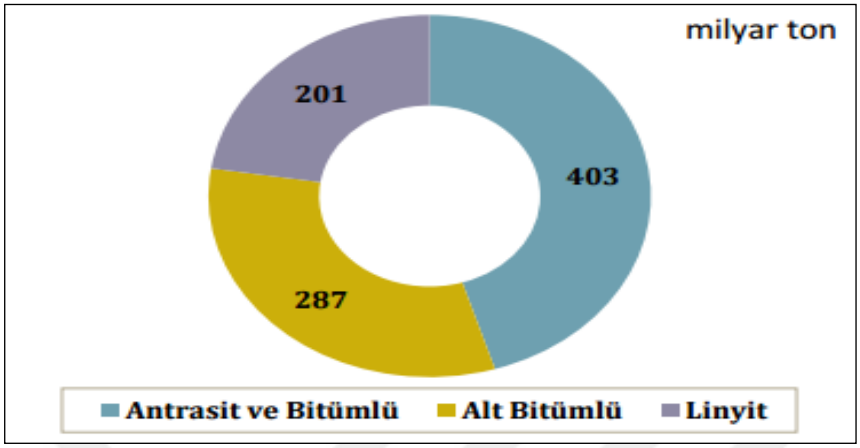
Linyit, ısıl değeri düşük, barındırdığı kül ve nem miktarı fazla olan ve genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir ve yer kabuğunda bolca bulunduğu için sıklıkla kullanılan bir enerji hammaddesidir.

Dünya Enerji Konseyi tarafından 75 civarında ülkede bulunduğu raporlanan dünya kömür rezervlerinin en büyük kısmı (237,3 milyar ton) ABD'de yer almaktadır. ABD'yi (157 milyar ton ile) Rusya Federasyonu ve (114,5 milyar ton ile) Çin izlemektedir. Diğer kömür zengini ülkeler arasında; Avustralya (76,4 milyar ton), Hindistan (60,6 milyar ton), Almanya (40,7 milyar ton), Ukrayna (33,9 milyar ton), Kazakistan (33,6 milyar ton) ve Güney Afrika Cumhuriyeti (30,2 milyar ton) bulunmaktadır (Şekil 1.2), (Mavi kitap, 2016). Dolayısıyla, dünya kömür rezervlerinin %90'dan fazlası bu 9 ülkenin sınırları içinde yer almaktadır.



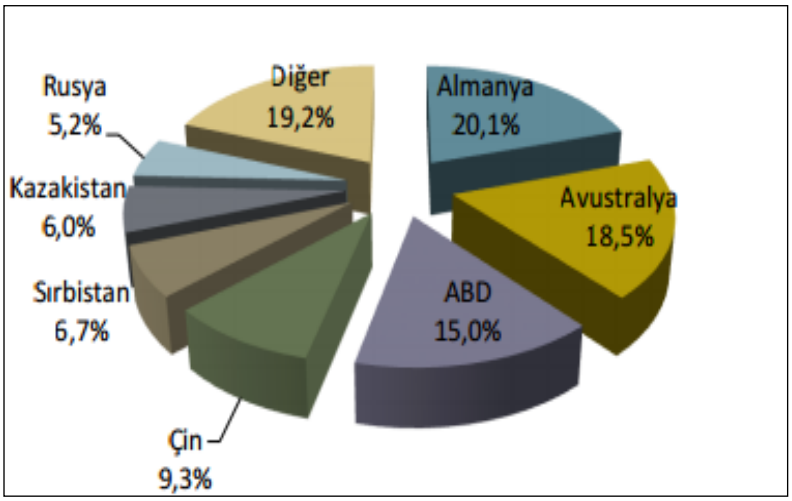
Şekil 1.2. Dünya kömür rezervlerinde ülkelerin payları (WEC, 2013)

Dünya Enerji Konseyi'nin araştırmalarına göre; işletilebilir kömür rezervi toplam 892 milyar ton büyüklüğündedir. Söz konusu rezervin; 403 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 287 milyar tonu alt bitümlü kömür ve 201 milyar tonu ise linyit kategorisindedir (Şekil 1.3), (Mavi kitap, 2016).



Şekil 1.3. Dünya kömür rezervlerinin kömür kategorilerine göre dağılımı

Şekil 1.4'te gösterildiği üzere Toplam 201 milyar ton büyüklüğündeki dünya linyit rezervlerinin en büyük bölümü 40,5 milyar ton ile Almanya'da bulunmaktadır. Bu ülkeyi 37,2 milyar ton ile Avustralya ve 30,2 milyar ton ile ABD izlemektedir. Çin (18,6 milyar ton), Sırbistan (13,4 milyar ton), Kazakistan (12,1 milyar ton) ve Rusya (10,5 milyar ton) geniş linyit rezervlerine sahip diğer ülkeler arasındadır (WEC, 2013).



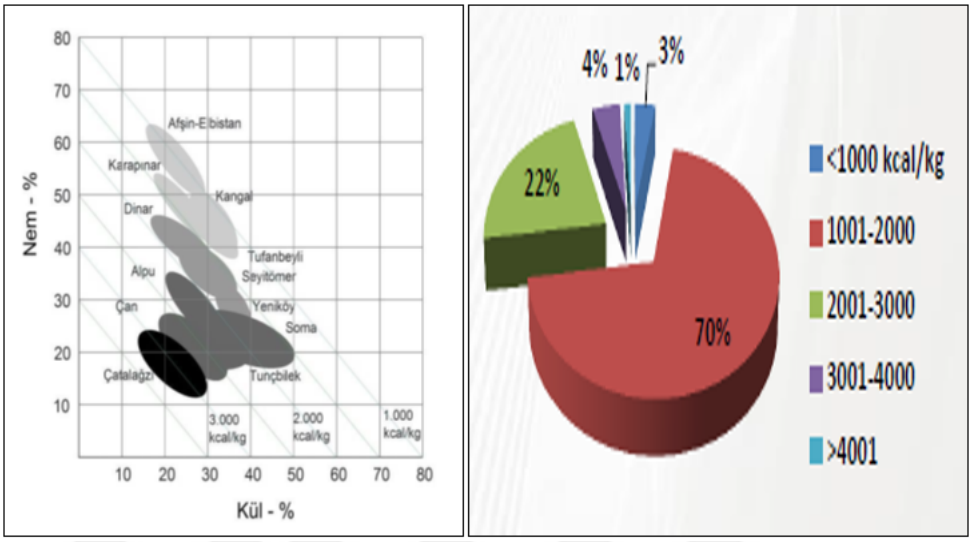
Şekil 1.4. Dünya linyit rezervlerinde ülkelerin payları

Toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6'sı ülkemizde bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısıl değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır. Ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %46'sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Türkiye linyit rezervleri

İl	Havza	Görünür Rezerv (1000 ton)
K. Maraş	Afşin–Elbistan	4.856.605
Konya	Karapınar	1.832.816
Eskişehir	Alpu	902.000
Afyon	Dinar	912.429
Manisa	Soma	702.023
Ankara	Çayırhan	250.222
Adana	Tufanbeyli	323.329
Kütahya	Tavşanlı	261.557
Toplam		10.041.000

Linyit sahaları ülkemizde bütün bölgelere yayılmış olup bu sahalardaki linyit kömürünün ısıl değerleri 1000-5000 kcal/kg arasında değişmektedir. Ülkemizdeki toplam linyit rezervinin yaklaşık %68'i düşük kalorili olup %23,5'i 2000-3000 kcal/kg arasında, %5,1'i 3000-4000 kcal/kg arasında, %3,4'ü 4000 kcal/kg üzerinde ısıl değerdedir (Şekil 1.5, Kömür Sektör Raporu, 2009)



Şekil 1.5 .Türkiye linyit kömürü ısıl değer dağılımı (Kömür Sektör Raporu, 2009)

1.1. Açık İşletmenin Planlanması

Açık işletme madencilik faaliyetleri için yapılacak tüm planlamalar üretim planlaması kapsamına girecektir, üretimin sağlanması için yapılan ve üretimle direk veya dolaylı olarak ilgili olan tüm faaliyetler üretim planlamasını etkileyecektir.

Bir açık işletmede planlamayı oluşturan 4 ana grup vardır:

1) Jeoloji
2) Maden teknolojisi
3) Ekipman
4) Ekonomi

Bu gruplar kendi aralarında alt gruplara ayrılarak maden planlamasını oluşturan ve üretim sırasında işletmede yapılması gereken inceleme alanlarını oluştururlar. Planlamada ana iceleme alanları Çizelge 1.2'de detaylı gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Planlamada ana inceleme alanları

ALANLAR	KARAR ALANLARI	PARAMETRELER	
Jeoloji	Cevherleşme	Rezervler, Cutoff Tenör	
	Kayaç Özellikleri	Şev Stabilitesi	
Maden Teknolojisi	Geometrik Şekil ve Boyutlar	Ocak Şekli	Şevler
			Basamakboyutları
			Nakliye yolları
			Çalışma alanı
	Cevher ve Dekapaj Hareketleri	Üretim Oranı/Ocak Ömrü	
		Üretim Yönü	
		Üretim Sırası	Ocak Bölümleri
			Üretim Sırası
Ekipman	Seçim	Tip, Boyut, Adet	
	Yenileme, Kullanım	Performans	
		Tamir – Bakım	
Ekonomi	Rezerv, Maden Teknolojisi ve Ekipman	Ana Maliyetler	
		İşletme Maliyetleri	
		Faiz Oranları	
		Nakit Akışı	

Maden planlaması uzun, orta ve kısa süreli olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Uzun süreli planlamalar 10 yıl veya sahanın ömrü boyunca yapılan çalışmaları, Orta süreli planlamalar 1-2 yıllık süre içinde yapılacak planlamaları, Kısa

süreli planlamalar ise aylık, haftalık ve günlük üretim ile ilgili düzenlemelerin yapıldığı planlama gruplarıdır.

Uzun dönemli planlamalarda; işletme sınırları belirlenir, ocak içi nakliye yollarını içeren üretim yönü ve sırası belirlenir. Madenin şev duyarlılığı, teknolojik faktörler ve ekonomi göz önünde bulundurulduğunda gerekli düzenlemeler günün koşularına göre yapılmaktadır.

Orta dönemli planlamalarda; üretim sırası, şevlerin duraylılığı, ana üretim makinalarının ve çalışma yerleri belirlenir.

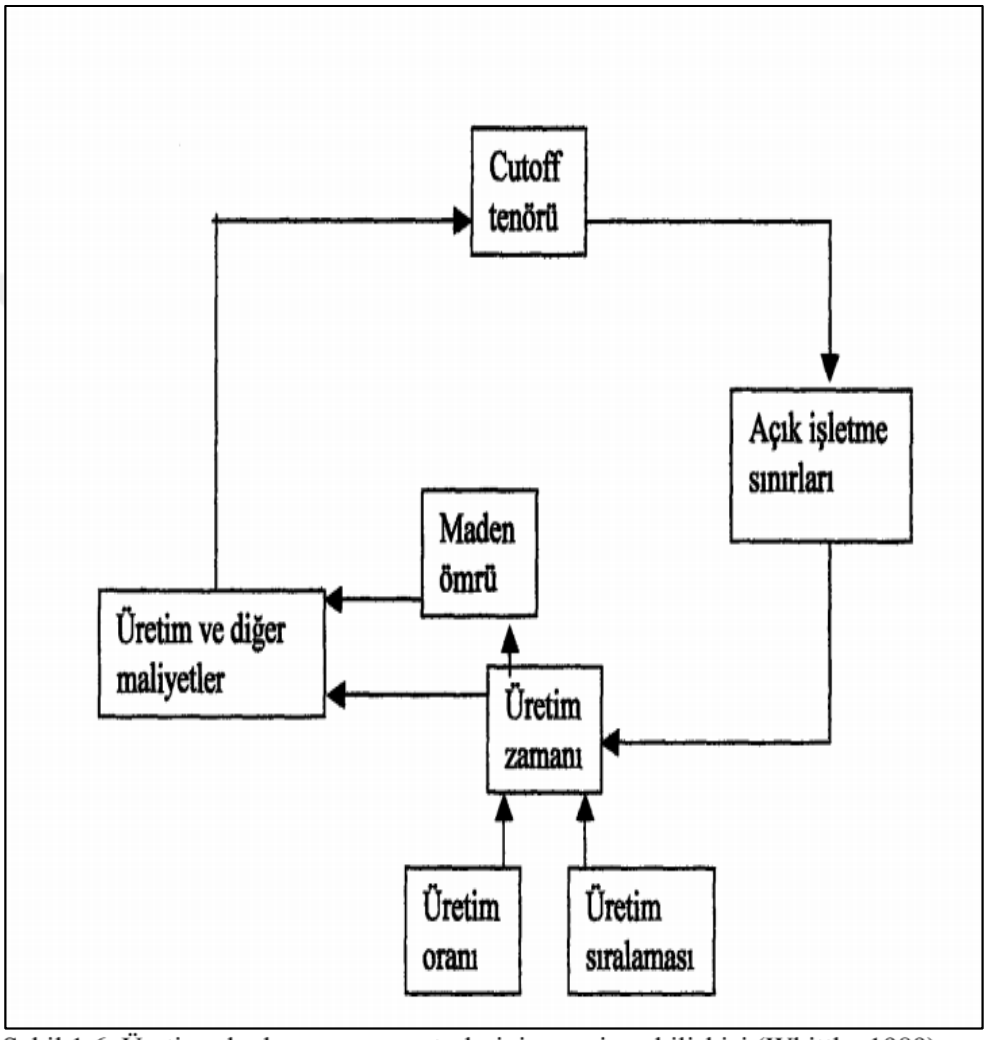
İşletmede bünyesindeki delme-patlatma işleri, makinaların tamir-bakım periyotları, üretimin düzenlenmesi gibi günlük veya haftalık planlamalar kısa dönemli planlamalardır.

Üretim planlamasının amaçları aşağıda sıralanmıştır (Hustrulid ve Kuchta, 1995);

1) Üretilecek olan cevherin birim maliyetini minimum yapacak örtü–kazı oranının belirlenmesi,
2) Alternatif cevher üretim oranlarının ve tenörlerinin ekonomiklik açısından birbirleri ile karşılaştırılması,
3) Ekipman, destek, altyapı, iş gücü ile ilgili basit ve etkili bir üretim yöntemi uygulanarak nakit akışı gecikme riskinin en aza indirilmesi,
4) Güncel bir plan ile üretimin devamlılığının sağlanması,
5) Detaylı jeoteknik incelemeler yaparak şev açılarının dizaynı,
6) Örtü-kazı ve üretim için optimum ekipman seçimi,
7) Yatak modellemesinde hatalı rezerv ve tenör belirlenmesi durumunda yeterli miktarda cevher çıkarılmasının sağlanması.

Planlama çalışmalarında ilk basamak açık işletme sınırlarının belirlenmesidir. Cevher yatağının bir blok modeli oluşturularak, bloklara kendisine ait ekonomik değerler atanır ve bir algoritma yardımı ile en büyük pozitif değeri veren ocak elde

edilir (Şekil 1.6). Bu yöntem için hareketli koniler veya Lerchs-Grossman algoritmaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Whittle, 1989).



Şekil 1.6. Üretim planlaması parametrelerinin çevrimsel ilişkisi (Whittle, 1989)

1.2. Optimum Açık İşletme Sınırın Belirlenmesi

Açık ocak planlamasında ve tasarımında ocağın nihai sınırlarının belirlenmesi temel bir problemdir. Maden yatağının ekonomik olarak değerlendirilmesinde ve ocak

ömrü hakkındaki karar aşamasında gerekli olan bilgiler nihai sınırların belirlenmesi ile ortaya çıkar. Nihai ocak sınırının belirlenmesi ile birlikte ocak ömrü tamamlandığında oluşacak şekil ve boyutlar bilinirken, üretilecek rezerv ve atılacak pasa miktarı da tahmin edilmiş olur.

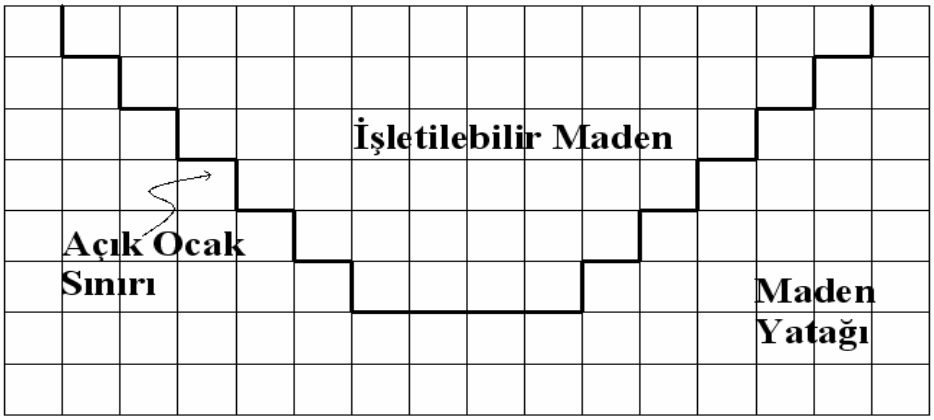
Ocak sınırları, ocağın ekonomik durumundan çok sınır çizgilerini teşkil eder. Bu tür ocak sınırları genelde Ekonomik Ocak Sınırları (Economic Pit Limits (EPL)), Nihai Ocak Sınırları (Ultimate Pit Limits (UPL)) veya Nihai Ocak Dizaynı (Ultimate Pit Design (UPL)) diye adlandırılır.

Optimum ekonomik açık işletme sınırının belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

1.2.1 Klasik Yöntemler

Klasik olarak açık ocak tasarımının yapılması bir deneme-yanılma mantığıdır. Yöntemin uygulanması sırasında cevherin oluşum şekli ve ocağın alacağı şekil üst üste konur ve ocak sınırları içerisinde kalan cevher işletilir olarak kabul edilir (Şekil 1.7). Bu yöntemde gerekli olanlar şunlardır;

I. Cevher sınırlarını net şekilde gösteren düşey kesitleri, cevher tenör dağılımı ve dekapaj oranları
II. Cevher ve atık seviyesini gösteren detaylı taslaklar
III. Her kayaç tipini kapsayan kabul edilebilir maksimum ocak şev açısı
IV. Ocak dip kısmında kalacak minimum genişlik
V. Dekapaj oranı ile cevher tenörü ilişkisini gösteren dekapaj-tenör eğrisi

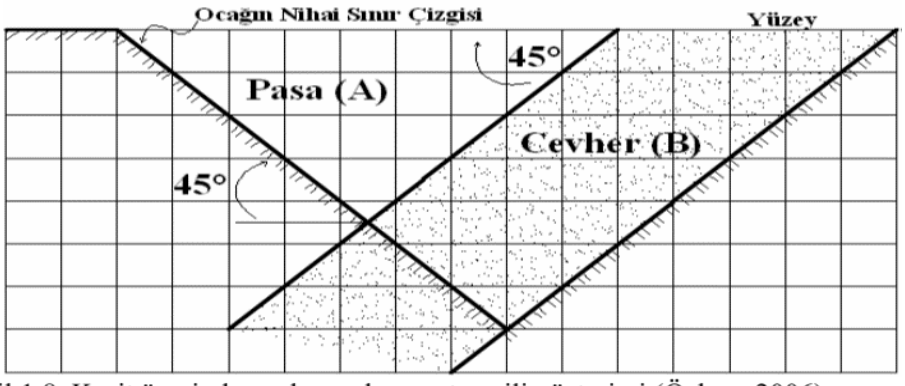


Şekil 1.7. Bir maden yatağı üzerindeki açık ocağın görünümü (Özkan, 2006)

Aşağıda bir örnek ile yöntemin uygulaması anlatılmaktadır;

Şekil 1.8'de Yüzeyde mostra vermiş ve 45° eğim ile alınmış bir kesit gözükmektedir. Cevher eğimi ve ocak şev açısı da 45° kabul edilmiştir. (B) bölümündeki cevheri çıkarabilmek için (A) bölümünün tamamının çıkarılması gerekmektedir.

Örnekte dilim kalınlıkları 1,25 birim (b) kabul edilmiş olup, kesit kalınlığı 1 birim (b) olarak alınmıştır. İlk dilimden itibaren Pasa (V_w (Volumes of Waste (I)) ve Cevher (V_o (Volumes Of Ore, (II)) hacimleri hesaplanmış ve incelenen dilime ait Anlık Dekapaj Oranı (ISR (Instantaneous Stripping Ratio, (III)) bulunmuştur.



Şekil 1.8. Kesit üzerinde ocak sınırlarının temsili gösterimi (Özkan, 2006)

1. Dilim için hacimler şu şekilde hesaplanmıştır;

$V_{w1} = 9{,}40\ b^3$ (1.1)

$V_{01} = 6{,}25\ b^3$ (1.2)

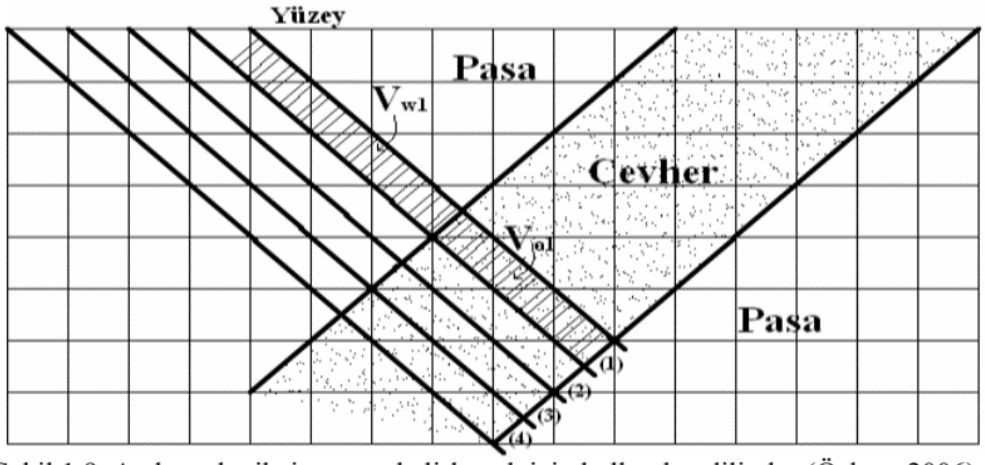
Anlık Dekapaj Oranı (ISR (Instantaneos Stripping Ratio))

ISR1 = $\frac{Vw1}{V01}$ olarak kabul edilir. (1.3)

Buna göre $ISR_1 = 1{,}50$

Cevher 1 birim hacim satışından elde edilen gelir tüm masraflar çıkarıldıktan sonra 1,90 $, dekapaj birim hacim maliyeti 1,0 $ olarak kabul edildiği ele alırsak, 1. Dilim için net kar(net value); Şekil 1.9' da dilimler gösterilmiştir.

NV1 = 6,25 x 1,90 $ - 9,4 x 1,0 $ = 2,48 $ olarak hesaplanır.



Şekil 1.9. Açık ocak nihai sınırını belirlemek için kullanılan dilimler (Özkan, 2006)

Bu işlemler 2., 3. ve 4. dilimler için de tekrarlanırsa aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

Dilim-2:

$V_{w2} = 10{,}50\ b^3$

$V_{o2} = 6{,}25\ b^3$

$ISR_2 = 1{,}68$

$NV_2 = 6{,}25 \times 1{,}90\ \$ - 10{,}5 \times 1{,}0\ \$ = 1{,}38\ \$$

Dilim-3:

$V_{w3} = 11{,}80\ b^3$

$V_{o3} = 6{,}25\ b3$

$ISR3 = 1{,}89$

$NV3 = 6{,}25 \times 1{,}90\ \$ - 11{,}8 \times 1{,}0\ \$ = 0{,}075\ \$ \approx 0\ \$$

Dilim-4:

$V_{w4} = 13{,}10\ b^3$

$V_{o4} = 6{,}25\ b^3$

$ISR_4 = 2{,}10$

$NV_4 = 6{,}25 \times 1{,}90\ \$ - 13{,}1 \times 1{,}0\ \$ = -1{,}23\ \$$

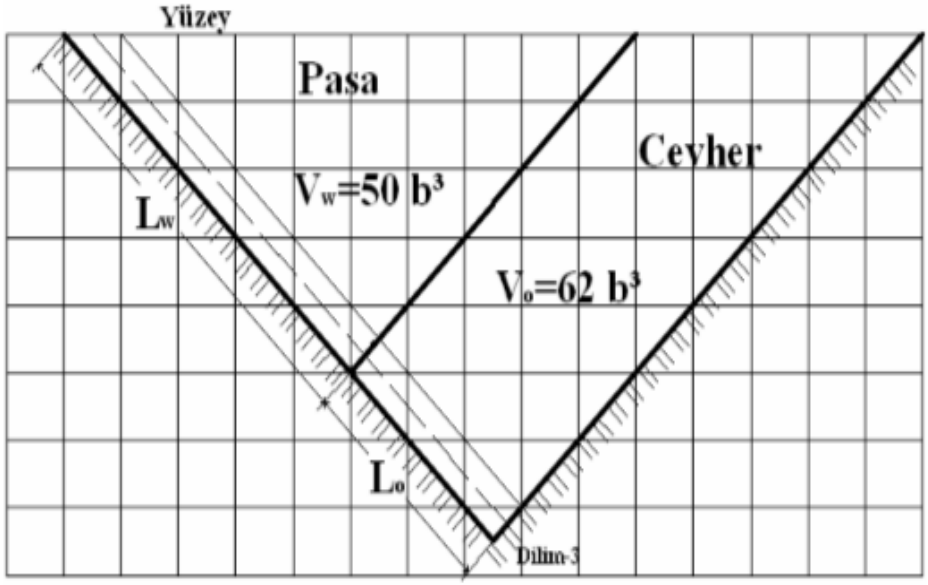
Görüldüğü üzere cevherin net değeri cevher derinlere inildikçe pozitif (+) dan, negatif (-) ye yönelmektedir. 3. Dilim için değer yaklaşık 0'dır. Cevher üretim masrafının, elde edilen gelire eşit olduğu noktaya "Başa baş Noktası (Breakeven) veya Sınır Dekapaj Noktası denilmektedir. Bu noktada işletme nihai sınırlarına ulaşmış olacaktır. Sınır Dekapaj Oranı Dilim-3'e göre şöyle olacaktır.

$ISR_3 = 1,9$

Bir birim cevherin net değeri 1, 90 $ olduğundan ve 1,0 birim dekapajın maliyeti 1,0 $ olduğu ele alındığında 1 birim cevherin kazılması için 1,90 birim dekapaj kaldırılmalıdır.

Genel Dekapaj Oranını hesaplarsak;

$$OSR = \frac{Dekapaj\ Hacmi}{Cevher\ Hacmi} = \frac{A}{B} \quad (1.4)$$



Şekil 1.10. Cevher ve pasa dağılımını gösteren açık ocak nihai sınırları (Özkan, 2006)

Şekil 1.10'da Görüldüğü gibi

Dekapaj Hacmi = A = 50 b^3

Cevher Hacmi = B = 62^3

Buna göre

OSR ≈ 0,8 olacaktır.

Bu oran açık işletme sınırı için belirlenen Anlık Dekapaj Oranı (ISR) ile karşılaştırılır.

ISR (nihai sınır) = 1,9

Genel Dekapaj Oranı (OSR), nihai sınır için belirlenen Anlık Dekapaj Oranı'ndan (ISR) her zaman daha düşük olmalıdır.

Örnekte verilen kesit için (varsayılan birim kalınlığı dikkate alınarak) net değer (NV) hesaplanacak olursa;

NV = Cevher Hacmi x Cevherin Net Değeri – Dekapaj Hacmi x Dekapaj Maliyeti NV = B x 1,90 $ - A x 1$ = 62 x 1,90$ - 50 x 1,0 $ = 68 $

İşletmenin nihai sınırındaki dilimin net değeri 0 olduğu halde kesitin bütününü göz önünde bulundurduğumuzda bu değerin pozitif olduğunu görürüz.

Bu örnekte bütün miktarlar, maliyetler ve gelirler hacme bağlı olarak ifade edilmiştir. Cevher ve dekapajın her ikisi için de dilim kalınlığı ve genişliği aynı olduğundan bu açık işletmede nihai sınır, kazılacak olan dilim genişliğinin ortasından ölçülen dekapaj uzunluğunun cevher uzunluğunun 1,9 katına eşit olduğu durumdur.

Genellikle maliyetler ve giderler birim üretimin bir fonksiyonu olarak ifade edilirler ($/ton).

Ocağın dizaynında genel dekapaj oranı, anlık dekapaj oranı ve sınır dekapaj oranları hesaba katılır. Bu oranlar çıkarılan madenin cevher veya pasa olarak ayırt etmemizde kolaylık sağlar. Tenör ve dekapaj oranı değişimini gösteren dekapaj eğrileri, normalde klasik yöntemlerle ocak sınırı tespiti yapılırken ocak sınırları içerisindeki muhtemel tenör değerlerini içermesi için bir önkoşul olarak oluşturulurlar (Pana and Davey, 1973).

Bu deneme-yanılma metodu ocağın geliştirilmesinde temel becerileri geliştirme açısından iyi olsa bile zaman kaybı açısından sıkıntılar oluşturmaktadır.

1.2.2. Lerchs–Grossman 2-D Metodu ile Açık İşletme Sınırlarının Belirlenmesi

Lerchs ve Grossman tarafından geliştirilmiş iki boyutlu bir programlama tekniğidir. Basit ve gerçeğe yakın sonuçlar vermesi ve üç boyutlu optimum sınırlara da geçme olanağı tanıması bu sistemin kullanılmasını daha da arttırmıştır.

Bu metot ile açık işletme nihai sınırı maksimum net karı verecek şekilde dik kesitler üzerinde bulunur. Bu metodun tercih sebeplerinden birisi; deneme yanılma yolu ile nihai sınır belirlemeyi ortadan kaldırması diğeri de bilgisayar kullanımı için daha uygun olmasıdır. Açık işletme sınırı dik kesitler üzerinde belirlenir. Kesit üzerinde belirlenen sınırlar plan ve haritalara geçirilerek elle revize edilip kontrol edilmelidir. Kesitlerdeki nihai sınır optimum olduğu halde rötuşlanmış nihai sınır optimum olmayabilir (Şekil 1.11, Saydam, 2000).

1	-1	2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-2	-1	2	2	6	-2	-2	-1	-2
3	-2	-2	**7**	**10**	**3**	**2**	-2	-2	-2
4	-3	-4	-4	**6**	**7**	**7**	-4	-3	-4
5	-3	-2	-2	-4	**5**	-2	-2	-3	-2
6	-4	-2	-2	-2	**5**	-2	-2	-4	-2
7	-4	-2	-2	-2	**5**	-2	-2	-4	-2

Şekil 1.11. Her bir bloğun net değerini gösteren düşey kesit (Saydam, 2000).

Problemin çözüm aşamaları aşağıdaki gibidir.

I. Blok değerleri yukarıdan aşağıya kümülatif olarak toplanır ve her bloktaki kümülatif değeri o bloğa yazılır. Bu değerler bir bloktan yukarıya doğru olan blokların toplam değerini göstermektedir (Şekil 1.12).

II. Sol üst köşedeki bloktan başlayarak her sütundan aşağı doğru gidilir. Blok içine o bloğun solundaki düşey üç bloktan en büyük değeri olana doğru ok çizilir.

- Bir sol ve üstteki blok
- Bir soldaki blok
- Bir sol ve alttaki blok

-1	2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-3	1	0	1	5	-3	-3	-2	-3
-5	-1	7	11	8	-1	-5	-4	-5
-8	-5	3	17	15	6	-9	-7	-9
-11	-7	1	13	20	4	-11	-10	-11
-15	-9	-1	11	25	2	-13	-14	-13
-19	-11	-3	9	30	0	-15	-18	-15

Şekil 1.12. Blok değerlerinin kümülatif toplamı

Karelerin alt tarafındaki değeri, karenin üstündeki değer ile oradan çıkan okun gösterdiği karenin alt tarafındaki değeri toplanarak hesaplanır. Her karenin alt tarafındaki değer, o blok ve o bloğun sol tarafındaki işletme sınırları içindeki madenin

toplam net değerini gösterir. X ile işaretlenen bloklar ise, fiziksel olarak kazılamayacak blokları göstermektedir (Şekil 1.13).

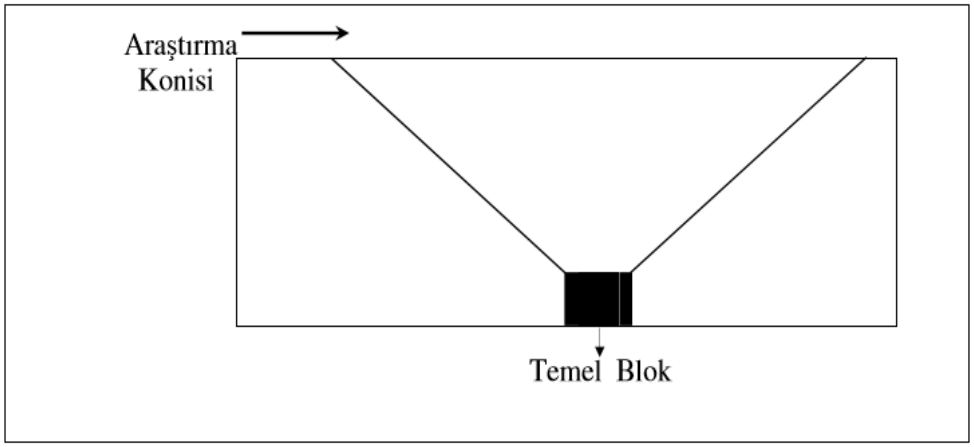
-1	2	0	1	7	22	28	34	42
-3	0	2	8	23	29	35	43	40
-5	-4	7	18	32	38	45	41	38
-8	-10	-1	24	39	50	41	38	32
-11	-15	-9	12	44	48	39	31	27
-15	-20	-16	2	37	46	35	25	18
-19	-26	-23	-7	32	37	31	17	10

Şekil 1.13. Optimum ocak sınırı

1.2.3. Korobov Algoritması

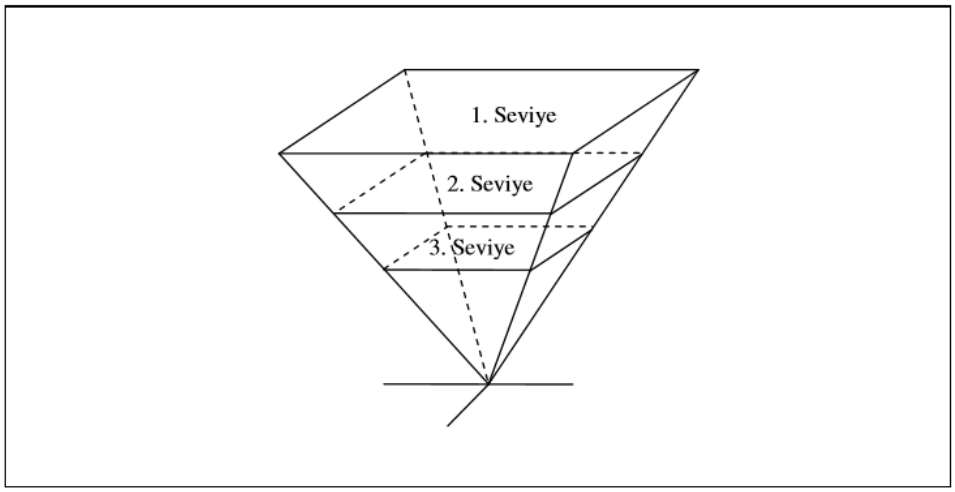
Bu yöntem 1974 yılında bir Rus matematikçi olan Korobov tarafından geliştirilmiştir, ancak optimum sonuçtan büyük sapmalar meydana getirmesi nedeni ile fazla kullanım olanağı bulamamıştır (Korobov, 1974).

Yöntemin aslı, bloklara ayrılmış bir cevher yatağında, yüzeyden başlayarak tüm pozitif ekonomik değere sahip bloklardan istenilen yöndeki şev açısı uygulanarak yüzeye ulaşana kadar bir ters koni oluşturulmasıdır. Bu koni içerisinde kalan bütün bloklar, incelenen bloğa ulaşmak için kaldırılması gereken bloklardır. Şekil 1.14'te verilen 2 boyutlu örnekte görüleceği üzere tabandaki herhangi bir bloktan yüzeye doğru alınacak blokları belirleyen şev açısı istenilen yönde oluşturulabilir.



Şekil 1.14. İki boyutlu araştırma konisi (Onur, 1995)

3 boyutlu uzay ele alındığında ise durum Şekil 1.15'de olduğu gibi ele alınır ve asıl kullanılacak şekil budur.



Şekil 1.15. Üç boyutlu araştırma konisi (Onur, 1995)

Oluşturulan koniler içerisindeki bloklara pozitif bloklar tarafından ödeme yapılır. Ödeme işlemi sonunda pozitif bloğun (ekonomik değere sahip blok) değeri ödeme miktarı kadar azaltılır, ödenen blok değeri sıfır (0) olarak değişir. Araştırma

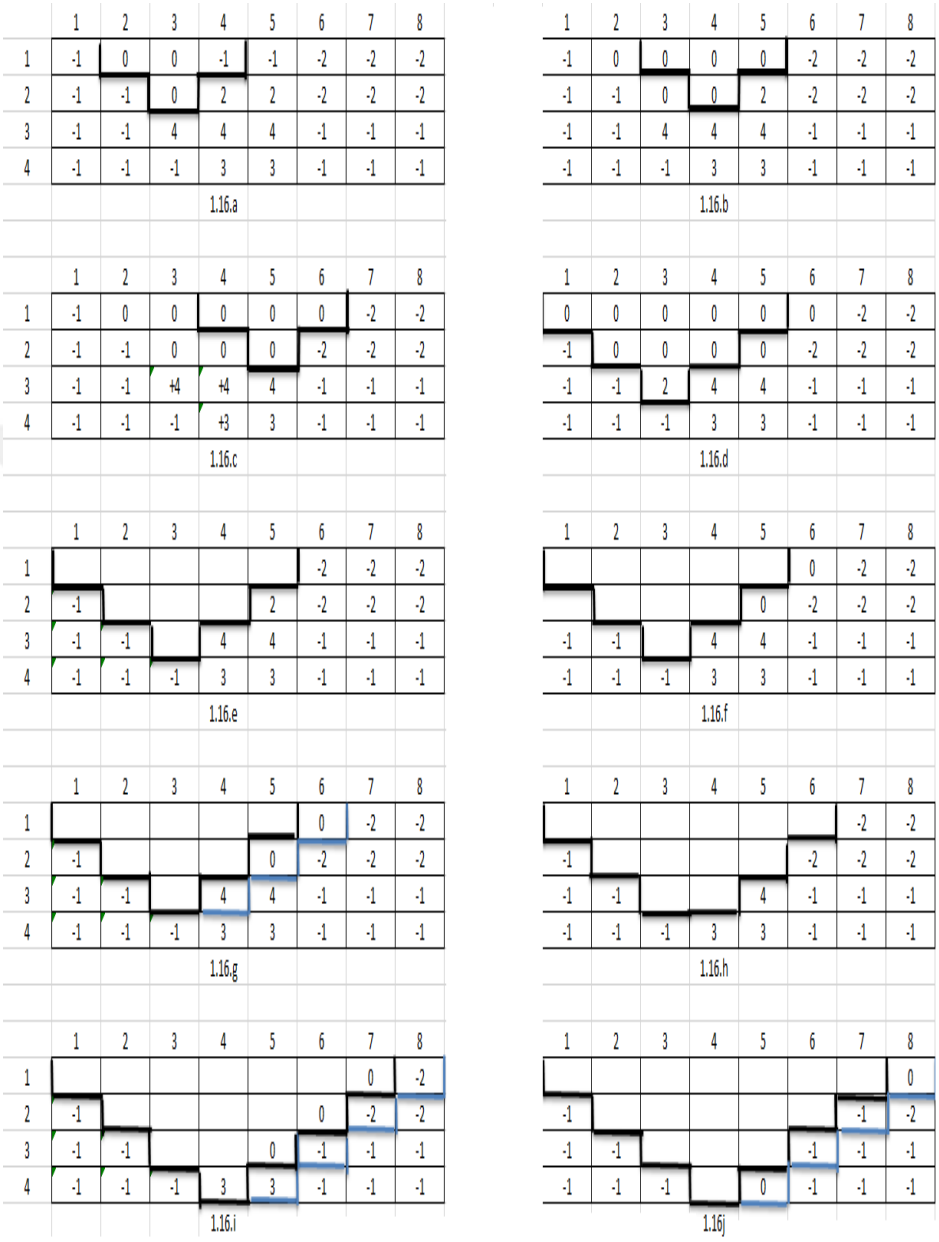
konisi içerisinde tüm negatif blok değerlerine ödemeler yapıldıktan sonra, teme blok hala pozitif olarak kalıyor ise bu temel blok ve araştırma konisi üzerinde kalan tüm bloklar araştırmadan çıkartılır. Algoritma en üstteki bloklardan, çıkartılan bloklar olmadan araştırmaya devam eder. Araştırma, bölgede pozitif blokların tümü kaldırılıncaya kadar devam eder. Her defasında pozitif bir değer ekleneceği için en son nihai sınır maksimum karı verir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. İki boyutlu analiz için örnek bloklar (Onur, 1995)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2
2	-1	-1	+2	+2	+2	-2	-2	-2
3	-1	-1	+4	+4	+4	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	+3	+3	-1	-1	-1

Örnekteki blok boyutları 10x10 metre ve şev açısı her yönde 45o olarak alınmıştır. Çizelge 1.3'de görüleceği üzere, yüzeyden itibaren ilk rastlanan pozitif blok (2,3) dür (birinci indis satır, ikinci indis sütunu gösterir). Bu bloğun değeri +2 dir ve bu bloktan yukarı doğru 45° lik bir açı ile koni oluşturulursa (1,2), (1,3), (1,4) nolu bloklar oluşturulan koni içerisinde kalır.

+2 değerli temel blok, bu bloklardan ancak ikisine ödeme yapabilir. Sonuç Şekil 1.16.a.'da gösterilmiştir. (1,2), (1,3) ve temel blok (2,3) sıfır değerine sahip olmuştur. Eğer ödeme sonucunda temel bloğun değeri pozitif kalsa ve araştırma konisi içerisinde hiç negatif blok kalmasaydı bu blok grubu kaldırılabilirdi. Ancak bu şartlar yerine gelmediği için araştırma bir sonraki pozitif bloktan devam eder. Bu blok (2,4) tür.



Şekil 1.16. Optimum sınır tespiti aşamaları (Onur, 1995)

Temel blok olarak alınan bu eleman üzerinde oluşturulacak 45º lik koni içerisinde (1,3),(1,4) ve (1,5) blokları kalır. Bu bloklardan (1,3), (2,3) temel bloğu

tarafından ödendiği için sadece (1,4) ve (1,5) blokları ödenecektir. Temel blok ödeme sonunda yine pozitif değerde olmadığı için bir sonraki pozitif değerli bloğa geçilir. Aynı olay burada da söz konusu olduğu için, temel blok (2,5), araştırma konisi içerisindeki(1,6) bloğuna ödeme yapabilir ve 0 değerini alır. Şekil 1.17.d' deki temel blok olarak alınan (3,3), araştırma konisi içerisindeki tüm blokların ödenmesi sonucu +2 değerinde kaldığından, bir başka deyişle pozitif olarak kaldığından dolayı, bu blok tüm araştırma konisi ile birlikte kaldırılır.

Elde edilen ekonomik değer:

6x(-1) + 2x2(+2) + (+4) = +2

Birim olarak hesaplanır. Algoritmanın özelliği olarak, bu bloklar kaldırıldıktan sonra geriye kalan bloklara orijinal değerleri atanarak yeniden en üst seviyeden araştırmaya devam edilir. Bu mantık ile diğer aşamalar sırası ile Şekil 1.17. e, f, g, h, i ve j de gösterilmektedir. Nihai sınır böylece tespit edilir. Burada maksimum kar

(+2) + (+3) = +5 olarak tespit edilmektedir.

