



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AMASYA ÇELTEK KÖMÜR SAHASININ SİSMİK
YANSIMA VE KUYU VERİLERİ İLE MODELLENMESİ**

Okan TOSUNOĞLU

Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Jeofizik Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Ali İsmet KANLI

Haziran, 2016

İSTANBUL

Bu çalışma 10/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Jeofizik Mühendisliği programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

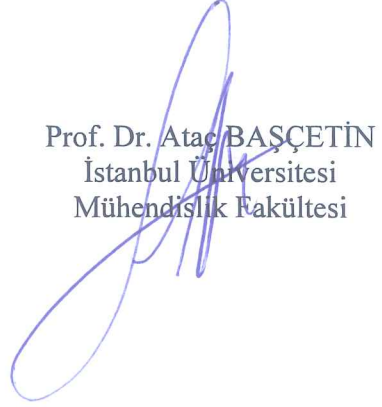
Tez Jürisi:



Prof. Dr. Ali İsmet KANLI (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Ali Osman ÖNCEL
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Ataç BAŞÇETİN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Ali PINAR
Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi ve Deprem
Araştırma Enstitüsü



Prof. Dr. Eşref YALÇINKAYA
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışması olarak yapılmıştır.

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmanın tamamlanmasında büyük pay sahibi olan danışman hocam Prof. Dr. Ali İsmet KANLI 'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmaların yürütülmesi sırasında büyük özveride bulunan aileme ve yakın arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2016

Okan TOSUNOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	2
2.1. ÇALIŞMA ALANI KONUMU	2
2.2. ÇALIŞMA ALANI JEOLJİSİ	5
2.2.1. Genel Jeoloji.....	5
2.2.2. Stratigrafi	6
2.2.2.1. Eosen Öncesi Birimler	9
2.2.2.2. Eosen Yaşlı Birimler	9
2.2.2.3. Eosen Sonrası Birimler	11
2.2.3. Yapısal Jeoloji	12
2.2.3.1. Kıvrımlar.....	12
2.2.3.2. Faylar.....	12
2.3. BÖLGEDEKİ KÖMÜRÜN OLUŞUM SÜRECİ.....	13
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	15
3.1. SONDAJ ÇALIŞMALARI.....	15
3.1.1. Sondaj Yöntem Bilimi	15
3.1.1.1. Sondajların Sınıflandırılması	16
3.1.1.2. Karotlu Döner Sondaj Yöntemi.....	16
3.1.1.3. Karotlu Döner Sondaj Yöntemi Ve Ekipmanları	17
3.1.2. Sondaj İşlemi Ve Sonrası Çalışmaların Ana Adımları	19
3.1.3. Sondaj Noktaları Koordinat Bilgileri	20
3.1.4. Sondaj Çalışmaları İşlemleri	23
3.2. KUYU LOGU ÇALIŞMALARI.....	28
3.2.1. Kuyu Logu Yöntemi	28

3.2.2. Kuyu Logu Yönteminin Kullanım Alanları	29
3.2.3. Kuyu Logu Yöntemi Sınıflandırması	29
3.2.3.1. <i>Gamma Ray Logu</i>	29
3.2.3.2. <i>Nötron Logu</i>	31
3.2.3.3. <i>Gamma - Gamma (Yoğunluk) Logu</i>	32
3.2.4. Kuyu Jeofiziği Uygulamaları	33
3.2.5. Kuyu Jeofiziği Arazi Çalışmaları.....	33
4. BULGULAR.....	34
4.1. SONDAJ ÇALIŞMALARI SONUÇLARI.....	35
4.1.1. Sondaj Loglarının İncelenmesi	39
4.1.1.1. <i>Ms – 01 Sondajı</i>	41
4.1.1.2. <i>Ms -02 Sondajı</i>	42
4.1.1.3. <i>Ms 03 Sondajı</i>	43
4.1.1.4. <i>Ms -04 Sondajı</i>	44
4.1.1.5. <i>Ms 05 Sondajı</i>	45
4.1.1.6. <i>Ms - 06 Sondajı</i>	46
4.1.1.7. <i>Ms -07 Sondajı</i>	47
4.1.1.8. <i>Ms-08 Sondajı</i>	48
4.1.1.9. <i>Ms -09 Sondajı</i>	49
4.1.1.10. <i>Ms -10 Sondajı</i>	50
4.1.1.11. <i>Ms -11 Sondajı</i>	51
4.1.1.12. <i>Ms -12 Sondajı</i>	52
4.1.1.13. <i>Ms -14 Sondajı</i>	53
4.1.1.14. <i>Ms -15 Sondajı</i>	54
4.1.1.15. <i>Ms -16 Sondajı</i>	55
4.1.1.16. <i>Ms -17 Sondajı</i>	56
4.1.2. Çalışma Alanında Önceden Yapılmış Sondajların İncelenmesi	57
4.1.2.1. <i>Mk-1 Sondajı</i>	58
4.1.2.2. <i>Mk-2 Sondajı</i>	59
4.1.2.3. <i>Mk-4 Sondajı</i>	60
4.1.2.4. <i>Sj-86/6 Sondajı</i>	61
4.1.2.5. <i>98/K-1 Sondajı</i>	62
4.1.2.6. <i>Sj-97/1 Sondajı</i>	63
4.2. KUYU LOGU ÇALIŞMALARI YORUMU	64

4.2.1. MS-01 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	65
4.2.2. MS-02 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	66
4.2.3. MS-03 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	67
4.2.4. MS-04 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	68
4.2.5. MS-05 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	69
4.2.6. MS-07 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	70
4.2.7. MS-09 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	71
4.2.8. MS-10 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	72
4.2.9. MS-11 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	73
4.2.10. MS-15 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	74
4.2.11. MS-17 Sondajı Kuyu Logu Yorumu.....	75
4.3. SONDAJ VERİLERİ İLE JEOLJİK MODELİN OLUŞTURULMASI.....	76
4.4. JEOLJİK MODEL KULLANILARAK KESİTLERİN OLUŞTURULMASI.....	80
4.5. KÖMÜR MADENİ MODELLEMESİ.....	84
4.6. SİSMİK YANSIMA KESİTLERİ İLE JEOLJİK KESİTLERİN KORELASYONU.....	89
4.6.1. Sismik Yansım Çalışması Hakkında Genel Bilgiler	89
4.6.2. Sismik Yansım Çalışmasının Genel Yorumu.....	90
4.6.3. CMD -09-402 Sismik Kesiti İle Jeolojik Kesitin Korelasyonu	91
4.6.4. CMD -09-408 Sismik Kesiti İle Jeolojik Kesitin Korelasyonu	93
4.7. KÖMÜR MADENİ REZERV TAYİNİ	95
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	100
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	104

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Çalışma alanı gösterim haritası.	2
Şekil 2.2: Çalışma alanı Google Earth gösterimi.....	3
Şekil 2.3: Çalışma alanı görüntüsü 1.	3
Şekil 2.4: Çalışma alanı görüntüsü 2.	4
Şekil 2.5: Çalışma alanı görüntüsü 3.	4
Şekil 2.6: Çalışma alanı jeoloji haritası (Gümüşsu, 1984'ten geliştirilmiştir).....	6
Şekil 2.7: Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksizdir) (Gümüşsu, 1984'ten geliştirilmiştir).	8
Şekil 2.8: Eosen havzasının evrimini ve kömürün oluşum sürecini gösteren şematik kesit (Gümüşsu, 1984'ten geliştirilmiştir).....	14
Şekil 3.1: Sondaj makinesi çeşitleri (Özdemir,2009).	18
Şekil 3.2: Karotlu sondaj takımı elamanları (Özdemir,2009).....	19
Şekil 3.3: Sondaj yerleşim Google Earth görünümü.	21
Şekil 3.4: Sondaj yer gösterim haritası.	22
Şekil 3.5: Sondaj kulesi ve çevresi görüntüsü 1.	24
Şekil 3.6: Sondaj kulesi ve çevresi görüntüsü 2.	24
Şekil 3.7: Sondaj noktasından arazi görünümü 1.	25
Şekil 3.8: Sondaj noktasından arazi görünümü 2.	25
Şekil 3.9: Standart sondaj logu.	26
Şekil 3.10: Karot sandığı.	27
Şekil 3.11: Karot sadık kapağı örnek etiketi.....	27
Şekil 3.12: Karot sandık deposu görünümü.....	27
Şekil 3.13: Gamma Ray logu yorumu (Pekiner, 2002).	30
Şekil 3.14: Nötron Logu sonda sistemi (Pekiner, 2002).....	31
Şekil 3.15: Gamma-Gamma logu sonda dizgisi (Pekiner, 2002).	32
Şekil 4.1: Sayısallaştırılmış sondaj verileri - sayfa 1.....	36

Şekil 4.2: Sayısallaştırılmış sondaj verileri - sayfa 2.....	37
Şekil 4.3: Rockware Rockwoks 16 © programı ana ekran görüntüsü.....	37
Şekil 4.4: Çalışma alanının topoğrafya haritası.....	38
Şekil 4.5: Kömür kalınlıkları ile sondaj noktaları.....	39
Şekil 4.6: 3 boyutlu sondaj logları.....	40
Şekil 4.7: MS-01 sondaj logu 3B gösterimi.....	41
Şekil 4.8: MS-02 sondaj logu 3B gösterimi.....	42
Şekil 4.9: MS-03 sondaj logu 3B gösterimi.....	43
Şekil 4.10: MS-04 sondaj logu 3B gösterimi.....	44
Şekil 4.11: MS-05 sondaj logu 3B gösterimi.....	45
Şekil 4.12: MS-06 sondaj logu 3B gösterimi.....	46
Şekil 4.13: MS-07 sondaj logu 3B gösterimi.....	47
Şekil 4.14: MS-08 sondaj logu 3B gösterimi.....	48
Şekil 4.15: MS-09 sondaj logu 3B gösterimi.....	49
Şekil 4.16: MS-10 sondaj logu 3B gösterimi.....	50
Şekil 4.17: MS-11 sondaj logu 3B gösterimi.....	51
Şekil 4.18: MS-12 sondaj logu 3B gösterimi.....	52
Şekil 4.19: MS-14 sondaj logu 3B gösterimi.....	53
Şekil 4.20: MS-15 sondaj logu 3B gösterimi.....	54
Şekil 4.21: MS-16 sondaj logu 3B gösterimi.....	55
Şekil 4.22: MS-17 sondaj logu 3B gösterimi.....	56
Şekil 4.23: Önceki sondaj logları 3B gösterimi.....	57
Şekil 4.24: MK-1 sondaj logu 3B gösterimi.....	58
Şekil 4.25: MK-2 sondaj logu 3B gösterimi.....	59
Şekil 4.26: MK-4 sondaj logu 3B gösterimi.....	60
Şekil 4.27: SJ-86/6 sondaj logu 3B gösterimi.....	61
Şekil 4.28: SJ-98/K-1 sondaj logu 3B gösterimi.....	62
Şekil 4.29: SJ-97/1 sondaj logu 3B gösterimi.....	63