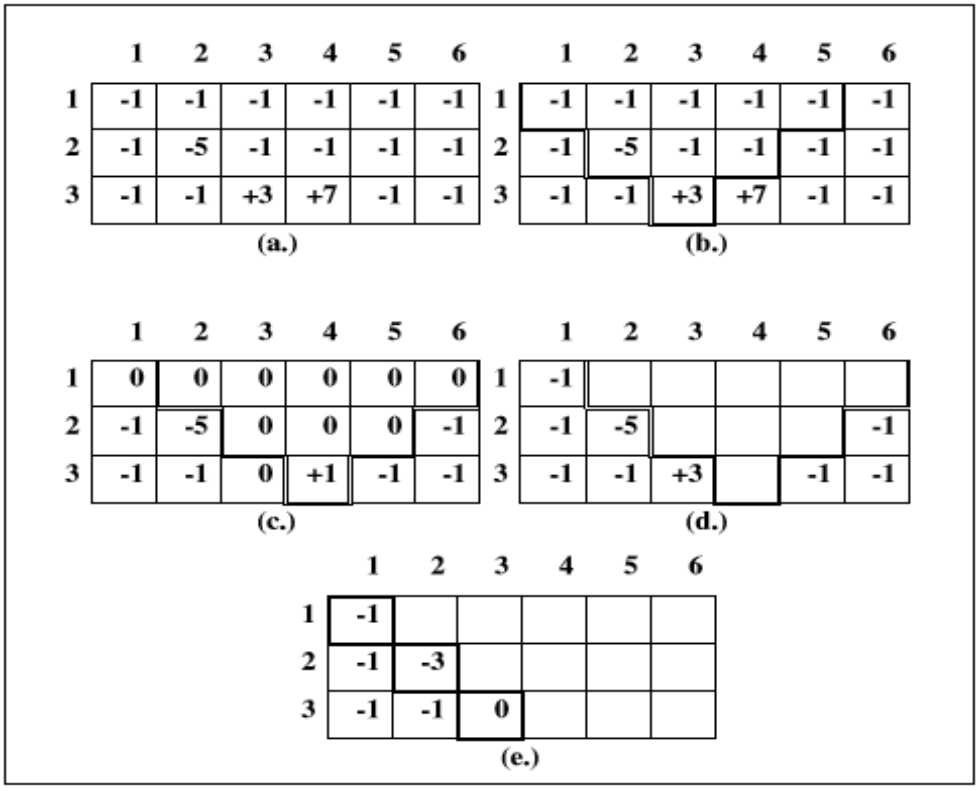
1.2.2. Düzeltilmiş Korobov Algoritması

Yukarıda anlatılan bazı özel durumlarda hata yapabilmektedir. Şekil 1.17.a, b, c, d, e'de verilen örnekte hatanın nedeni anlatılmaktadır.

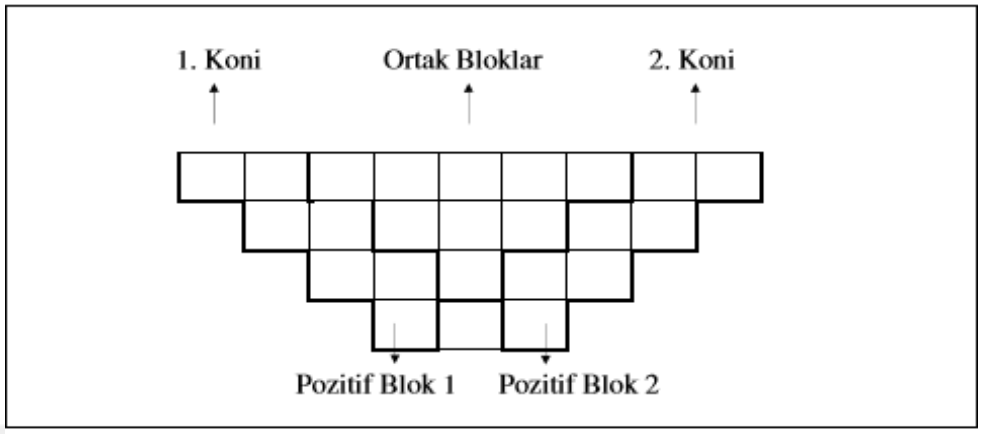
Bu örnekte 3 satır ve 6 sütundan meydana gelmiştir. Şekil 1.17.b.'de görüldüğü üzere, eğer ilk pozitif blok (3,3)'den yukarı bir koni oluşturulursa (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,6), (2,2), (2,3), (2,4) kaldırılması gereken blokların oluşturduğu bir gruptur. Pozitif temel blok bu grup içerisinden sırası ile (1,1), (1,2), (1,3)'e ödeme yaptığı takdirde 0'a iner (Şekil.1.18.b.). Bir sonraki işlemde pozitif (3,4) üzerinde koni meydana getirerek ödeme yapar. Şekil 1.17.c.'de görüldüğü gibi, koni içerisine pozitif

blok tarafından ödeme yapıldıktan sonra değeri +1 olarak kalır. Bu da, bu grup blokların üretilmesi gerekliliğini gösterir. Aslında üretildiği zaman -1 lik değeri destekler ki, ekonomik bir değer değildir. Hata tespit edildikten sonra, bunun giderilmesi sağlanmıştır. Dikkat edilirse herhangi kesişen iki koninin mevcut olması durumunda böyle bir hata gözlenmektedir.

Pozitif bloklar üzerinde inşa edilen koniler eğer kesişirler ise ödeme önce ortak olmayan bölgeye yapılmalıdır. Bu durum Şekil.1.18'de açıklanmaktadır. Böylece öncelikle kesişen bloklar tespit edilip, sırası ile birbirlerini kesen bölgeler bulunup ödemeler buralara yapılmalıdır. Bunun en kolay yolu, yanlış ödemeleri bulup bunları ödendikleri yerden kaldırmak ve istenilen yere yeniden atamaktır. (Onur, 1995)



Şekil 1.17. Hata kaynağını açıklayan örnek (Onur, 1995)



Şekil 1.18. Blokların Kesişimi (Onur, 1995)

1.2.5 Hareketli Koniler Yöntemi

Hareketli koniler algoritması diğer bir yöntem olarak açık ocak sınırlarını optimize etmekte kullanılan diğer bir algoritmadır.

2 boyutlu hareketli koniler algoritması şu optimizasyon kriterlerini kullanır.

Bu kriterler açık ocak dizaynının tanımlanmasındaki problemlerden ortaya çıkmıştır ve şu şekilde sıralanır:

I. Ocağın toplam değerini maksimize etmek

II. Satılabilir ürünün ton başına değerini maksimize etmek

III. Ocağın ömrünü maksimize etmek

IV. Ocak içerisindeki metal içeriğini maksimize etmek (Wright, 1990).

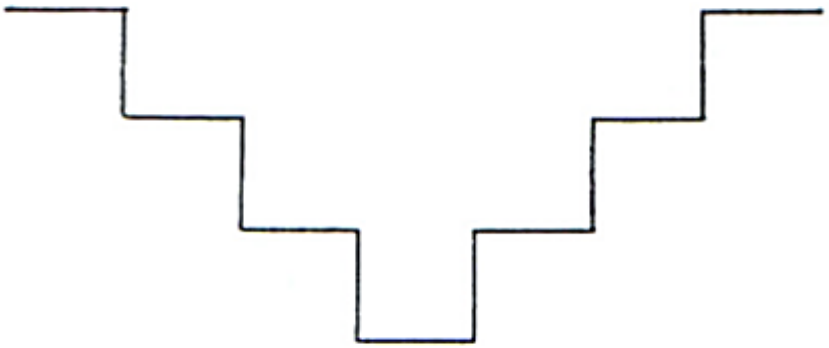
Ocağın toplam ekonomik değerinin maksimizasyonu diğerlerinden daha genel bir kriterdir. Bu algoritma kabul edilebilir bir şev açısı ile bir bloğun kazısından önce onun üzerindeki bütün blokların çıkarılması gerektiğini söyler.

Hareketli koniler yönteminin açıklanması için Barnes (1982) tarafından sunulan 2 boyutlu örnek ele alınacaktır (Şekil 1.19).

	1	2	3	4	5	6	7
1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1
2		-2	-2	+4	-2	-2	
3			+7	+1	-3		

Şekil 1.19. Blok model (Barnes, 1982)

Bloklar eşit boyutta ve şev açısı 45°olarak kabul edilmiştir. Bu neden ile şev oluşumunda her bloğun üzerinde bir blok bulunduğu düşünülecektir. Şekil 1.20' de bu yöntemde kullanılan koni görülmektedir. Ocak sınırlarının belirlenmesi için aşağıdaki adımlar uygulanacaktır:



Şekil 1.20. Örnekte kullanılan koni

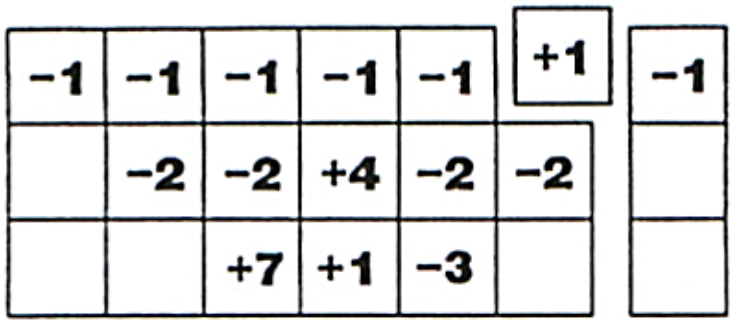
- ***1. Adım:*** Koni, kesitteki blokların en üst sırasında soldan sağa doğru gezdirilir. Eğer pozitif bir blok varsa o bloktan çıkarma işlemi başlatılır.
- ***2. Adım:*** İlk sıra geçildikten sonra koninin uç kısmı bir sıra aşağı alınarak tekrar soldan sağa doğru bir şekilde pozitif bir bloğa rastlanıncaya kadar gezdirilir. Eğer bu pozitif değerli blok alınırken üzerindeki bloklarla beraber

toplam değeri pozitif oluyorsa veya sıfıra eşit oluyorsa bu blok da çıkartılır. Eğer sonuç negatif ise o bloklar kalır ve koni aynı sıradaki diğer pozitif bloğu buluncaya kadar gezdirilir. Bu şekilde işlemler devam ettirilir.

- ***3. Adım:*** Kesit üzerinde bu koninin soldan sağa ve yukarıdan aşağıya olan işlemleri çıkarılacak hiçbir blok kalmayıncaya kadar devam ettirilir.
- ***4. Adım:*** Söz konusu kesitteki kazanç değerleri blokların değerlerinin toplamıyla elde edilir.
- ***5. Adım:*** Genel dekepaj oranı pozitif (+) ve negatif (-) blokların sayılarından belirlenir.

Yukarıda bahsedilen kuralları Şekil 1.21' deki kesit üzerinde uygularsak:

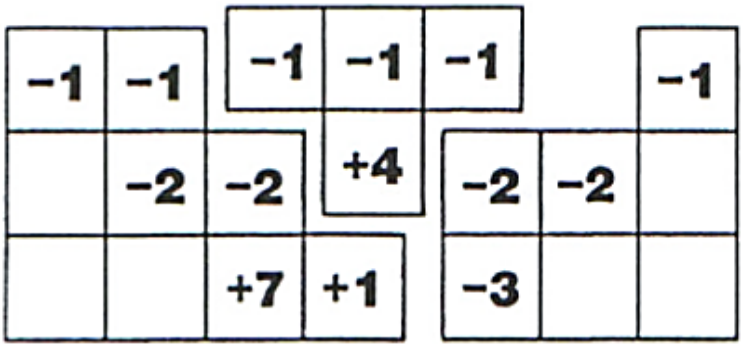
Kesit üzerinde dört (4) pozitif blok bulunmaktadır. En üst sıraya baktığımızda 1. sıra 6. Sütundaki bloğun kazı için uygun olduğu görülür. Bu blok üzerinde başka bir blok olmadığı için koninin değeri bloğun değerine eşittir yani 1'dir. Koninin değeri pozitif olduğuna göre bu blok çıkarılabilir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21. Koninin ilk kademe durumu

Bir sonraki aşamada 2. sıra 4. kolondaki blok pozitif değerlidir. Bu konumdaki koninin değeri ise;

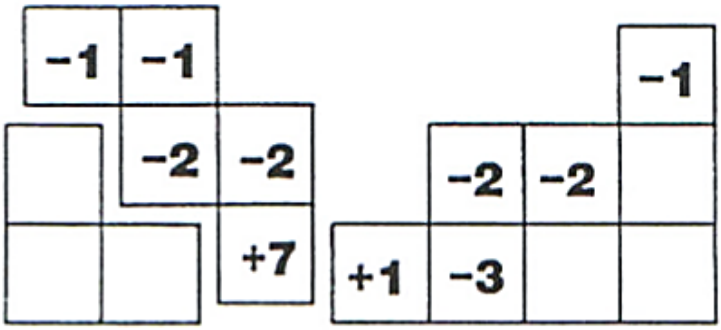
-1 – 1 – 1 + 4 = +1 bulunur (Şekil 1.22).



Şekil 1.22. Koninin ikinci kademedeki durumu

Bu değer pozitif olduğundan dolayı bu blok çıkarılır. Bir alt sıraya geldiğimizde 3.sıra 3.kolonda bulunan blok üzerinde yer alan koninin değeri;

-1 – 1 – 2 – 2 + 7 = +1 bulunur (Şekil 1.23).

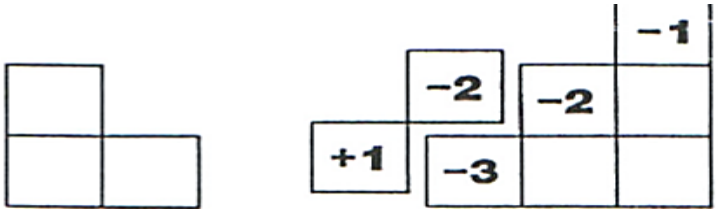


Şekil 1.23. Koninin Üçüncü kademedeki durumu

Buradaki koni değeri de pozitif olduğundan dolayı bu blok da çıkarılır.

Son olarak 3. Sıra, 4. kolondaki blok üzerine getirdiğimiz koninin değerine baktığımızda

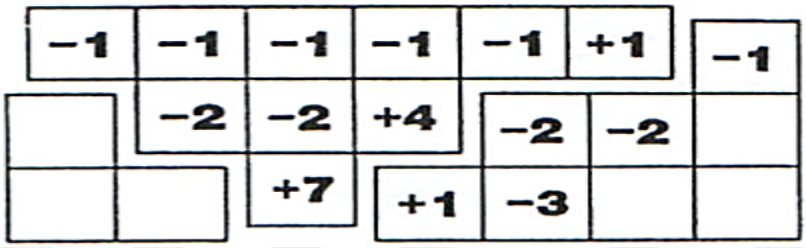
-2 + 1 = -1 bulunur (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Koninin Dördüncü kademedeki durumu

Bu koninin değeri negatif olduğundan o blok çıkarılamaz.

Şekil 1.25'de kesit üzerindeki nihai ocak sınırı gösterilmektedir.



Şekil 1.25. Kesitin nihai sınırları

Bu kesitin toplam değeri;

-1 – 1 – 1 – 1 – 1 + 1 – 2 – 2 + 4 + 7 = +3 bulunur.

Genel Dekapaj Oranı da şu şekildedir:

SR (Dekapaj Oranı) = $\frac{7}{3}$ olarak bulunur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Afşin–Elbistan Havzası ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Afşin-Elbistan linyit kömürü havzası üzerine yapılan ilk çalışmalar kömür etüdü ve rezervi üzerine olmuştur. Daha sonra kömür sahasının fizibilitesi, jeofizik ve jeoteknik çalışmaları yapılmıştır. Bu havzada yapılan çalışmalar kronolojik sırayla aşağıda verilmiştir.

Önen (1936) tarafından bölgedeki ilk çalışmalar yapılmıştır. Sivas, Malatya, Kahramanmaraş ve Gaziantep illerini içiren linyit yatakları incelenmiş ve Kahramanmaraş ili çevresinde dört ayrı yerde kömür yataklanmasının bulunduğunu, fakat ekonomik değere sahip olmadığını vurgulamıştır.

Otto-Gold (1969), firması Alman mühendislerinde teknik yardımı ile Afşin-Elbistan havzasında linyit kömürünün varlığına ve sonrasında fizibilitesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Bu amaçla 1966-1969 yılları arasında linyitlerin aranması, oluşumu, yayılımı, rezervi ve özelliklerine yönelik arazi, sondaj, analiz ve benzeri çalışmalarla Afşin-Elbistan linyitlerinin fizibilite etütlerini gerçekleştirmiştir.

Özbek ve Güçlüer (1977), Yaptıkları hidrojeolojik çalışmalar sonunda, Afşin – Elbistan linyit havzasının temel formasyonlardan kireçtaşlarının akifer özellikte olduğunu saptamış ve faylanmalar nedeni ile kömür işletme sahasına etkili miktarda su gelişi olacağını vurgulamıştır.

Aydoğan (1978), Elbistan-Çöllolar sektöründe varlığı saptanan linyit kömürü yatağının fizibilite çalışmalarında 245 adet sondaj çalışması yapılmıştır. Bu sondaj verilerine göre kömür kalınlığı doğudan batıya ve kuzeybatıya gidildikçe azalmaktadır.

Gürsoy ve ark., (1981), Hurman ve Sinekli köyleri arasında kalan Çöllolar sahasının kömür rezervine dair yapmış oldukları çalışmada 466 milyon ton linyit rezervi tespit edilmiştir. Alınan numunelerden, linyit kömürün Pliyosen yaşlı olduğunu, gidya birimi içinde bulunan Ostrocod'lara dayanarak bu çökeller için de Pliyo–Pliyostesen yaşını vermişlerdir.

Perinçek ve Kozlu (1984), Afşin, Elbistan ve Doğanşehir arasında kalan bölgedeki birimlerin stratigrafisini ve birbirleriyle olan ilişkilerini incelemişlerdir. Bu verilere göre Kızıldağ ile Afşin arasında kalan alanda kalın kömür damarlarının bulunduğunu vurgulamışlardır.

Yörükoğlu (1991) tarafından, Kışlaköy Açık işletmesinin jeolojik, hidrojeolojik çalışmaları yapılmış, planlama kriterleri belirlenmiş ve kömür üretim miktarı ile kullanılan makine ve ekipmanları konusunda bir çalışma yapılmıştır.

Gökmen ve ark., (1993) tarafından, Afşin-Elbistan linyit havzası ile ilgili bilgiler derlenmiştir. Elde edilen bilgilere göre; linyit içeren birimlerin temelini Neojen öncesi yaşlı kayaçların oluşturduğunu, Neojen yaşlı çökellerin limnik fasiyeste geliştiğini bildirmişlerdir.

Öztürk (1994) tarafından, Afşin-Elbistan açık işletmesinde sert kayaç problemi olduğu vurgulanmış ve Kazıcıların durma sebepleri içindeki payı ortaya konarak işletmeyi ne derecede etkilediği gösterilmiştir. Bu sondajlara dayanarak basamaklara göre sert kayaç hacimleri belirlenmiştir ve Sert kayaç tabakasının şevdeki durumu göz önüne alınarak kazıcıların çalışma teknikleri incelenmiş ve taşların bertaraf edilmesi için uygulanabilecek yöntemler ortaya konmuştur. Taş işletmesi için makine parkı oluşturulmuş, yatırımların spesifikasyonu yapılmıştır. Ayrıca delme-patlatma yöntemi ile döner kepçeli kazıcılar için yüklenebilir malzeme oluşturulması incelenmiştir. Bu yöntemler sonucunda maliyet ve verimlilik değerleri araştırılmıştır.

Saydam (1995) tarafından yapılan, blok boyutu seçiminin kömür rezervi tahminine etkisini ele alan çalışmasında, koordinat değerlerini (x, y, z) ve kömür kalınlık bilgilerini içeren 305 adet sondaj verisini bilgisayar ortamına aktararak veri tabanının oluşturulmuştur. Bu veri tabanı kullanılarak kömür kalınlıklarının istatistiksel ve variogramsal analizleri yapılmıştır. Variogram analizinden elde edilen verilere göre, kriging yarıçapı sabit tutulularak 100 x 100 m'den başlayarak 1000 x 1000 m'ye kadar olan kuramsal bloklara bölünen cevher yatağındaki her bloğun kömür kalınlık tahminleri yapılmıştır. Bir sonraki aşamada blok boyutları

sabit tutulup, 300-150 m, 600-300 m, 600-400 m, 800-400 m ve 1200-600 m kriging yarıçaplarının kalınlık tahminine etkisi araştırılmıştır. Sabit kriging yarıçapında, blok boyutunun kömür kalınlık tahminini çok az etkilediğini ve kriging yarıçapı arttıkça tahmin edilen kömür kalınlığının düştüğünü belirlemiştir.

Kılıç (1996) tarafından Kışlaköy sahasında stabilite analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaya göre içsel sürtünme açısı ve kohezyonu en düşük linyitin hemen altındaki kil tabakasının şevlerin stabilitesi için en önemli tabaka olduğunu, bu tabakanın su ile birleştiğinde çok kritik bir hal aldığı vurgulanmıştır. Kömür tabakası üstünde bulunan kaliç olarak adlandırılan tatlı su kalkerlerinin döner kepçeli ekskavatörlerin çalışma verimini negatif etkilediğini belirtilmiştir. Sahanın yeraltı ve yerüstü suyu bakımından zengin olduğu ve stabiliteyi olumsuz etkileyecek birkaç akiferin (Kuvaterner, Gidya, Karstik Kireçtası, Kızıldağ Akiferleri) bulunduğu, bu akiferlerin bulunduğu basamakların drenaj kuyuları vasıtasıyla yeraltı suyunun drenajının sağlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Dağ (1997) tarafından Çöllolar sektörüne ait 305 adet sondaj verisi jeoistatistiksel yöntemler ile değerlendirilerek bu sektörün bir blok modeli oluşturulmuştur, bilgisayar destekli üretim planlaması için yazılım geliştirilmiş ve açık işletmenin nihai sınırları tespit edilerek üretim planlaması yapılmıştır.

Ural (1999) tarafından Afşin-Elbistan A Termik Santrali'nin performansının düşük olmasının nedenleri araştırılmış ve bu nedenlerden birisinin yakıt olarak kullanılan linyitlerin kalitesini belirleyen sınırlayıcı parametrelerin yetersizliği olarak belirlenmiştir. Satılabilir kömürün kalitesini belirleyen en önemli iki sınırlayıcı parametre Afşin-Elbistan linyitlerinin dayanım özellikleri ve ısıl değeri ile kül oranı arasındaki orantıdır. Linyitlerin dayanımlarını belirleyebilmek için düzeltilmiş darbe dayanım deneyi adı verilen bir yöntem geliştirilmiştir. Afşin-Elbistan linyitlerinin darbe dayanım değerleri %9,8 ile %56 arasında değişmektedir. Satılabilir linyitlerin ortalama darbe dayanım değeri %45 ve varyansı da %4 olmalıdır. Bu nedenle farklı özelliklere sahip linyitlerin harmanlanması gerektiği tespit edilmiştir.

Ergüder ve ark., (2000), Kışlaköy Açık İşletmesi'nde doğu nihai şevlerini kapsayan jeofiziksel çalışma ile bu yöredeki fayların doğrultu ve eğimlerini tespit etmek için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda mevcut fayların ocak işletme sınırı yönünde devam ettiğini saptamışlardır.

Koçak (2000) tarafından, Elbistan Linyit Havzasında bulunan Hurman Çayı'nın batısında yer alan C ve E sektörleri güncel veriler ile yeniden değerlendirilmiş olup, iki sektör toplamında 796 milyon ton işletilebilir linyit rezervinin bulunduğu tespit edilmiş ve havzanın batısında yeni sondajlar yapılması neticesinde bu rezervin artabileceği belirtilmiştir.

Kılıç ve Onur (2001) tarafından Afşin-Elbistan Linyitleri Kışlaköy açık işletmesini içine alan bölgede iç döküm sahası için dinamik duraylılık analizleri, bölgenin deprem önemi de dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen dinamik duraylılık hesaplama programları ile üç değişik su durumu ve deprem etkisi göz önüne alınarak "Bishop, Carter, Sarma" yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda döküm sahası şevinde bütün olasılıklar ve deprem katsayısının hesaba katılması durumunda bile herhangi bir kayma tehlikesinin olmadığı tespit edilmiştir.

Koçak ve ark., (2003), Bu bölgenin linyit rezervine dair yapmış oldukları çalışmalarda, havzada görünür rezervin 4,3 milyar ton, ekonomik işletilebilir linyit rezervinin ise 3,8 milyar ton olduğunu belirtmişlerdir.

Ural ve Yüksel (2004), Kışlaköy Açık İşletmesinde stabilite konusunda yaptıkları çalışmalarda, stabiliteyi etkileyen temel faktörlerin; yeraltı suyu seviyesinin yüksek olması, gidya biriminin zayıf zonlu olması, linyit altındaki kilin potansiyel kaymaya neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Mert (2010) Bu çalışmada, madencilik faaliyetlerini içeren bir bilgi sistemi oluşturulmuş ve madencilik faaliyetlerini ve ürün hareketlerini gerçek zamanda izlemesini, gerekli sorgulamaları ve analizlerin yapılarak doğru karar verilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, Afşin-Elbistan linyit havzasına ait jeolojik ve sondaj verileri analiz edilerek tablosal veritabanları hazırlanmış ve madencilik

faaliyetlerinde kullanılan sayısal tematik haritalar oluşturularak Coğrafi Bilgi Sistemi kapsamında birleştirilmiştir. Bunun sonucunda, grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri, bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip " Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" yazılımı geliştirilmiştir.

Bu çerçevede, ekskavatörlerin üzerine bir GPS alıcısı yerleştirilerek, sayısal haritalar üzerinden izlenebilmeleri mümkün kılınmış, linyit üretimiyle eş zamanlı olarak üretim miktarı, ısıl değer, %nem, %kül gibi kalite verilerinin takip edilmesi ve stok kayıtlarının veritabanı olarak saklanması sağlanmıştır. Ayrıca, harmanlama ve diğer prosesler açısından önem arz eden bu veritabanları ve geliştirilen bilgi sistemi sayesinde arazi kullanım haritalarının hazırlanabileceği veya ekrandan tanımlanan bir alandaki rezerv-kalite dağılımlarının tespitinin mümkün olacağı ortaya konmuştur.

2.2. Netcad/Netpromine Programı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Arıöz (2011) Bu yüksek lisans çalışmasında Netpro/Mine programı kullanılarak Afşin-Elbistan linyit havzasında açık ocak dizaynı geliştirilmiştir. Bu çalışmada, ocak sahasına ait sondaj bilgileri ile bilgisayar programı kullanılarak yatağın jeoistatiksel değerlendirilmesi, yatağın üç boyutlu dizaynı, blok model oluşturulması ve ayrıntılı rezerv hesapları oluşturulmuştur.

Gharehoghlani (2014) Bu yüksek lisan çalışmasında, Afşin-Elbistan İlçeleri arasında bulunan Linyit havzasına ait Kışlaköy sektörüne ait Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan 280 adet karotlu sondaj verisi kullanılarak bu sondajlardan elde edilen veriler, madencilik sektöründe kullanılan bilgisayar programlarından biri olan Netpro/Mine programı ile değerlendirilmiş ve buna göre maden yatağının üç boyutlu dizaynı ve blok model oluşturulmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

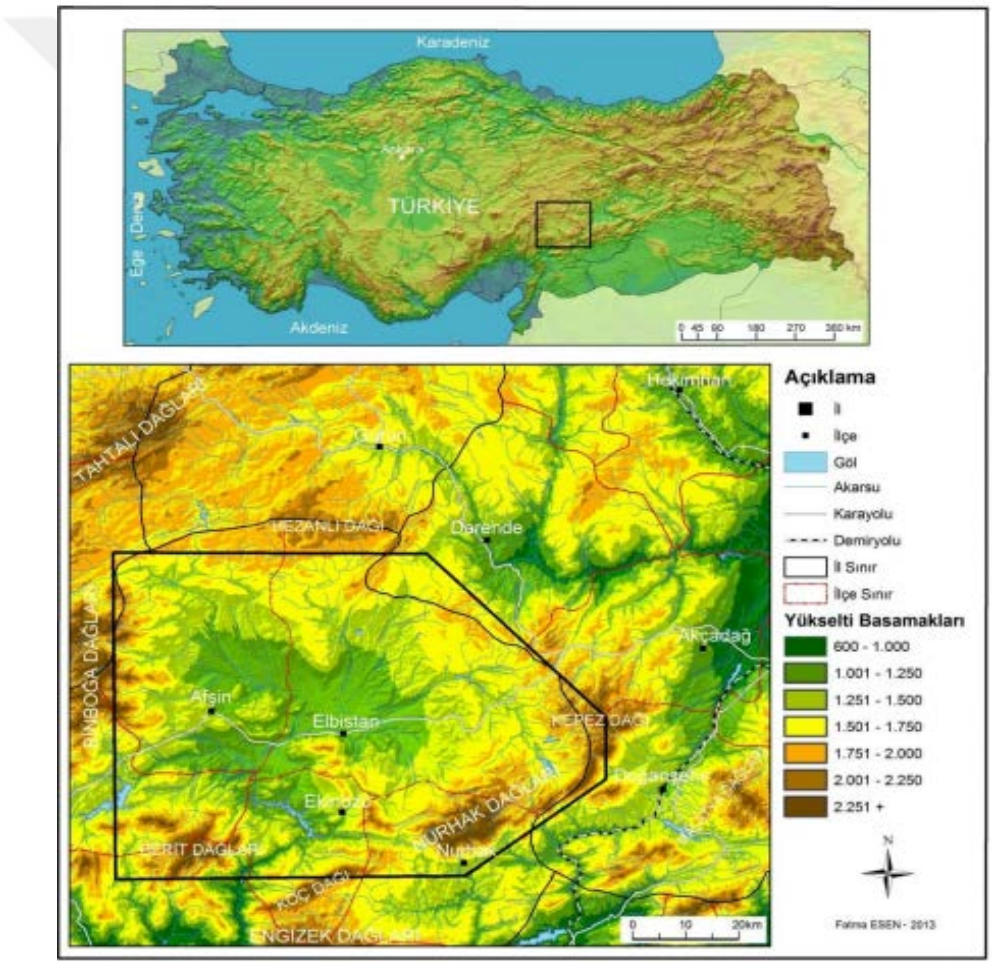
3.1. Materyal

Bu yüksek lisans çalışmasında, Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde kalan Afşin ve Elbistan ilçeleri arasındaki Linyit havzasına ait C ve D sahaları seçilmiştir. MTA tarafından 1966–1970 yıllar ıarasında yapılmış olan 52 adet karotlu sondaj verisi Netpro/Mine bilgisayar programına aktarılarak sahanın jeolojik modeli ve alternatif ocak sınırları oluşturulmuştur. Sondajlardaki ortalama karot verimi %97'dir.

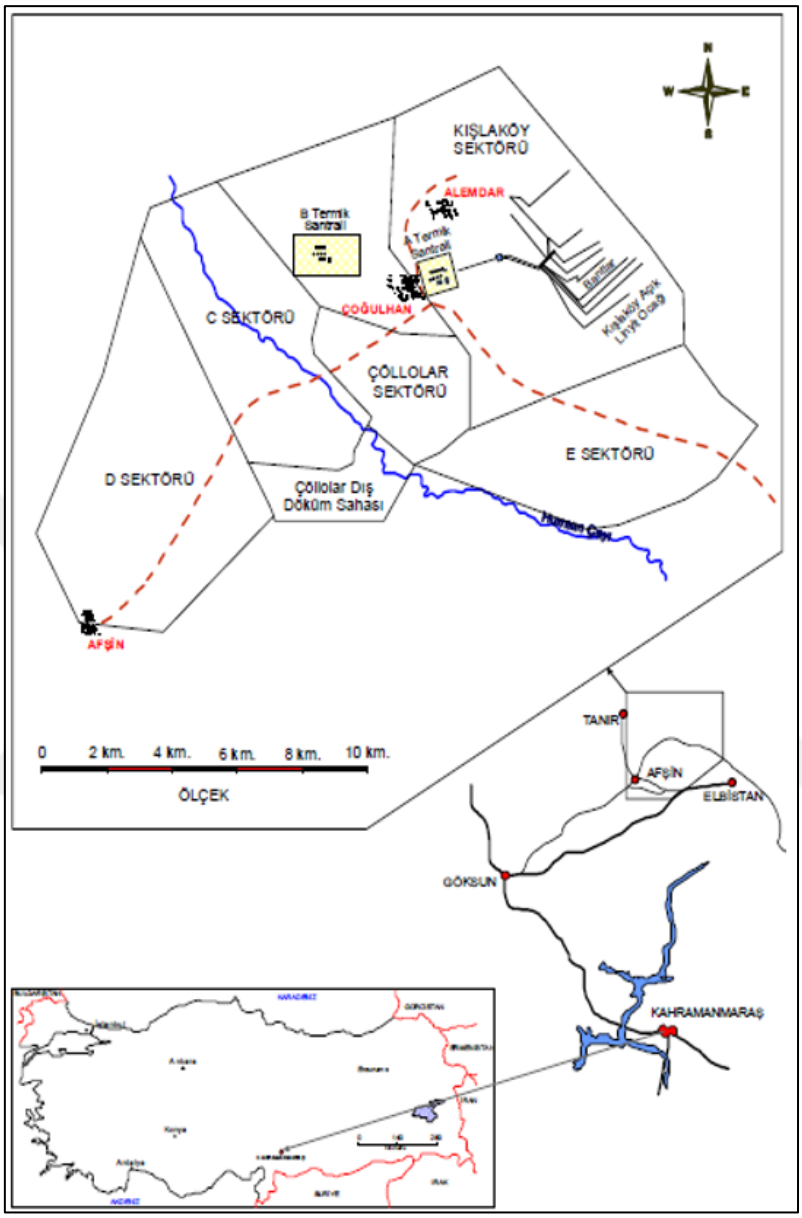
3.1.1. Çalışma Alanı

Afşin-Elbistan linyit havzası Kahramanmaraş İline bağlı Afşin ve Elbistan İlçelerinin kuzeyinde yer almaktadır. Havzanın doğu bölümünde Elbistan, batı bölümünde ise Afşin ovaları yer almaktadır. Bu iki ovayı Şardağı (2300 m) ve onun uzantıları olan yükseltileri ayırmaktadır. Afşin ve Elbistan ovaları batıdan Binboğa Dağlarıyla, güneyden Şardağ, Beritdağı ve Nurhak Dağı; kuzeyden ise Hezanlı Dağı ile çevrilmiştir. Dağlar arasında kalan bu bölüm düzgün bir topografyaya sahiptir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Bölgede devamlı akan akarsuların en önemlisi Hurman Çayıdır. Afşin-Elbistan Ovalarını, Ceyhan Nehri, Göksun, Sarsap ve Söğütlü Dereleri sulamaktadır. Bölgede karasal iklim hüküm sürmekte olup yıllık ortalama sıcaklık +11°C'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü.). Bitki örtüsü tek düze olup, özellikle dere kenarlarındaki söğüt ve selvi ağaçları tipik bitki örtüsünü oluşturur. Çevre halkı geçimini büyük ölçüde tarım ve hayvancılıktan sağlamaktadır. Havza ulaşım olanakları açısından oldukça elverişli olup, Elbistan'a 30 km ve Afşin'e 14 km'lik bir asfalt yolla bağlanmıştır. Ayrıca Elbistan'ın 70 km güney doğusunda yer alan Kapıdere tren istasyonu vasıtasıyla demir yolu bağlantısı da vardır (Çankaya, 2005).

Bu havza Ülkemiz linyit yatakları içinde en büyük rezerv oranına sahip olup, elektrik enerjisi üretimi bakımından önemli potansiyeline sahiptir.1966 yılında MTA Enstitüsü ve bir Alman firması işbirliği ile detaylı arama çalışmaları başlamış, 1967 yılı itibariyle havzada düşük kalorili bol miktarda linyit rezervi olduğu saptanmıştır. 1968 yılı yatırım programı ile bu linyitlerden faydalanarak bir termik santral kurulmasına karar verilmiş, 1973 yılında her biri 344 MW gücünde dört ünite olarak yapımına başlanan santralin ilk ünitesi Temmuz 1984'te üretime başlamıştır.



Şekil 3.1. Elbistan Havzası'nın lokasyon haritası



Şekil 3.2. Çalışma alanının yerbulduru haritası

3.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Afşin-Elbistan havzası, Alp orojenezi sonunda Torosların yükselimi esnasında dağlar arasında oluşmuş tektonik bir çöküntü havzasıdır.

Bölgede, Bodrum Napı ve Köseyahya Napı'nı oluşturan allokton birliklerinin üzerinde açısal uyumsuz ve otokton olarak Ahmetcik formasyonu yer almaktadır (Bedi ve ark., 2009). Çalışma alanının çevresinde Bodrum Napı'na ait Üst Permiyen yaşlı Çayderesi formasyonu ve Üst Kretase yaşlı Karaböğürtlen formasyonu ile Orta Triyas-Orta Kretase yaşlı ayırtlanmamış Köseyahya Napı ve bu napa ait Üst Kretase yaşlı Kemaliye formasyonu yer almaktadır. Temel birimler üzerine Neojen yaşlı Ahmetcik formasyonu gelmektedir.

Çayderesi Formasyonu

Çalışma alanının güneybatısında yer alan bu formasyon; dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı ve şist ardalanmasından oluşmaktadır. Birim, beyaz, gri, koyu gri renkli, kalın-çok kalın tabakalanmalı, erime boşluklu ve bol eklemli, sert-çok sert olup, kırılma yüzeyleri keskin köşelidir. birimin kalınlığının 400-600 m arasında değiştiğini belirterek birimin yaşını Üst Permiyen olarak tespit edilmiştir (Bedi ve ark., 2009).

Karaböğürtlen Formasyonu

Karaböğürtlen formasyonu şist, kalkşist ve meta konglomera ardalanmasından oluşmaktadır. Birimin kalınlığı 250-300 m arasında değişmektedir (Bedi ve ark., 2009).

Köseyahya Napı

Orta Triyas-Orta Kretase yaşlı Köseyahya Napı allokton olup, çalışma sahasının doğusunda yer almaktadır. Yumrulu kireçtaşı, Megalodontlu kireçtaşı, Ammonitli kireçtaşı, çörtlü ve oolitli kireçtaşlarından oluşan birim; beyaz, açık gri renkli, orta-kalın tabakalı, çoğunlukla masif görünümlü olup, sert-çok sert, kırılma yüzeyi keskin köşelidir. Tektonizmanın etkisiyle aşırı kırıklı ve karstik bir yapıya sahiptir (Bedi ve ark., 2009).

Kemaliye Formasyonu

Birim fazla pekişmemiş kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve çakıltaşlarından oluşur. Kumtaşları; sarı-yeşil renkli, ince tabakalı, orta-iri taneli, silttaşları; yeşilimsi renkli, ince tabakalı, kiltaşları; açık kahve-kırmızı renkli, çakıltaşları gri renklidir. Üst seviyeler çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı matriks içinde Munzur, Köseyahya ve Gülbahar Napı'na ait farklı litoloji ve boyuttaki bloklardan oluşmaktadır. Birimin kalınlığı 20-250 m arasında değişmekte olup, yaşı Üst Kretase'dir (Bedi ve ark., 2009).

Taban Kili

Yeşilimsi mavi renkli (Turkuaz renkli), karbonat yumrulu kil seviyelerinden oluşan birim linyit horizonunun tabanını oluşturduğundan "Taban kili" olarak isimlendirilmiştir. Birim içinde yer yer silt-killi silt seviyeleri ile yer yer kumtaşı tabakaları yer almaktadır. Taban kili içerisindeki karbonat yoğunluğunun arttığı seviyelerde gri renkli orta sertlikte marn seviyeleri gözlenmiştir. Taban killeri az-orta plastik özellik göstermekte olup, ince-orta tabakalanmalıdır.

Linyit Horizonu

Taban kili üzerinde uyumlu olarak linyit horizonu yer almaktadır. Birim siyah-açık kahve renkli, orta sertlikte olup, orta-ince tabakalıdır.. Çöllolar ocağında diğer bölgelerden farklı olarak yeşil-siyah renkli plastik killerin kalınlığı 3-5 m'ye kadar çıkmaktadır.

Özbek ve Güçlüer (1977)'in yaptıkları çalışmada linyitli seviyeler Pliyosen yaşlı olarak tanımlanmıştır. Gürsoy ve ark., (1981) çalışmalarında linyitin yaşını Pliyosen olarak belirlemelerine rağmen, gri gidya birimi içinde bulunan Ostrocodlardan dolayı birimin yaşının Pliyosen-Pleistosen olmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Gri Gidya

Linyit seviyeleri üzerinde uyumlu olarak gri gidya birimi yer almaktadır. Birim kahvemsi gri-koyu gri renkli, killi seviyelerden oluşmaktadır. Birim orta-kalın tabakalı olup, çok yumuşaktır.. Ayrıca, birim içinde yer yer mercek şeklinde kumlu ve siltli seviyeler saptanmıştır. Birim içerisinde gözlenen Gastropod kavkıları bazı seviyelerde oldukça yoğunlaşmakta olup, sadece kavkılardan oluşan seviyeler de gözlenmektedir. Gürsoy ve ark., (1981), içerisindeki Ostrocodlardan dolayı birimin yaşını Pliyosen-Pleistosen olarak belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında yapılan jeoteknik amaçlı sondajlarda gri gidya biriminin kalınlığının 18,85-81,40 m arasında değiştiği tespit edilmiştir.

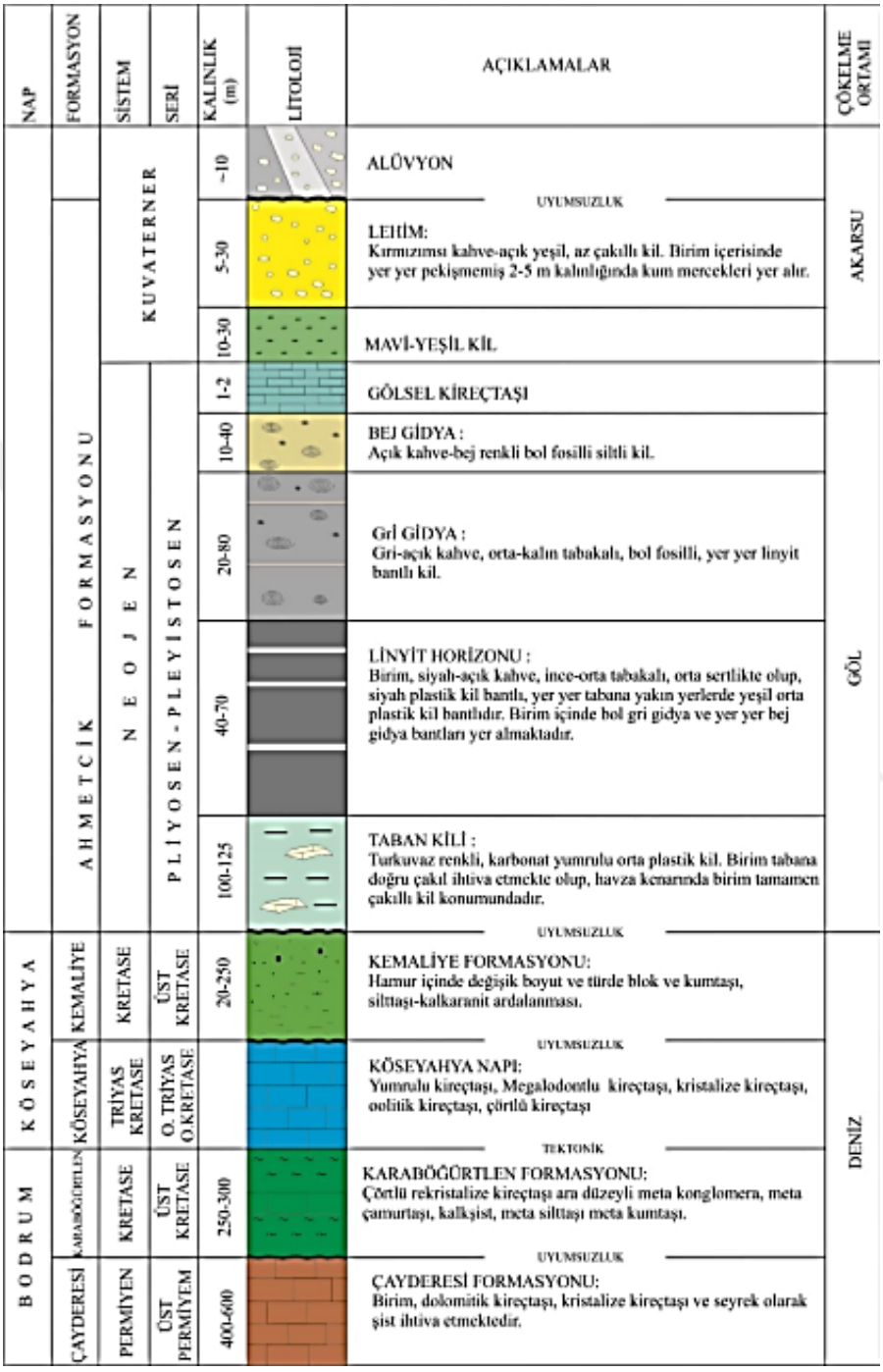
Bej Gidya

Birim açık kahve-bej renkli, bol Gastropod içerikli, killi siltlerden oluşmaktadır. Bej gidya içinde kalınlığı 5 cm'ye varan kalınlıklarda linyit seviyeleri gözlenmiştir. Çalışma sahasında yapılan sondajlarda bej gidya biriminin kalınlığı 13,40-38,50 m arasında değişmektedir.

Gölsel Kireçtaşı

Göl ortamını karakterize eden birimlerin en üst kesimini kireçtaşları oluşturmaktadır (Gürsoy ve diğ., 1981). Birim havza genelinde açık gri-gri renkli, bol fosilli, sert-çok sert, kırılma yüzeyleri keskin köşeli, orta-kalın tabakalı olmakla birlikte sondajlarda killi kireçtaşı, kil ve kum seviyeleriyle ardalanmalı şekilde gözlenmiştir. Kireçtaşları Gastropod fosili içermesi bakımından karakteristiktir. Yapılan jeoteknik amaçlı sondajlarda gölsel kireçtaşları 1,50-1,90 m kalınlığında kesilmiştir.

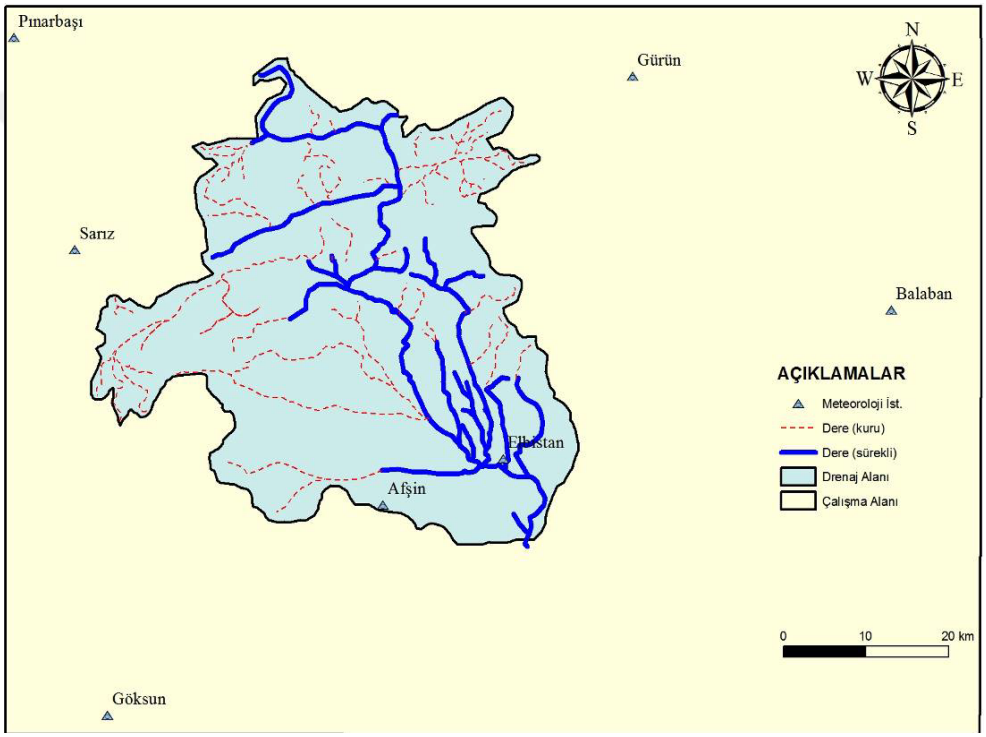
Çalışma alanınına ait stratigrafik dikme kesiti Şekil 3.3'de detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3.Çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit (Bedi ve ark., 2009).

3.1.3. Çalışma Alanının Hidrolojisi ve Hidrojeolojisi

Çalışma sahası yaklaşık 2000 km^2 kadar alan kapsamaktadır (Şekil 3.4). Hidrolojik havza sınırları, batıdan Kömürsuyu dere, güneyden Göksun çayı, kuzeyden Tohma çayı, doğundan ise Sarsap suyu hidrolojik havzaları ile sınırlandırılmıştır (Cicioğlu, 2001).



Şekil 3.4. Afşin-Elbistan kömür sahası hidroloji haritası (Cicioğlu, 2001).

Akarsular

İnceleme alanında bulunan sürekli akıma sahip önemli akarsu Hurman çayıdır. Sahayı kuzeyden güneye doğru kesen ve sürekli akış gösteren Hurman çayı, maden işletmeciliği açısından büyük önem taşır.

Mevsimsel akarsular arasında yer alan Mağaraözü deresi, yağışlı mevsimde akışa geçmekte ve genelde Temmuz ayının ortalarında kurumaktadır.

Kaynaklar

Çalışma alanında sürekli ve mevsimsel akış gösteren çok sayıda kaynak mevcuttur. Kaynakların bir bölümünün debileri oldukça düşük bir bölümünün debileri ise çalışma sahasının batı-kuzeybatısında olduğu gibi oldukça yüksektir. Binboğa dağları eteklerinden boşalan Mağaraözü, Kömürgözü-1 ve 2, Gökpınar, Gölpınar gibi kaynaklar yüksek debili kaynaklardır. Havzanın kuzeydoğusunda, Oğlakkayası mevkiinde de yine kireçtaşlarından boşalan yüksek debili kaynaklar mevcuttur. Bu kaynaklar Hurman çayına boşalmaktadır.

Ceyhan nehrine boşalan Pınarbaşı kaynağı da havzada yer alan yüksek debili kaynaklar içinde yer alır; ayrıca havzada mevsimsel boşalıma sahip birçok kaynak bulunmaktadır.

Hidrojeoloji

İnceleme alanında yayılım gösteren litololojik birimler sutaşıma özelliklerine göre; Geçirimsiz, yarı geçirimli ve geçirimli birimler olmak üzere 3 ana grup altında toplanmıştır (Otto-Gold, 1969).

Kömür seviyesinin üstünde yer alan Pliyosen yaşlı yeşil kil, marn düzeyleri, kömür seviyesinin altındaki Miyosen yaşlı kiltaşı, silttaşı düzeyleri ve Permiyen yaşlı şistler “geçirimsiz birimlerdir”.

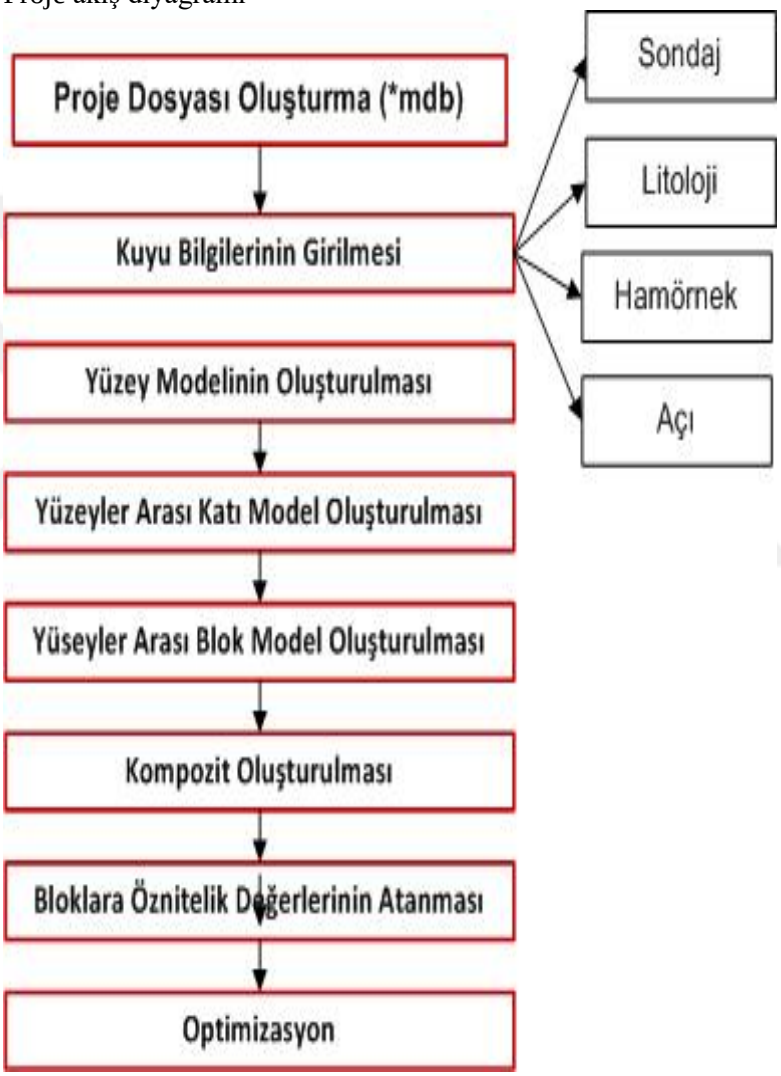
Kömür horizonunun altında yayılım gösteren Miyosen yaşlı birimler içerisinde geçirimsiz birimler mevcut olsa da, genel olarak birimin ince taneli kırıntılardan oluşması birime “yarı geçirimli” özellik kazandırmaktadır.

Havzadaki “geçirimli (akifer) birimleri” kömür seviyesinin üstü için alüvyonlar ve yamaç molozları ile Plio-kuvaterner ve Pliyosen yaşlı kumlu - çakıllı seviyeler oluşturmaktadır. Kömür seviyesinin altında ise temel birimleri oluşturan bol kırıklı çatlaklı Jura-Kretase yaşlı karstik kireçtaşları ile Permiyen yaşlı mermerler akifer özelliği göstermekle olup bol miktarda yer altı suyu taşımaktadır.(

3.2. Metot

Tez çalışması kapsamında yapılan çalışmada kullanılan bilgisyara programına ait açış diyagramı Çizelge 3.1'de aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1 Proje akış diyagramı



3.2.1. Yeni Proje Oluşturulması

NetproMine programı ile bir proje oluşturulurken elimizde ilk başta tüm sondaj verilerine ait bir dosya olması gerekmektedir. Bu dosya tüm sondajların X, Y ve Z doğrultuları ile Derinlik, Derinlik giriş, derinlik çıkış bilgileri, öznitelik değerleri, litoloji tanımları, eğim ve doğrultusunu içermektedir (Şekil 3.5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	SONDAJNO	KUZEY	DOĞU	Z(KOT)	DERİNLİK	derinlik_giris	derinlik_cıkıs	nem	kul	kalori	tenör	litoloji	egim	dogrultu	
2	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	0	68	25	75	-1	-1	qua	-90	0	
3	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	68	72	25	75	-1	-1	gidya	-90	0	
4	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	72	76	55.83	15.23	929	0.546471	gyd-kom	-90	0	
5	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	76	80	56.82	13.12	1230	0.723529	kom	-90	0	
6	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	80	84	59.16	11.28	1266	0.744706	kom	-90	0	
7	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	84	88	38.07	23.23	1326	0.78	kom	-90	0	
8	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	88	93.7	55.6	12.47	1241	0.73	kom	-90	0	
9	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	93.7	96	47.9	27.01	946	0.556471	kil-kom	-90	0	
10	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	96	102.2	54.12	17.21	1167	0.686471	kil-kom	-90	0	
11	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	102.2	150	25	75	-1	-1	tab	-90	0	
12	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	0	21	25	75	-1	-1	qua	-90	0	
13	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	21	46.2	25	75	-1	-1	gidya	-90	0	
14	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	46.2	49.35	59.72	10.73	1375	0.808824	gyd-kom	-90	0	
15	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	49.35	54.05	25	75	-1	-1	ara	-90	0	
16	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	54.05	57.35	57.68	14.13	1244	0.731765	kom	-90	0	
17	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	57.35	58.5	25	75	-1	-1	ara	-90	0	
18	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	58.5	71.16	57.75	20.64	1212	0.712941	kom	-90	0	
19	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	71.16	80.6	53.42	19.35	1055	0.620588	kil-kom	-90	0	
20	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	80.6	84.7	43.6	37.91	658	0.387059	kil-kom	-90	0	
21	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	84.7	171	25	75	-1	-1	tab	-90	0	
22	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	0	62	25	75	-1	-1	qua	-90	0	
23	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	62	76	25	75	-1	-1	gidya	-90	0	
24	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	76	78	48.8	29	500	0.294118	gyd-kom	-90	0	
25	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	78	86	48.46	17.36	1673	0.984118	kom	-90	0	
26	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	86	99.65	50.69	22.05	1252	0.736471	kom	-90	0	
27	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	99.65	101.1	48.37	29.97	850	0.5	kil-kom	-90	0	
28	OG-0641	4243989.7	320332.4	1206.12	125	101.1	125	25	75	-1	-1	tab	-90	0	
29	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	0	14	25	75	-1	-1	qua	-90	0	
30	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	14	34	25	75	-1	-1	gidya	-90	0	
31	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	34	46	54.9	16.97	991	0.582941	gyd-kom	-90	0	
32	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	46	54	53.9	20.88	998	0.587059	kom	-90	0	
33	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	54	66	53.9	20.88	998	0.587059	kil-kom	-90	0	
34	OG-0643	4241960.2	322515.8	1173.23	168	66	168	25	75	-1	-1	tab	-90	0	
35	OG-0674	4244344.6	321924.6	1181.74	121	0	29.8	25	75	-1	-1	qua	-90	0	

Şekil 3.5. Tüm sondaj verileri dosyası

Daha sonra tüm veriler dosyası kullanılarak 4 adet veritabanı oluşturulur Bu veritabanları;

- Sondaj (sondaj no, X, Y, Z ve derinlik)
- Litoloji (sondaj no, derinlil giriş, derinlik çıkış, litoloji)
- Ham Örnekleme (sondaj no, derinlik giriş, derinlik çıkış, kalori, kül, nem)
- Açı (sondaj no, derinlik, eğim, doğrultu)

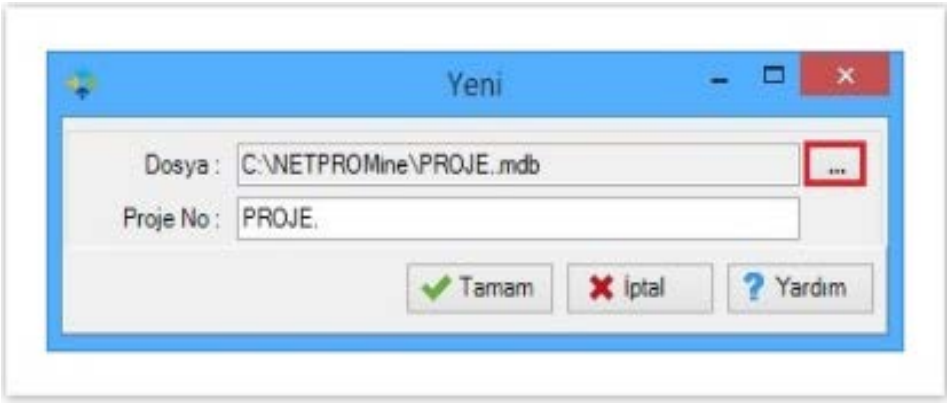
Dosyalarından oluşmaktadır. Bu dosyaların uzantısı (*.csv) olmalıdır.

Yeni bir proje oluşturulurken sırası ile;

NetproMine ikonu üzerinde fare sağ tuşu ile tıklandığında Yeni komutu seçilir (Şekil 3.6). Açılan pencerede Dosya bölümündeki "…" (üç nokta) butonu yardımı ile proje veritabanı (*.mdb) dosyasının oluşturulacağı dizin ve dosya adı belirlenir. Pencere Tamam ile kapatıldığında NetproMine şablon proje yapısı kataloğa eklenecektir (Şekil 3.7).



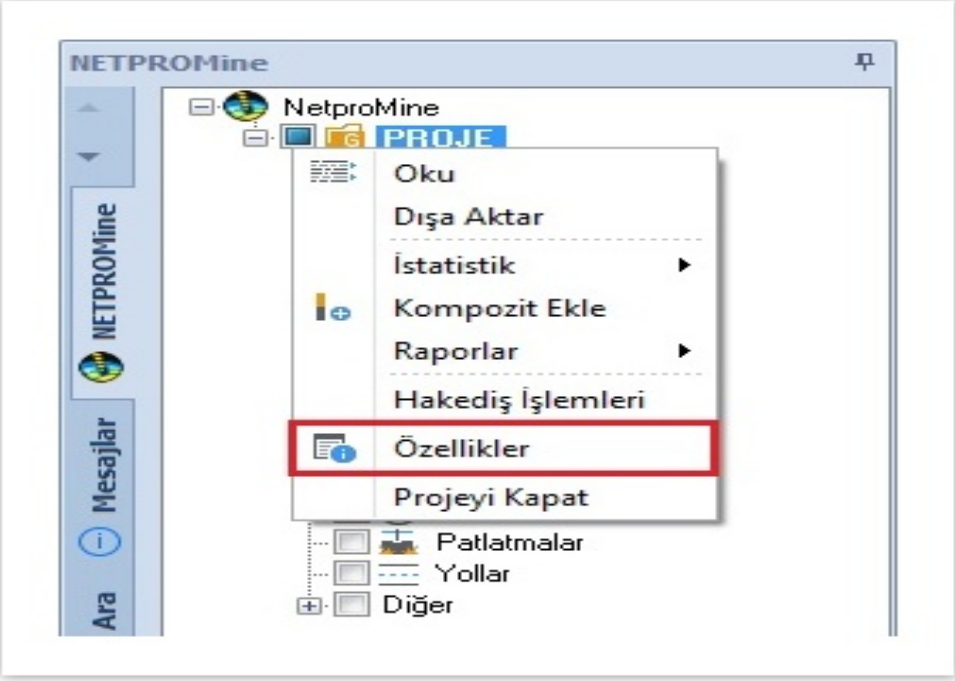
Şekil 3.6.Yeni proje oluşturulması



Şekil 3.7. Boş proje dosyası oluşturulması

Proje oluşturulduktan sonra izlenemesi gereken diğer bir adım, proje özelliklerinin girilmesidir (Şekil 3.8).

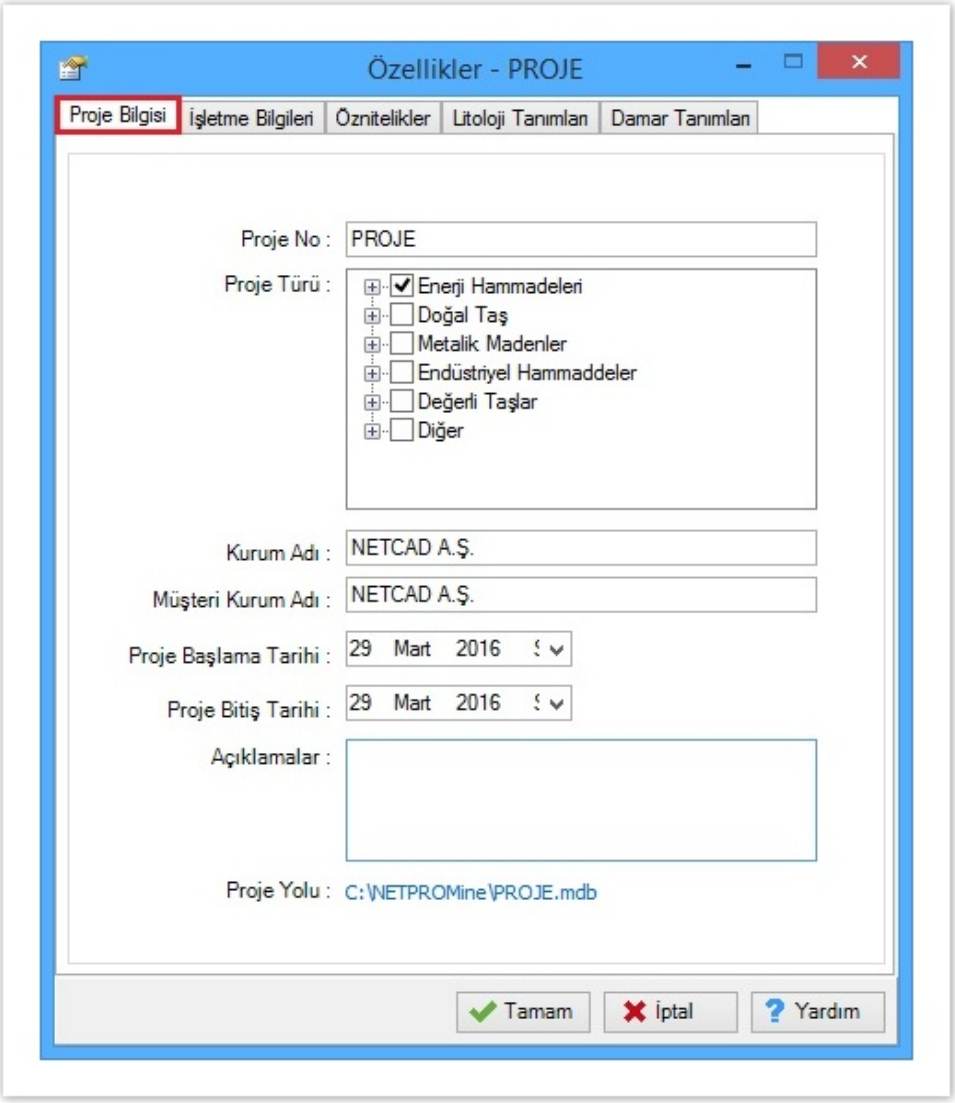
- ✓ PROJE → Sağ tuş menüsü → Özellikler



Şekil 3.8. Proje özellikleri tablosu

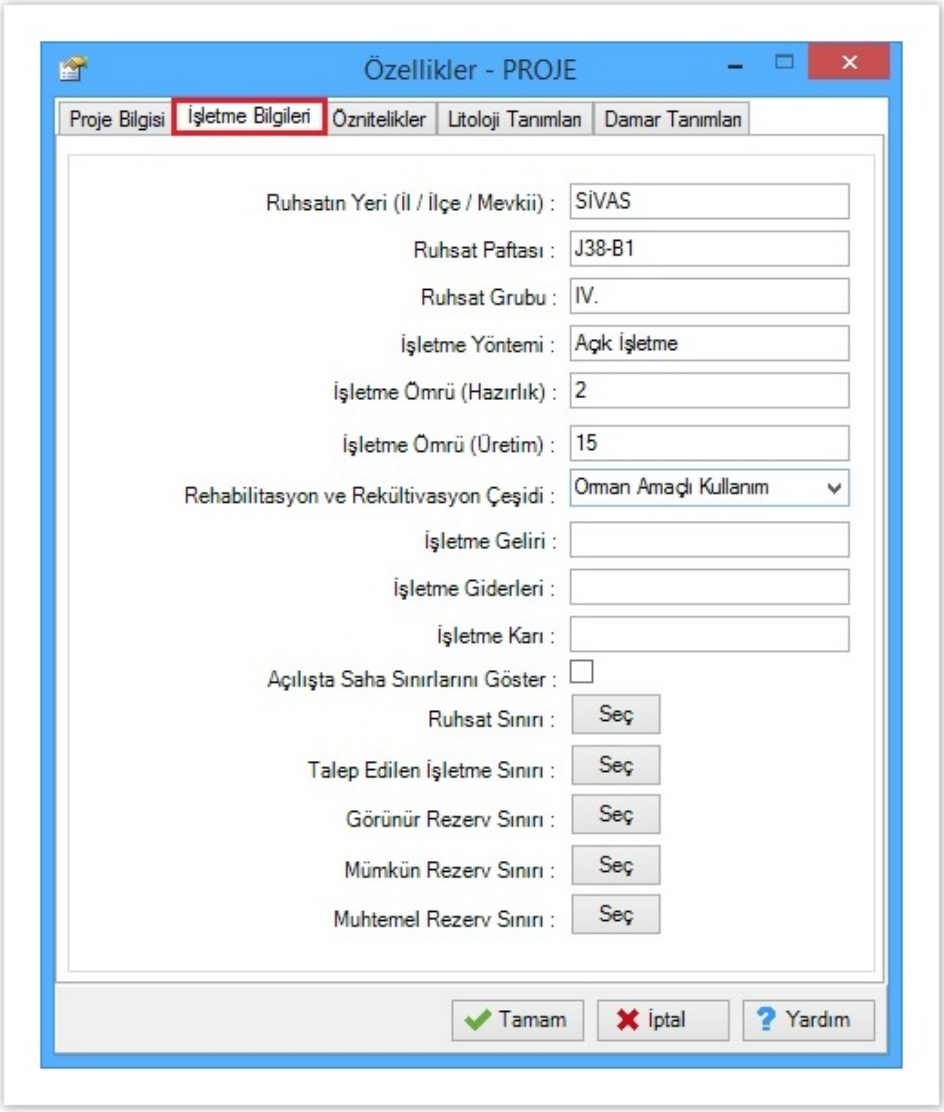
Proje Bilgisi; Projeye ait sözel bilgi girişi, proje başlangıç ve bitiş tarihleri ile varsa ekstra kullanıcı notlarının girildiği ve girilmiş bilgilerin değiştirilebildiği bölümdür (Şekil 3.9).

- ✓ Açılan "Özellikler" penceresinde bulunan "Proje Bilgisi" sekmesinden proje adı, türü, kurum-kuruluş, proje başlangıç-bitiş tarihleri girilir.



Şekil 3.9. Proje bilgilerinin girilmesi

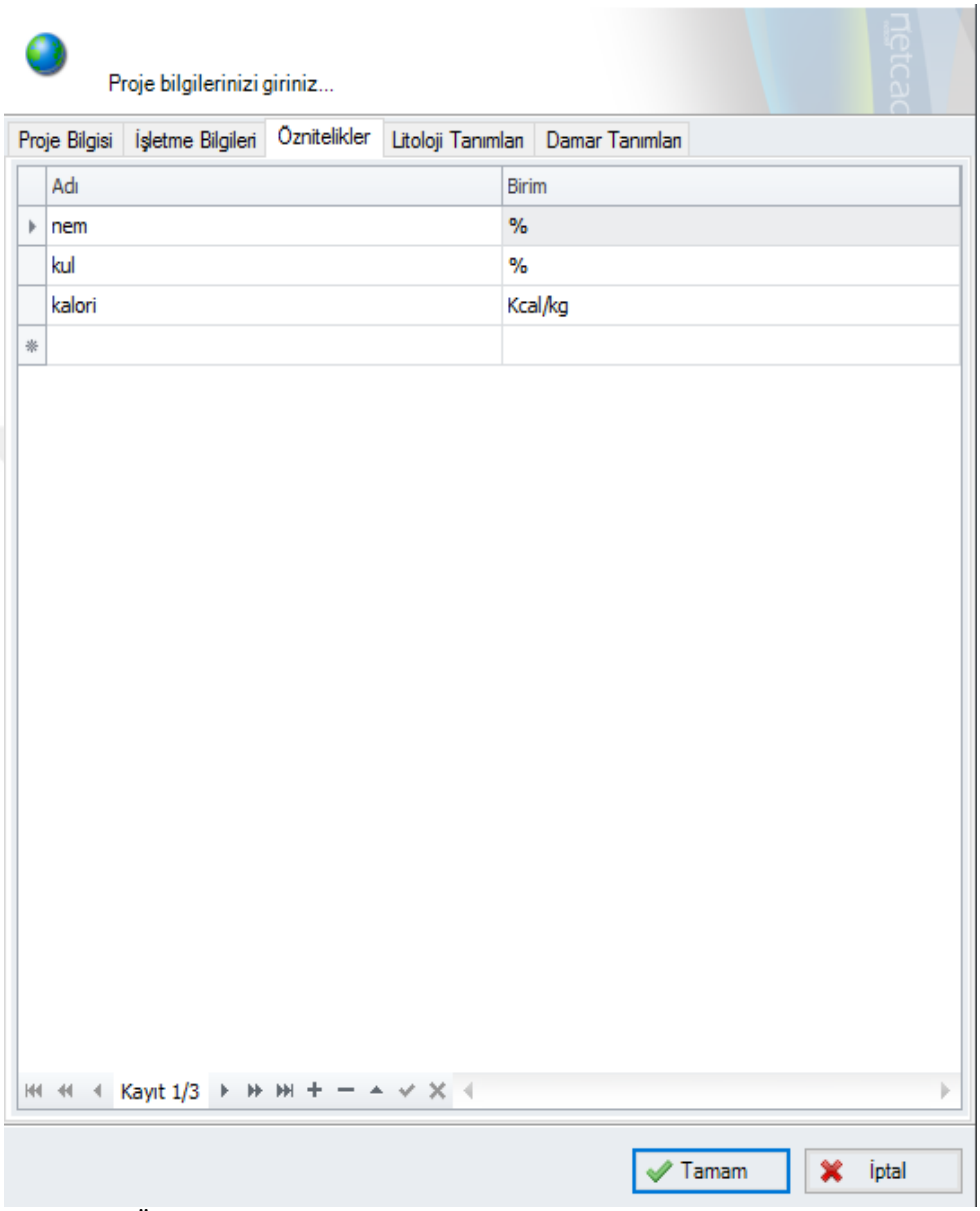
İşletme Bilgileri; İşletmeye ait ruhsat yeri, ruhsat paftası, ruhsat grubu, işletme yöntemi, işletme ömrü, işletme geliri, işletme giderleri ve sınır özellikleri gibi bilgilerin girildiği, ekran üzerinden seçilebildiği ve değiştirilip saklandığı bölümdür (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. İşletme bilgileri

Öznitelikler; Projeye ait öznitelik adlarının, birimlerinin girildiği, değiştirildiği ve saklandığı bölümdür (Şekil 3.11).

Öznitelik bilgilerinin girilmesi için özellikler penceresi altında bulunan "öznitelikler" sekmesi kullanılarak özniteliklerin adları ve birimleri girilir.

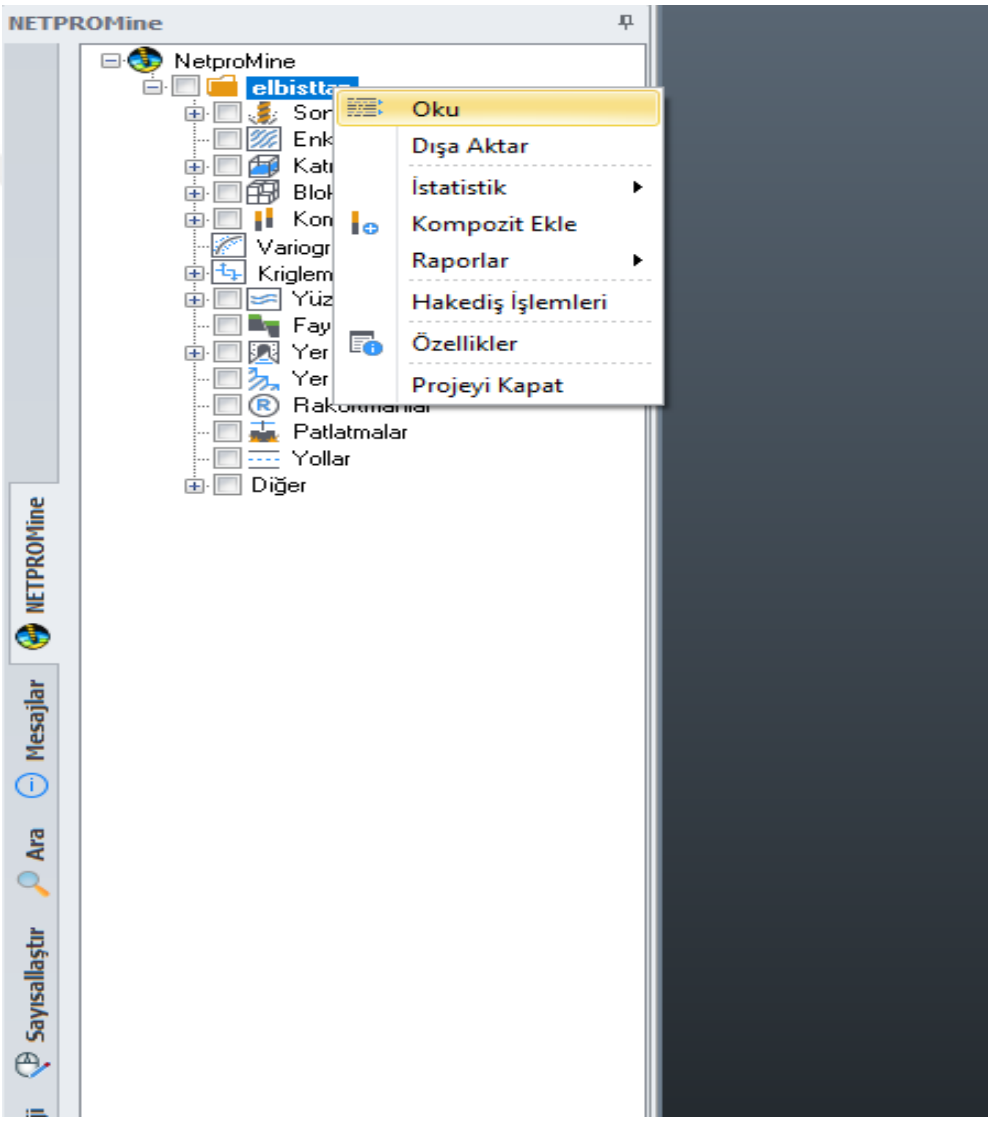


Şekil 3.11. Öznitelik bilgilerinin girilmesi

3.2.2. Veri Girişi

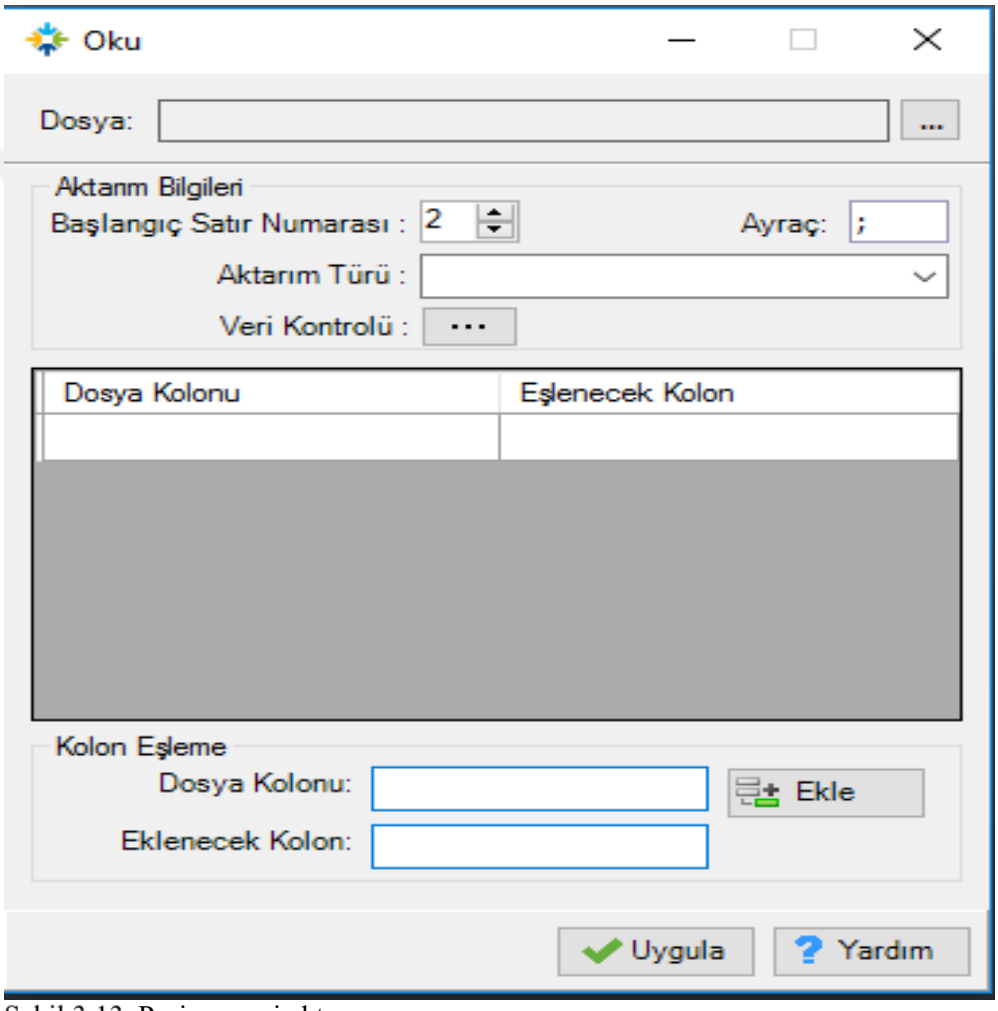
Oluşturduğumuz proje veritabanı dosyasına, sondaj, açı, litoloji ve ham örnekleme veri dosyalarınının aktarılması için dosya okuma işlemi gerçekleştirilir.

- Aktarılmak istenen veri dosyaları *.csv formatında hazırlanmalıdır.
- *.csv formatındaki tabloları, oluşturulan yeni projenin veri tabanına ekleyebilmek için; oluşturulan projeye sağ tuş ile tıklayıp oku komutu seçilir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. *.csv formatında hazırlanmış verilerin projeye okutulması

"Kolon Eşleme" bölümünden her bir dosya kolonunun eklenecek kolonda bulunan karşılığı seçildikten sonra "Ekle" ile eşleştirme onaylanmalı ve tüm kolonlar için bu işlem ile eşleştirilme yapıldıktan sonra "Tamam" ile aktarım gerçekleştirilmelidir (Şekil 3.13).



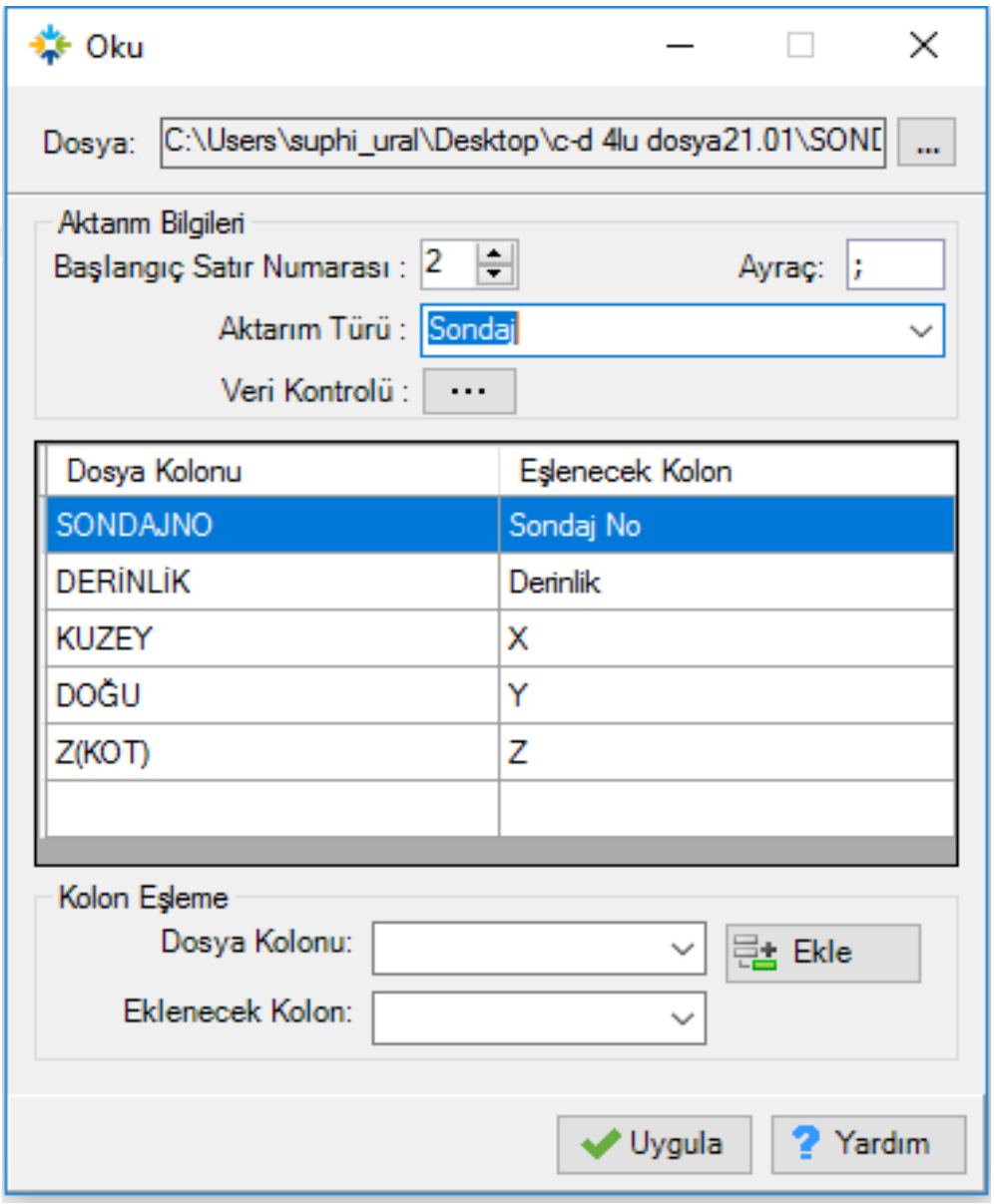
Şekil 3.13. Projeye veri aktarımı

Şekil 3.13'de verilen "proje veri aktarımı" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

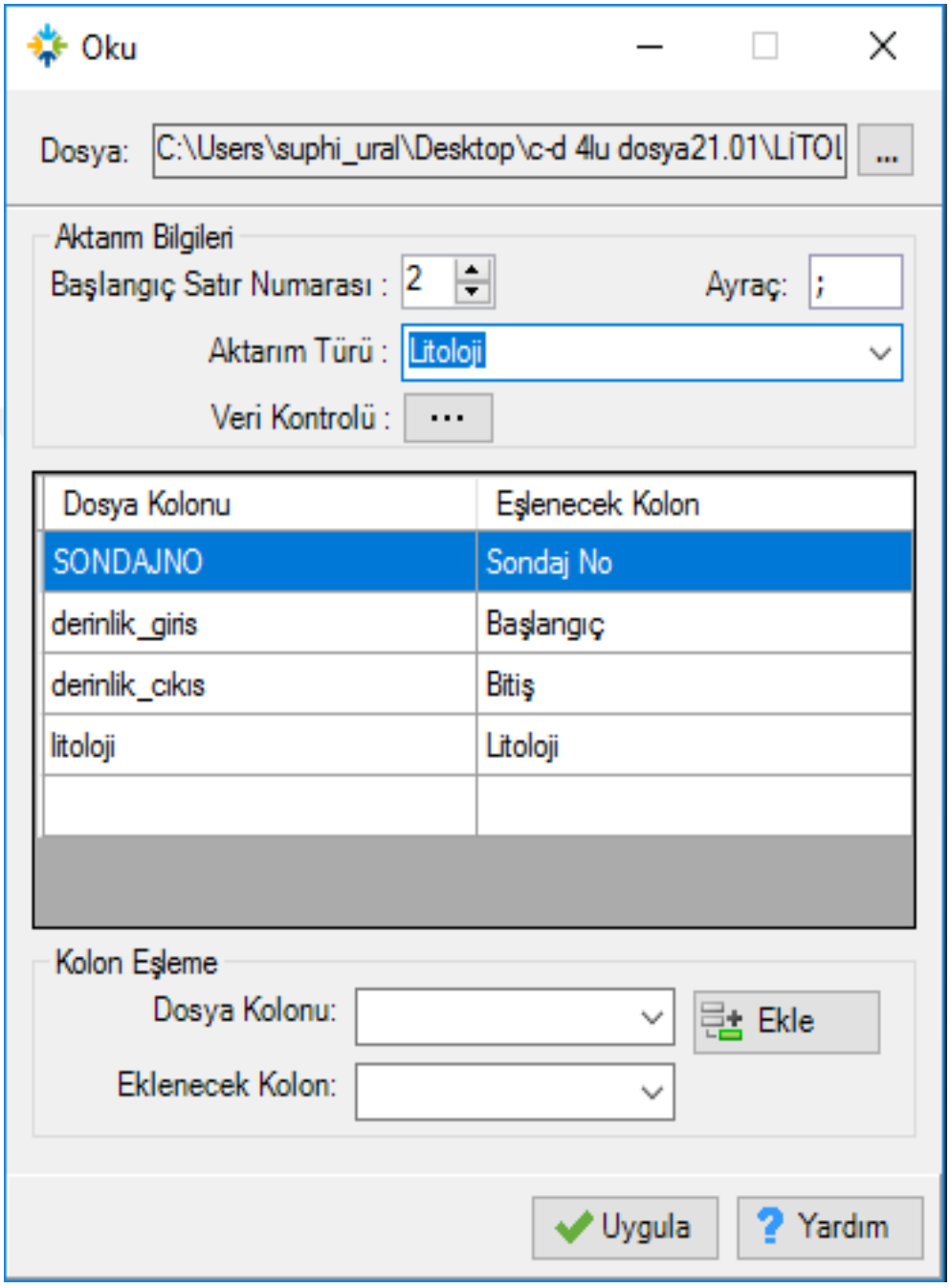
Şekil 3.13'de verilen "proje veri aktarımı" ile ilgili bilgiler

Dosya	*.csv (sondaj, açı, litoloji, ham örnekleme) uzantılı dosyaların yüklendiği bölümdür.
Veri Kontrolü	Sondaj okutma işleminde, sondajlara ait En Uzak Mesafe ve En Yakın Mesafe girişlerinin yapıldığı bölümdür. Özellikle aynı koordinatlardan açılı sondajlar yapıldığı durumlarda uygun parametre seçimi yapılması gerekmektedir.
Başlangıç Satır Numarası	*.csv dosya içerisinde, verilerin başladığı satır numarasını ifade etmektedir.
Aktarım Türü	Dosya bölümünde yüklenmiş olan *.csv uzantılı veri ile aynı isimde ki seçimin yapıldığı bölümdür.
Ayraç	*.csv uzantılı dosya içerisinde kullanılan ayracı ifade eder.
Dosya Kolonu	Kolon eşleme işleminde proje veritabanı içerisinde bulunan kolonların seçildiği bölümdür
Eklenecek Kolon	Kolon eşleme işleminde proje veritabanı içerisinde bulunan kolanların seçildiği bölümdür.
Ekle	Dosya Kolonu ve Eklenecek Kolon bölümlerinde seçilen kolonların ekle işlemi ile eşleştirildiği bölümdür.