Şekil 4.30: MS-01 sondajı 616-629 metre arası kuyu logu (Aytar, 2013).....	65
Şekil 4.31: MS-01 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	65
Şekil 4.32: MS-02 sondajı 870 – 890 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2013).	66
Şekil 4.33: MS-02 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	66
Şekil 4.34: MS-03 sondajı 945 – 990 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).	67
Şekil 4.35: MS-03 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	67
Şekil 4.36: MS-04 sondajı 900 – 945 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).	68
Şekil 4.37: MS-04 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	68
Şekil 4.38: MS-05 sondajı 800 – 850 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).	69
Şekil 4.39: MS-05 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	69
Şekil 4.40: MS-07 sondajı 798 – 830 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).	70
Şekil 4.41: MS-07 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	70
Şekil 4.42: MS-09 sondajı 870 – 895 metre arası kuyu logu (Akgül, 2014).	71
Şekil 4.43: MS-09 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	71
Şekil 4.44: MS-10 sondajı 745 – 770 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2013).	72
Şekil 4.45: MS-10 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	72
Şekil 4.46: MS-11 sondajı 745 – 775 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2014).	73
Şekil 4.47: MS-11 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	73
Şekil 4.48: MS-15 sondajı 930-948 metre arası kuyu logu (Adıgüzel, 2014).	74
Şekil 4.49: MS-15 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	74
Şekil 4.50: MS-17 sondajı 795- 802 metre arası kuyu logu (Adıgüzel, 2014).	75
Şekil 4.51: MS-17 sondaj logu kömür damarı gösterimi.....	75
Şekil 4.52: 3 boyutlu sondaj log modeli.	76
Şekil 4.53: Jeolojik modelleme için grid parametreleri.....	76
Şekil 4.54: Grid seçenekleri ekran görüntüsü.....	77
Şekil 4.55: Çalışma alanı GB görünümlü 3 boyutlu jeolojik modeli.	78
Şekil 4.56: Formasyonların ayrı gösterimi.	78

Şekil 4.57: Jeolojik kesitlerin yer gösterim haritası(düz çizgi kesiti, kesikli çizgi etki alanı göstermektedir.)	80
Şekil 4.58: A1 jeolojik kesit.	81
Şekil 4.59: A2 jeolojik kesit.	82
Şekil 4.60: A3 jeolojik kesit.	82
Şekil 4.61: A4 jeolojik kesit.	83
Şekil 4.62: A5 jeolojik kesit.	83
Şekil 4.63: Kömür giriş derinliği haritası.	84
Şekil 4.64: Kömür çıkış derinliği haritası.....	85
Şekil 4.65: 3B kömür giriş derinliği modeli.	86
Şekil 4.66: 3B kömür çıkış derinliği modeli.....	86
Şekil 4.67: 2 boyutlu kömür damarı kalınlık haritası.	87
Şekil 4.68: 3B kömür maden modeli görüntüsü 1.	88
Şekil 4.69: 3B kömür maden modeli görüntüsü 2.	88
Şekil 4.70: Sismik yansıma hatları ile sondaj noktaları gösterimi.....	90
Şekil 4.71: CMD-09-402 sismik yansıma kesiti (Merty ,2009).	91
Şekil 4.72: CMD-09-402 sismik kesitine paralel jeolojik kesit.....	92
Şekil 4.73: CMD 09-402 sismik kesiti ile birleştirilmiş jeolojik kesit.	92
Şekil 4.74: CMD-09-408 sismik yansıma kesiti (Merty, 2009).	93
Şekil 4.75: CMD-09-408 sismik kesitine paralel jeolojik kesit.....	94
Şekil 4.76: CMD 09-408 sismik kesiti ile birleştirilmiş jeolojik kesit.	94
Şekil 4.77: Rezerv tayinine yönelik üçgen poligonları.....	95
Şekil 4.78: Üçgenleştirme metodu rezerv tayin raporu ekran görüntüsü.	96

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Sondaj sınıflaması (Özdemir,2009).	16
Tablo 3.2: Döner sondaj yöntemi ana bileşenleri (Özdemir,2009).	16
Tablo 3.3: Takım elemanları ve görevleri (Özdemir,2009).	18
Tablo 3.4: Karotlu sondajlarda standart çaplar (Özdemir, 2009).....	20
Tablo 3.5: Sondaj bilgileri.	23
Tablo 3.6: Kuyu logu sınıflandırması (Pekiner, 2002).....	29
Tablo 3.7: Sondajlarda uygulanan kuyu logu yöntemleri.	33
Tablo 4.1: Sondajlarda ki kömür damarı kalınlık bilgileri.....	35
Tablo 4.2: Formasyonların genel özellikleri.	40
Tablo 4.3: MS-01 sondaj bilgileri.	41
Tablo 4.4: MS-02 sondajı bilgileri.	42
Tablo 4.5: MS-03 sondajı bilgileri.	43
Tablo 4.6: MS-04 sondajı bilgileri.	44
Tablo 4.7: MS-05 sondajı bilgileri.	45
Tablo 4.8: MS-06 sondaj bilgileri.	46
Tablo 4.9: MS-07 sondaj bilgileri.	47
Tablo 4.10: MS-08 sondaj bilgileri.	48
Tablo 4.11: MS-09 sondaj bilgileri.	49
Tablo 4.12: MS-10 sondaj bilgileri.	50
Tablo 4.13: MS-11 sondaj bilgileri.	51
Tablo 4.14: MS-12 sondaj bilgileri.	52
Tablo 4.15: MS-14 sondaj bilgileri.	53
Tablo 4.16: MS-15 sondaj bilgileri.	54
Tablo 4.17: MS-16 sondaj bilgileri.	55
Tablo 4.18: MS-17 sondaj bilgileri.	56

Tablo 4.19: Önceden yapılmış sondajların bilgileri.	57
Tablo 4.20: MK-1 sondaj bilgileri.	58
Tablo 4.21: MK-2 sondaj bilgileri.	59
Tablo 4.22: MK-4 sondaj bilgileri.	60
Tablo 4.23: SJ-86/6 sondaj bilgileri.	61
Tablo 4.24: 98/K-1 sondaj bilgileri.	62
Tablo 4.25: SJ-97/1 sondaj bilgileri.	63
Tablo 4.26: Jeolojik kesit koordinatları.	80
Tablo 4.27: Katı modelden hacim hesabı.	97
Tablo 4.28: Katı modelden rezerv hesabı.	97
Tablo 4.29: Grid modelden hacim hesabı.	98
Tablo 4.30: Grid modelden rezerv hesabı.	98
Tablo 4.31: Ortalama hacim ve rezerv hesabı.	99

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler Açıklama

m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
t	: Ton

Kısaltmalar Açıklama

Fm	: Formasyon
RW 16	: Rockware Rockworks 16 ©
2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
MTA	: Maden Tetkik Arama
KB	: Kuzey Batı
GD	: Güney Doğu
DB	: Doğu Batı
Cps	: Saniye Başına Sayım Sayısı
UTM	: Evrensel Çapraz Merkator

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AMASYA ÇELTEK KÖMÜR SAHASININ SİSMİK YANSIMA VE KUYU VERİLERİ İLE MODELLENMESİ

Okan TOSUNOĞLU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali İsmet KANLI

Bu çalışmada Amasya ili Merzifon ilçesi Suluova mevkii yakınlarında bulunan ÇelteK Kömür sahasının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma alanında yapılan 22 adet sondaj verisi ile Rockware Rockworks 16© programı kullanılarak çalışma alanının 3 boyutlu jeolojik modeli ve bu model üzerinden alınan jeolojik kesitler ile kömür madeninin 3 boyutlu modeli oluşturulmuştur. Sondajlarda alınan Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron logu sonuçları, sondaj verileri ile korele edilmiştir. Çalışma alanında daha önce yapılmış olan 2 boyutlu yüksek çözünürlüklü sismik yansıma çalışmasına ait kesitler incelenmiş ve oluşturulan 3 boyutlu jeolojik modelden alınan kesitler ile korelasyonu yapılmıştır. Kömür madeninin rezerv tayini Rockware Rockworks 16 programı yardımıyla yapılmıştır.

Çalışma sonucunda çalışma alanında ki kömür madeninin rezervi, yayılımı, derinliği ve kalınlığı belirlenmiştir. Sondajlarda kömür damarı 13 m ile 2 m arasında değiştiği görülmüştür. Kömür damarının derinliği 500m ile 1000m arasında değişmektedir. Kömür madeninin rezervi 31 milyon ton olarak bulunmuştur.

Haziran 2016, 117 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Sondaj, Kuyu Jeofiziği, Sismik Yansıma, Kömür Rezerv Tayini

SUMMARY

M.Sc. THESIS

MODELLING OF AMASYA ÇELTEK COAL FIELD WITH SEISMIC REFLECTION AND BOREHOLE DATA

Okan TOSUNOĞLU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Geophysical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali İsmet KANLI

The aim of this study is the investigation of Amasya Çeltek Coal Mine Field in Amasya, Suluova, Turkey.

The 3 Dimensional geological model is obtained from geological sections and the coal mine is modelled in 3 Dimensional by using 22 borehole data in Rockware Rockworks 16© software. Bore hole data are correlated with the well log data which are Gamma Ray, Gamma - Gamma and Neutron logs. The 2D high resolution seismic sections are also correlated with the geologic sections. The reservoir of the coal mine is estimated by using Rockware Rockworks 16© program finally.

The reservoir, spread, depth and thickness of coal mine is determined in the end of the study. The thickness of coal seam is changed 2 m between 13 m regarding to borehole data. The depth of the coal seam is varied between 500m and 1000m. The reservoir of coal mine is 31 million tons.

Jun 2016, 117 Pages.

Keywords: Drilling, Borehole Geophysics, Seismic Reflection, Coal Mine Reservoir Estimation

1. GİRİŞ

Bu çalışmada Amasya ili Merzifon ilçesi Suluova mevkii yakınlarında bulunan Çeltek Kömür sahasının rezervi, jeolojik yapısı, yayılımı, derinliği ve kalınlığı belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma alanında amaca yönelik olarak açılan 22 adet sondaj verisi ve bu sondajlarda uygulanan Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron logu ölçümleri kullanılmıştır. Sondaj verileri kullanılarak Rockware Rockworks 16© programı yardımıyla çalışma alanın 3B jeolojik modeli ve bu model üzerinden alınan jeolojik kesitler ile kömür madeninin 3B modeli oluşturulmuştur.

Çalışma alanı yakınlarında daha önce çalışan yer bilimcilerin Alp (1972), Özcan ve diğ. (1980), Genç ve diğ. (1991), Tüysüz (1996) Özdemir ve Pekmezci (1983) Karayiğit ve diğ. (1996). Gümüşsü, M. (1980 ve 1984), çalışmaları incelenmiştir. Çalışma alanının jeolojisi ve çalışma alanında ki kömür damarının oluşumu hakkındaki bilgiler bu çalışmalardan alınmıştır.

Ayrıca çalışma alanında Merty Enerji tarafından 2009 yılında kömür varlığı, yayılımı, kalınlığının belirlenmesi amacı ile yapılan yüksek çözünürlüklü 2B sismik yansıma çalışması sonucunda oluşturulan kesitler çalışma kapsamında oluşturulan 3B jeolojik model üzerinden alınan kesitler ile korele edilmiştir.

Çalışma sonucunda, kömür damarına ait kalınlık, derinlik ve yayılım bilgileri 3B modeller ve 2B haritalar yardımı ile açıklanmış ve bu bilgiler daha önceden yapılan sismik yansıma çalışmasından elde edilen kesitler ile korele edilmiştir. Son olarak bölgedeki kömür rezervi ortalama olarak hesaplanmıştır.

Şekil 2.1’de çalışma alanı gösterim haritası verilmiştir. Çalışma alanı Kayadüzü, Armutlu ve Çeltik bölgelerini içerisine almaktadır. Çalışma alanının UTM cinsinden koordinatları; 716,200-4.530.000, 716,200-4.530.000, 719.200-4.530.000, 719.200-4.532.500 noktaları olup, çalışma alanı 7.500.000 metrekaredir.



Şekil 2.2: Çalışma alanı Google Earth gösterimi.

Çalışma alanı sınırlayan koordinatların gösterildiği Google Earth görüntüsü Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.3: Çalışma alanı görüntüsü 1.