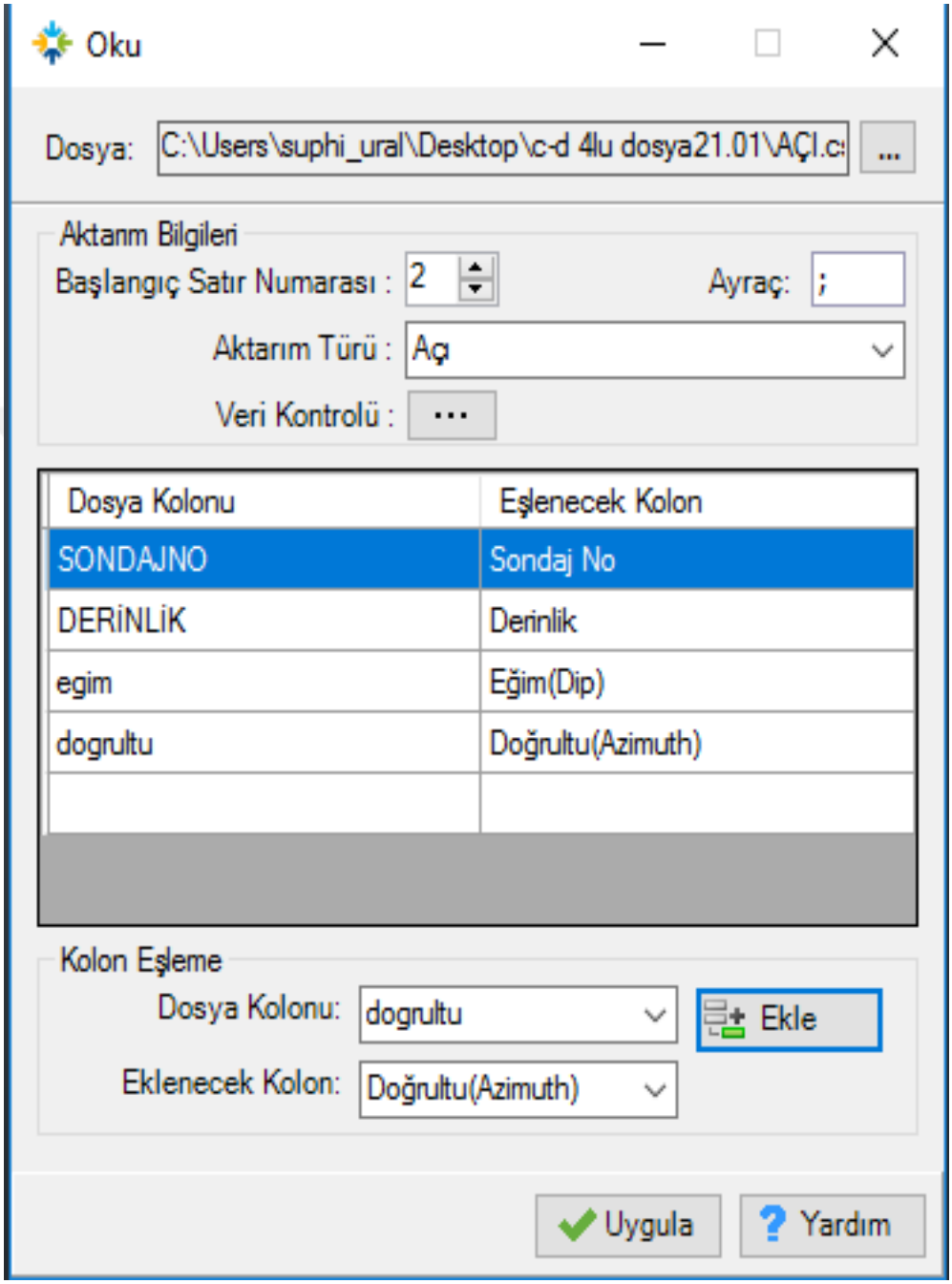
Aktarılacak tablolar aşağıda belirtilmiş ve aktarım pencereleri: Sondaj penceresi Şekil 3.14, litoloji penceresi Şekil 3.15, açı penceresi Şekil 3.16 ve ham örnekleme penceresi ise Şekil 3.17'de verilmiştir.



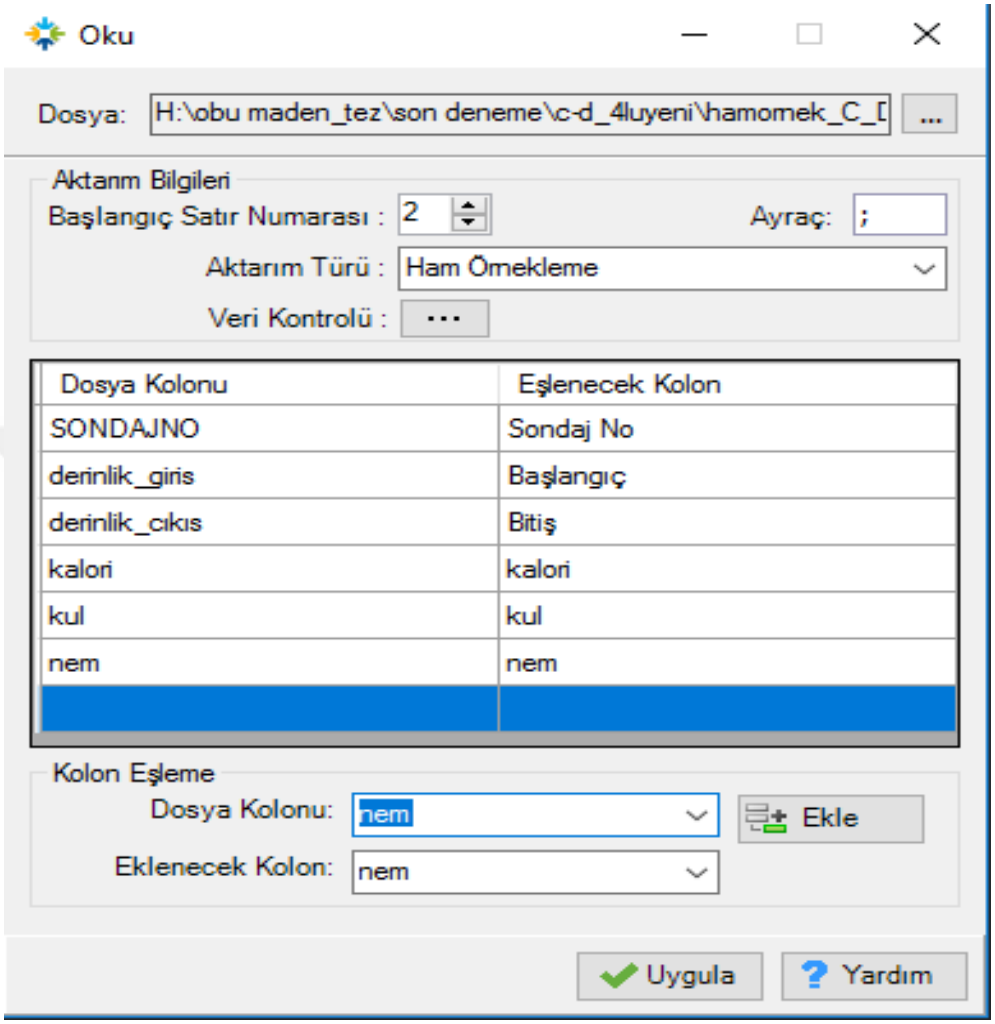
Şekil 3.14. Sondaj verisinin içeri aktarılması



Şekil 3.15. Litoloji verisinin içeri aktarılması



Şekil 3.16. Açı verisinin içeri aktarılması

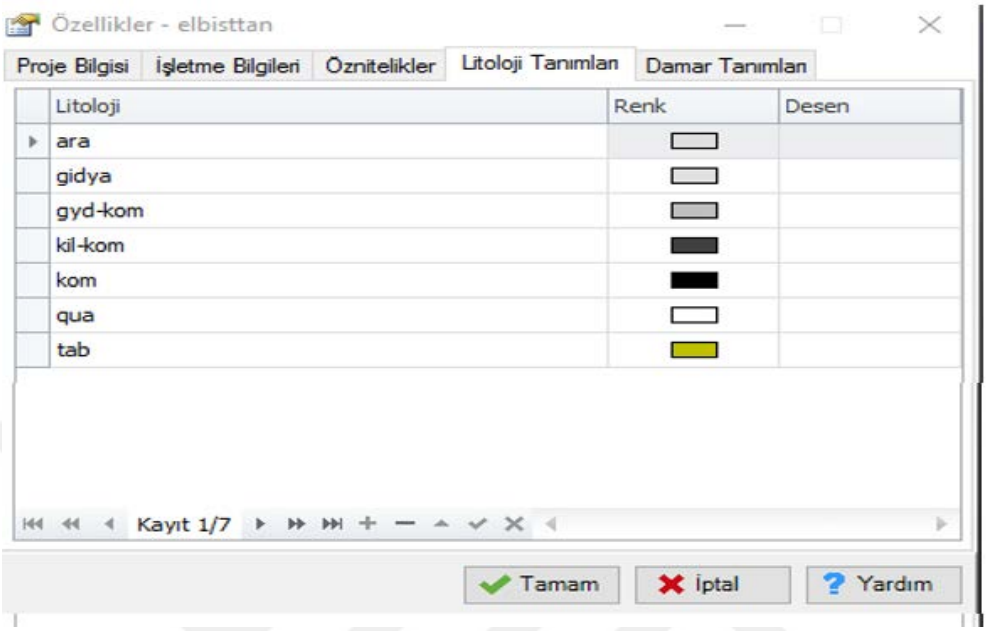


Şekil 3.17. Ham örnekleme verisinin içeri aktarılması

Litoloji Tanımları; Projeye ait litoloji adları, renkleri ve desenlerinin tutulduğu ve değiştirildiği bölümdür.

Litolojik birimlere ait gösterim renkleri, o birime ait "Renk" satırından seçilp değiştirilebilmektedir.

Litolojik birimlere ait jeoloji taramaları, o birime ait "Desen" satırında bulunan "…" butonu kullanılarak açılan Netcad Tarama Kütüphanesi'nden atanıp değiştirilebilmektedir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Litoloji sınıfları ve renk değişim tablosu

Litoloji tanımları yapıldıktan sonra Sondajların görüntüsü Şekil 3.19' da verilmiştir.

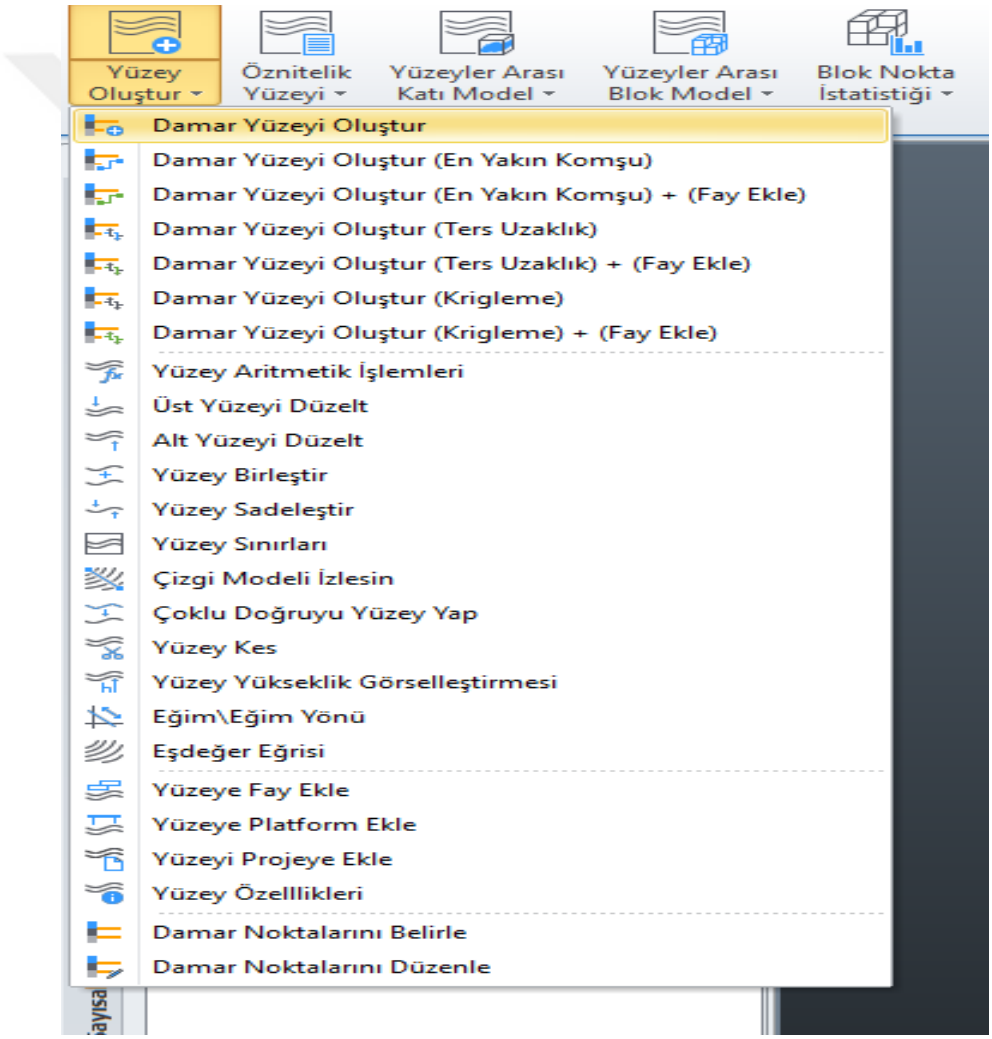


Şekil 3.19. Sondajların 3 boyutlu görüntüsü

3.2.3. Yüzey Oluşturma

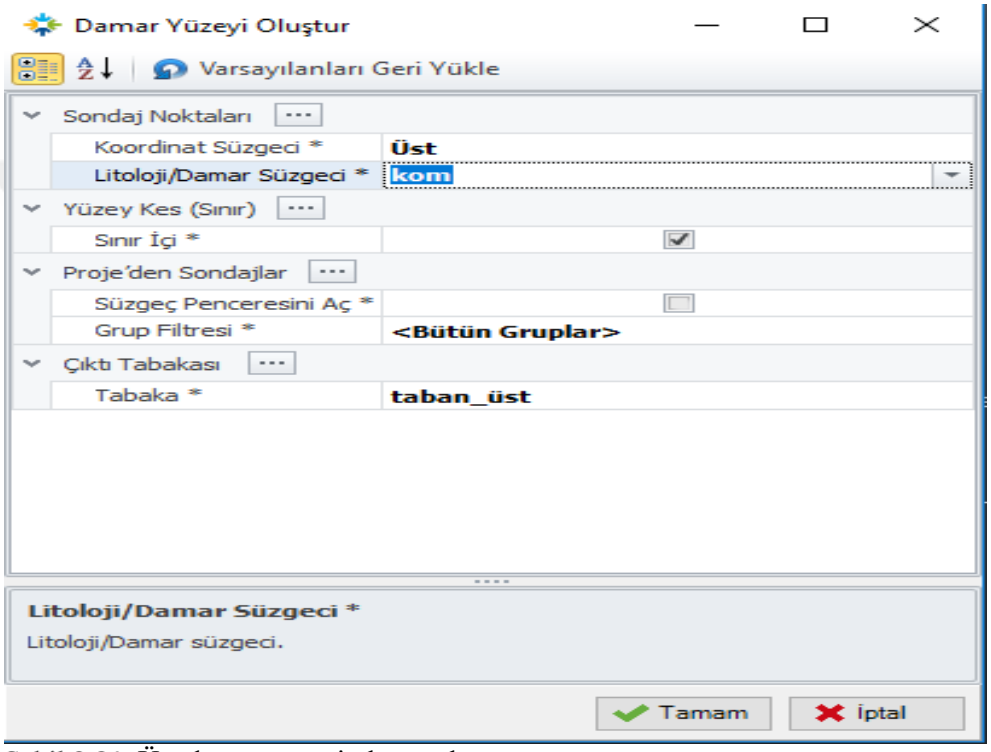
Sondaj verileri girildikten sonra üst, orta, alt ve en alt yüzeyler oluşturulabilmektedir.

- ✓ Araçlar menüsünden "Yüzey oluştur" sekmesi altında acılan pencereden "damar yüzeyi oluştur" seçilir ve İstenilen litoloji seçilerek o litolojiye ait yüzeyler oluşturulur (Şekil 3.20).

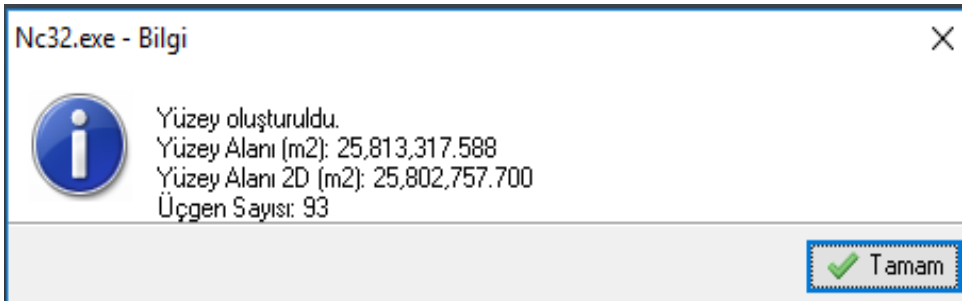


Şekil 3.20. Damar yüzeyi oluşturulması

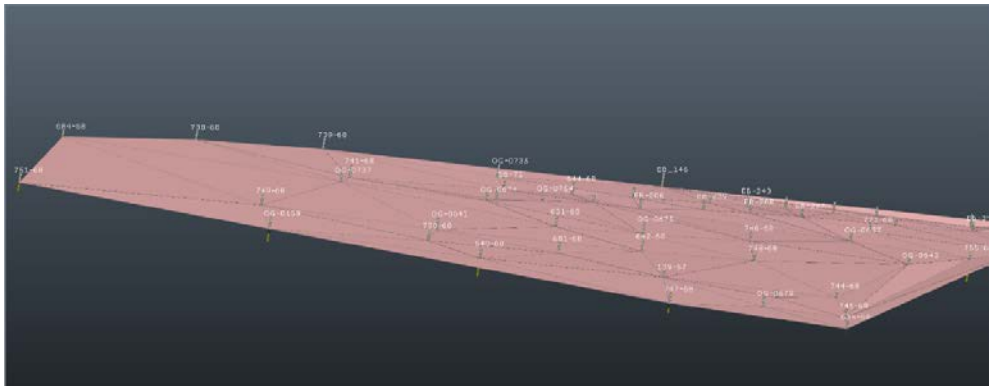
Damar Yüzeyi Oluştur penceresinde Koordinat Süzgeci; Üst, Litoloji/Damar Süzgeci; kömür e ait olan 'kom' ve elde edilecek yüzeyin kaydedileceği dizin olarak Tabaka; taban_üst olarak tanımlanmıştır. Böylece kömür damarının üst yüzeyi oluşturulacaktır (Şekil 3.21, Şekil 3.22 ve Şekil 3.23).



Şekil 3.21. Üst damar yüzeyi oluşturulması

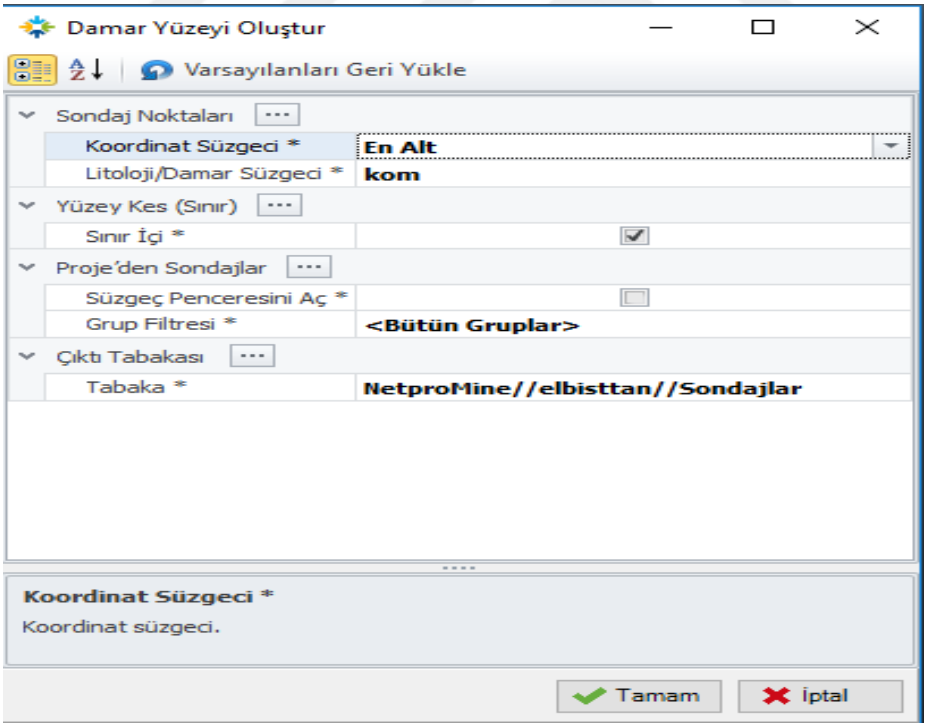


Şekil 3.22. Oluşan yüzey değerleri



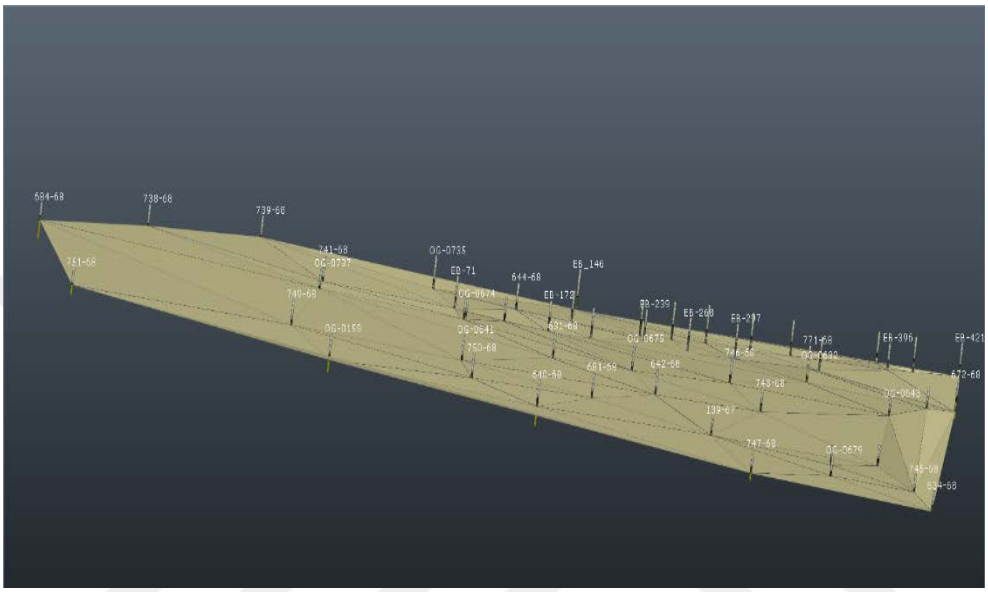
Şekil 3.23. Oluşan üst yüzey

Aynı işlemler bu sefer de kömür damarının alt yüzeyini oluşturmak için yapılmıştır; bu işlem sırasında "koordinat süzgeci" en alt seçilmiş, "litoloji/damar süzgeci" aynı kalarak kömür damarına ait olan 'kom' seçilmiştir (Şekil 3.24).

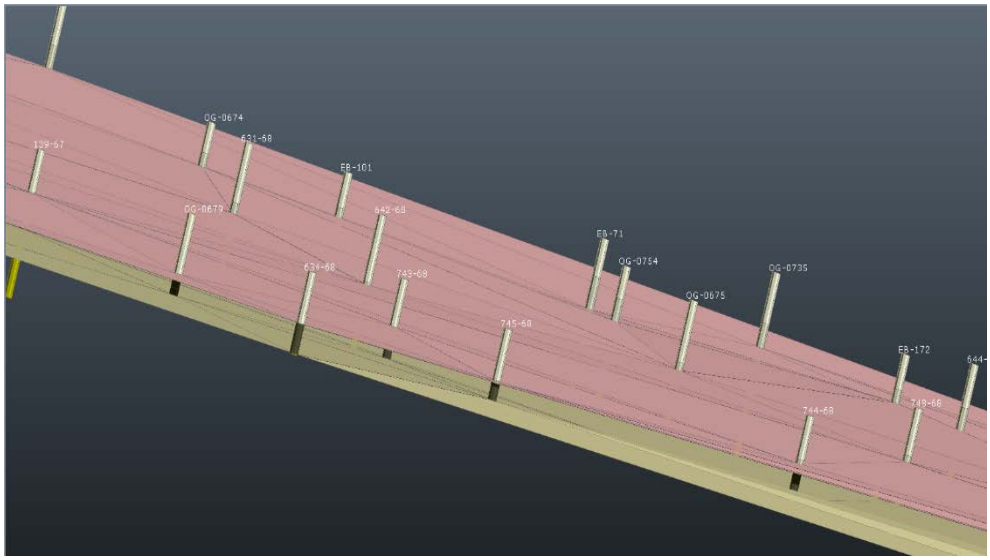


Şekil 3.24. Alt damar yüzeyi oluşturulması

Oluşan alt yüzey Şekil 3.25'de, alt ve üst yüzeylerin birlikte görünümü ise, Şekil 3.26'da verilmiştir.



Şekil 3.25. Oluşan alt yüzey



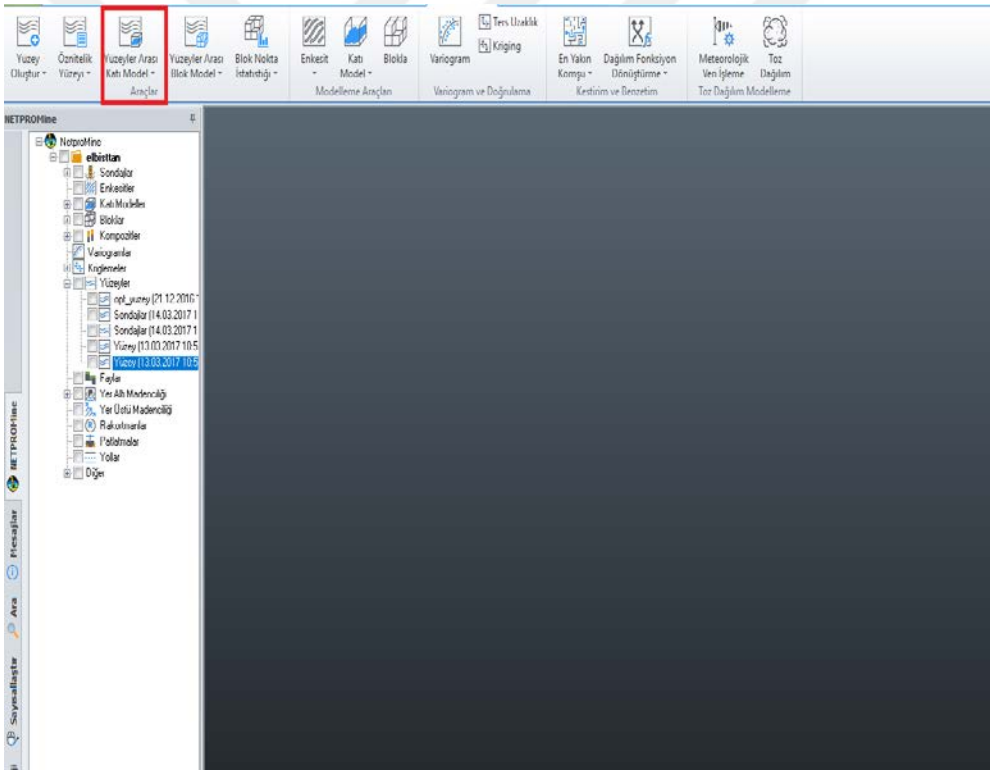
Şekil 3.26. Oluşan alt ve üst yüzey görüntüsü

3.2.4. Katı Model Oluşturma

Modellenmesi istenen litolojinin yüzeyleri oluşturulduktan sonra, alt ve üst yüzeyler seçilerek katı model oluşturulur.

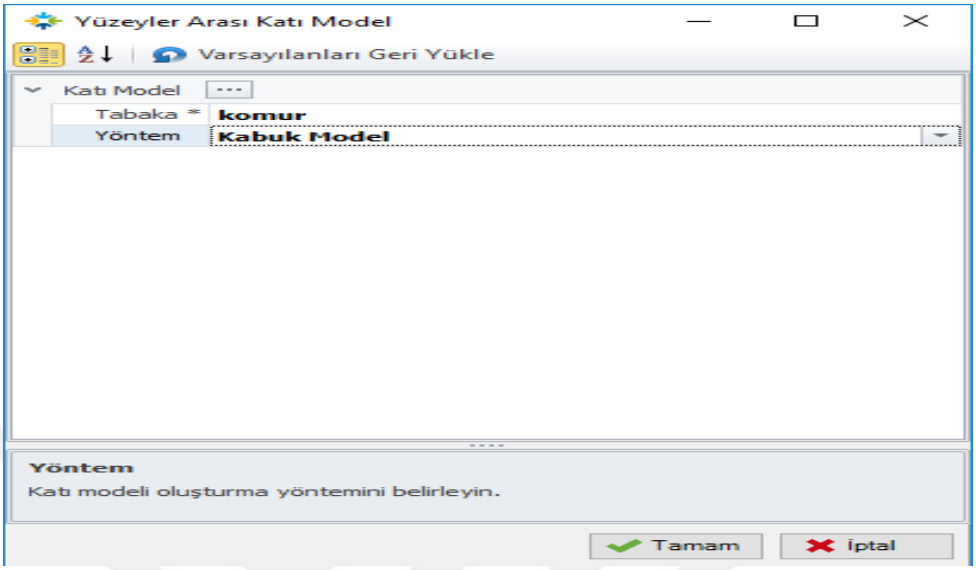
Katı model oluşturmak için;

- ✓ Araçlar menüsünde "Yüzeyler Arası Katı Model" sekmesi seçilir (Şekil 3.27).



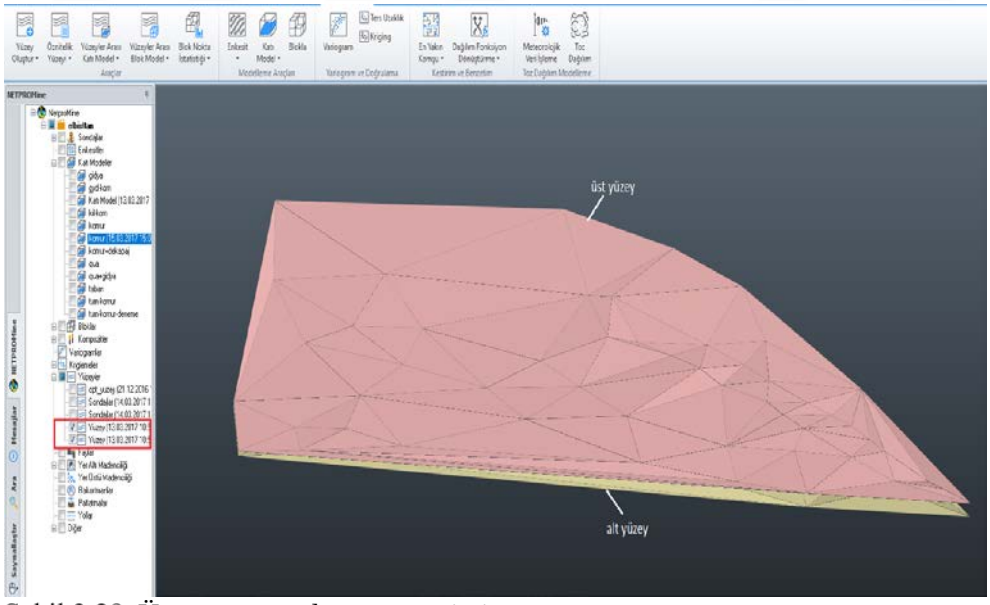
Şekil 3.27. Katı model oluşturulması

Oluşturulcak katı modelin kaydetmek istediğimiz tabaka adı ve kullanılacak yöntem (kabuk model) seçilerek işleme devam edilir (Şekil 3.28).

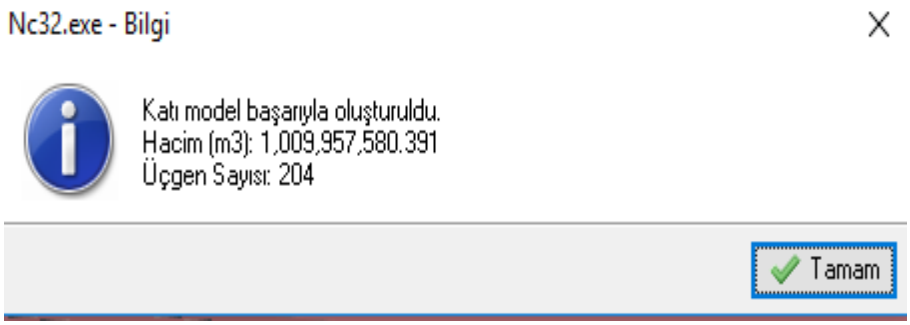


Şekil 3.28. Tabaka ve yöntem seçimi

Bu işlemden sonra, önce üst yüzey daha sonra alt yüzey seçimi yapılarak işleme devam edilir (Şekil 3.29).

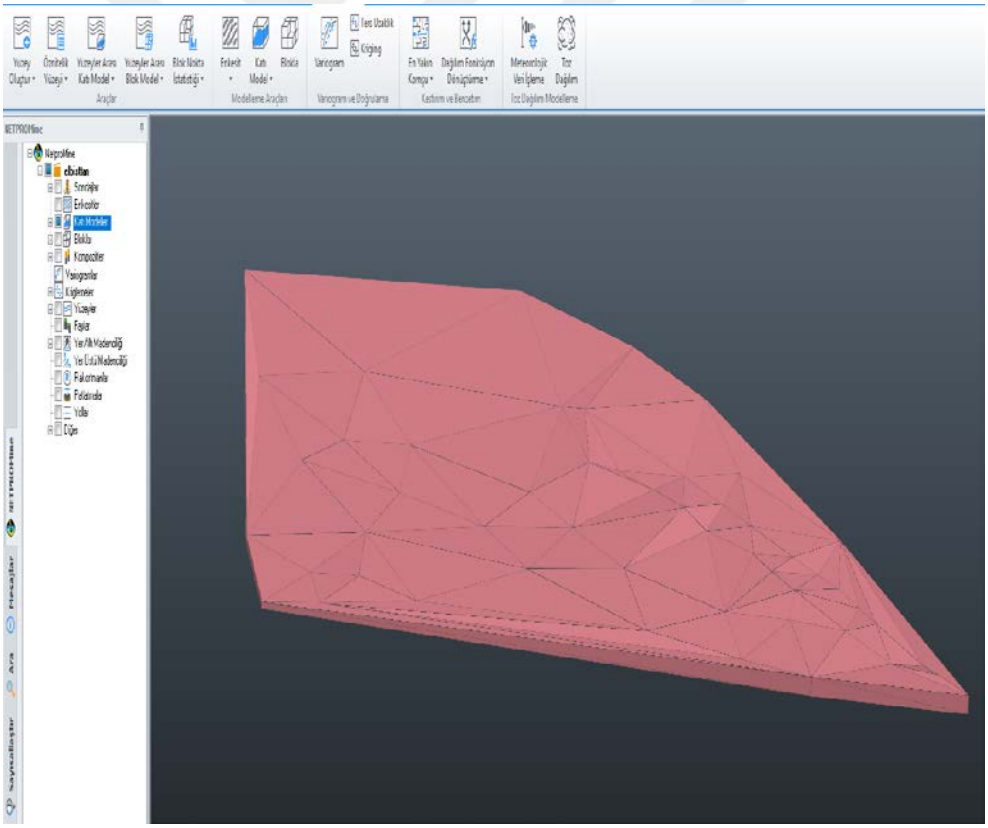


Şekil 3.29. Üst yüzey ve alt yüzey seçimi



Şekil 3.30. Katı model değer tablosu

Bilgisayar kullanılarak, oluşturulan katı model ait görüntü ise Şekil 3.31' de verilmiştir.



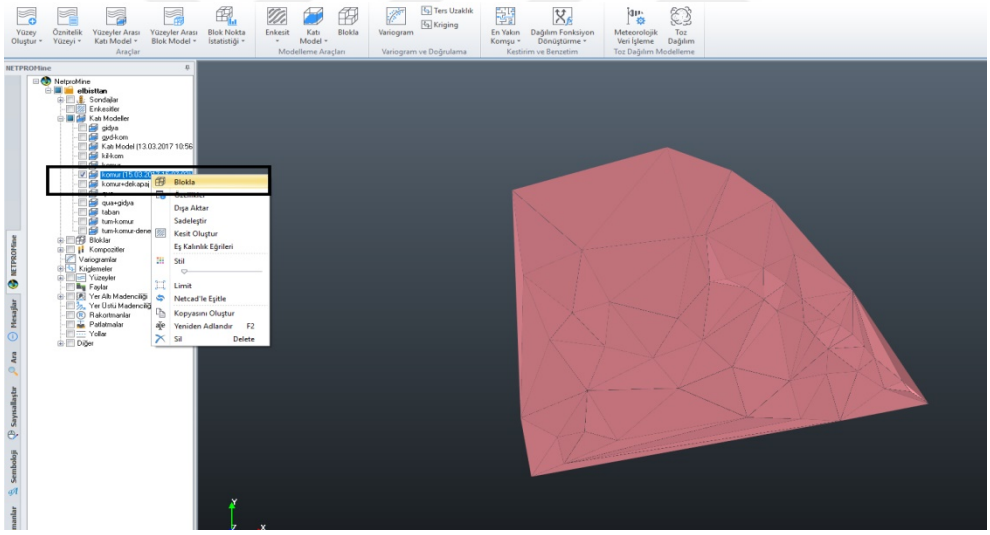
Şekil 3.31. Oluşturulan katı modelin görüntüsü

3.2.5. Blok Model Oluşturma

Cevher kütlesi blok modeli, sahayı temsil edecek cevher kütlesinin soyut küçük blokara bölünmesi ile ortaya çıkmaktadır. Blok boyutları belirlenmesinde etkili olan faktörler; tenör değişimi, saha jeolojosi, makine kapasiteleri, şev stabilitesi ve bilgisayar veri depolama sınırı göz önüne alınmalıdır.(Mert;2004).

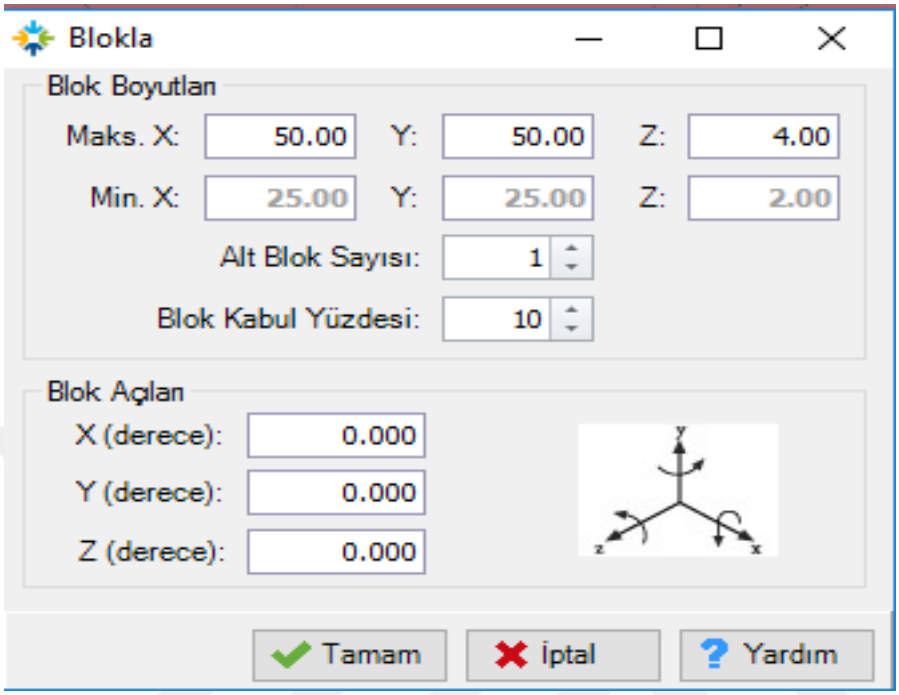
Blok model oluşturulması için;

- ✓ Önceden oluşturulan katı model üzerinde sağ klik yapılarak "blokla" sekmesi seçilir (Şekil 3.32).



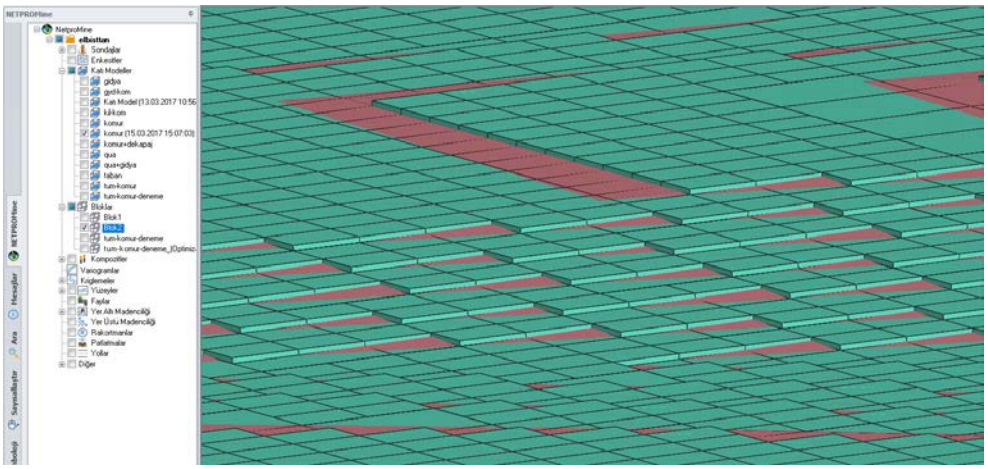
Şekil 3.32. Blok model oluşturulması

Blokla sekmesi seçildikten sonra gelen pencerede modele uygun olarak X, Y ve Z değerleri, Alt blok sayısı ve Blok kabul yüzdesi girilir. Topografya durumuna bağlı olarak X, Y, Z değerlerine açı verilebilir (Şekil 3.33)



Şekil 3.33. Blok değerlerinin girilmesi

Değerler girildikten sonra Tamam butonuna tıklandığında, katı model bloklanacaktır (Şekil 3.34).