Çalışma alanına ait fotoğraflar Şekil 2.3, Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’te verilmiştir. Fotoğraflar çalışma alanında açılan sondaj yerlerinden arazi görünümünü göstermektedir. Şekil 2.3’te MS -02 sondajından arazi görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.4: Çalışma alanı görüntüsü 2.

Şekil 2.4'te MS-04 sondajında güneye doğru bakıldığında arazinin görünümünü görülmektedir. Rakım yaklaşık olarak 850 metre civarındadır.



Şekil 2.5: Çalışma alanı görüntüsü 3.

Şekil 2.5'te MS-06 sondajında kuzeye doğru bakıldığında arazinin görünümünü görülmektedir. Rakım yaklaşık olarak 880 metre civarındadır.

2.2.ÇALIŞMA ALANI JEOLojİSİ

2.2.1.Genel Jeoloji

Çalışma alanının jeolojik açıdan incelendiğinde, var olan birimleri Eosen öncesi oluşan birimler, Eosen zamanında oluşan birimler ve Eosen sonrası oluşan birimler olarak üçe ayırmak mümkündür (Gümüüşsu, 1980).

Eosen Öncesi Birimler;

Eosen öncesi birim genel olarak bölgedeki temel kayaaç olan kireç taşından oluşmaktadır.

Eosen Zamanında Oluşan Birimler;

Eosen zamanında oluşan birimler kendi içerisinde Alt Eosen, Orta Eosen ve Üst Eosen birimleri olmak üzere üçe ayrılmıştır.

Üst Eosen zamanında genel olarak volkanik kayaaçlar ve Osmanlı Formasyonuna ait kum taşı, çakıl taşı gibi birimler oluşmuştur.

Orta Eosen zamanında Armutlu Formasyonuna ait birimler oluşmuştur.

Alt Eosen zamanında ise Bazaltik Dayk ile bölgede ki kömür damarlarını içinde barındıran Çeltekk Formasyonu oluşmuştur.

Eosen Sonrası Oluşan Birimler;

Eosen sonrası birim diye adlandırılan bölümde genel olarak kil taşı kum taşı silt taşı gibi kayaaçlarla karşılaşmaktadır.

Şekil 2.6’da çalışma alanına ait jeoloji haritası verilmiştir. haritaya göre bölgede gençten yaşlıya doğru birimler; Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, Pliyosen yaşlı kil taşı kum taşı ve silt taşı, Üst Eosen yaşlı Osmanoglu Fm, Volkanik breş ve Volkano Sedimenter birimi, Orta Eosen yaşlı Armutlu Fm, Alt Eosen yaşlı Bazaltik Dayk ve Çeltekk Fm ve son olarak ta en yaşlı birim olan Üst Kratese yaşlı Kireç taşı bulunmaktadır.

kömürlü seviyeler deniz basmasından önce bu çukur alanları dolduran lagün ve bataklıklarda çökelmişlerdir. Orta Eosende bölge tümüyle denizle kaplanmış, Üst Eosen'de ise volkanizmanın devreye girmesiyle kum taşı ve kil taşları ile ardalanmış aglomera, andezit ve dasitlerden oluşan volkano - sedimenter birimler çökelmiştir. Üst Eosen sonunda oluşan volkanik breş, tuf ve andezitler geniş alanlar kaplamaktadırlar (Gümüssu, 1980).

Eosen öncesi birim genel olarak bölgedeki temel kayalık olan Kireç taşından oluşmaktadır. Birimdeki kireç taşları Armutlu ve Kemaliye köyleri arasında oluşturdukları KB - GD doğrultulu yüksek sırtlar batıya doğru dalarak Tersakan çayında kaybolmaktadırlar. Temelin batıya giderek dalması nedeniyle havzanın batı kesimlerinin kömür oluşumuna daha uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 2.7'de çalışma alanında ait stratigrafik kesit ölçeksiz olarak verilmiştir. Bu kesit incelendiğinde çalışma alanının jeoloji haritasında yüzeylenen birimler görülmektedir.

Gençten yaşlıya doğru birimler;

- Kuvaterner yaşlı alüvyonlar,
- Pliyosen yaşlı kil taşı kum taşı ve silt taşı,
- Üst Eosen yaşlı Osmanoğlu Fm,
- Volkanik breş ve Volkano Sedimenter birimi,
- Orta Eosen yaşlı Armutlu Fm,
- Alt Eosen yaşlı Bazaltik Dayk ve Çeltektek Fm,
- Üst Kratese yaşlı Kireç taşı olarak sıralanmaktadır.

YAŞ	FORMASYON	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR		
KUVATERNER		0-5		Kil, kum, silt, çakıl.		
PLİYÖSEN		0-100		Çakıltası, çamurtaşı, silttaşı, kumtaşı.		
E O S E N	ÜST	VOLKANİK BREŞ (E6)	100-200		Volkanik breş, tüfit ve andezit.	
		OSMANOĞLU (E5)	50 -250		Marn-Kireçtaşı: Yumuşak topoğrafyası ve sarımsı beyaz rengi ile belirgin. Çamurtaşı: Kırmızı rengi ile belirgin.	
		VOLKANO - SEDİMANTER BİRİM (E4)	200 - 300		Aglomera, andezit, tüfit. Aglomera, tüfit, kumtaşı, silttaşı, kiltası.	
			ORTA	ARMUTLU (E3)	100 - 150	
	ALT	ÇELTEK	ÜST ÇELTEK (E2)	100 - 150		Bitümlü şeyl: Yapraklı özelliği ile belirgin. Bazaltik dayk. Çakıltası, kiltası, kumtaşı.
			ALT ÇELTEK (E1)	100		Kiltası, kumtaşı, çakıltası, marn, bitümlü şeyl.
			10-15 50-100 ?		Bitümlü şeyl. Kömürlü zon: kömür ve bitümlü şeyl. Kiltası, kumtaşı, çakıltası.	
		ÜST KRETASE	TEMEL	?		Kireçtaşı: boz,krem renkli, sert, ince-orta tabakalı,sık kıvrımlı, bol çatlaklı,mikritk.

Şekil 2.7: Çalışma bölgesinin geliştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksizdir) (Gümüşsu, 1984'ten geliştirilmiştir).

2.2.2.1. Eosen Öncesi Birimler

Çalışma alanında yüzeylenen en yaşlı birim Eosen havzasının temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı kireçtaşıdır. Kireç taşı formasyonuna yönelik yaptığı çalışmalar sonucunda Gümüßsu (1984) Üst Kretase yaşını vermiştir.

Kemaliye ve Karga köylerinin batısında yüzeylenen birim bu alanda güneydoğu - kuzeybatı doğrultusunda uzanan tepe ve sırtlar oluşturmaktadır. Birimin ayrıca Armutlu ve Çeltek köylerinin yakınında da birer küçük mostrası bulunmaktadır.

Beyaz rengi ile göze çarpan Jura – Kretase yaşlı temel birim krem, bej ve boz renkli, ince - orta yer yer kalın, sert, sık kıvrımlı, bol çatlaklı, mikro fosilli, yer yer gri ve bal renkli kireçtaşı litolojisindedir.

2.2.2.2. Eosen Yaşlı Birimler

Çalışma alanında tamamı görülen Eosen istifı daha önce bölgede çalışan Gümüßsu, (1980), Özdemir ve Pekmezci (1983) tarafından incelenmiş ve formasyonlara ayrılarak haritalanmıştır. Bu formasyonlar yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadırlar;

- Çeltek Formasyonu (Alt Eosen)
- Armutlu Formasyonu (Orta Eosen)
- Volcano - Sedimenter İstif (Üst Eosen)
- Osmanoğlu Formasyonu (Üst Eosen)
- Volkanik Breş - Tüfit (Üst Eosen).

Çeltek Formasyonu

Kömür madenini içinde barındıran Çeltek Formasyonu bölgede kömür jeolojisi çalışması yapan Özdemir ve Pekmezci (1983) tarafından tanımlanıp isimlendirilmiş ve Alt - Üst Çeltek Formasyonu olarak ikiye ayrılmıştır.

Çeltek Formasyonu kumtaşı, kil taşı, marn ve çakıl taşı ardalanmasından oluşmaktadır. Alt Çeltek Formasyonu olarak bilinen seviyenin alttan yaklaşık 50 metrelik kesimi kömürlü bölüm, bitümlü şeyl, marn ve silt taşı, yaklaşık 100 metre kalınlıktaki üst kesimi ise çakıl taşı, kil taşı, kumtaşı ve silt taşından oluşmaktadır. Birim Üst Çeltek Formasyonundan 5 - 10 m. kalın bir çakıl taşı seviyesi ile ayrılmaktadır. Kil taşı, silt taşı

ve çakıllı kumtaşı ar dalanmasından oluşan Üst Çeltek Formasyonunda kil taşı hakim litolojidir (Özdemir ve Pekmezci, 1983).

Armutlu Formasyonu

Armutlu Formasyonu, yörede ilk kez kömür jeolojisi çalışması yapan Sadettin Pekmezci (1983) tarafından tanımlanıp adlandırılmıştır. Arazide altta gri, üstte sarımsı beyaz rengi ile göze çarpan istif alt seviyelerde kumtaşı ara tabakalı gri, mavimsi gri renkli kil taşı ve marn, üstte kum taşı-kil taşı ar dalanması şeklinde dir.

Birimin kum taşı – kil taşı ar dalanmasından oluşan üst seviyelerinde kumtaşları egemen olup kalın - çok kalın tabakalı, som, aşınma rengi kirli sarı, taze kırık yüzeyi gri renkli, çeşitli elemanlı (çoğunlukla kuvars, kireçtaşı, seyrek olarak yeşil kayaç ve radyolarit), ince - orta taneli, iyi boylanmalı, sert - çok sert, sıkı ve kireç çimentoludur. Genellikle düzgün tabakalı seviyeler halinde olan kumtaşları yer yer 20 - 25 m. kalın ve 40 - 50 m. uzunlukta mercek sel kanallı kum taşları şeklinde çökelmişlerdir

Volkano - Sedimenter İstif (Narlı Volkanitleri)(E4)

Bu birim ilk olarak Gümüşsu (1980) tarafından çalışma alanında incelenmiş ve “Volkano-Sedimenterler” olarak adlandırılmıştır.

Volkano – Sedimenterler Üst Eosen’de sedimantasyon sürerken gelişen volkanik faaliyetler nedeniyle ortama aralıklarla bol miktarda volkanik malzeme gelmesi sonucunda oluşmuştur. Birim altta Armutlu, üstte Osmanoğlu Formasyonu ile uyumsuz dokanaklıdır. Kalınlığı 200 - 300 m. dolayında olup önceki çalışmalarda Üst Eosen yaşında olduğu belirtilmektedir (Gümüşsu, 1980).

Osmanoğlu Formasyonu (E5)

Osmanoğlu Formasyonu bölgede çalışmalar yapan Gümüşsu (1984) tarafından adlandırılmıştır. Kayadüzü, Bayat ve Osmanoğlu köyleri dolaylarında yüzeylenen Osmanoğlu Formasyonu kırmızı - alacalı rengi ile ayırtman olup en iyi gözlendiği yer Kayadüzü beldesinin batı - kuzeybatı kesimleridir. Alt seviyeleri yeşilimsi gri renkli marn ara katkılı kırmızı - alacalı renkli çamur taşı, üst seviyeleri ise boz - beyaz aşınma rengi ile göze çarpan marn ve killi kireçtaşı ar dalanmasından oluşmaktadır. Marn yeşilimsi gri

renkli, yumuşak; kireçtaşı krem, bej renkli, ince - orta yer yer kalın tabakalı, sert, killi ve mikro fosillidir. Osmanoğlu Formasyonunun alt kesimlerde kırmızı çamur taşı, üst kesimlerde ise gölsel ortam ürünü olan düzgün tabakalanmalı marn - killi kireçtaşı ardalanmalı seviyeden oluşması, istifin başlangıçta karasal daha sonra gölsel ortam koşullarında çökeldiğini göstermektedir.