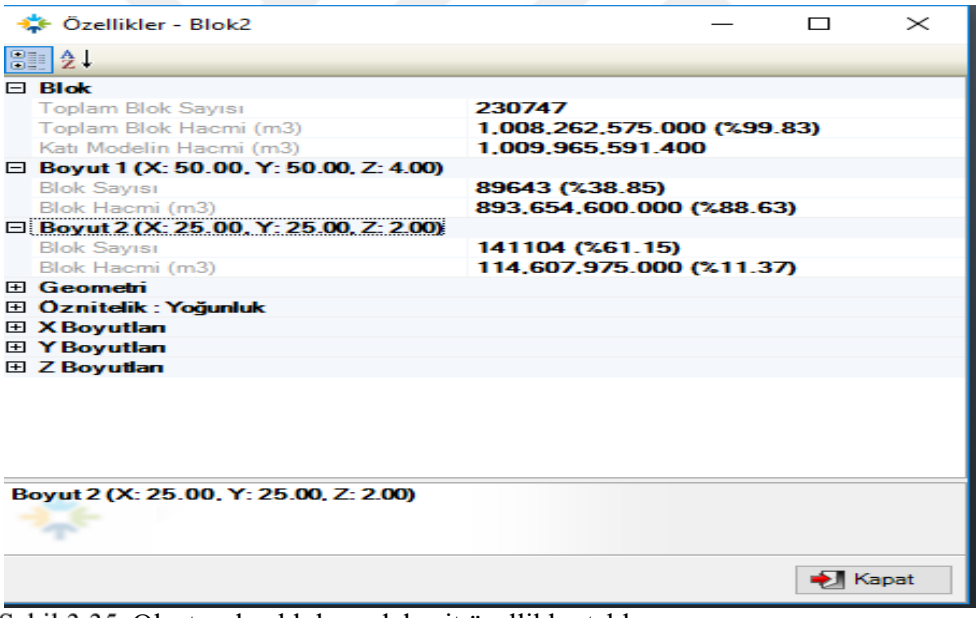


Şekil 3.34. Oluşan blok modelin görüntüsü

Blok model üzerinde sağ klik yapılarak "özellikler" sekmesine tıklandığında o blok modele ait değerler görülecektir.

Bu işlem ile görüntülenen özellikler;

- Toplam Blok Sayısı,
- Toplam Blok Hacmi,
- Katı Model Hacmi,
- Min. / Maks. Blok Sayıları ve Hacimleri,
- Geometrik Bilgiler,
- Blok tasarımında kullanılan X,Y,Z blok boyut bilgileridir (Şekil 3.35).

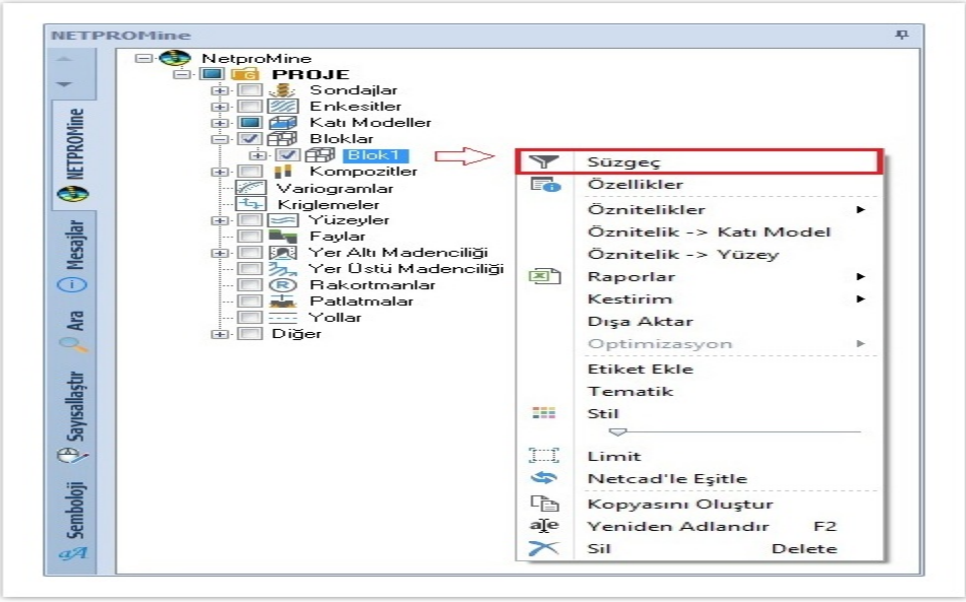


Şekil 3.35. Oluşturulan blok modele ait özellikler tablosu

Bloklara Süzgeç Ekleme

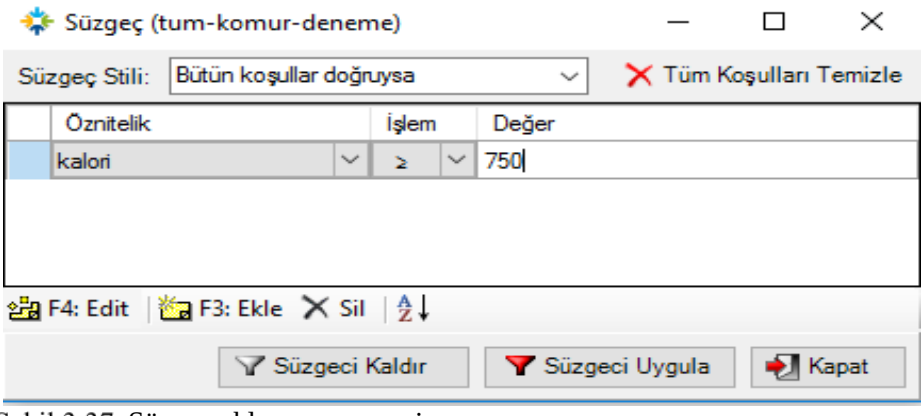
Oluşturulan bloklarda; planlama, öznitelik ve belirli bir alana ait hacim gibi parametreleri kolaylıkla belirlemek için kullanılır.

- ✓ Oluşturulan blok üzerinde sağ kliklenerek açılan sekmede “ Süzgeç” işlemi seçilir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Bloklara süzgeç ekleme

Açılan pencerede “F3 ekle” ye tıklanarak süzgeç uygulamak istediğimiz öznitelik, işlem ve değer belirlenir (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Süzgeç ekleme penceresi

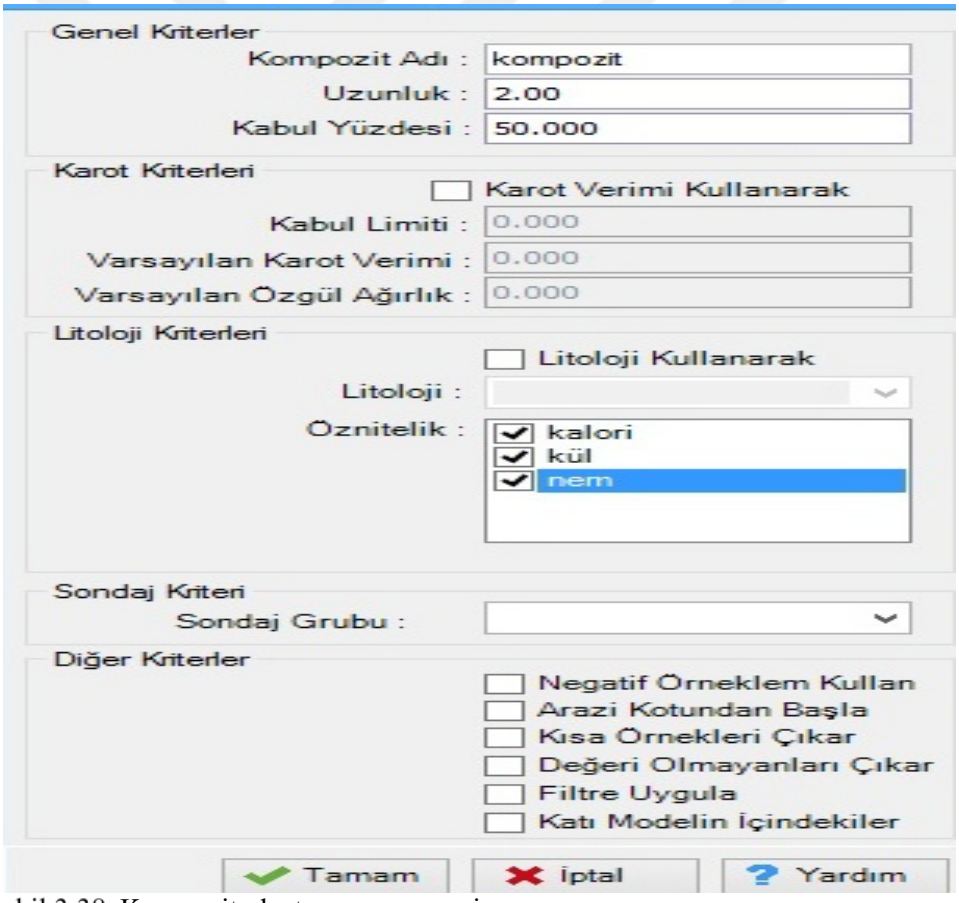
Bu çalışmada uygulanan süzgeç parametrelerine göre, oluşturalan bloklarda sadece 750 kaloriye eşit ve daha büyük kalori barındıran bloklar gösterilecektir.

3.2.6. Kompozit Oluşturma

Kompozit oluşturulmasının amacı, düzensiz aralılara sahip olan hamörneklem bitiş loglarını belirli bir düzende tutmak için yapılan bir işlemdir.

Bu işlem için;

- ✓ Katalog içerisinde bulunan "Kompozitler" bölümüne tıklanarak açılan pencerede "Kompozit Ekle" komutu seçilir (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Kompozit oluşturma penceresi

Şekil 3.38'de verilen "kompozit oluşturma penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Şekil 3.38'de verilen "kompozit oluşturma penceresi" ile ilgili bilgiler

Kompozit adı	Kompozitler altında eklenen kompoizte ait isimdir.
Uzunluk	Oluşturulmak istenen kompozitlerin birim uzunluğudur.
Kabul yüzdesi	Kompozitleme sırasında kompozit uzunluğundna daha kısa uzunlukta örnekler olabilir. Kabul yüzdesi, kabul edilebilir en küçük örnek uzunluğunu belirlemek amacıyla kullanılır. Kompozitleme 2m uzunluk için yapıiyor ise %75 kabul yüzdesi 0.75 x 2 =1.5m. uzunluğa kadar olan örneklerin 2m.'lik kompozit örnekler olarak dikkate alınacağını ifade etmektedir.
Varsayılan karot verimi	Sondajda bir manevrada elde edilen karot boyunun o manevrada takımın ilerlediği mesafeye oranının yüzde olarak ifadesidir.
Varsayılan özgül ağırlık	Karot Birim hacim ağırlığı.
Litoloji	Kompozitleme işlemi litoloji kullanarakda yapılabilir. Bunun için "Litolojiyi Kullanarak" seçeneğinin aktif olması gerekmektedir. Bu durumda bir ya da birkaç litolojik birim seçilerek kompozitleme işleminin yapılması gereken kısımlar belirtilir. Litoloji Kullanarak seçeneğinin pasif olması durumunda ise, kompozitleme işlemi, tüm litolojik birimler dikkate alınarak yapılır.

Çizelge 3.2. (Devamı)

Öznitelik	Kompozitleme işleminin uygulanacağı, özniteliklerin seçildiği bölümdür.
Sondaj grubu	Kompozitleme işleminin daha öncesinde oluşturulmuş olan, seçilen sondaj grubu üzerinde uygulanabilmesi için kullanılan bölümdür.
Negatif örneklem kullan	Örneklerin analiz değeri içermemesi pratikte sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Ham örnekleme kayıtlarında, değeri olmayan örnekler için, otomatik olarak program değeri olmayan örnekler için "-1" değeri atar.
Arazi kotundan başla	Kompozitleme işleminin, arazi kotundan başlatılabilmesi için kullanılan özelliktir.
Kısa örnekleri çıkar	Kısa uzunluklu kompozitler, kestirimlerde pek kullanılmazlar. Ancak kompozit veri sayısının az olduğu durumlarda kısa uzunluklu kompozitleri kullanmak tercih edilebilir. Kısa uzunluklu verilerin kestirim esnasında kullanılıp kullanılmayacağı jeoistatistik uzmanının görüşü alınarak belirlenmelidir. Kısa örnekler kullanılmayacaksa, "Kompozit Ekle" penceresinde, Diğer Kriterler bölümünde bulunan "Kısa Örnekleri Çıkar" seçeneği önünde bulunan onay kutusu işaretlenmelidir.
Değeri olmayanları çıkar	Öznitelik değeri bulunmayan karotların kompozitleme işleminden çıkarılması için kullanılan özelliktir.
Fitre uygula	Koordinat değerleri veya öznitelik değerlerine filtre uygulayarak kompozit ekleyebilmek için kullanılan özelliktir.

3.2.7. Bloklara Öznitelik Değerlerinin Atanması

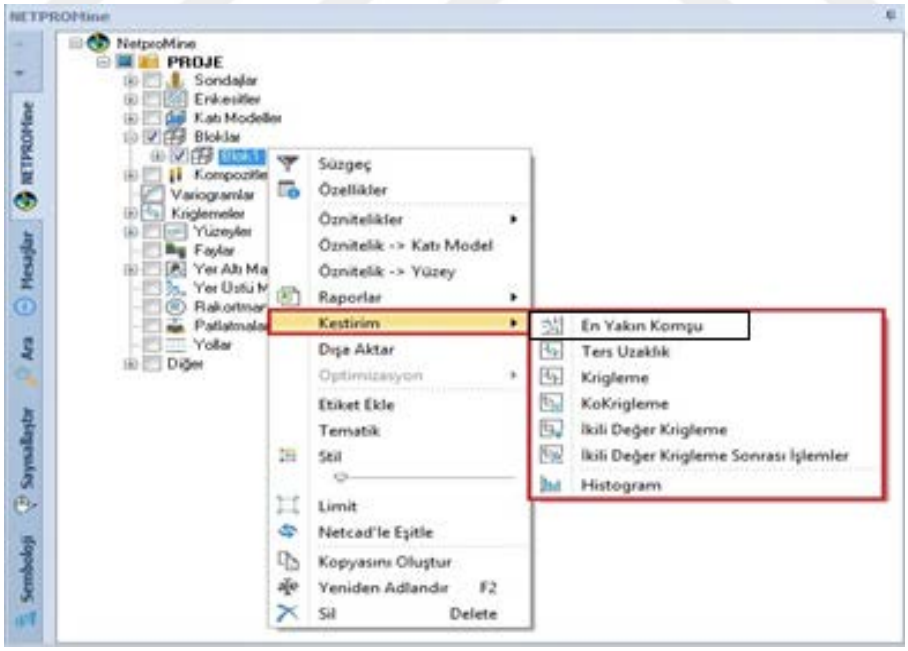
Kestirim işleminde, mevcut kompozit verileri kullanılılarak, örneklenmemiş bir nokta ya da bloğun ortalama değeri hesaplanır. Bu işlem aşamasında kompozitleme sonrası oluşan örnekleme kayıtları kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında kestirim yöntemi olarak " en yakın komşu" metodu kullanılmıştır.

En yakın komşu metodu; poligon yöntemidir ve bu yöntem ile kestirim yapılacak noktaya en yakın kompozit değeri baz alınarak kestirim değeri olarak kabul edilir.

- ✓ Bu işlemin basamakları şu şekilde sıralanabilir;

  Oluşturulan blok model üzerinde sağ kliklenerek açılan pencerede "Kestirim" sekmesine gelinir ve burada "En yakın komşu" seçeneği seçilir (Şekil 3.39).



Şekil 3.39. Kestirim yöntemi ile bloklara öznitelik değerlerinin atanması

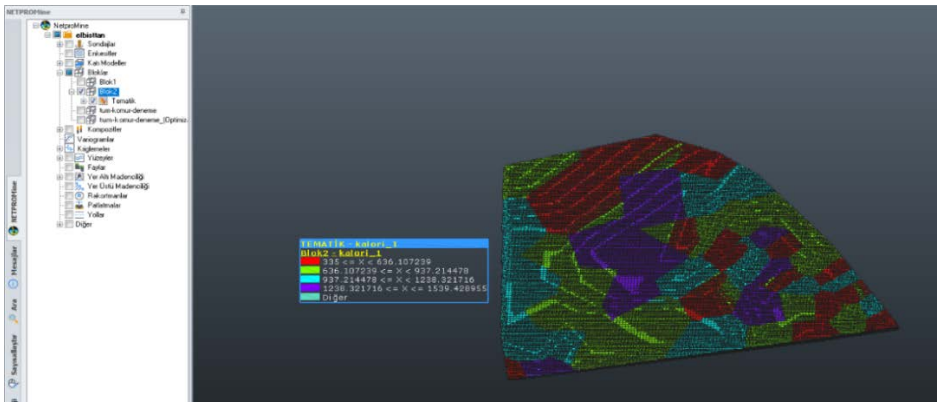
Açılan pencerede öznitelik değeri seçilerek o değer için kestirim yapılır. Noktaların kestiriminde x, y ve z yönündeki blok bölünme sayıları 1'e eşit alınmalıdır (Şekil 3.40).

Kestirim sonuçları saklanmak istenirse, “Kestirim Sonucu Dosyası” altındaki 3 nokta (…) butonu kullanılarak kayıt yapılacak dosya ve dizin belirlenerek *.sgems uzantısı ile saklanır.



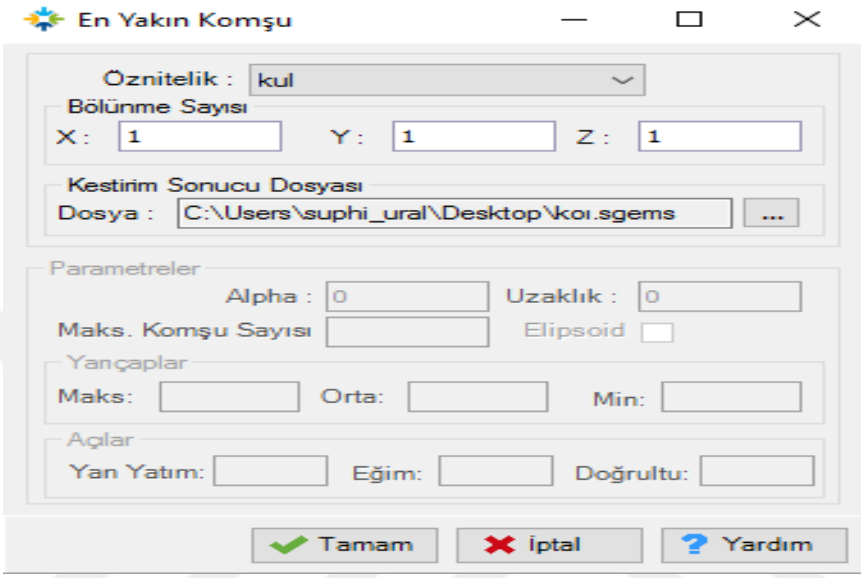
Şekil 3.40. Kestirim yöntemi ile bloklara kalori öznitelik değerlerinin atanması

Kestirim yapıldıktan sonra blokların kalorifik değer dağılımı Şekil 3.41’de gösterilmiştir.



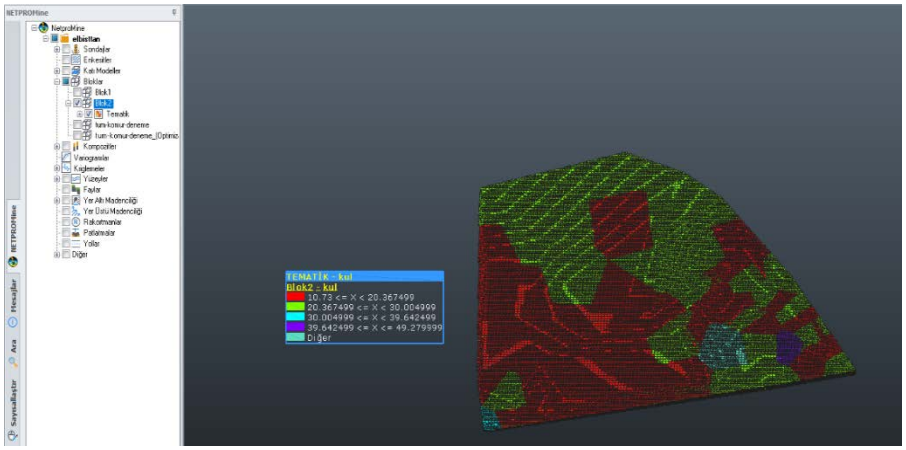
Şekil 3.41. Kestirim sonrası kalori için öznitelik değerlerinin görüntüsü

Bu işlem kül ve kalori öznitelikleri için de aynı şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.42 ve Şekil 3.44).

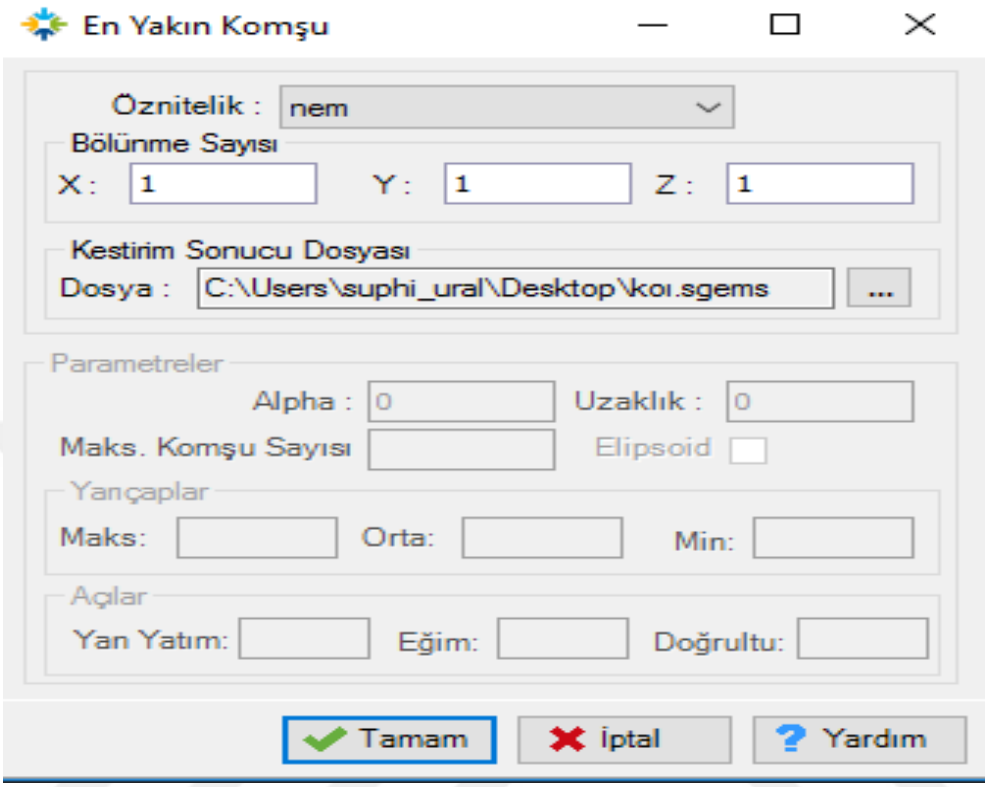


Şekil 3.42. Kestirim yöntemi ile bloklara kül öznitelik değerlerinin atanması

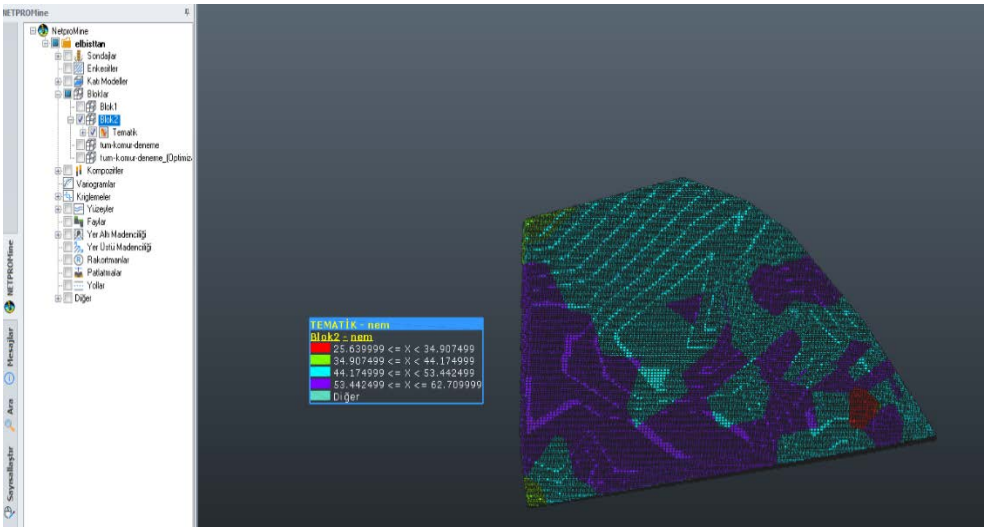
Kestirim sonrası blokların kül dağılımının görüntüsü Şekil 3.43'de gösterilmiştir.



Şekil 3.43. Kestirim sonrası kül için öznitelik değerlerinin görüntüsü



Şekil 3.44. Kestirim yöntemi ile bloklara nem öznitelik değerlerinin atanması



Şekil 3.45. Kestirim sonrası nem için öznitelik değerlerinin görüntüsü

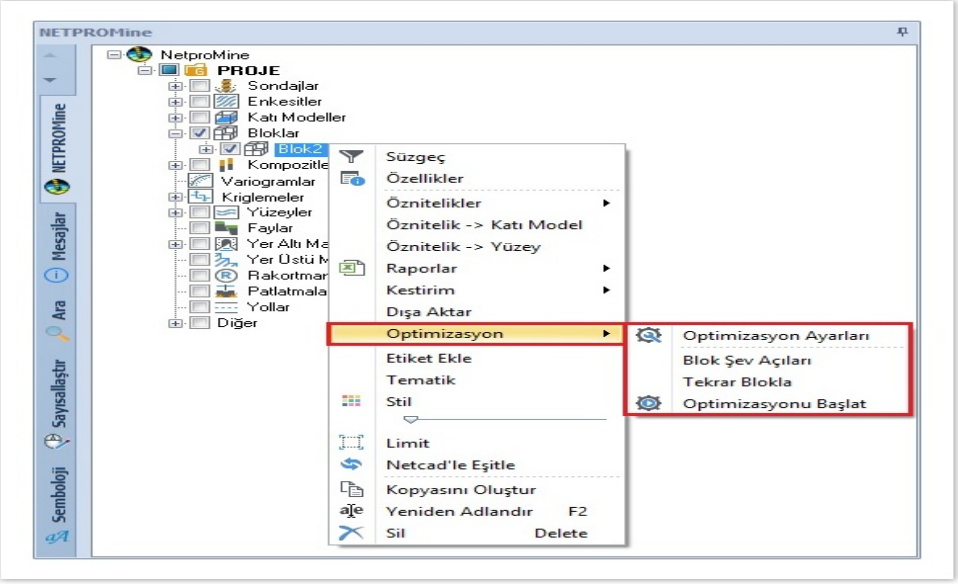
3.2.8. Optimizasyon

En basit anlamı ile organizasyon; “eldeki kısıtlı kaynakları en optimum biçimde kullanmak olarak” tanımlandığı gibi diğer bir değiş ile optimizasyon; “belirli amaçları gerçekleştirmek için en iyi kararlrai verme sanatı” veya “belirli koşular altında herhangi bir şeyi en iyi yapma” olarak da tanımlanabilir.

En kısa anlatım ile optimizasyon; “en iyi sonuçları içeren işlemler topluluğudur”. Optimizasyondaki amaç; maksimum kar ve minimum maliyeti sağlayacak üretim miktarını kısıtlara bağlı olarak tespit etmektir.

Açık ocak optimizasyonu için; önceden oluşturulan blok modeldeki her bloğa cevher üretim maliyeti, cevherin tesise veya pazara ulaşım maliyeti, dekapaj maliyeti, dekapajın pasa sahasına nakil maliyeti, pazarlama giderleri, proses giderleri, genel idare giderleri gibi maliyet unsurları ile cevherin satış değeri girilerek optimum ocak sınırları belirlenir. Optimizasyon işlemi basamakları şu şekildedir;

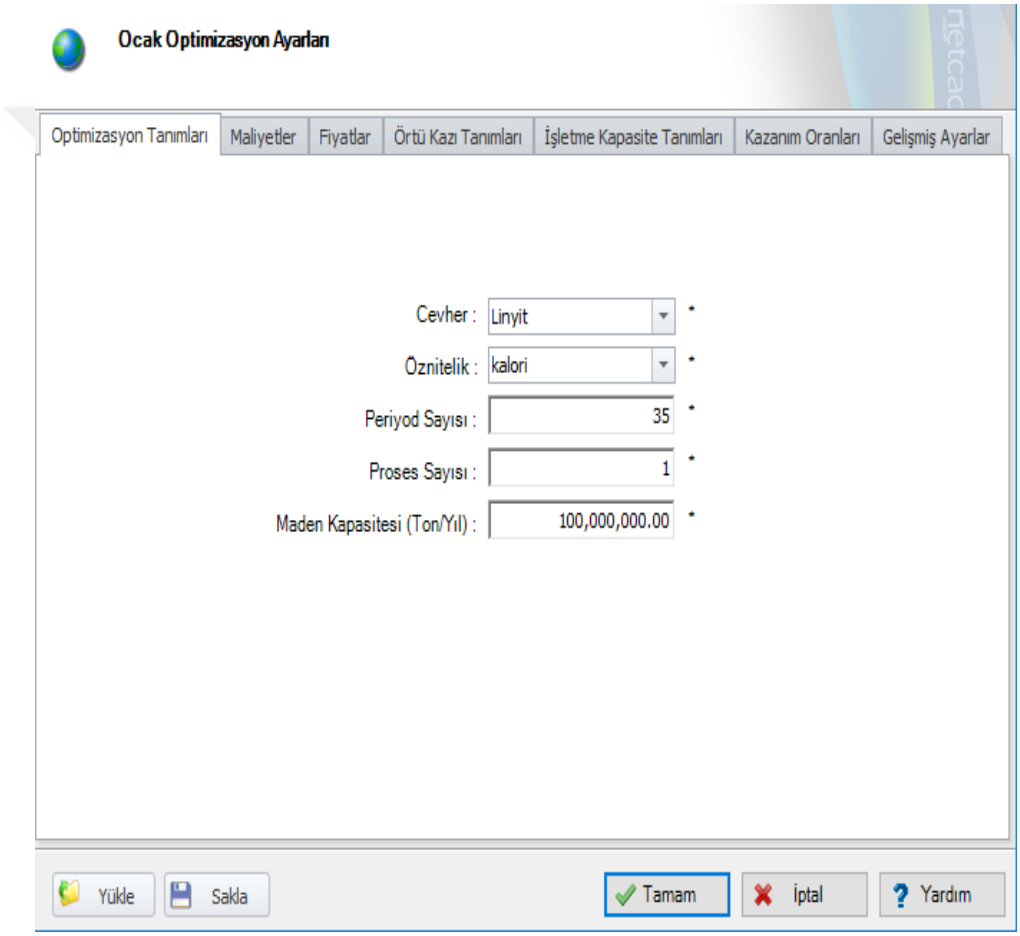
- ✓ Oluştuğumuz blok model üzerinde sağ klik yapılarak açılan pencerede “optimizasyon” sekmesi seçilir (Şekil 3.46).



Şekil 3.46. Optimizasyon işlemi başlangıcı gösterimi

- ✓ Optimizasyon sekmesi açıldıktan sonra "Optimizasyon Ayarları" sekmesi seçilerek çalışma alanı bilgileri, cevhere ait bilgiler, maliyet girdi -çıktıları gibi değerler girilerek optimizasyonun ilk basamağı oluşturulmuş olunur. Bu bilgiler aşağıda detaylı açıklanmıştır; (Şekil 3.47 – 3.53).

Optimizasyon Tanımları Sekmesi;



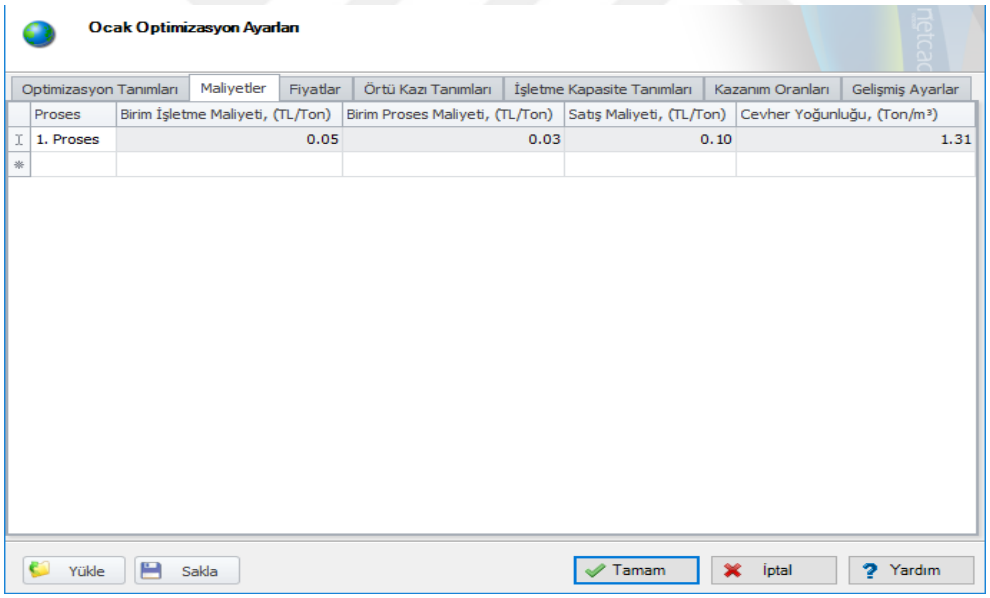
Şekil 3.47. Optimizasyon ayarları, optimizasyon tanımları penceresi

Şekil 3.47'de verilen "optimizasyon ayarları, optimizasyon tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.3'de verlmiştir.

Çizelge 3.3. Şekil 3.47'de verilen "optimizasyon ayarları, optimizasyon tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler

Cevher	Proje özelliklerinde daha önceden belirlemiş olduğumuz cevher türümüz seçilir.
Öznitelik	Bu kısımda cevhere ait öznitelik değerlerinden biri seçilerek, optimizasyon o öznitelik değerine göre planlanır.
Periyod sayısı	Optimizasyonu yapılacak maden yatağının işletme ömrünü temsil eder.
Proses sayısı	Cevher modelinin işlendiği prosesin sayısı
Maden kapasitesi (ton/yıl)	Yıllık çıkarılan pasa ve cevhere ait tonaj

Maliyetler Sekmesi;



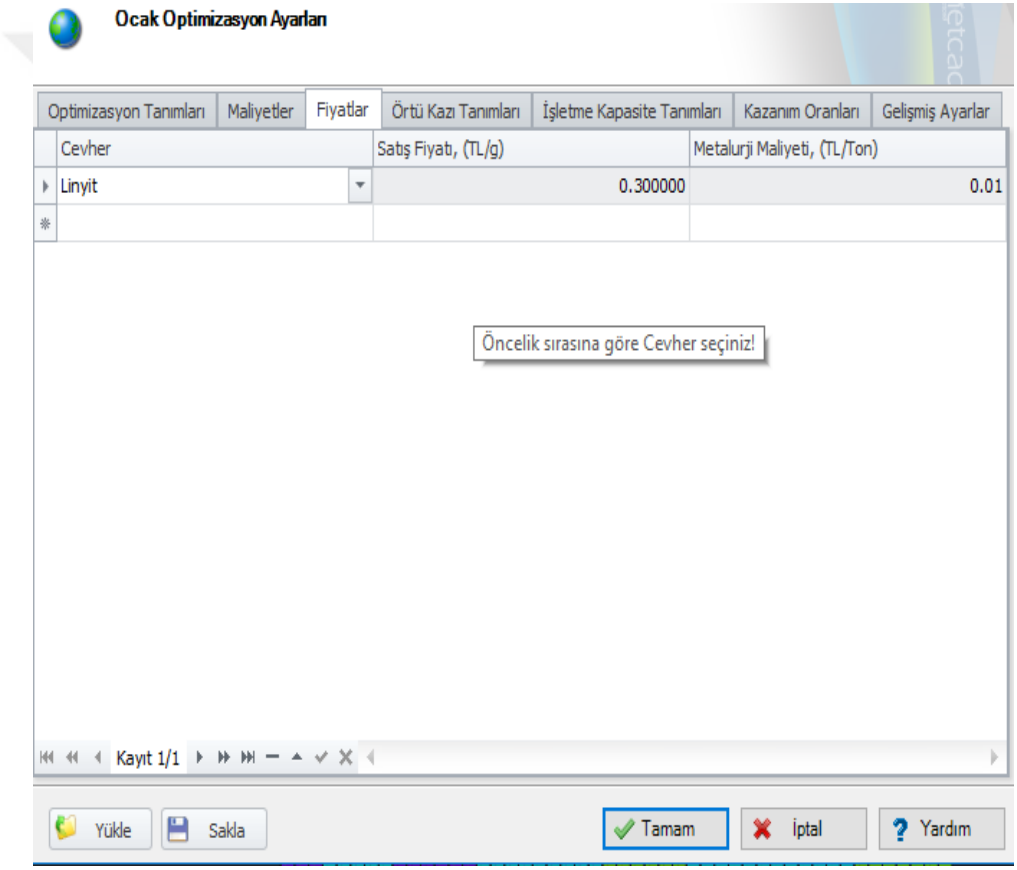
Şekil 3.48. Optimizasyon ayarları, maliyetler penceresi

Şekil 3.48'de verilen "optimizasyon ayarları, maliyetler penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.4'de verlmiştir.

Çizelge 3.4. Şekil 3.48'de verilen "optimizasyon ayarları, maliyetler penceresi" ile ilgili bilgiler

Birim işletme maliyeti	Maliyet bilgisini içerir
Birim proses maliyeti	Hazırlama maliyet bilgisini içerir
Satış maliyeti	Satış bilgisini içerir
Cevher yoğunluğu	Optimize edilen cevher model yonluğu

Fiyatlar Sekmesi;



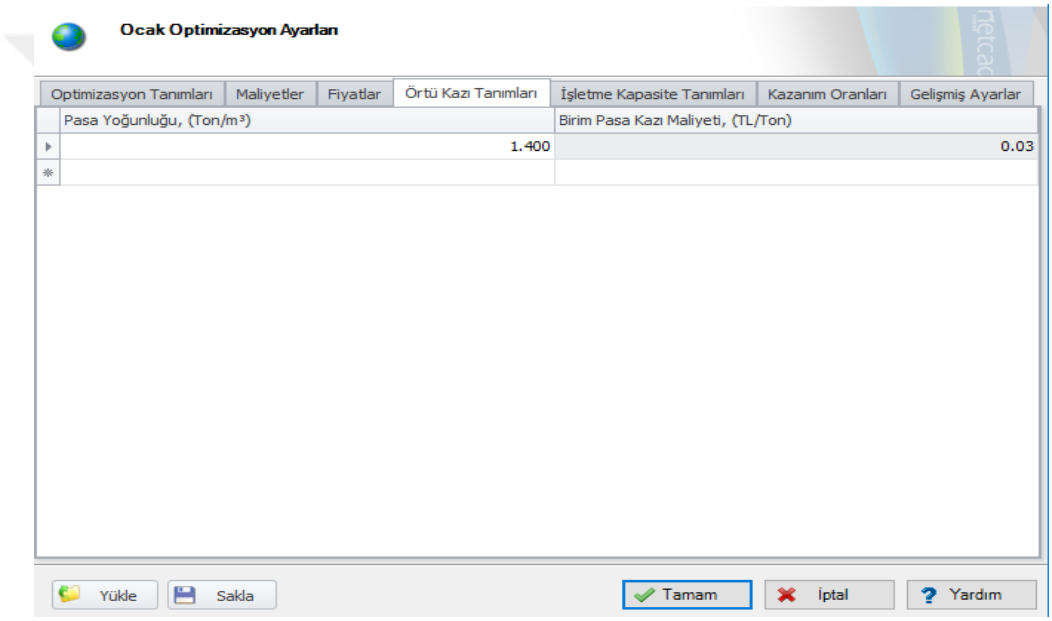
Şekil 3.49. Optimizasyon ayarları, fiyatlar penceresi

Şekil 3.49'da verilen "optimizasyon ayarları, fiyatlarpenceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.5'de verlmiştir.

Çizelge 3.4. Şekil 3.49'da verilen "optimizasyon ayarları, fiyatlar penceresi" ile ilgili bilgiler

Cevher	Cevher seçimi yapılır. Birden çok öznitelik olabilir.
Satış fiyatı	Cevhere ait fiyat bilgisini içerir.
Metalürji maliyeti	Metalürji fiyat bilgisini içerir.

Örtü Kazı Tanımları Sekmesi;



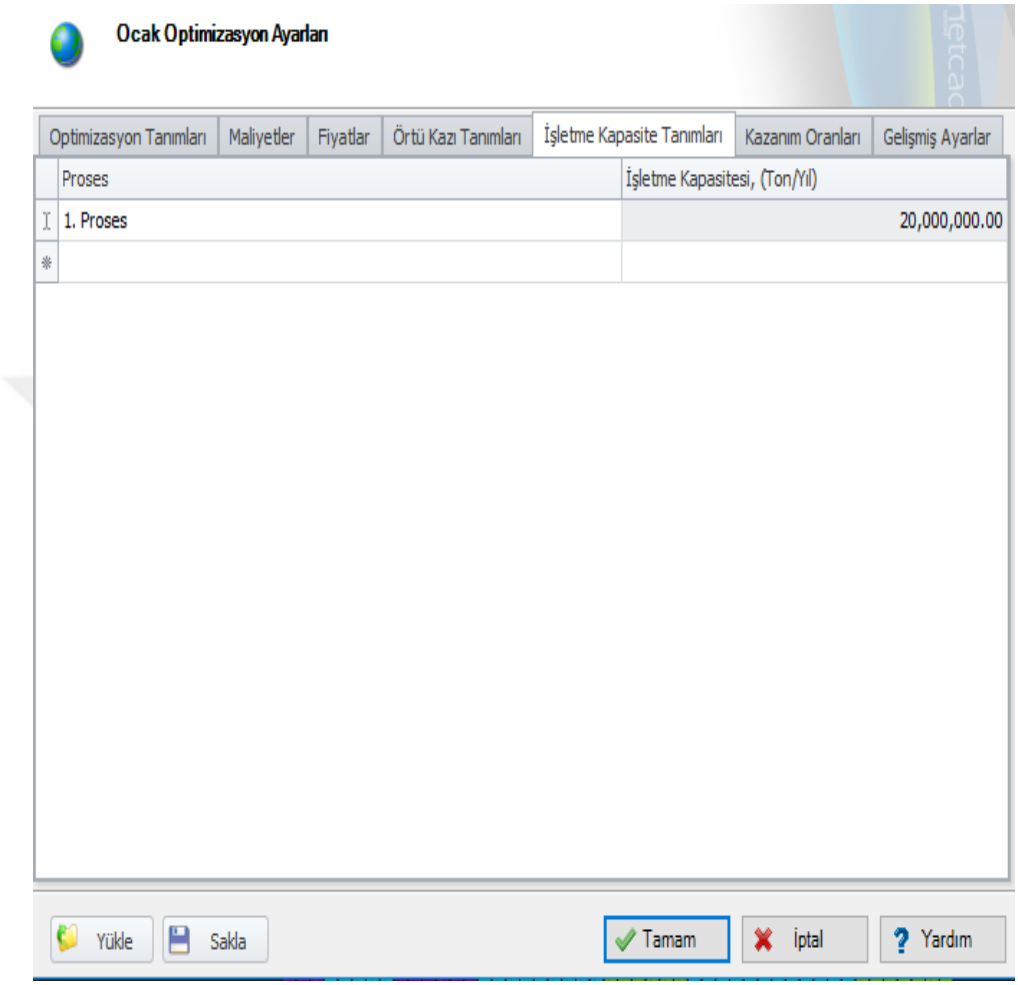
Şekil 3.50. Optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi

Şekil 3.50'de verilen "optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.5'de verlmiştir.