Üst Eosen yaşında olan birimin kalınlığı 50 - 250 m. arasında değişmektedir (Gümüşsu,1984).

Volkanik Breş - Tüf (E6)

Çalışma alanının kuzey kesimlerini kaplayan birim volkanik breş, tüf ve andezitlerden oluşmaktadır. Bu birim ilk olarak Gümüşsu (1980) tarafından incelenmiş ve adlandırılmıştır. Breşler, gevşek yapılı olup pembe - mor renkli değişik boyutlardaki volkanik kayaçların tüflerle bağlanması ile oluşmuşlardır. Andezitler sert - orta sert ve genellikle pembe - mor, yer yer de turkuaz ve açık yeşil renklidirler.

Gümüşsu (1980) tarafından Üst Eosen yaşında olduğu belirtilen volkanik breş ve tüfler alta Osmanoğlu Formasyonu ile uyumsuz dokanıklıdır.

2.2.1.3.Eosen Sonrası Birimler

Çalışma alanında Eosen sonrası çökelen birimler Pliyosen yaşlı klastikler ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Gümüşsu (1980) tarafından incelenen birim Özdemir (1983) “Pliyosen Çökelleri” olarak adlandırılmış ve haritalanmıştır.

İstif kumtaşı, kil taşı ve silt taşı katkılı, kumdan bloka kadar değişen boyuttaki çeşitli elemanlı kil ve kireç çimentolu, gevşek tutturulmuş, kül renkli konglomeralardan oluşmuştur. Alta Osmanoğlu Formasyonu ve/veya volkanik breş - tüf ile üstte ise alüvyon ve güncel oluşumlar ile uyumsuz dokanıklıdır. Birimin alınlığı 50 - 100 m dolayındadır.

2.2.3.Yapısal Jeoloji

Bu çalışma kapsamında çalışma alanının yapısal özelliklerini belirlemek için daha önceden araştırma yapan yer bilimciler olan Öztürk (1979) ve Gümüşsu (1980 ve 1984) çalışmaları incelenmiştir.

Çalışma alanında var olan kıvrım ve faylara ait bilgiler Öztürk (1979) ve Gümüşsu (1980 ve 1984) çalışmalardan alınmıştır.

2.2.3.1.Kıvrımlar

Alp orojenezinin Laramiyen fazıyla yükselerek kara haline gelen bölgede Jura - Kretase yaşlı kireçtaşları çalışma alanında antiklinallerin oluşturduğu sırtlar halinde yüzeylenmektedirler. Genellikle 20 - 30 derece olan tabaka eğimleri kıvrım ve kırılmaların sıkça görüldüğü yerlerde 60 - 80 derece dolayındadırlar. Daha sonra çökelen Eosen birimleri ise Jura - Kretase kireçtaşları üzerine aşmalı (onlap) olarak oturmaktadır.

Çalışma alanında yüzeylenen Eosen çökelleri genel olarak 5 - 10 derece ile kuzeye eğimli olup faylanmaların olduğu kesimlerde yer yer 45 - 85 derecelik eğimler gözlenmektedir. İstif içinde Kayadüzü beldesinden başlayarak batıya doğru 3 km. uzanan bir antiklinal bulunmaktadır. Bu antiklinal yersel faylarla oluşan bir horstan kaynaklanmaktadır.

2.2.3.2.Faylar

Alp orojenezinin Laramiyen fazında yükselerek kara haline gelen bölgede yoğun tektonizmanın etkisinde kalan Jura - Kretase kireçtaşları sıkça kıvrılıp kırılmışlardır. Eosen havzasının temelini oluşturan bu kireçtaşları daha sonra Eosen ve Eosen sonrası oluşan normal faylarla yükselerek bu günkü konumunu almışlardır.

Çalışma alanında daha çok Eosen birimleri içinde gözlenen faylar özellikle Armutlu, Çeltek ve Küçükbelvar köyleri civarında yoğunlaşmışlardır. Genellikle kuzeybatı - güneydoğu doğrultulu olan bu fayların bir kısmı sedimantasyonla eş zamanlı; ancak çoğunluğu Eosen sonundaki tektonik faaliyetlerle oluşmuş normal faylardır. Bunların içinde en etkili ve devamlı olanları kuzeybatı - güneydoğu doğrultulu, güneyi düşük, 100 m. atımı olan ‘Üçtaş Fayı’ olarak adlandırılan fay ile bunun güneyinde paralel olarak uzanan ve aynı zamanda çalışma alanını güneyden sınırlayan güneyi düşük, atımı muhtemelen 200 - 300 m. olan “Kayadüzü” fayıdır. (Gümüşsu, 1980)

Küçükbelvar ve Çeltek köyleri dolayında gözlenen kuzeyi düşük normal faylar ise havzanın temelini oluşturan birimin kuzeyini düşürerek sedimantasyona elverişli ortamlar oluşturan ve daha sonra yeniden aktif hale gelen bir fay zonu olarak gözükmetedir.