Çizelge 3.5. Şekil 3.50'de verilen "optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler

Pasa yoğunluğu	Pasaya ait yoğunluğu temsil eder
Birim pasa kazı maliyeti	Atık saha maliyeti

İşletme Kapasitesi Tanımları Sekmesi;



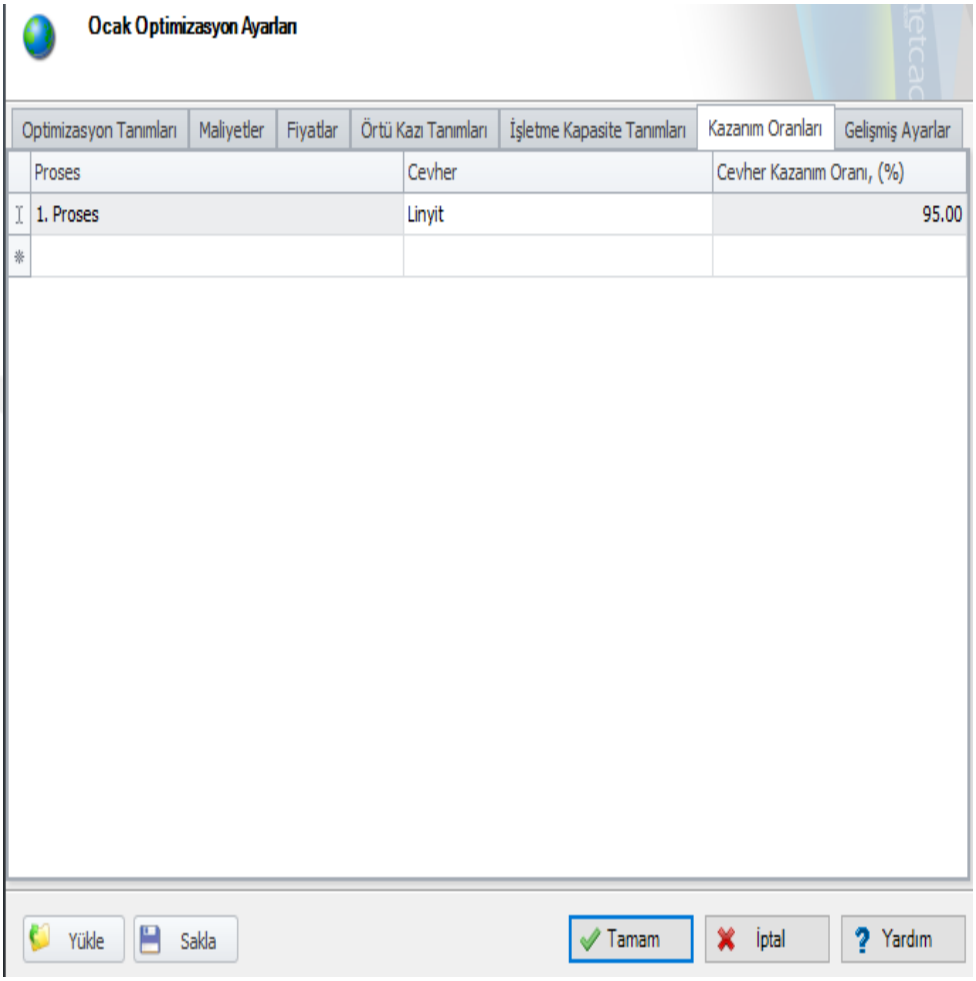
Şekil 3.51. Optimizasyon ayarları, işletme kapasitesi tanımları penceresi

Şekil 3.51'de verilen "optimizasyon ayarları, işletme kapasitesi tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.6'da verlmiştir.

Çizelge 3.6. Şekil 3.51'de verilen "optimizasyon ayarları, örtü kazı tanımları penceresi" ile ilgili bilgiler

İşletme kapasitesi	Proses bazında yıllık cevher kapasitesidir.

Kazanım Oranları Sekmesi;



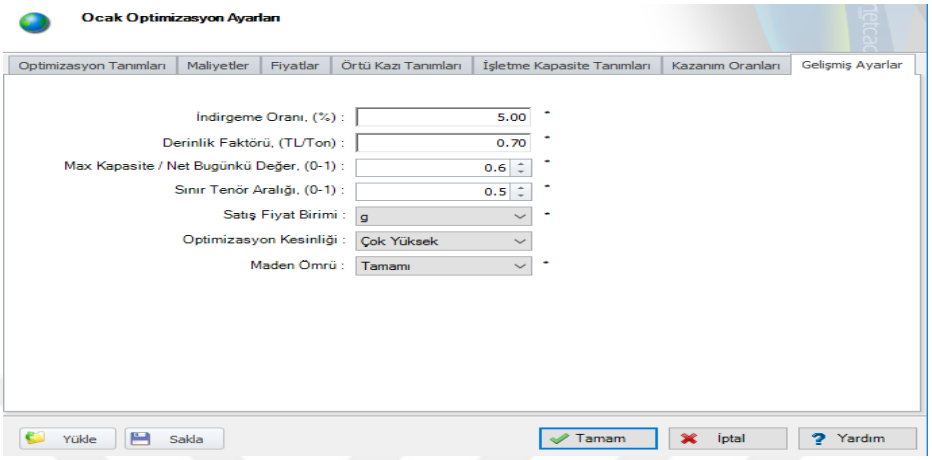
Şekil 3.52. Optimizasyon ayarları, kazanım oranları penceresi

Şekil 3.52'de verilen "optimizasyon ayarları, kazanım oranları penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.7'de verlmiştir.

Çizelge 3.7. Şekil 3.52'de verilen "optimizasyon ayarları, kazanım oranları penceresi" ile ilgili bilgiler

Cevher kazanım oranı	Cevhere ait yüzde kazanım oranını temsil eder.

Gelişmiş Ayarlar Sekmesi;



Şekil 3.53. Optimizasyon ayarları, gelişmiş ayarlar penceresi

Şekil 3.53'de verilen "optimizasyon ayarları, gelişmiş ayarlar penceresi" ile ilgili bilgiler Çizelge 3.8'de verlmiştir.

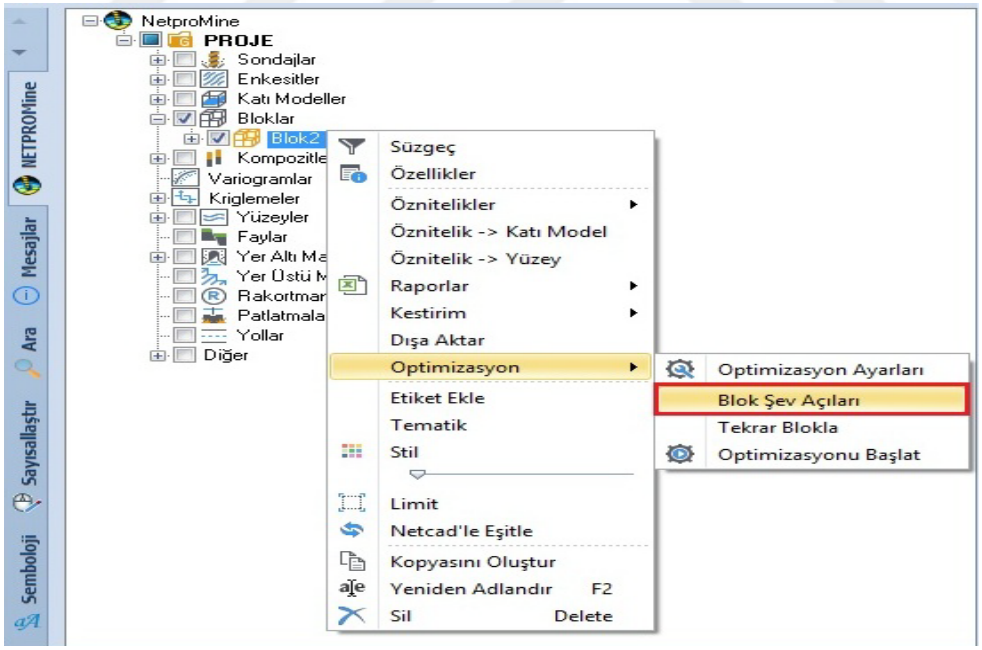
Çizelge 3.8. Şekil 3.53'de verilen "optimizasyon ayarları, gelişmiş ayarlar penceresi" ile ilgili bilgiler

İndirgeme oranı	Paranın yıllık değer kaybını (enflasyon) ifade etmektedir.
Derinlik faktörü	Derinerle inildikçe değişen maliyet faktörünü ifade eder.
Max kapasite/net bugünkü değer	Optimizasyon sonucunda kapasitemi yoksa Net bugünkü değerin mi maksimize edileceğine karar verilen parametredir. 0' a yaklaştıkça kapasite maksimum olur, 1' e yaklaştıkça net bugünkü değer maksimum olur.
Sınır tenör aralığı	Ortalama tenör değerinin aralığını genişletebilmek amacıyla 0 ile 1 aralığında kullanılabilen parametredir.

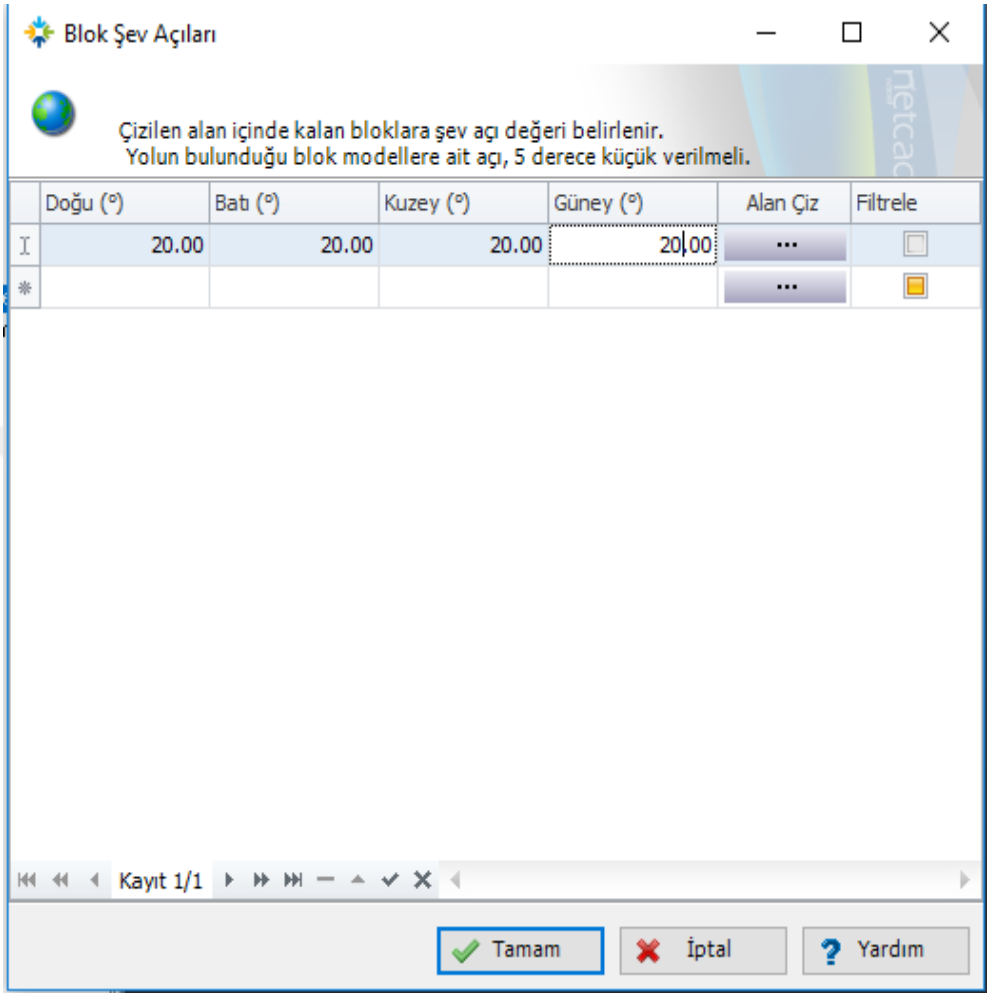
Çizelge 3.8. (Devamı)

Satış fiyat birimi	Birim satış fiyatıdır.
Optimizasyon kesinliği	Tekrar sayısıdır. Çok yüksek seçildiği durumda optimizasyon süreci uzamakta, sonuçlar madencilik pratiğine daha uygun olmaktadır.
Maden ömrü	Optimizasyon sonrasında üretilecek olan maden sahasının tamamı mı yoksa belirtilen periyotdamı olacağının kararı verilir.

✓ Optimizasyon ayarları girildikten sonraki diğer basamak ise "**bloklara şev açılarının"** verilmesidir. Bu işlem için; oluşturulan blok sekmesi üzerinde sağ kliklenerek açılan pencerede "optimizasyon sekmesi" seçilir ve burada "blok şev açıları" sekmesi seçilir (Şekil 3.54). Açılan pencerede ocağa ait şevlerin 4 yönlü olarak şev açıları girilir (Şekil 3.55).



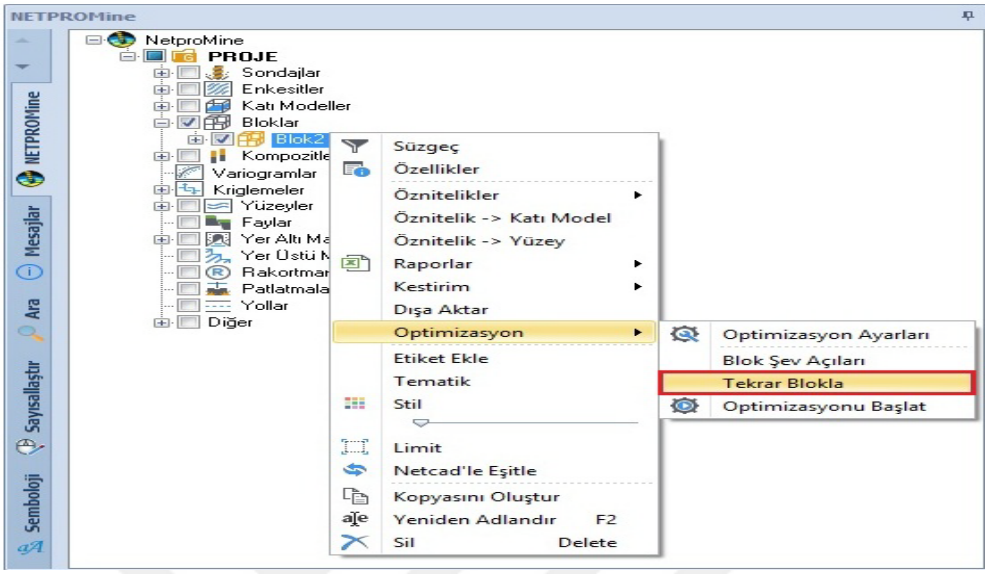
Şekil 3.54. Blok şev açıları sekmesi



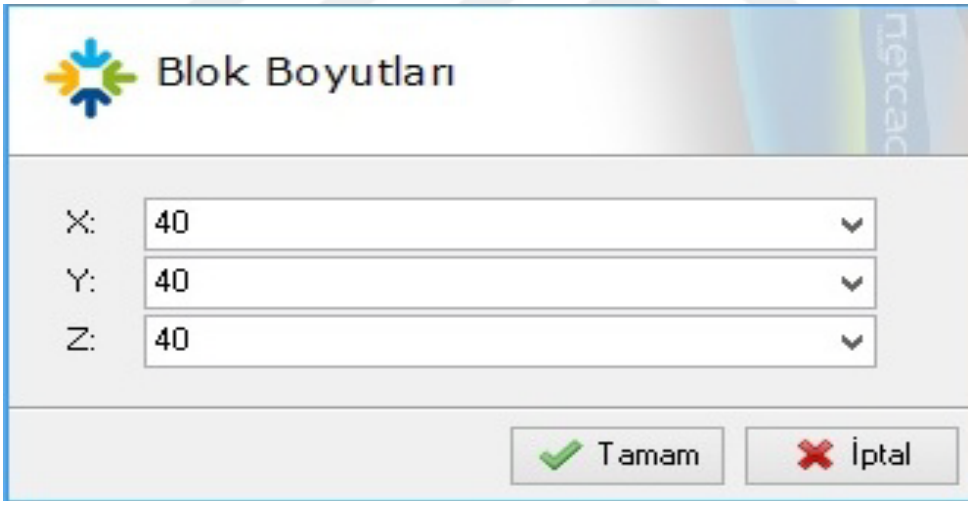
Şekil 3.55. Blok şev açıları penceresi

- ✓ 3. önemli işlem ise; **"tekrar bloklama"**dır. Bu aşamada, yeni blok boyutları artacak şekilde yeniden oluşturulur. Tenör değerleri yeni oluşan blok modelin içerisinde kalan bloklara ait tenörlerin aritmetik ortalamasıdır.

  Tekrar bloklma işlemi için; oluşturduğumuz blok model üzerinde sağ kliklenerek açılan pencerede "optimizasyon" sekmesi altında "tekrar blokla" seçeneği seçilir (Şekil 3.56) ve açılan pencerede bloğun üç boyutunu temsil eden X, Y, Z değerleri girilir (Şekil 3.57).

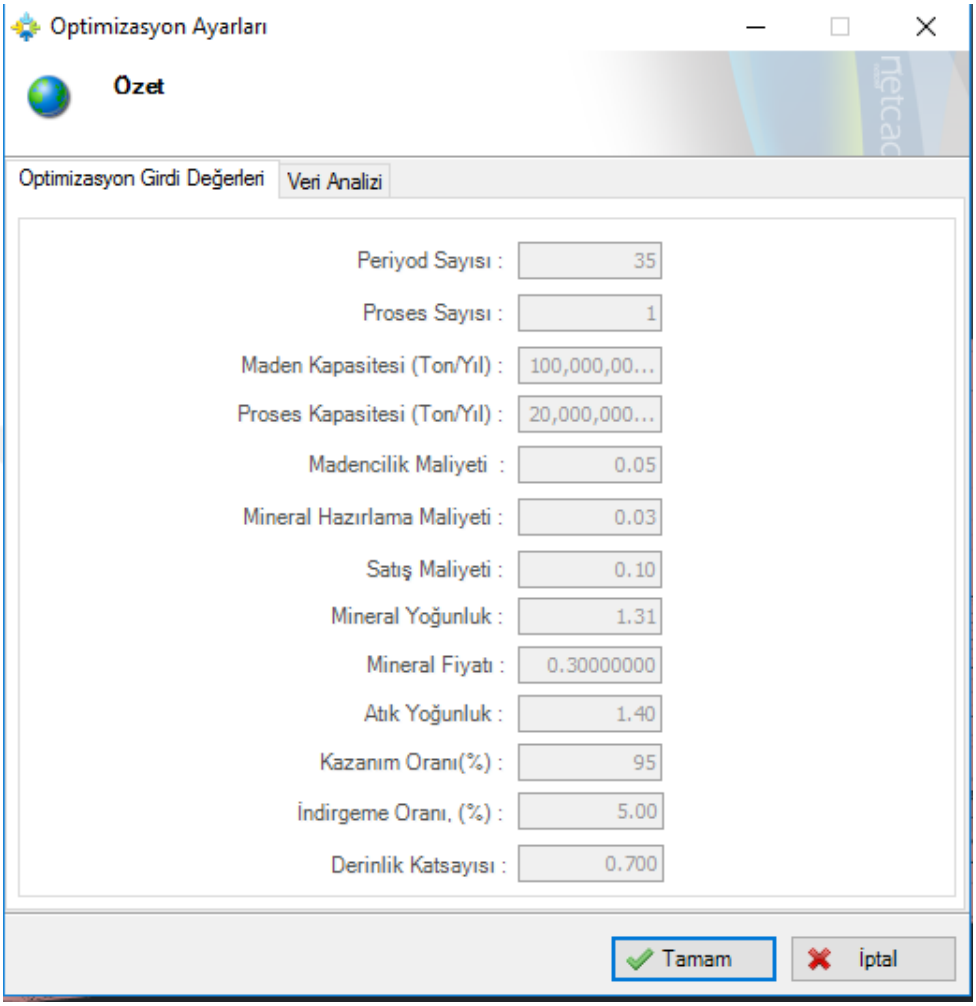


Şekil 3.56. Tekrar bloklama işlemi



Şekil 3.57. Blok boyutlarının yeniden girilmesi

En son aşama olarak optimizasyon yapılacak yüzey seçilerek "optimizasyonu başlat" seçeneği seçildiğinde "optimizasyon ayarları özet penceresi"açılır, bu pencerede tamam butonuna bastığımızda optimizasyon işlemini başlatmış oluruz (Şekil3.58).



Şekil 3.58. Optimizasyon ayarları özet penceresi

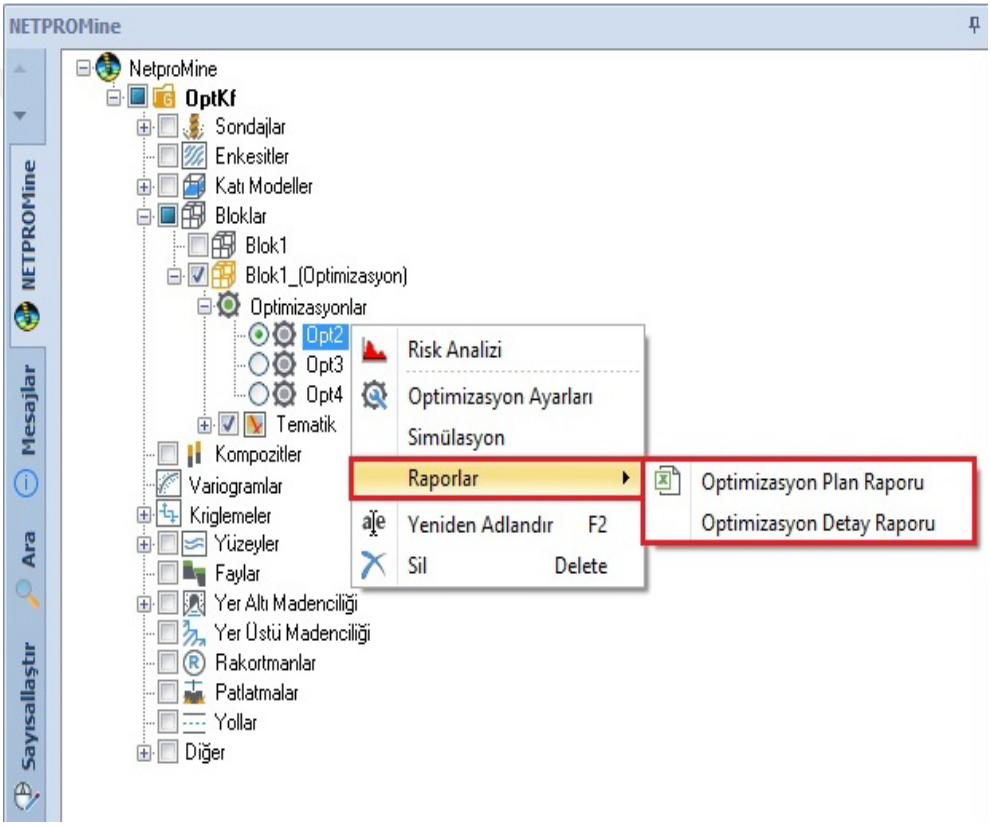
Optimizasyon Plan Raporu;

İçerik olarak;

- Optimizasyon işlemi için kullanılan girdi değerlerinin,
- Optimizasyon maliyet hesaplarının
- Üretim sonucunda yıl bazında Net Bugünkü Değerlerin görüntülendiği rapordur.

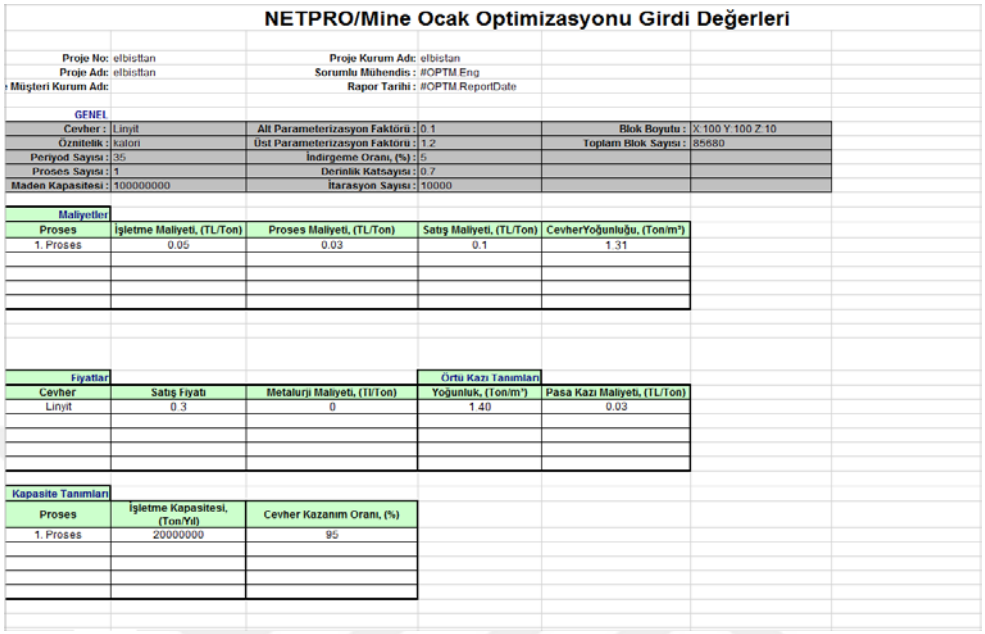
Optimizason plan raporunun görüntülenebilmesi için yapılması gereken adımlar şu şekildedir;

- ✓ Optimizasyon sonrasında bloklar hücresinde netcad'in kendi oluşturmuş olduğu (blokadı)_optimizasyon sekmesi altında "Raporlar" seçeneği seçilir (Şekil 3.59).



Şekil 3.59. Optimizasyon sonrası rapor görünteleme yöntemi

Bu işlem yapıldıktan sonra Excel dosyası olarak raporlar açılacaktır. Optimizasyon plan raporu; Girdiler, maliyet ve üretim raporları olarak üç kısımdan oluşmaktadır (Şekil 3.60–Şekil 3.62).



NETPRO/Mine Ocak Optimizasyonu Girdi Değerleri

Proje No:	elbisttan	Proje Kurum Adı:	elbistan
Proje Adı:	elbisttan	Sorumlu Mühendis :	#OPTM.Eng
Müşteri Kurum Adı:		Rapor Tarihi :	#OPTM.ReportDate

GENEL

Cevher :	Linyit	Alt Parameterizasyon Faktörü :	0.1	Blok Boyutu :	X:100 Y:100 Z:10
Öznitelik :	kalori	Üst Parameterizasyon Faktörü :	1.2	Toplam Blok Sayısı :	85680
Periyod Sayısı :	35	İndirgeme Oranı, (%) :	5		
Proses Sayısı :	1	Derinlik Katsayısı :	0.7		
Maden Kapasitesi :	100000000	İtarasyon Sayısı :	10000		

Maliyetler

Proses	İşletme Maliyeti, (TL/Ton)	Proses Maliyeti, (TL/Ton)	Satış Maliyeti, (TL/Ton)	CevherYoğunluğu, (Ton/m³)
1. Proses	0.05	0.03	0.1	1.31

Fiyatlar

Cevher	Satış Fiyatı	Metalurji Maliyeti, (TI/Ton)
Linyit	0.3	0

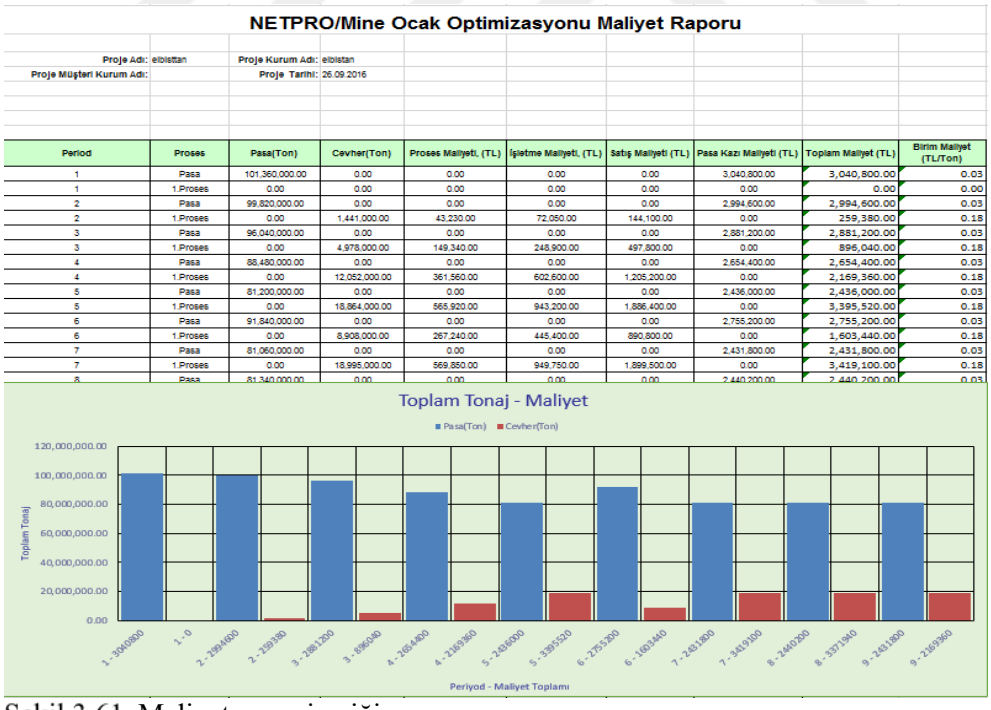
Örtü Kazı Tanımları

Yoğunluk, (Ton/m³)	Pasa Kazı Maliyeti, (TL/Ton)
1.40	0.03

Kapasite Tanımları

Proses	İşletme Kapasitesi, (Ton/Yıl)	Cevher Kazanım Oranı, (%)
1. Proses	20000000	95

Şekil 3.60. Girdiler rapor içeriği



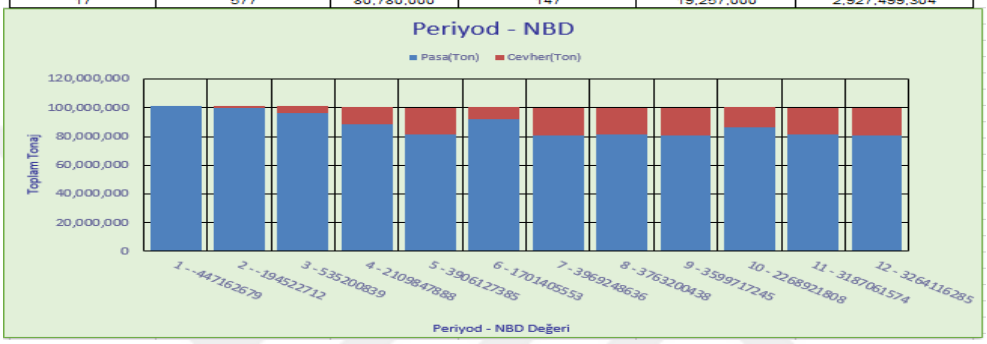
NETPRO/Mine Ocak Optimizasyonu Maliyet Raporu

Proje Adı:	elbisttan	Proje Kurum Adı:	elbistan
Proje Müşteri Kurum Adı:		Proje Tarihi:	26.09.2016

Period	Proses	Pasa(Ton)	Cevher(Ton)	Proses Maliyeti, (TL)	İşletme Maliyeti, (TL)	Satış Maliyeti (TL)	Pasa Kazı Maliyeti (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Birim Maliyet (TL/Ton)
1	Pasa	101,360,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,040,800.00	3,040,800.00	0.03
1	1.Proses	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Pasa	99,820,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,994,600.00	2,994,600.00	0.03
2	1.Proses	0.00	1,441,000.00	43,230.00	72,050.00	144,100.00	0.00	259,380.00	0.18
3	Pasa	96,040,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,881,200.00	2,881,200.00	0.03
3	1.Proses	0.00	4,978,000.00	149,340.00	248,900.00	497,800.00	0.00	896,040.00	0.18
4	Pasa	88,480,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,654,400.00	2,654,400.00	0.03
4	1.Proses	0.00	12,052,000.00	361,560.00	602,600.00	1,205,200.00	0.00	2,169,360.00	0.18
5	Pasa	81,200,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,436,000.00	2,436,000.00	0.03
5	1.Proses	0.00	18,864,000.00	565,920.00	943,200.00	1,886,400.00	0.00	3,395,520.00	0.18
6	Pasa	91,840,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,755,200.00	2,755,200.00	0.03
6	1.Proses	0.00	8,908,000.00	267,240.00	445,400.00	890,800.00	0.00	1,603,440.00	0.18
7	Pasa	81,060,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,431,800.00	2,431,800.00	0.03
7	1.Proses	0.00	18,995,000.00	569,850.00	949,750.00	1,899,500.00	0.00	3,419,100.00	0.18
8	Pasa	81,340,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,440,200.00	2,440,200.00	0.03

Şekil 3.61. Maliyet rapor içeriği

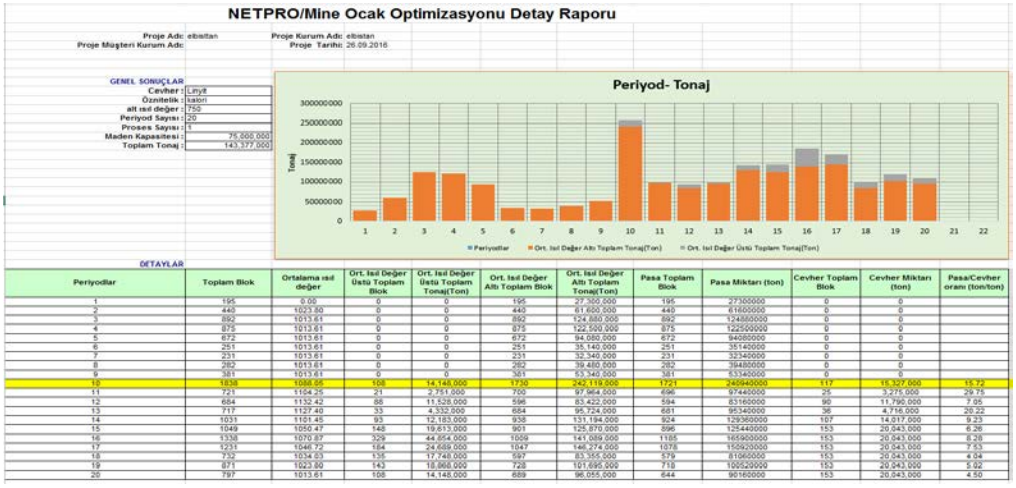
Period	Pasa Blok Sayısı(Adet)	Pasa(Ton)	Cevher Blok Sayısı(Adet)	Cevher(Ton)	Net Bugünkü Değer (TL)
1	724	101,360,000	0	0	-447,162,679
2	713	99,820,000	11	1,441,000	-194,522,712
3	686	96,040,000	38	4,978,000	535,200,839
4	632	88,480,000	92	12,052,000	2,109,847,888
5	580	81,200,000	144	18,864,000	3,906,127,385
6	656	91,840,000	68	8,908,000	1,701,405,553
7	579	81,060,000	145	18,995,000	3,969,248,636
8	581	81,340,000	143	18,733,000	3,763,200,438
9	579	81,060,000	145	18,995,000	3,599,717,245
10	617	86,380,000	107	14,017,000	2,268,921,808
11	583	81,620,000	141	18,471,000	3,187,061,574
12	578	80,920,000	146	19,126,000	3,264,116,285
13	580	81,200,000	144	18,864,000	3,196,646,639
14	579	81,060,000	145	18,995,000	3,346,680,168
15	576	80,640,000	148	19,388,000	2,719,419,644
16	580	81,200,000	144	18,864,000	3,083,945,639
17	577	80,780,000	147	19,257,000	2,927,499,304



Şekil 3.62. Maliyet rapor içeriği

Optimizasyon Detay Raporu;

Tenör değer (ısıl değer) girişi ile optimizasyona ait detay bilgilerin görüntülendiği rapordur (Şekil 3.63).



Periyodlar	Toplam Blok	Ortalama ısıl değer	Ort. Isıl Değer Üstü Toplam Blok	Ort. Isıl Değer Üstü Toplam Tonaj(Ton)	Ort. Isıl Değer Altı Toplam Blok	Ort. Isıl Değer Altı Toplam Tonaj(Ton)	Pasa Toplam Blok	Pasa Miktarı (ton)	Cevher Toplam Blok	Cevher Miktarı (ton)	Pasa/Cevher oranı (ton/ton)
1	195	0.00	0	0	195	27,300,000	195	27300000	0	0	
2	440	1023.50	0	0	440	61,600,000	440	61600000	0	0	
3	892	1013.61	0	0	892	124,880,000	892	124880000	0	0	
4	875	1013.61	0	0	875	122,500,000	875	122500000	0	0	
5	672	1013.61	0	0	672	94,080,000	672	94080000	0	0	
6	251	1013.61	0	0	251	35,140,000	251	35140000	0	0	
7	231	1013.61	0	0	231	32,340,000	231	32340000	0	0	
8	282	1013.61	0	0	282	39,480,000	282	39480000	0	0	
9	381	1013.61	0	0	381	53,340,000	381	53340000	0	0	
10	1838	1088.66	108	14,146,000	1730	242,119,000	1721	240940000	117	15,327,000	15.72
11	721	1164.25	21	2,751,000	700	97,964,000	696	97440000	25	3,275,000	29.75
12	684	1132.42	88	11,528,000	596	83,422,000	594	83160000	90	11,790,000	7.05
13	717	1127.40	33	4,332,000	684	95,724,000	681	95340000	36	4,716,000	20.22
14	1031	1151.45	93	12,183,000	938	131,194,000	924	129360000	107	14,017,000	9.23
15	1049	1050.47	148	19,813,000	901	125,870,000	896	125440000	153	20,043,000	6.26
16	1338	1070.87	329	44,854,000	1009	141,089,000	1185	165900000	153	20,043,000	8.28
17	1231	1046.72	184	24,669,000	1047	146,274,000	1076	150920000	153	20,043,000	7.53
18	732	1034.03	135	17,748,000	597	83,355,000	579	81060000	153	20,043,000	4.04
19	871	1023.90	142	18,868,000	728	101,690,000	718	100520000	153	20,043,000	5.02
20	797	1013.61	108	14,146,000	689	96,055,000	644	90160000	153	20,043,000	4.50

Şekil 3.63.Optimizasyon detay raporu içeriği

3.2.9. Yatırım Projesinin Değerlendirilmesi

3.2.9.1. Net Bugünkü Değer

Bir projenin net bugünkü değeri, oprojenin yaratacağı nakit giriş ve çıkışlarının bugünkü değerleri arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu tanıma göre, bütün yıllık nakit akımları, önceden saptanan faiz oranı ile projenin başlangıç yılına indirgenmektedir. Bu yöntemi aşağıdaki gibi simgelemek mümkündür;

$$\text{NBD} = \sum_{i=0}^{n} \frac{NG_i - NÇ_i}{(1+r)^i} \qquad (3.1)$$

Burada;
NBD = nakit akımlarının bugünkü değerini
NG_i = i' inci yılın nakit çıkışını
$NÇ_i$ = i' inci yılın nakit çıkışını
n = projenin (madenin) ömrünü
r = seçilmiş faiz oranını
göstermektedir.

Faiz oranı, projenin öz sermeye ile finanse edilmesi durumunda sermaye piyasasında geçerli uzun vadeli faiz oranına; projenin uzun vadeli kredi ile finanse edilmesi durumunda da kredi için ödenen gerçek faiz oranına eşit olmalıdır.

Bir yatırım projesinin değerlendirimesi çalışmalarında, projenin hesaplanan Net bugünkü değeri sıfıra eşit veya büyükse (NBD $\geq$ 0) proje kabul edilmekte, aksi halde red edilmektedir.

Net bugünkü değer yömtemi paranın zaman değerini dikkate alan ve bir projenin faydalarını ölçen bir yöntemdir. Yöntemin uygulanmasında karşılaşılan en büyük sorun ise projeden beklenen en küçük karlılık oranın doğru bir şekilde belirlenememesidir (Konuk ve Önder, 1999).

3.2.9.2. Duyarlılık Analizi

Proje parametreleri değerlerinin tahmininde sınırlı bilgiler kullanıldığından, önemli derecelerde belirsizlikleri de bünyelerinde taşırlar. Proje parametreleri hatalı tahmin edilebileceği gibi, gelecekte meydana gelebilecek çeşitli olaylar karsşısında tahmin edilen değerlerinden farklı değerler de alabilirler. Proje parametrelerindeki mümkün hataların veya değişikliklerin, projenin karlılığın aolan etkilerini ölçmeye yarayan tekniklere, genellikle " duyarlılık analizler" denilmektedir.

Duyarlılık analizinin amacı, projenin karlılığında etkili olan kritik parametreleri saptayarak, bunlara özel ilgi gösterilmesini sağlamaktır. Bu özel ilgiyi üretim başlangıcından sonuna kadar gösterebilmek için de, duyarlılık analizleri yatırım projelerinin hazırlanması aşamasında yapılmalıdır.

Duyarlılık analizlerinin diğer bir amacı da, daha sonraki aşamalarda uygulanabilecek risk analizlerine, üzerinde önemle durulması gereken parametrelerin neler olduğu hakkında bilgi sağlamaktır. Bu sayede, risk analizlerinin ilgi alanı daraltılarak çalışmalar daha hızlı bir şekilde sonuçlandırılabilir.

Bu tez kapsamında duyarlılık analizinin bir yöntemi olan, Aralık analizi yöntemi kullanılmıştır (Konuk ve Önder, 1999).

3.2.9.2.1. Aralık Analizi

Proje parametre değerlerinin, belirli aralıklarla (oranları) azaltılıp ve artırılmasıyla proje karlılığı üzerindeki etkilerini ölçen yöntemlere "aralık analizler" denilmektedir. Aralık analizleri, parametre değerleri değişimlerinin karlılık ölçütleri üzerindeki etkilerini düzenli olarak gösterdiğinden, belirsizliğin hakim olduğu parametreler için karar vericiye önemli bilgiler sağlayabilir (Konuk ve Önder, 1999).

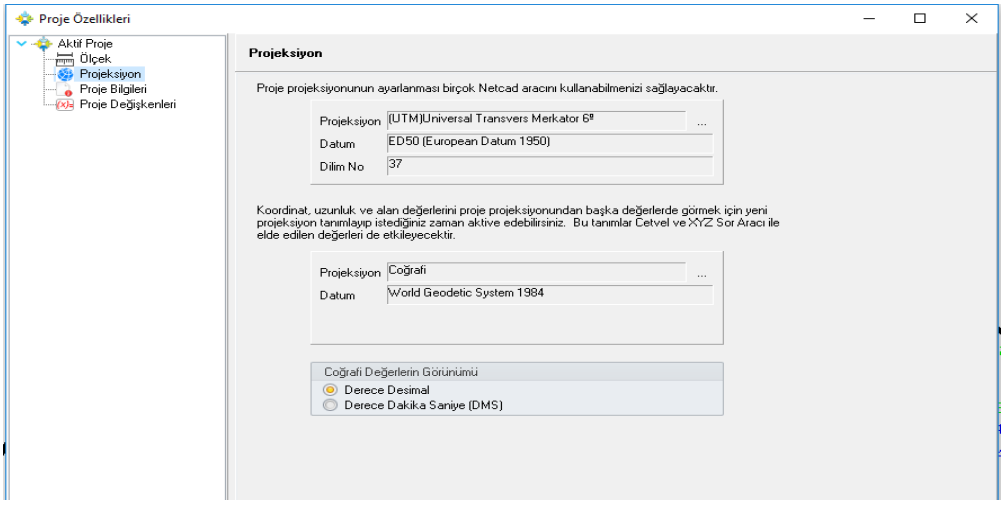
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Proje Dosyasının Oluşturulması

52 adet karotlu sondaj kuyusuna ait bilgiler, Microsoft Excel ortamında oluşturulan dosyaya aktarılmıştır (Şekil 4.1). Kuyuların koordinat sistemi, Universal Transvers Merkator (UTM) 6°, European Datum 1950 (ED-50) projeksiyonuna uygun olarak girilmiştir (Şekil 4.2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	SONDAJNO	KUZEY	DOĞU	Z(KOT)	DERİNLİK	derinlik_giris	derinlik_cıkıs	nem	kul	kalori	tenör	litoloji	egim	dogrultu
2	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	0	68	25	75	-1	-1	qua	-90	0
3	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	68	72	25	75	-1	-1	gidya	-90	0
4	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	72	76	55.83	15.23	929	0.546471	gyd-kom	-90	0
5	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	76	80	56.82	13.12	1230	0.723529	kom	-90	0
6	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	80	84	59.16	11.28	1266	0.744706	kom	-90	0
7	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	84	88	38.07	23.23	1326	0.78	kom	-90	0
8	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	88	93.7	55.6	12.47	1241	0.73	kom	-90	0
9	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	93.7	96	47.9	27.01	946	0.556471	kil-kom	-90	0
10	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	96	102.2	54.12	17.21	1167	0.686471	kil-kom	-90	0
11	OG-0159	4244461.2	318959.4	1214.06	150	102.2	150	25	75	-1	-1	tab	-90	0
12	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	0	21	25	75	-1	-1	qua	-90	0
13	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	21	46.2	25	75	-1	-1	gidya	-90	0
14	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	46.2	49.35	59.72	10.73	1375	0.808824	gyd-kom	-90	0
15	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	49.35	54.05	25	75	-1	-1	ara	-90	0
16	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	54.05	57.35	57.68	14.13	1244	0.731765	kom	-90	0
17	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	57.35	58.5	25	75	-1	-1	ara	-90	0
18	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	58.5	71.16	57.75	20.64	1212	0.712941	kom	-90	0
19	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	71.16	80.6	53.42	19.35	1055	0.620588	kil-kom	-90	0
20	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	80.6	84.7	43.6	37.91	658	0.387059	kil-kom	-90	0
21	OG-0632	4242602.8	323197.9	1165.74	171	84.7	171	25	75	-1	-1	tab	-90	0

Şekil 4.1. Kuyu bilgilerini gösteren excel dosyası



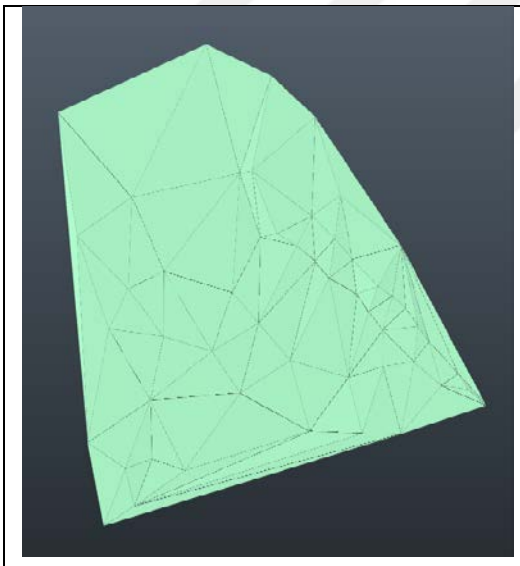
Şekil 4.2. Netcad proje özellikleri, projeksiyon penceresi

Kuyu derinliği en az 75 metre, en fazla 190 metre ve ortalama 140,66 metre civarındadır. Çalışma sahasının X (kuzey) koordinatları 4241144–4246705 metreler arasında, Y (doğu) koordinatları 318785,6–325397,1 metreleri arasındadır. İnceleme alanının deniz seviyesinden yüksekliği en düşük 1161 metre, en yüksek 1223 metre ve ortalama 1184 metre'dir.

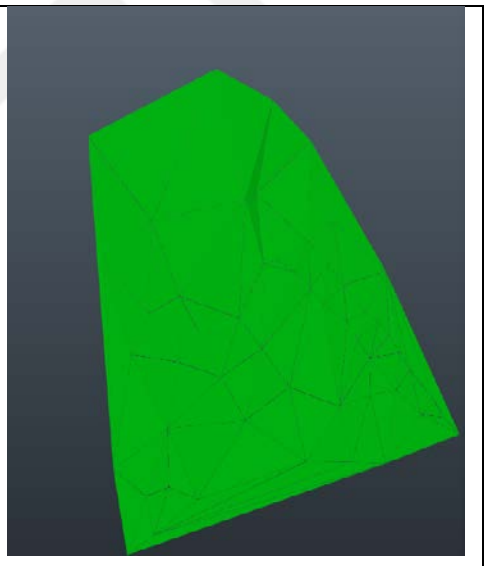
4.2. Yüzey Modelinin Oluşturulması

4.2.1. Quaterner Yüzey Modelinin Oluşturulması

Quaterner alt yüzeyiyind en düşük kot 1117,65 metre olup, en yüksek kotun ise 1177,65 metre olduğu saptanmıştır. Bu durum quaterner üst yüzeyinde ise, en düşük kot 1161,66 metre iken, en yüksek kot ise 1241,66 metredir (Şekil 4.3 (a). ve (b); Şekil 4.4. (a).ve (b).).

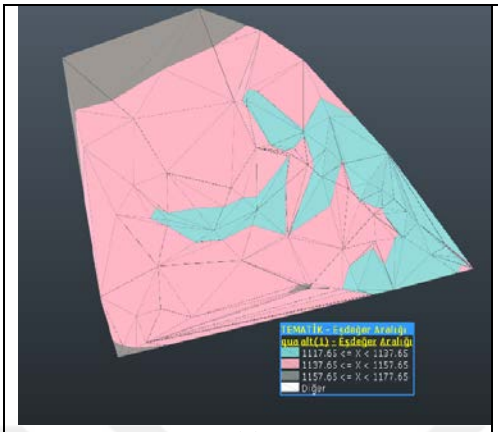


(a)

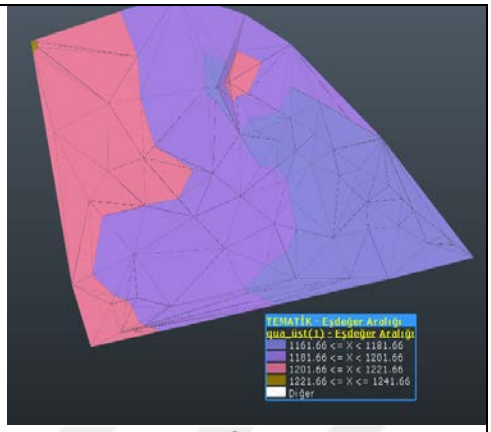


(b)

Şekil 4.3. a) Quaterner alt yüzey, b) Quaterner üst yüzey



(a)

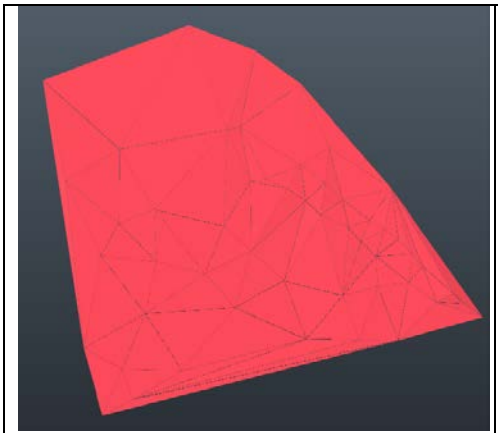


(b)

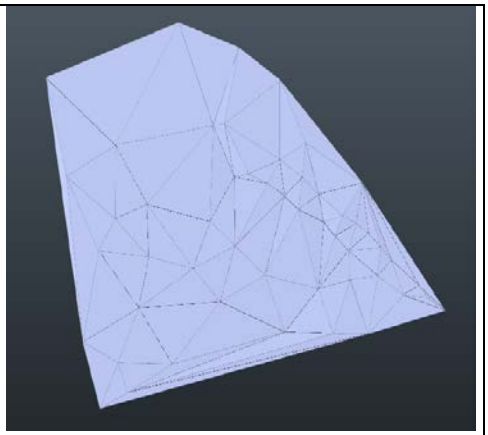
Şekil 4.4. (a) Quaterner alt yüzeyi kontur haritası (b) Quaterner üst yüzeyi kontur haritası

4.2.2. Gidya Yüzey Modelinin Oluşturulması

Gidya alt yüzeyi'nde en düşük kot 1088,61 metre olup, en yüksek kotun ise 1168,61 metre olduğu saptanmıştır. Gidya üst yüzeyine bakıldığında ise, en düşük kot 1117,65 kotu iken, en yüksek kot ise 1177,65 metredir (Şekil 4.5 (a). ve (b); Şekil 4.6. (a).ve(b).).

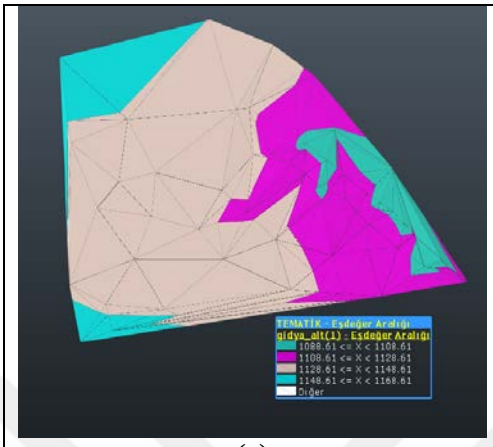


(a)

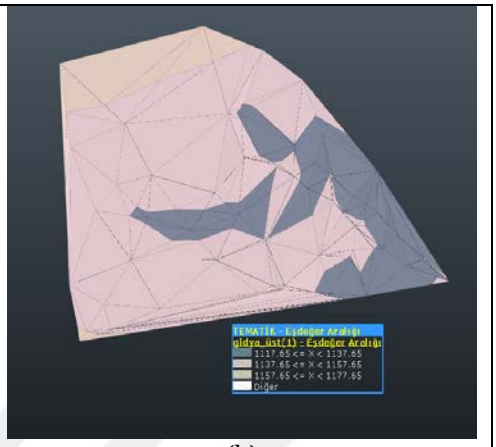


(b)

Şekil 4.5. (a) Gidya alt yüzeyi (b) Gidya üst yüzeyi



(a)

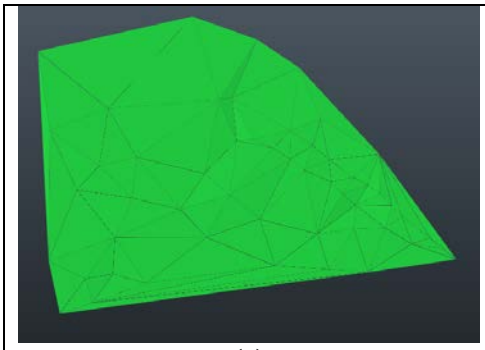


(b)

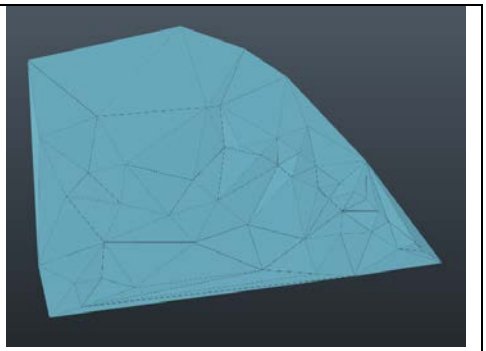
Şekil 4.6. (a) Gidya alt yüzeyi kontur haritası (b) Gidya üst yüzeyi kontur haritası

4.2.3. Gidyali Kömür Yüzey Modelinin Oluşturulması

Gidyalı kömür alt yüzeyi'nde en düşük kot 1077,79 metre olup, en yüksek kotun ise 1177,79 metre olduğu saptanmıştır. Bu durum gidya üst yüzeyinde ise, en düşük kot 1088,61 kotu iken, en yüksek kot ise 1168,61 metredir (Şekil 4.7. (a) ve (b); Şekil 4.8 (a) ve (b).).

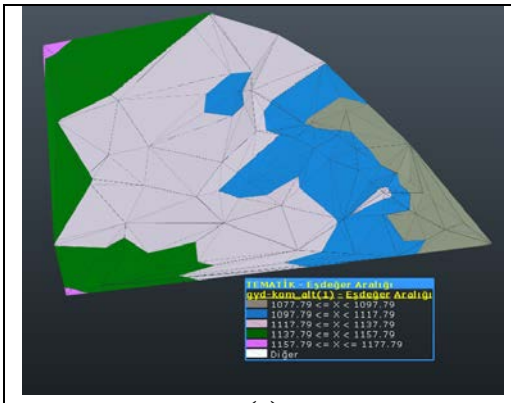


(a)

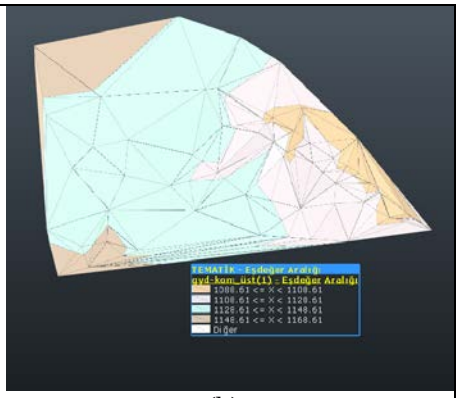


(b)

Şekil 4.7. (a) Gidyalı kömür alt yüzeyi (b) Gidyalı kömür üst yüzeyi



(a)

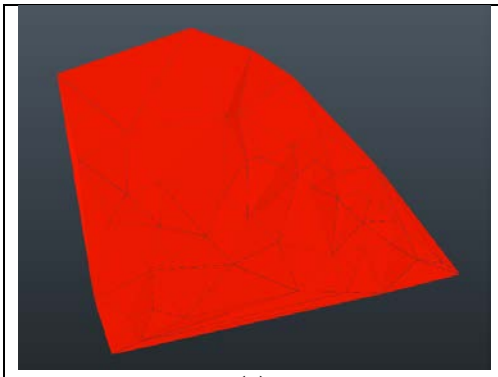


(b)

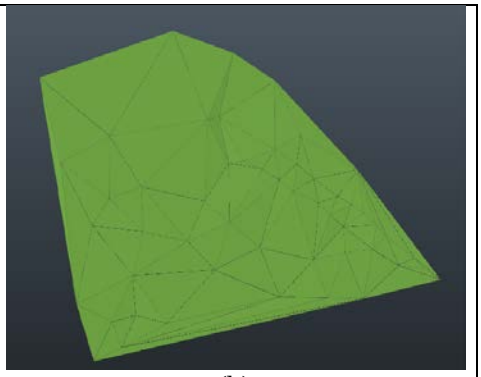
Şekil 4.8. (a) Gidyalı kömür alt yüzeyi kontur haritası (b) Gidyalı kömür üst yüzeyi kontur haritası

4.2.4. Kömür Yüzey Modelinin Oluşturulması

Kömür alt yüzeyi'nde en düşük kot 1066,86 metre olup, en yüksek kotun ise 1166,86 metre olduğu saptanmıştır. Kömür üst yüzeyinde ise, en düşük kot 1077,79 kotu iken, en yüksek kot ise 1177,79 metredir (Şekil 4.9 (a) ve (b); Şekil 4.10 (a) ve (b).).

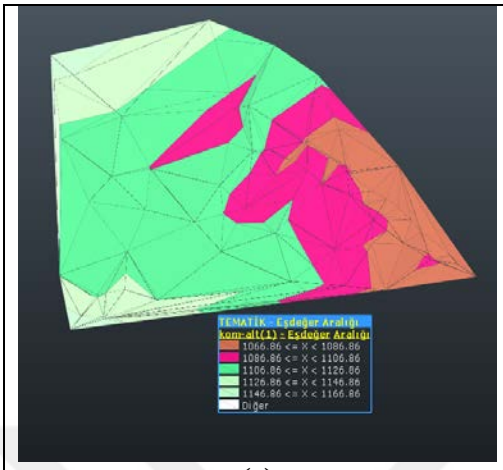


(a)

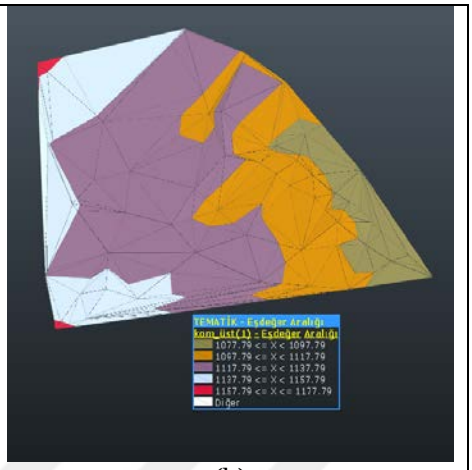


(b)

Şekil 4.9. (a) Kömür alt yüzeyi (b) Kömür üst yüzeyi



(a)

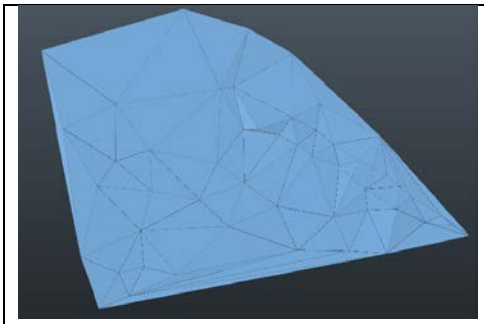


(b)

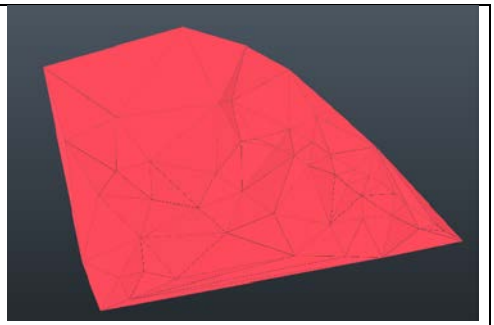
Şekil 4.10. (a) Kömür alt yüzeyi kontur haritası (b) Kömür üst yüzeyi kontur haritası

4.2.5. Killi Kömür Yüzey Modelinin Oluşturulması

Killi Kömür alt yüzeyi'nde en düşük kot 1022,79 metre olup, en yüksek kotun ise 1162,79 metre olduğu saptanmıştır. Kömür üst yüzeyinde ise, en düşük kot 1049,66 metre iken, en yüksek kot ise 1169,66 metredir (Şekil 4.11 (a) ve (b); Şekil 4.12 (a) ve (b).).

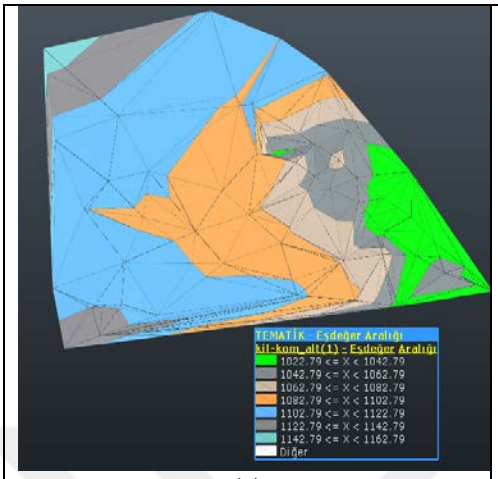


(a)

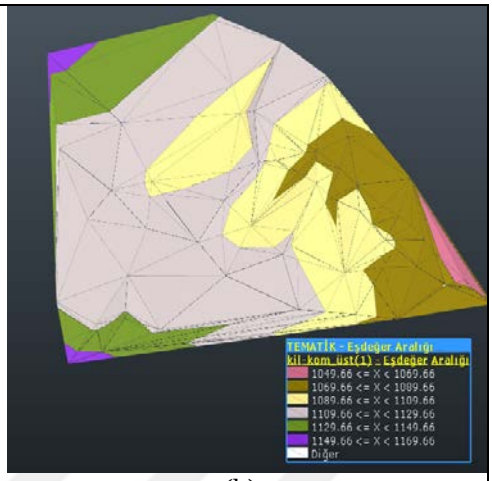


(b)

Şekil 4.11. (a) Killi kömür alt yüzeyi (b) Killi kömür üst yüzeyi



(a)



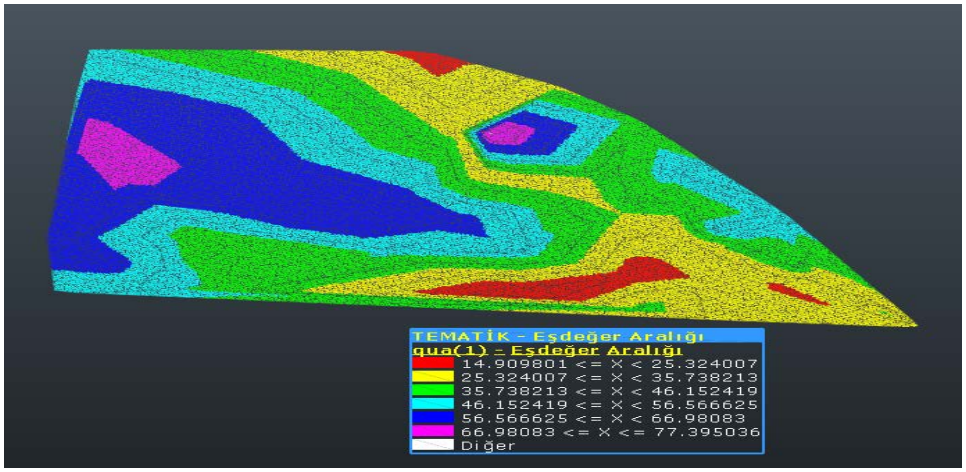
(b)

Şekil 4.12. (a) Killi kömür alt yüzeyi kontur haritası (b) Killi kömür üst yüzeyi kontur haritası

4.3. Katı Modellerin Oluşturulması

4.3.1. Quaterner Katı Modelinin Oluşturulması

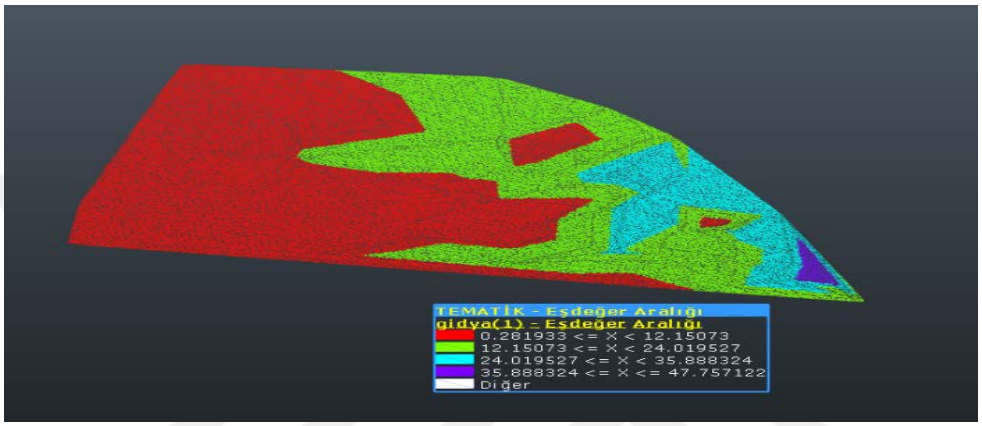
Genel olarak quaterner kalınlığı Batıdan, Doğuya doğru azalış göstermektedir. Quaternere ait en düşük kalınlık yaklaşık olarak 15 metre olup, en yüksek quaterner kalınlığı ise 78 metre olarak ölçülmüştür (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Quaterner kalınlık haritası

4.3.2. Gidya Katı Modelinin Oluşturulması

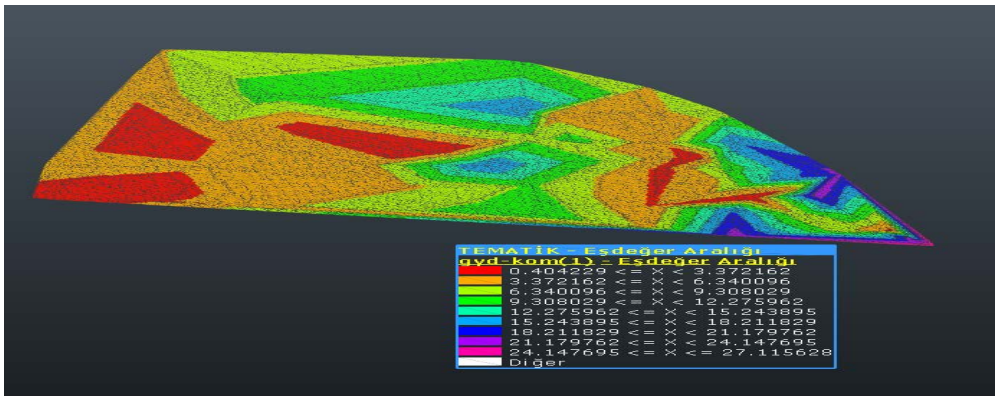
Gidya kalınlığı sahada Batıdan, Doğuya doğru artış göstermektedir. Gidya kalınlığına ait en düşük kalınlık yaklaşık olarak 30 santimetre olup, en yüksek gidya kalınlığı ise yaklaşık olarak 48 metre ölçülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Gidya kalınlık haritası

4.3.3. Gidyalı Kömür Katı Modelinin Oluşturulması

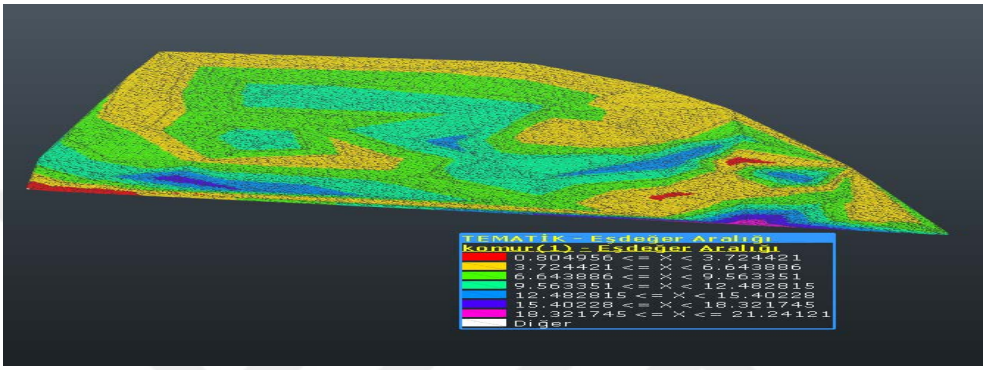
Gidyalı kömür kalınlığı sahada Batıdan, Doğuya doğru artış göstermektedir. Gidyalı kömür kalınlığı en düşük olarak 40 santimetre olup, en yüksek kalınlık ise yaklaşık olarak 27 metre ölçülmüştür (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Gidyalı kömür kalınlık haritası

4.3.4. Kömür Katı Modelinin Oluşturulması

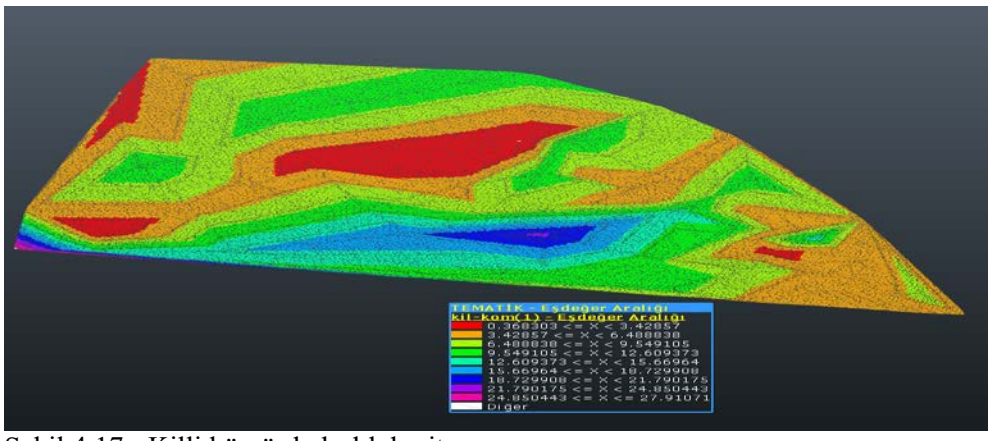
Kömür kalınlığı sahanın orta kısımlarında artarken kenarlara doğru azalış göstermektedir. Kömür kalınlığı en düşük olarak 80 santimetre olup, en yüksek kalınlık ise yaklaşık 20 metre ölçülmüştür (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Kömür kalınlık haritası

4.3.5. Killi Kömür Katı Modelinin Oluşturulması

Killi kömür kalınlığı Güneyden Kuzeye azalma göstermekte olup, kalın killi kömür damarlarının sahanın Güneydoğusunda olduğu gözükmektedir. En düşük kalınlık yaklaşık 35 santimetre, en yüksek kalınlık ise 28 metre olarak saptanmıştır (Şekil 4.17).

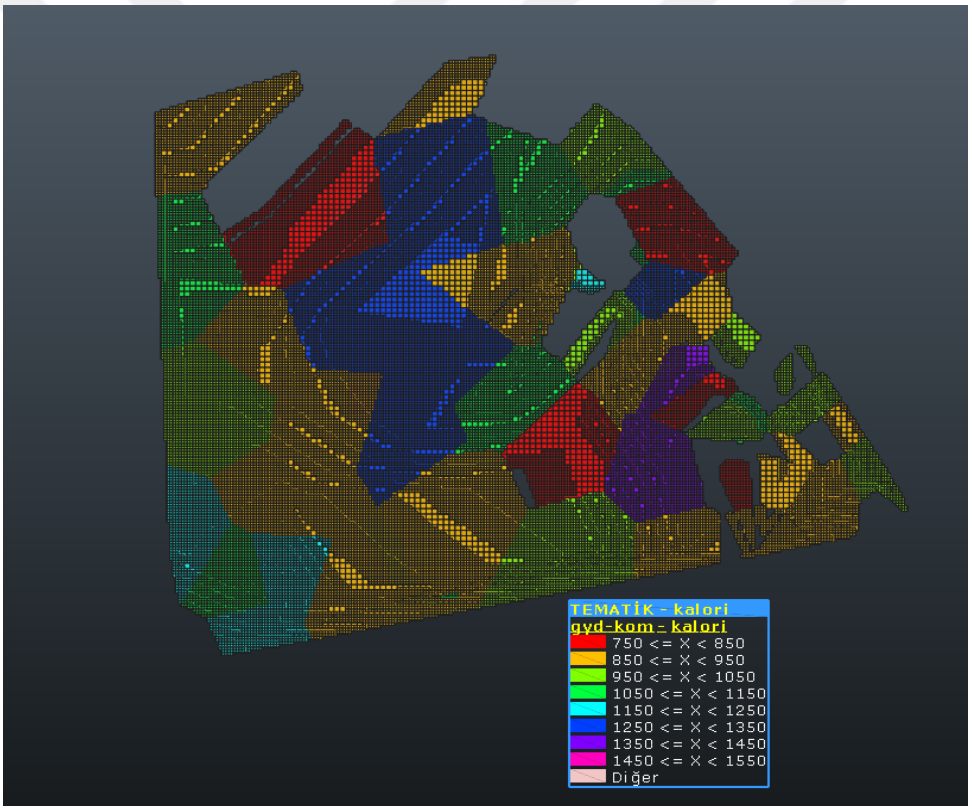


Şekil 4.17. Killi kömür kalınlık haritası

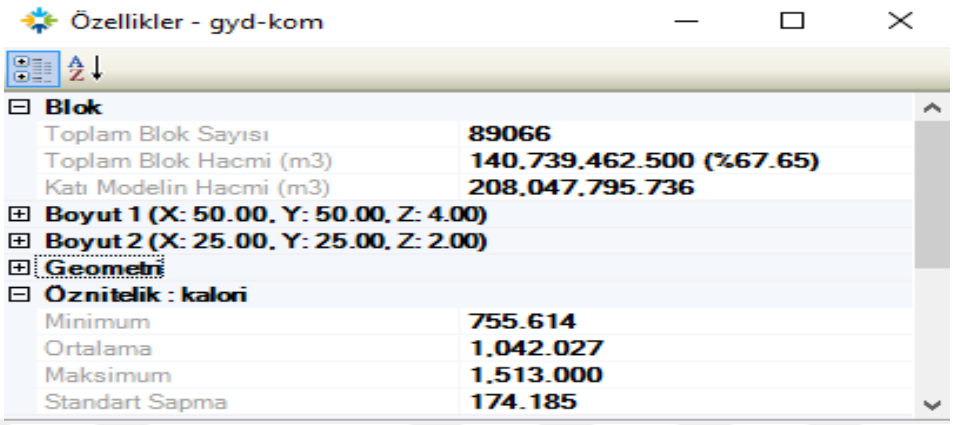
4.4. Blok Model Oluşturulması

4.4.1. Gidyalı Kömür Katmanı İçin Blok Modeli

Sahada ısıl değeri 400 kcal/kg ve üstü Gidyalı kömür miktarı 206 milyon m^3 (270 milyon ton) olup, bu çalışmada 750 kcal/kg üstü ısıl değere sahip kömürler göz önüne alınmıştır. Bu bağlamda, sahada 140,739 milyon m^3 (185 milyon ton) 750 kcal/kg ve üstü gidyalı kömür olduğu hesaplanmıştır. Bu miktar gidyalı kömür miktarının % 67,65'ini temsil etmektedir ve Şekil 4.18'de 750 kcal/kg ve üstü Gidyali kömür ısıl değer dağılım haritası verilmiştir.



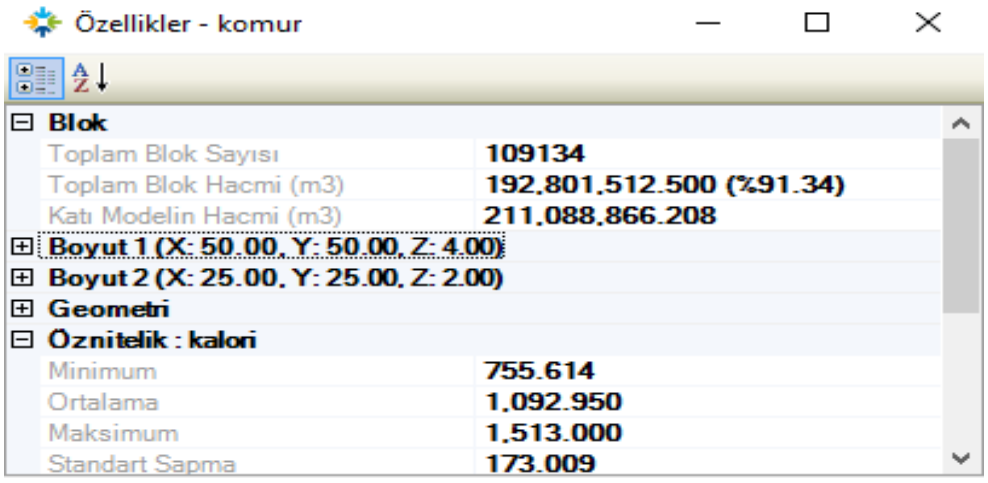
Şekil 4.18. 750 kcal/kg ve üstü Gidyali kömür ısıl değer dağılım haritası



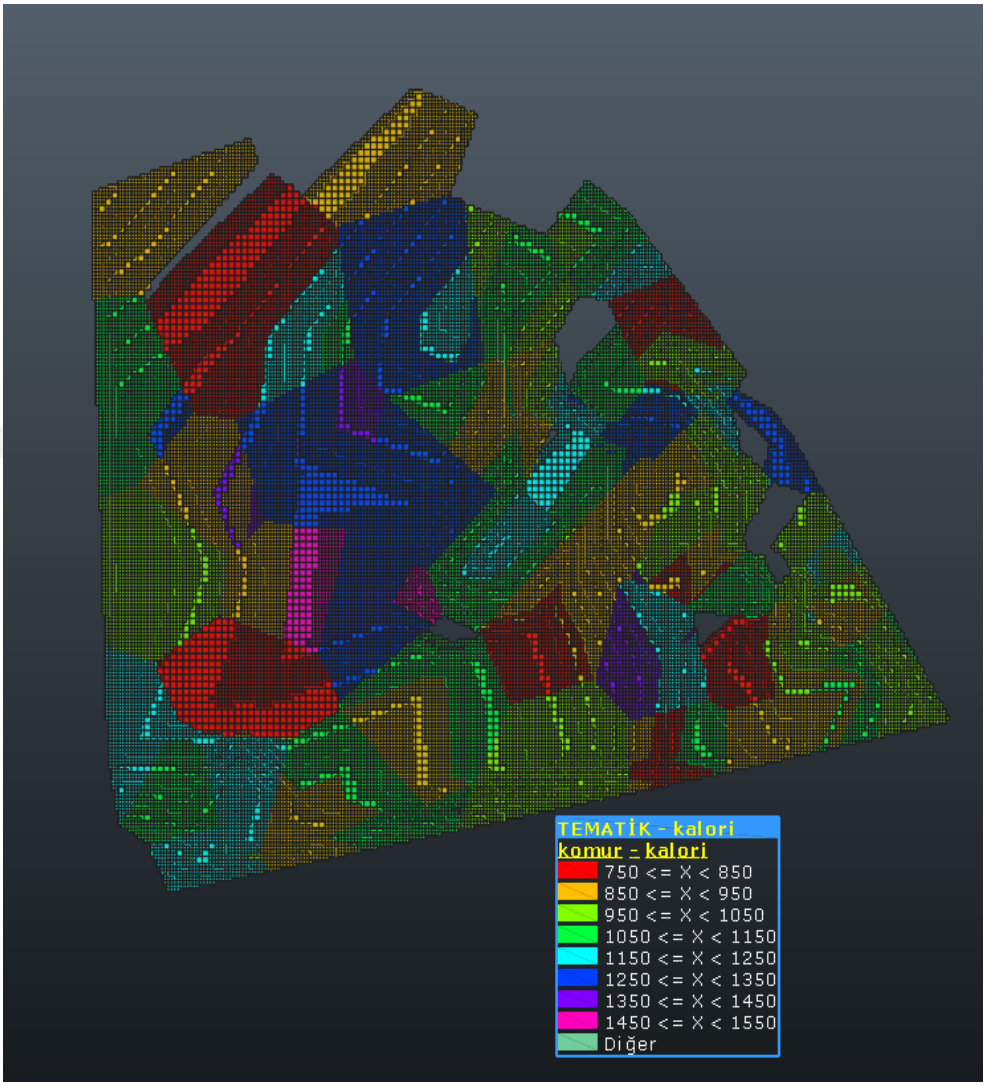
Şekil 4.19. Gidyali kömür blok modeli özellikleri

4.4.2. Kömür Katmanı İçin Blok Modeli

Sahada ısıl değeri 400 kcal/kg ve üzeri kömür miktarı 211 milyon m^3 (276,41 milyon ton) olup, 750 kcal/kg ve üzeri kömür miktarı ise yaklaşık olarak 193 milyon m^3 (252,83 milyon ton) olarak hesaplanmıştır. Bu miktar kömür litolojisi katmanının % 91,34' ünü temsil etmektedir (Şekil 4.20 ve Şekil 4.21).



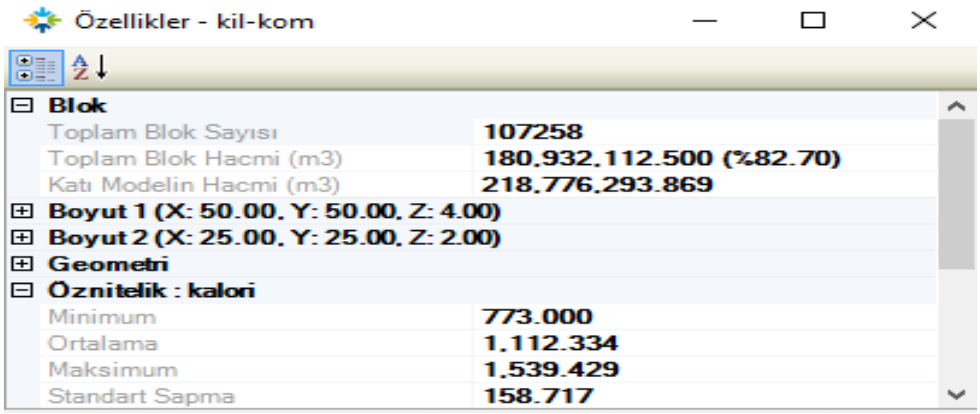
Şekil 4.20. Kömür blok modeli özellikleri



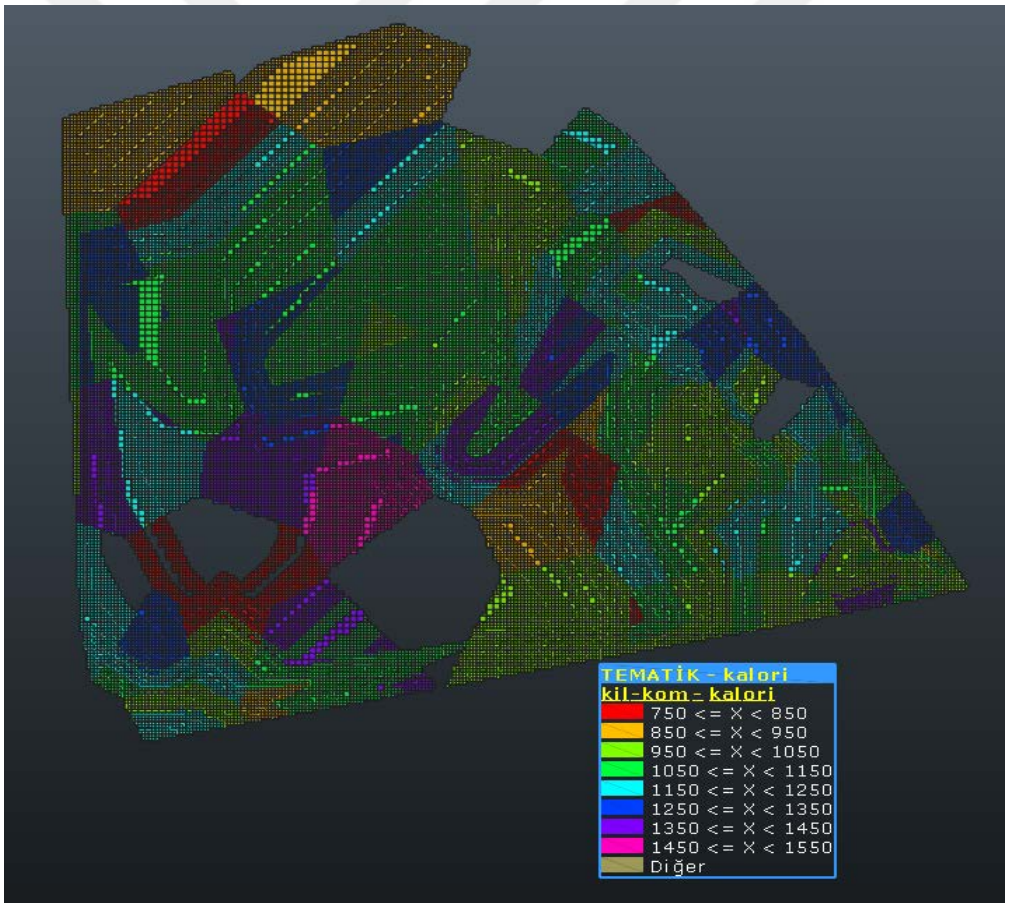
Şekil 4.21.750 kcal/kg ve üstü kömür e ait ısıl değer dağılım haritası

4.4.3. Killi Kömür Katmanı İçin Blok Modeli

Sahada ısıl değeri 400 kcal/kg ve üzeri killi kömür miktarı yaklaşık 218 milyon m^3 (285,58 milyon ton) olup, 750 kcal/kg ve üzeri killi kömür miktarı ise 181 milyon m^3 (237 milyon ton) olarak hesaplanmıştır. Bu miktar bu katmanın %82,70'ini temsil etmektedir (Şekil 4.22 ve Şekil 4.23).



Şekil 4.22. Killi kömür blok modeli özellikleri



Şekil 4.23. 750 kcal/kg ve üstü killi kömür e ait ısıl değer dağılım haritası

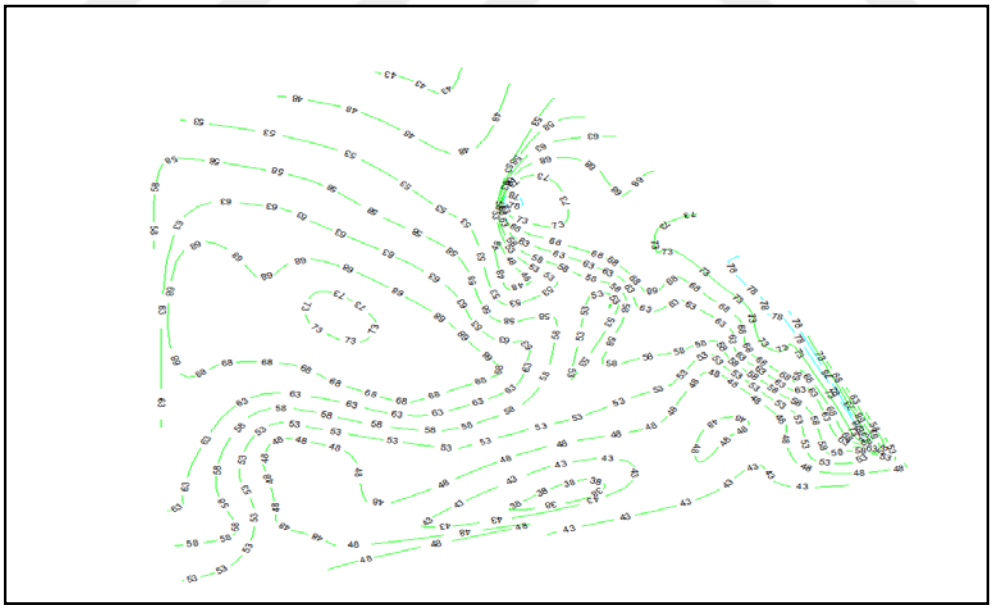
4.5. Optimum Kömür Üretim Kapasitesinin Seçimi

Ortalama 1100 kcal/kg' lık ısıl değeri ile Afşin–Elbistan kömürleri, elektrik üretimi için uygundur. Bu çalışmada 350 MW gücünde 2, 3 ve 4 üniteli termik santral kurulması durumunda bunların yıllık kömür ihtiyaçları hesaplanmış ve bu kömür ihtiyaçlarını karşılayabilecek açık ocak sınırları belirlenmiştir.

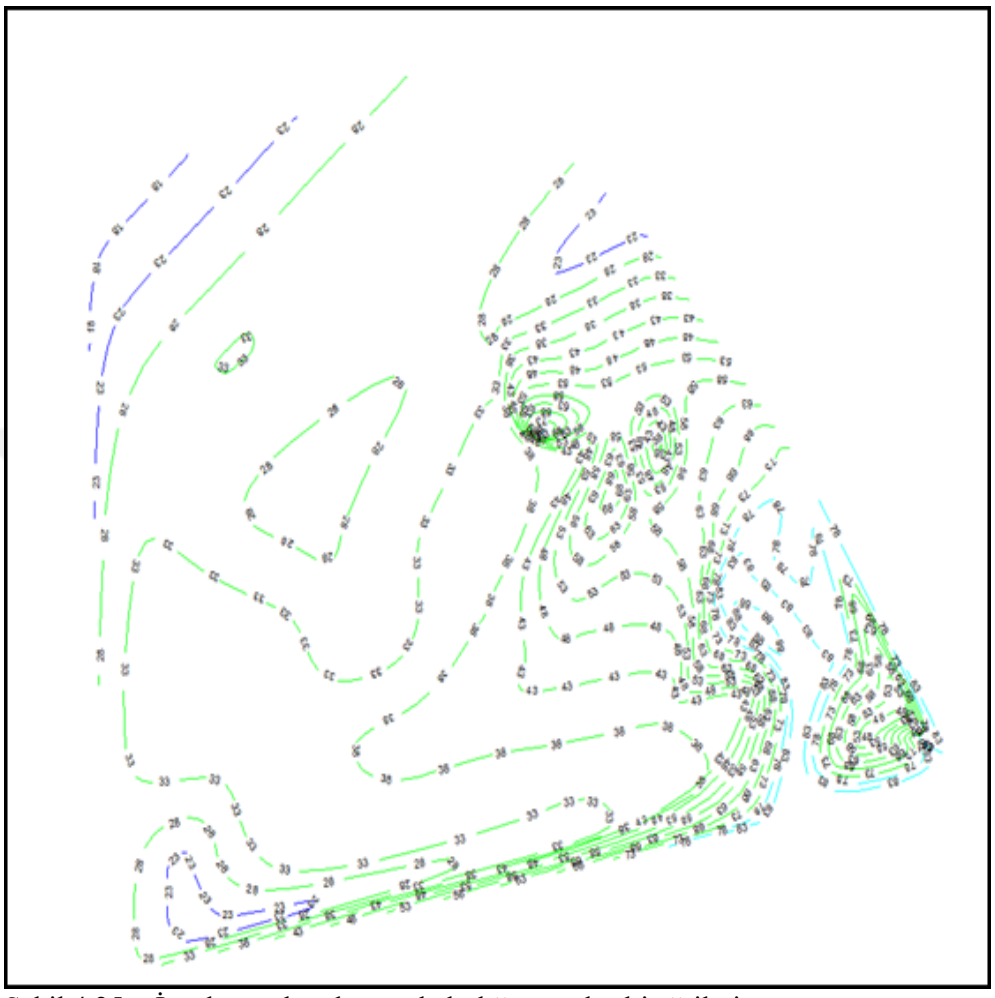
4.5.1. 9,3 Milyon ton/yıl Üretim Kapasitesine Göre Açık Ocak Planlaması

Bu seçenekte 350 MW gücünde 2 üniteli bir termik santıralın kömür yakıt ihtiyacını karşılayacak bir açık ocak tasarımı hedeflenmiştir. Termik santralin 25 yıl çalışacağı kabul edilerek, yılda ortalama 9,3 milyon ton kömür üretimi ve 18,6 milyon m^3 dekepaj kazısı planlanmıştır. Bu durumda 25 yıl için toplam 170 milyon ton kömür ihtiyacı belirlenmiştir ve Şekil 4.25'de yıllara göre dağılımı verilmiştir.

Tespit edilen bölgede ortalama örtü kalınlığı 70 metre (Şekil 4.24), kömür damarı kalınlığı ise 40 metre civarlarındadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.24. İnceleme alanı örtü kalınlığı eş yükselti eğrileri



Şekil 4.25. İnceleme alanı kömür kalınlığı eş yükselti eğrileri

Hem dekapaj kazısında hem de kömür üretiminde 17 yd^3 (13 m^3)' lük elektrikli ekskavatörler kullanılması planlanmıştır, nakliyat ise, 170 ston(154,2 ton)' luk kamyonlar ile yapılacaktır. Optimizasyon hesaplamaları Netpromine yazılımının "*Ocak Optimizasyonu*" modülü kullanılarak yapılmış olup bu seçenek için kullanılan optimizasyon ayarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. İki ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler

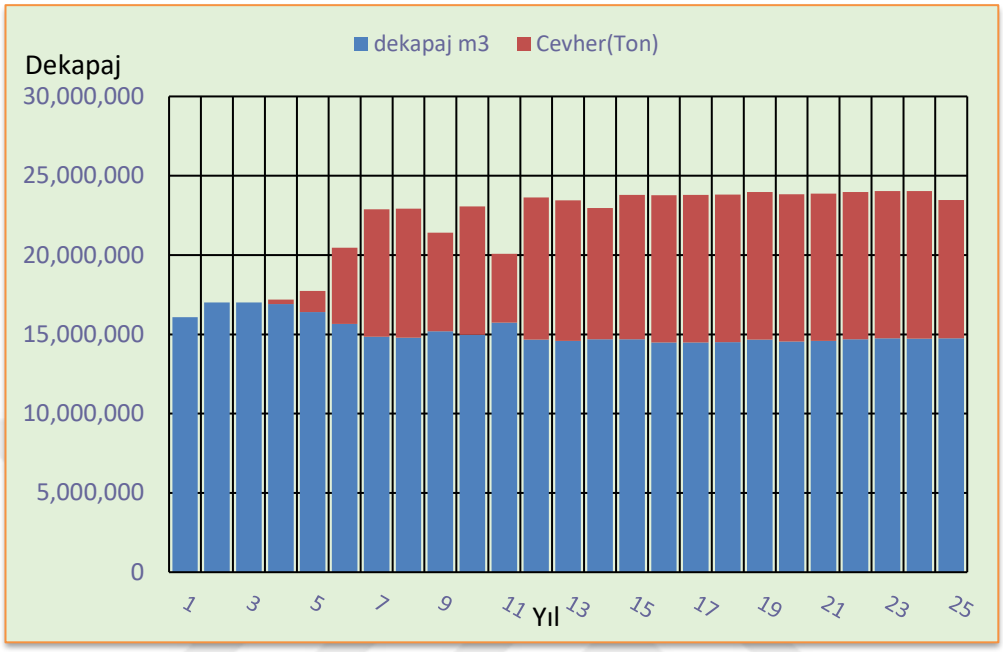
1.Genel	
1.1. Cevher	Linyit
1.2. Öznitelik	Kalori
1.3. Periyod sayısı	25 yıl
1.4. Maden Kapasitesi	70 milyon ton
1.5. İndirgeme Oranı (%)	10
1.6. Derinlik katsayısı	0,7
2. Maliyetler	
2.1. İşletme maliyeti (TL/ton)	5 TL
2.2. Proses maliyeti (TL/ton)	0,5 TL
2.3. Satış maliyeti (TL/ton)	0,5 TL
2.4. Cevher yoğunluğu (ton/m^3)	1,31
3. Fiyatlar	
3.1. Satış fiyatı (TL/ton)	50 TL
4. Örtü kazı tanımları	
4.1. Yoğunluk (Ton/m^3)	1,40
4.2. Pasa kazı maliyeti (TL/ton)	2,5
5. Kapasite tanımları	
5.1. İşletme kapasitesi (ton/yıl)	9.300.000
5.2. Cevher kazanım oranı (%)	95

Bu değerler altında, optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı 379,4 milyon m^3, toplam üretim 168,9 milyon ton, örtü kazı oranı, 2,25 m^3/ton, Net bugünkü değer ise 14.58 milyar TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2)

2 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı ise Şekil 4.26’ da verilmiştir.

Çizelge 4.2. İki ünite için optimizasyon sonuç tablosu

Period	Dekapaj (m^3)	Küm. Dekapaj (m^3)	Kömür (Ton)	Küm. Kömür (ton)	Net Bugünkü Değer (TL)	Örtü/kazı oranı (m^3/t)
0					-855.596.400	-
1	16.086.667	16.086.667	0	0	-733.830.338	15.00
2	17.006.667	33.093.333	0	0	-575.360.629	7.00
3	17.013.333	50.106.667	0	0	-554.532.489	3.99
4	16.906.667	67.013.333	275.100	275.100	-411.368.684	61,46
5	16.406.667	83.420.000	1.323.100	1.598.200	-45.381.648	12,40
6	15.660.000	99.080.000	4.794.600	6.392.800	927.590.391	3,27
7	14.843.333	113.923.333	8.043.400	14.436.200	1.777.255.056	1,85
8	14.780.000	128.703.333	8.135.100	22.571.300	1.573.262.560	1,82
9	15.186.667	143.890.000	6.222.500	28.793.800	1.045.874.558	2,44
10	14.980.000	158.870.000	8.082.700	36.876.500	1.406.033.961	1,85
11	15.736.667	174.606.667	4.349.200	41.225.700	426.204.023	3,62
12	14.676.667	189.283.333	8.960.400	50.186.100	1.176.040.593	1,64
13	14.583.333	203.866.667	8.868.700	59.054.800	1.144.780.729	1,64
14	14.683.333	218.550.000	8.279.200	67.334.000	917.158.085	1,77
15	14.690.000	233.240.000	9.091.400	76.425.400	1.068.727.787	1,62
16	14.476.667	247.716.667	9.301.000	85.726.400	1.048.574.218	1,56
17	14.483.333	262.200.000	9.301.000	95.027.400	881.014.636	1,56
18	14.506.667	276.706.667	9.301.000	104.328.400	738.925.266	1,56
19	14.663.333	291.370.000	9.301.000	113.629.400	632.911.909	1,58
20	14.540.000	305.910.000	9.301.000	122.930.400	598.662.655	1,56
21	14.576.667	320.486,667	9.301.000	132.231.400	604.297.752	1,57
22	14.680.000	335.166.667	9.301.000	141.532.400	569.854.346	1,58
23	14.740.000	349.906.667	9.301.000	150.833.400	459.542.748	1,58
24	14.723.333	364.630.000	9.301.000	160.134.400	406.502.943	1,58
25	14.753.333	379.383.333	8.724.600	168.859.000	353.624.471	1,69
Toplam	379.383.33		168.859.000		14.580.768.499	2,25



Şekil 4.26. 2 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı

4.5.2. 13,30 Milyon ton/yıl Üretim Kapasitesine Göre Açık Ocak Planlaması

Bu seçenekte de 350 MW x 3 = 1050 MW gücünde 3 üniteli bir termik santralın kömür yakıt ihtiyacını karşılayacak bir açık ocak tasarımı hedeflenmiştir. Termik santralin 25 yıl çalışacağı kabul edilerek, yılda ortalama 13,30 milyon ton kömür üretimi ve 27 milyon m^3 dekapaj kazısı planlanmıştır ve yıllara göre dağılımı Şekil 4.27'de verilmiştir.

Hem dekapaj kazısında hem de kömür üretiminde 2 üniteli termik santral da olduğu gibi, 17 yd^3 (13 m^3)' lük elektrikli ekskavatörler kullanılması planlanmıştır, nakliyat ise, 170 ston (154,2 ton)' luk kamyonlar ile yapılacaktır. Optimizasyon hesaplamaları Netpromine yazılımının "Ocak Optimizasyonu" modülü kullanılarak yapılmış olup bu seçenek için kullanılan optimizasyon ayarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Üç ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler

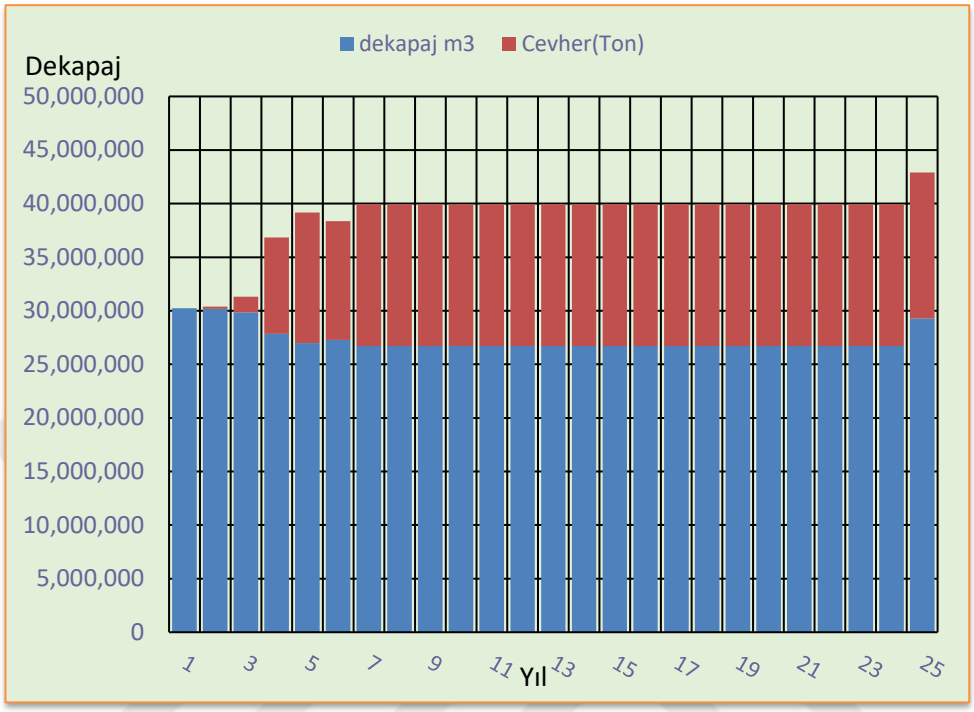
1. Genel	
1.1. Cevher	Linyit
1.2. Öznitelik	Kalori
1.3. Periyod sayısı	25 yıl
1.4. Maden Kapasitesi	120 milyon ton
1.5. İndirgeme Oranı (%)	10
1.6. Derinlik katsayısı	0,7
2. Maliyetler	
2.1. İşletme maliyeti (TL/ton)	4,0 TL
2.2. Proses maliyeti (TL/ton)	0,4 TL
2.3. Satış maliyeti (TL/ton)	0,4 TL
2.4. Cevher yoğunluğu (ton/m^3)	1,31
3. Fiyatlar	
3.1. Satış fiyatı (TL/ton)	50 TL
4. Örtü kazı tanımları	
4.1. Yoğunluk (Ton/m^3)	1,40
4.2. Pasa kazı maliyeti (TL/ton)	2,0
5. Kapasite tanımları	
5.1. İşletme kapasitesi (ton/yıl)	13.300.000
5.2. Cevher kazanım oranı	95

Bu değerler altında, optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı 682,2 milyon m^3, toplam üretim 286,0 milyon ton, örtü kazı oranı 2,39, Net bugünkü değer ise 30,28 milyar TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

3 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı ise Şekil 4.27' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Üç ünite için optimizasyon sonuç tablosu

Period	Dekapaj (m^3)	Küm. Dekapaj (m^3)	Kömür (Ton)	Küm. Kömür (ton)	Net Bugünkü Değer (TL)	Örtü/kazı oranı (m^3/t)
0	0	0	0	0	-1.859.567.555	
1	30.240.000	30.240.000	0	0	-1.167.685.231	
2	30.184.000	60.424.000	209.600	209.600	-870.369.756	144,01
3	29.851.500	90.275.500	1.454.100	1.663.700	-393.028.404	20,53
4	27.832.000	118.107.500	9.012.800	10.676.500	2.327.276.009	3,09
5	26.981.500	145.089.000	12.196.100	22.872.600	3.136.583.222	2,21
6	27.275.500	172.364.500	11.095.700	33.968.300	2.737.531.598	2,46
7	26.701.500	199.066.000	13.244.100	47.212.400	3.006.829.249	2,02
8	26.701.500	225.767.500	13.244.100	60.456.500	2.621.860.096	2,02
9	26.701.500	252.469.000	13.244.100	73.700.600	2.833.624.143	2,02
10	26.701.500	279.170.500	13.244.100	86.944.700	2.554.089.235	2,02
11	26.701.500	305.872.000	13.244.100	100.188.800	1.951.702.438	2,02
12	26.701.500	332.573.500	13.244.100	113.432.900	1.924.942.045	2,02
13	26.701.500	359.275.000	13.244.100	126.677.000	1.877.621.372	2,02
14	26.701.500	385.976.500	13.244.100	139.921.100	1.466.158.987	2,02
15	26.701.500	412.678.000	13.244.100	153.165.200	1.360.852.986	2,02
16	26.701.500	439.379.500	13.244.100	166.409.300	1.323.482.293	2,02
17	26.701.500	466.081.000	13.244.100	179.653.400	982.437.943	2,02
18	26.701.500	492.782.500	13.244.100	192.897.500	887.051.142	2,02
19	26.701.500	519.484.000	13.244.100	206.141.600	764.269.485	2,02
20	26.701.500	546.185.500	13.244.100	219.385.700	670.631.372	2,02
21	26.701.500	572.887.000	13.244.100	232.629.800	600.407.764	2,02
22	26.701.500	599.588.500	13.244.100	245.873.900	522.292.834	2,02
23	26.701.500	626.290.000	13.244.100	259.118.000	449.713.118	2,02
24	26.701.500	652.991.500	13.244.100	272.362.100	314.710.059	2,02
25	29.267.000	682.258.500	13.641.800	286.003.900	256.780.000	2,15
Toplam	682.258.500		286.003.90		30.280.196.444	2,39



Şekil 4.27. 3 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı

4.5.3.18,6 Milyon ton/yıl Üretim Kapasitesine Göre Açık Ocak Planlaması

Bu seçenekte 350 MW x 4 = 1400 MW gücünde 4 üniteli bir termik santralın kömür yakıt ihtiyacını karşılayacak bir açık ocak tasarımı hedeflenmiştir. Termik santralin 25 yıl çalışacağı kabul edilerek, yılda ortalama 18,6 milyon ton kömür üretimi ve 42 milyon m^3 dekapaj kazısı planlanmıştır ve yıllara göre dağılımı Şekil 4.28'de gösterilmiştir.

Hem dekapaj kazısında hem de kömür üretiminde döner kepçeli ekskavatörler (DKE) + bant konveyör + dökücü kullanılması planlanmıştır. Optimizasyon hesaplamaları Netpromine yazılımının "Ocak Optimizasyonu" modülü kullanılarak yapılmış olup bu seçenek için kullanılan optimizasyon ayarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Dört ünite için optimizasyon ayarında kullanılan değerler

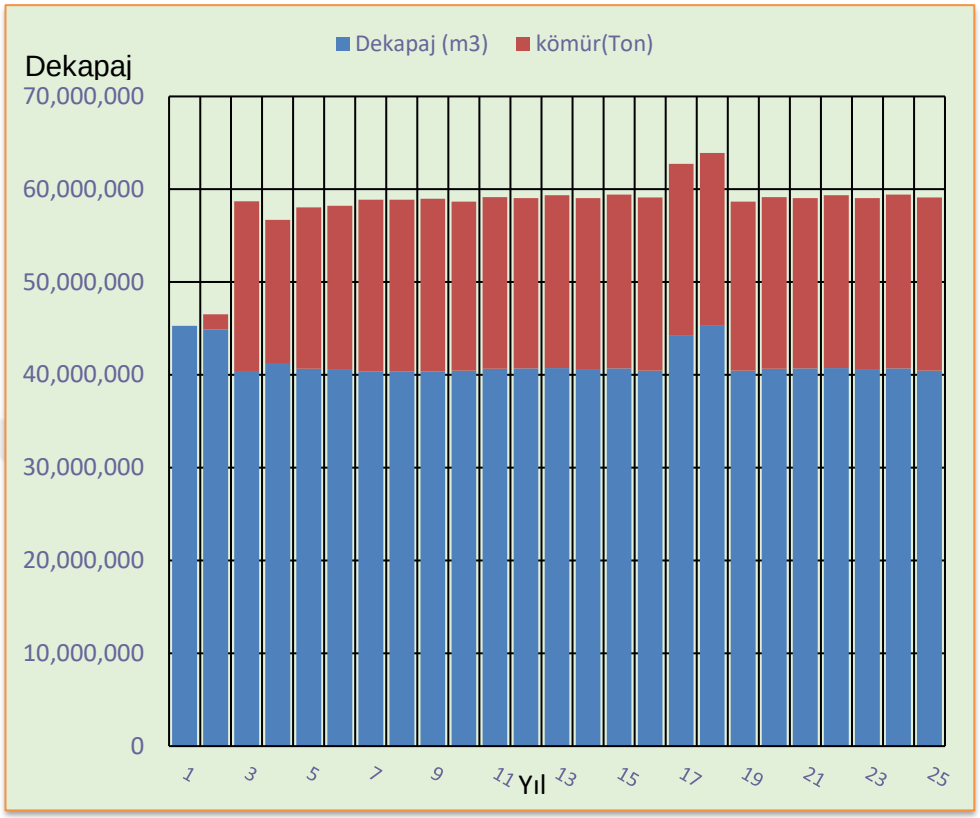
1. Genel	
1.1. Cevher	Linyit
1.2. Öznitelik	Kalori
1.3. Periyod sayısı	25 yıl
1.4. Maden Kapasitesi	180 milyon ton
1.5. İndirgeme Oranı (%)	10
1.6. Derinlik katsayısı	0,7
2. Maliyetler	
2.1. İşletme maliyeti (TL/ton)	4 TL
2.2. Proses maliyeti (TL/ton)	0,4 TL
2.3. Satış maliyeti (TL/ton)	0,4TL
2.4. Cevher yoğunluğu (ton/m^3)	1,31
3. Fiyatlar	
3.1. Satış fiyatı (TL/ton)	50 TL
4. Örtü kazı tanımları	
4.1. Yoğunluk (Ton/m^3)	1,40
4.2. Pasa kazı maliyeti (TL/ton)	2
5. Kapasite tanımları	
5.1. İşletme kapasitesi (ton/yıl)	18.600.000
5.2. Cevher kazanım oranı	98

Bu değerler altında, optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı 1.032,0 milyon m^3, toplam üretim 422,0 milyon ton, örtü kazı oranı 2,45 m^3/ton, Net bugünkü değer ise 56,3 milyar TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).

4 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı ise Şekil 4.28’ de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dört ünite için optimizasyon sonuç tablosu

Period	Dekapaj (m^3x10^3)	Küm. Dekapaj (m^3)	Kömür (Ton)	Küm. Kömür (ton)	Net Bugünkü Değer ($TLX10^3$)	Örtü/kazı oranı (m^3/t)
0	0,0	0	0	0	-4.806.500,	
1	45.286,500	45,286.5	0	0	-1.671.564,3	
2	44.891,000	90.177,500	1.650,600	1.650,600	-849.626,7	27.20
3	40.435,500	130.613,000	18.274,500	19.925,100	5.749.983,6	2.21
4	41.174,000	171.787,000	15.536,600	35.461,700	4.306.203,3	2.65
5	40.652,500	212.439,500	17.409,900	52.871,600	4.573.446,9	2.34
6	40.628,000	253.067,500	17.580,200	70.451,800	4.645.852,4	2.31
7	40.358,500	293.426,000	18.510,300	88.962,100	4.436.273,2	2.18
8	40.390,000	333.816,000	18.471,000	107.433,100	3.612.846,4	2.19
9	40.362,000	374.178,000	18.602,000	126.035,100	3.718.134,2	2.17
10	40.460,000	414.638,000	18.222,100	144.257,200	2.889.565,2	2.22
11	40.656,000	455.294,000	18.488,500	162.745,700	2.698.601,4	2.20
12	40.680,500	495.974,500	18.357,500	181.103,200	1.984.651,1	2.22
13	40.747,000	536.721,500	18.600,300	199.703,500	1.715.684,5	2.19
14	40.635,000	577.356,500	18.409,900	218.113,400	1.435.970,8	2.21
15	40.691,000	618.047,500	18.737,400	236.850,800	1.243.093,8	2.17
16	40.467,000	658.514,500	18.645,700	255.496,500	969.542,9	2.17
17	44.282,000	702.796,500	18.471,000	273.967,500	3.612.846,4	2.40
18	45.297,000	748.093,500	18.602,000	292.569,500	3.718.134,2	2.44
19	40.460,000	788.553,500	18.222,100	310.791,600	2.889.565,2	2.22
20	40.656,000	829.209,500	18.488,500	329.280,100	2.698.601,4	2.20
21	40.680,500	869.890,000	18.357,500	347.637,600	1.684.651,1	2.22
22	40.747,000	910.637,000	18.600,300	366.237,900	1.715.684,5	2.19
23	40.635,000	951.272,000	18.409,900	384.647,800	1.235.970,8	2.21
24	40.691,000	991.963,000	18.737,400	403.385,200	1.133.093,8	2.17
25	40.467,000	1.032.430,000	18.645,700	422.030,900	955.542,9	2.17
Toplam	1.032.430,000		422.030,900		56.296.249,9	2.45



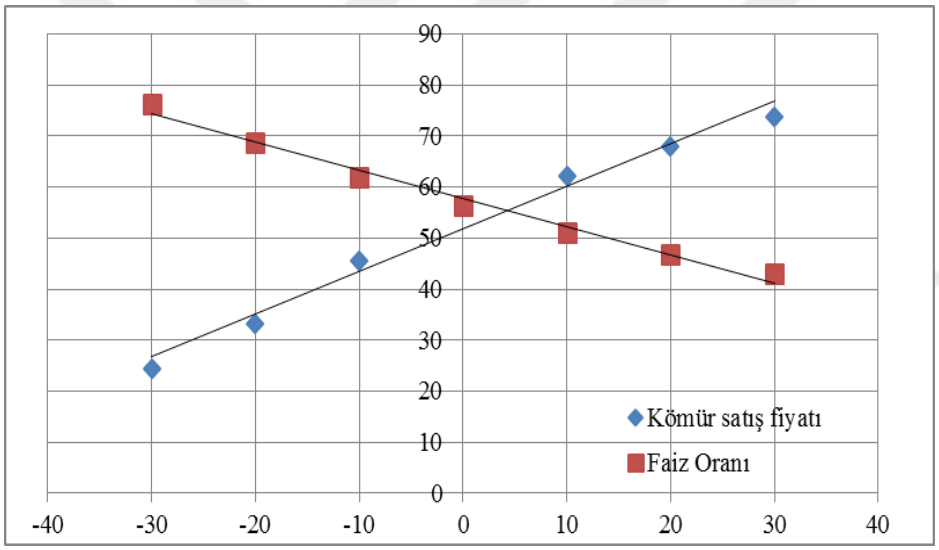
Şekil 4.28. 4 Üniteye göre dekapaj ve kömür üretiminin yıllara göre dağılımı

4.6. Duyarlılık Analizi Bulguları

Aralık analizi yöntemi ile kömür satış fiyatı ve faiz oranlarındaki ±10, ±20 ve ±30 oranlarındaki değişimlerin Net Bugünkü Değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiş olup sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.29'da verilmiştir. Proje kömür satış fiyatına dolayısıyla elektrik fiyatına karşı daha duyarlıdır. Kömür satış fiyatının öngörülenden %30 oranında daha düşük olması durumunda projenin Net Bugünkü Değeri 56,3 milyar TL'den 24,3 milyar TL'ye kadar düşürebilecektir. Proje başlangıcında %10 kabul edilen faiz oranında %30 oranında bir düşüş olması durumunda ise projenin Net Bugünkü Değeri 56,3 milyar TL'den 76,3 milyar TL'ye kadar yükselebilecektir

Çizelge 4.7. Projenin aralık analizi sonuçları

Değişme Oranı (%)	Kömür satış fiyatı NBD (TL)	Faiz Oranı NBD (TL)
-30	24,3	76,3
-20	33,2	68,7
-10	45,6	62,0
0	56,3	56,3
10	62,1	51,2
20	67,9	46,8
30	73,7	42,9



Şekil 4.29. Kömür satış fiyatı ve faiz oranı parametrelerinin NBD üzerideki etkisi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada Afşin–Elbistan Kömür havzası C ve D sahalarında optimum açık ocak kömür üretim kapasitesini belirleyen parametreler incelenmiş ve çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

Çalışmada 52,1 km^2 içerisinde kalan 52 adet karotlu sondajdan elde edilen bilgiler esas alınmıştır.

İnceleme alanındaki litoloji birimlerinin yukarıdan, aşağıya doğru dizilimi; quaterner, gidya, gidyalı kömür, kömür killi kömür ve taban kili şeklindedir.

- Quaterner kalınlığı, Batıdan–Doğuya doğru azalmakta olup, en düşük kalınlık 15 metre, en yüksek quaterner kalınlığı ise 78 metre olarak ölçülmüştür.
- Gidya kalınlığı Batıdan – Doğuya doğru artmaktadır, en düşük kalınlık 30 cm, en yüksek kalınlık ise, 48 metre olarak ölçülmüştür.
- Gidyalı kömür kalınlığı Batıdan – Doğuya doğru artış gösrtermekte olup, en düşük kalınlık 40 cm., en yüksek kalınlık ise 27 metredir. 400 kcal/kg ve üstü gidyalı kömür miktarı 270 milyon ton olup, 750 kcal/kg ve üstü ısıl değere sahip kömürler göz önüne alındığında sahada 185 milyon ton gidyalı kömür olduğu saptanmıştır ve bu miktar toplam gidyalı kömür miktarının % 67,55’ ini oluşturmaktadır.
- Kömür kalınlığı sahanın orta kısımlarında artarken, sahanın kenar çizgilerine doğru azalış göstermektedir, en düşük kömür kalınlığı 80 cm, en yüksek kalınlık ise 20 metre olarak ölçülmüştür. Isıl değeri 400 kcal/kg ve üzeri kömür miktarı 276,41 milyon ton iken, 750 kcal/kg ve üzeri kömür miktarı ise 252,83 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Bu miktar kömür litolojisinin %91,34’ ünü oluşturmaktadır.

- Killi kömür kalınlığı sahada Güneyden–Kuzeye azalmakta olup, killi kömür damarlarına yoğun olarak sahanın Güneydoğusunda rastlanmaktadır. En düşük kalınlık 35 cm., en yüksek killi kömür damar kalınlığı ise 28 metre olarak ölçülmüştür. Isıl değeri 400 kcal/kg ve üzeri killi kömür miktarı 285,58 milyon ton olup, 750 kcal/kg ve üzeri killi kömür miktarı ise 237 milyonton olarak hesaplanmıştır. Bu miktar, toplam killi kömür katmanının %82,70' ini oluşturmaktadır.

Açık ocak planlanması yapılırken, busahada her bir ünitesi 30 MW gücnde olan 2, 3 ve 4 üniteli termik santrallerin varlığı göz önüne alınarak çalışma yapılmıştır.

- 2 Ünitenin, 9,3 milyon ton / yıl üretim kapasitesine göre;
  Santralın 25 yıl çalışacağı kabul edilerek yılda ortalama 9,3 milyon ton kömür üretimi ve 18,6 milyon m^3 dekapaj kazısı planlanmıştır.
  Kömür üretiminde ve dekapaj kazısında ekskavatör – kamyon tekniği kullanılması planlanmıştır.
  Optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı 379,4 milyon m^3, toplam üretim 168,9 milyon ton, örtü kazı oranı 2,25 m^3/ton. Net bugünkü değer ise 14,58 miyar Tl olarak belirlenmiştir.
- 3 Ünitenin, 13,30 milyon ton / yıl üretim kapasitesine göre;

350 MW x 3 = 1050 MW gücüde 3 üniteli bir termik santral göz önünde bulundurularak, santralin 25 yıl çalışacağı kabul edilerek, yılda ortalama 13,30 milyon ton kömür üretimi ve 27 milyon m^3 dekapaj kazısı planlanmıştır.

Kömür üretiminde ve dekapaj kazısında ekskavatör – kamyon tekniği kullanılması planmlanmıştır.

Optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı, 682,2 milyon $m^{3,}$ toplam üretim 286,0 milyon ton, örtü kazı oranı 2,39, net bugünkü değer ise 30,28 milyar TL olarak hesaplanmıştır.

- 4 Ünitenin, 18,6 milyon ton / yıl üretim kapasitesine göre;

350 MW x 4 = 1400 MW gücünde 4 üniteli bir termik santralin 25 yıl çalışacağı kabul edilerek yılda ortalama 18,6 milyon ton kömür üretimi ve 42 milyon m^3 dekapaj kazısı planlanmıştır.

Dekapaj kazısında ve kömür üretiminde döner kepçeli ekskavatörler, bant konveyörler ve dökücüler kullanılması planlanmıştır.

Optimizasyon sonuçlarına bakıldığında, toplam dekapaj miktarı 1,032,0 milyon m^3, toplam üretim 422,0 milyon ton, örtü kazı oranı 2,45 m^3/ton, net bugünkü değer ise 56,3 milyar TL olarak hesaplanmıştır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada Afşin–Elbistan havzası C ve D sahalarına ait 52 adet karotlu sondaj verisinden yararlanılarak, Netpro/mine yazılımı kullanılarak bu sahanın katı modeli oluşturulmuş, rezerv miktarları, dekapaj miktarları ve net bugünkü değer miktarları farklı parametreler altında incelenmiştir. Bu netice doğrultusunda bu bölgede döner kepçeli ekskavatörler ile dökücüler ve bantlardan oluşacak üretim sistemi kullanıldığında 4 üniteli bir termik santral için optimum koşulların sağlandığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

Akbulut, İ., Aksoy, T., Çağlan, D. ve Ölmez, T. 2007. Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi Şev Stabilitesi Çalışması, MTA Raporu: 11194 (Yayınlanmamış)

Akbulut, İ., Aksoy, T., Ölmez, T., Çağlan, D., Onak, A., Çam, İ., Sezer, S., Çevik, M, Çalışkan, V., Yurtseven, N. ve Sülükçü, S. 2008. Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi 2. Kısım 1. bölüm Şev Stabilitesi Çalışması, MTA Raporu:11201 (Yayınlanmamış)

Akbulut, İ., Aksoy, T., Onak, A., Çağlan, D., Çam, İ., Ölmez, T., Yurtseven, N. ve Arıcı, N.,2009. Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi 2. Kısım II. ve III. Bölüm Şev Stabilitesi Çalışması, MTA Rapor No: 11244 (Yayınlanmamış)

Akbulut, İ., Çam, İ., Aksoy, T., Çağlan, D. ve Ölmez, T. 2013. Açık Ocaklarda Şev Duraysızlığı Ve Geriye Dönük Analizlere Bir Örnek: Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür Ocağı, MTA Dergisi 147; 115-126

Akbulut, İ., Çam, İ. Odacı, B., Coşar, Y.A., Aslan, İ. Yılmaz, N.P., Sülükçü, S. Ve Sakaoğlu, İ. 2015. Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası E-Sektörü Jeoteknik Etüt Çalışması, MTA Raporu: (Yayınlanmamış)

Akbulut, İ., Çam, İ. Odacı, B., Coşar, Y.A., Aslan ve İ. Dalyan, İ. 2015. Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası E-Sektörü Şev Stabilitesi Çalışması, MTA Raporu: (Yayınlanmamış)

ASTM (American Society For Testing and Materials), 1985, Annual Book Of ASTM Standards-Section 4, Construction, V. 04.09, Soil and Rock; Building Stones. ASTM Publ. 972 Pp.

ASTM (American Society For Testing and Materials), 2011, Annual Book of ASTM Standard, Volume, Soil and Rock, 04.08, Volume 04.09. ASTM Publ.

Barron, K., Stimpson, B., Kosar, K. Multiple Block Plane Shear Slope Failure. Coal Mining Research Centre. Final Report. V:3, 1985, 143 p.

Barton N. ve Choubey, V., 1977, The Shear Strength Of Rock Joints In Theory And Practice. Rock Mechs. 10, 1-54.

Bayındırlık Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü. 1997. Türkiye Deprem Haritası, Ankara.

101

Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M., Yıldız, H. Ve Yusufoğlu, H., 2005, Doğu Toroslarda (Göksun-Sarız Elbistan) Allokton İstiflerin Tektono-Stratigrafik Özellikleri, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri 262-263 Ankara

Bedi, Y., Yusufoğlu, H., Beyazpirinç, M., Usta, D. ve Yıldız, H.,2009, Doğu Torosların Jeodinamik Evrim (Afşin-Elbistan-Göksun-Sarız dolayı). MTA Rapor No: 11150, Ankara, 388 s. (Yayınlanmamış)

Besbelli, B., Karaca, K. Ve Gökmenoğlu, O., 2009, Afşin - Elbistan Kömür Havzası HB ve HD Sektörlerinin Jeolojisi, Rezerv ve Hidrojeoloji Raporu, MTA Rapor no: 11238 (Yayınlanmamış)

Bowles, J. E., 1988, Engineering Properties of Soilsand Their Measurement, Mc GrawHill Book Company, New York.

BSI (British Standards Institution 1377), 1975, Methods of Civil Engineering Purposes, 143p.

Çam, İ., Akbulut, İ., ve Aksoy, T., 2011, Çöllolar Açık Kömür İşletmesinde 06.02.2011 ve 10.02.2011 Tarihinde Meydana Gelen Heyelanlara Yönelik Ön İnceleme Raporu, s. 16 MTA (Yayımlanmamış).

Fredlund, D.G., and Krahn, J., 1977, Comparison Of Slope Stability Methods Of Analysis, Canadian Geotechnical Journal, 14(3), 429-439.

Gökmenoğlu, O., Uyanık, M. Ve Yıldız, H., (2014), Kahramanmaraş Afşin Elbistan Kömür Havzası E Sektörü Hidrojeoloji Etüt ve Kışlaköy Sektörü Sondajları Raporu: 11737 (Yayınlanmamış).

Gürsoy, E. Özcan, K., Yücel, A.R.,1981, K.Maraş Elbistan D1 Sektörü Kömür Yatağı Jeoloji Raporu. MTA Raporu: 7054

Huang, Y.H., 1983, Stabilty Analysis Of Earth Slopes. Van Nostrand Reinhold Comp., New York, 305 P.

IAEG (International Association of Engineering Geology) Commission of Engineering Mapping, 1981, Rock and Soil Description on and Classification For Engineering Geological Mapping, Bull. of the Int. Assoc. of Eng. Geol., 24, 235-274 pp.

Karagüzel, R., Akyüz, S., Mahmutoğlu, Y., İşseven, T., Yavuz, E.V., Bozkurtoğlu, E., Şans, G., Erdoğan, M. ve Korkut, M., 2015, Afşin-Elbistan Kömür Havzasındaki Obruk

102

Oluşumlarının Yerbilimsel Yöntemlerle Araştırılması (1. Ara rapor). İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Aralık, 2015, s 95

Karpuz, C. Tutluoğlu, L., Bakır, S. ve Öğe, İ.F., (2008), Elbistan-Çöllolar Sektörü Linyit Sahası Şev Duraylılığı Çalışması ve Laboratuvar Deneyleri, s. 58 Ankara

Karpuz, C. Tutluoğlu, L., Bakır, S., Yoncacı, S. ve Öğe, İ.F., (2009), Afşin-Elbistan B Sahasında Akiferin Ocak faaliyetlerine ve Şevlere Etkisini ve Palplanş İstinat Yapısı Araştırma Olanaklarının Araştırılması (Teknokent Projesi) ODTÜ Ankara

Karpuz, C. Tutluoğlu, L. ve Öğe, İ.F., (2010), Elbistan-Çöllolar Açık Ocak İşletmesi Heyelan Analizleri ve Çözüm Önerileri, s. 115 Ankara

Koçak, Ç., Kürkçü, S.N., Yılmaz, S., 2001, Afşin Elbistan Linyit Havzasının Değerlendirilmesi ve Linyit Kaynakları Arasındaki Yeri. AEL Yayını (Yayınlanmamış)

Koçak, S., Ulusay, R., Selçuk, Ş. ve İder, H., (1985), TKİ-AEL Kışlaköy Linyit İşletmesi Batı Şevi Stabilite Etüdü. MTA Raporu. Rapor No: 7717 (Yayımlanmamış).

Krahn, J., 2004, Stability Modeling With SLOPE/W p:396 GEO-SLOPE/W International Ldt. Canada

Kutman, S. ve AKKUŞ, M.F., 1962, Afşin Elbistan Depremine Ait Rapor. MTA Rapor No: 2892 (Yayımlanmamış)

Miller, R.P., 1965, Engineering Classification and Index Properties For Intact Rock. Ph. D. Thesis. Univ. Of Illinois.

Mavi Kitap, 2016 "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Otto-Gold, 1969, "Lignite Deposit Afsin-Elbistan Turkey Feasibility Report" Vol 1-2. Schlömer, W., 1972, Hydrogeologische Voruntersuchunfgen im des zukünftigen Braunkohle-Tagebaues bei Elbistan, Hannover.

Özbek, T., Güçlüer, S., 1977, K.Maraş Elbistan Çöllolar - B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu MTA Raporu.

Özgül, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Şenol, M., Bingöl, İ. ve Uysal, Ş., 1981, Munzur Dağları'nın jeolojisi: MTA Derleme Rapor No: 6995 (yayımlanmamış).

Pehlivan, Ş., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Kurt, Z., Sütçü, Y.F., Can, B., Bilgi, C., Örçen, S., Süer, T. ve Karabıyıkoğlu, M., 1991, Elbistan-Nurhak (Kahramanmaraş) Dolayının Jeolojisi: MTA Derleme Rapor No: 9423 (yayımlanmamış).

Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1981, Afşin-Elbistan-Doğanşehir Dolaylarının Jeolojisi Ve Petrol İmkanları: TPAO Rapor No: 4209 (yayımlanmamış).

Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1984a, Afşin-Elbistan-Doğanşehir Dolayının Stratigrafisi Ve Bölgedeki Birliklerin Yapısal İlişkileri: TPAO Rapor No: 1909 (yayımlanmamış).

Perinçek, D. and Kozlu, H., 1984b, Stratigraphy And Structural Relations Of The Units İn The Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus): In Tekeli, O. And Göncüoğlu, M.C (Eds), International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 181-198.

Sancio, R. T., 1981, The Use Of Back Calculations To Obtain The Shear and Tensile Strength Of Weathered Rocks. Proc. Intnl. Symp. On Weak Rock, Tokyo, V.2, 647-652.

Slope/W, 2004, Geo Studio 2004, Vers. 6.2, Geo-Slope International Ltd., Calgary, Canada.

Türkiye Diri Fay Haritası, 1992, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ural, S., Yuksel, F., 2004, Geotechnical Characterization Of Lignite-Bearing Horizons In The Afsin-Elbistan Lignite Basin, SE Turkey. Engineering Geology 75 (2004), 129-146.

Ural, S., Çetin, H., Çetin, M., Yurtal, R., Ersoy, A., Erol, R., Bozdağ, Ş. ve Can, T, 2012, Çöllolar Kömür Sahası Heyelan Olaylarını ve Nedenlerini İnceleyen Teknik Rapor, Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mayıs 2012, Adana, s 338

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. ve Yıldırım, M., 1987, Güneydoğu Anadolu'da Triyas Sonu Tektonizması ve Bunun Jeolojik Anlamı: Türkiye 7. Petrol Kongresi, 65-77.

Yıldırım, M., 1989, Kahramanmaraş Kuzeyindeki (Engizek-Nurhak Dağları) Tektonik Birliklerin Jeolojik-Petrolojik İncelemesi: İ.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 306 s., İstanbul.

Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, Ş., Yusufoğlu, H., Atabey, E. ve Aydın, N, 1992, Doğu Toroslar'da Uzunyayla ile Beritdağı Arasının Jeolojisi: MTA Rapor No: 9543 (yayımlanmamış).

Yiğitbaş, E.,1989, Engizek Dağı (K.Maraş) Dolayındaki Tektonik Birliklerin Petrolojik İncelemesi: İ.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 347 s., İstanbul.

Yusufoğlu, H., Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M. ve Yıldız, H., 2005, Afşin Elbistan Neojen Havzasının Tektonik Evrimi, Doğu Toroslar, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara, S 264-265.

Konuk, A., Önder, S. 1999. Maden Ekonomisi Ders Kitabı Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, S.71

http://www.220plus.com.tr/elektrik-enerjisi-nedir.aspx (Erişim tarihi : 20 Ocak 2016)

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu genel Müdürlüğü, Kömür (Linyit) Sektör Raporu Raporu -2009, Ankara S – 5-6.

Özkan.M, 2006. Açık Ocak İşletmelerinde Optimum Nihai Sınırın Belirlenmesi. İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Onur, A.H. 1995, Açık ocak İşletmelerinde Nihai Sınır Tespitinde Yeni Bir Yöntem, Düzeltilmiş Korobov Algoritması, s. 270

Barnes, R. J., and Johnson, T. B., 1982. Bounding Technigues for the Ultimate Pit Limit Problem, In 17th Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the mineral industries (APCOM), New York.

ÖZGEÇMİŞ

15/02/1989 yılında Kahramanmaraş / Elbistan' da doğdu. İlk öğrenim ve Lisans eğitimini Adana'da tamamladı. 2011 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Mühendislik –Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nden 2014 yılında mezun olarak, aynı yıl içinde yüksek lisans eğitimine başlamıştır.