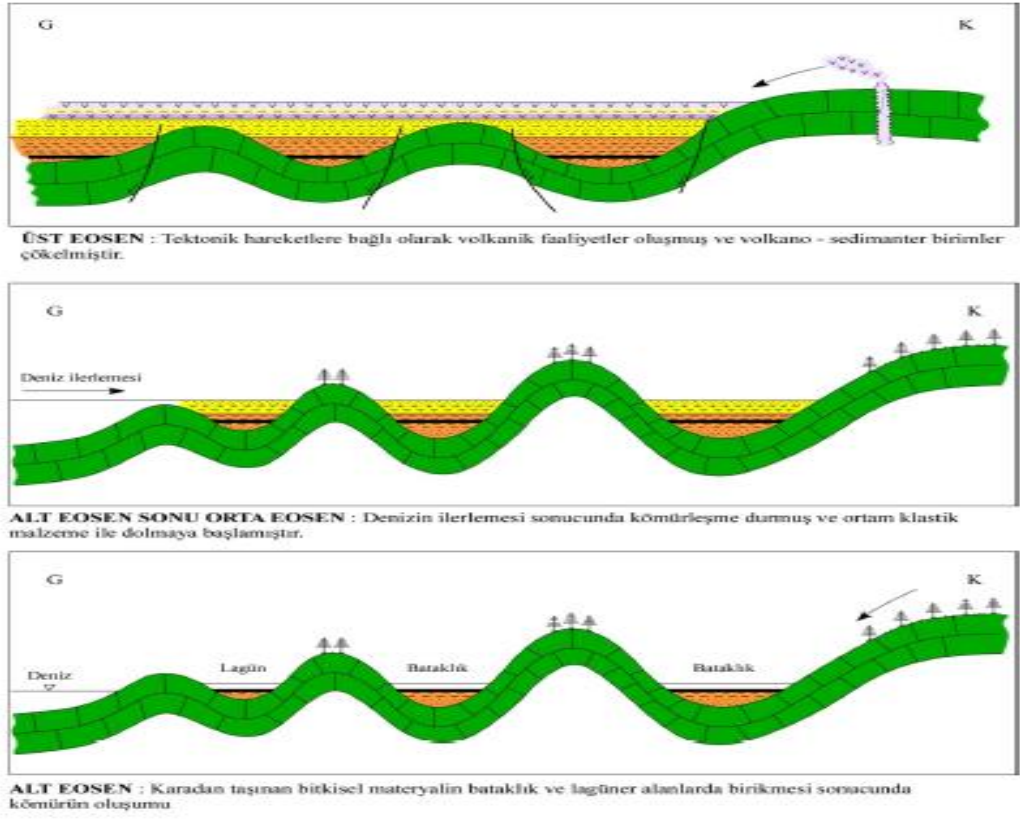
2.3.BÖLGEDEKİ KÖMÜRÜN OLUŞUM SÜRECİ

Çalışma alanında ki kömür oluşumun sürecini anlamak adına çalışma alanında daha önce çalışmalar yapan yer bilimciler olan Gümüşsu (1980 ve 1984) çalışmalarından yararlanılmıştır.

Günümüzde Çeltek kömür havzasının temelini oluşturan denizel kökenli Jura - Kretase yaşlı kireçtaşları aynı zamanda kömürün yayılım alanlarını da kontrol etmektedir. Kireçtaşları çökelirken Kretase sonunda Laramiyen orojenik fazının etkisiyle bölgenin kara haline gelmesi sonucunda yüzeylemiştir. Eosene kadar her hangi bir çökelimin olmadığı bu karasal bölgeler kömürleşme için gerekli bitkisel materyalin gelişimine uygun ortamlar haline gelmişlerdir. Alt Eosende karadan taşınan bitkisel materyalin kıyıya yakın bataklık ve lagüner alanlarda birikmesiyle kömür oluşmaya başlamıştır. Ancak aynı dönemde denizin yükselerek kömür oluşumuna uygun bu alanları istila etmesi ve detritiklerle dolmaya başlaması sonucunda kömürleşme durmuştur. Orta Eosende tamamen deniz haline gelen ortamda Üst Eosende volkanik faaliyetlerin başlamasıyla volkaniklerle sedimanların ardalandığı istifler çökelmeye başlamıştır.

Havzanın temelini oluşturan Jura - Kretase yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu antiklinal ve senklinal eksenleri kuzeybatı - güneydoğu uzanımlıdır. Çalışma alanında ki bu yapılar Çeltek Senklinali ve Armutlu Antiklinali olarak isimlendirilmiştir. Kömürlü seviyeler senklinalleri dolduran bataklık alanlarda çökelmiştir (Gümüşsu, 1984).

Çalışma alanında ki kömürün oluşum süreci incelenerek; Alt Eosen, Orta Eosen ve Üst Eosen zamanlarında kömürün nasıl çökeldiğine yönelik olarak Şekil 2.8’de görülen şematik kesitler ölçeksiz olarak geliştirilmiştir.



Şekil 2.8: Eosen havzasının evrimini ve kömürün oluşum sürecini gösteren şematik kesitler (Gümüşsu, 1984'ten geliştirilmiştir).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada Çeltekk kömür madeninin rezervi, jeolojik yapısı, yayılımı, derinliğı ve kalınlığı gibi özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak sondajlar ve bu sondajlardan alınan kuyu logu ölçümleri kullanılmıştır.

Kömür madeninin özelliklerini belirlemek amacı ile sondaj verileri kullanılarak Rockware Rockworks 16© programı yardımıyla çalışma alanının 3B jeolojik modeli, bu model üzerinden alınan jeolojik kesitler ve kömür madeninin 3B modeli oluşturulmuştur. Sondaj verilerini kullanarak ortalama rezerv tayini yapılmıştır.

Açılan sondajlardan sondaj verilerini doğrulamak için alınan kuyu logu ölçümleri sondaj verileri ile korele edilmiştir. Kömür madeni aramalarına cevap verebilecek yöntemler olan Gamma Ray, Gamma Gamma (Yoğunluk) ve Nötron logları kömür damarı bulunan her kuyu için ayrı ayrı olarak uygulanmıştır.

Ayrıca çalışma alanının yakınlarında daha önceden Merty Enerji tarafından 2009 yılında yapılmış olan 2B yüksek çözünürlüklü sismik yansıma çalışmasından elde edilen kesitler oluşturulan 3B jeolojik model üzerinden alınan kesitlerle korele edilmiştir.

3.1.SONDAJ ÇALIŞMALARI

Bu çalışma kapsamında sondaj çalışmaları Çeltekk Kömür Madeninin rezervi, jeolojik yapısı, yayılımı, derinliğı ve kalınlığı belirlenmesi yönelik olarak yapılmıştır. Çalışma alanında 16 adet sondaj yapılmıştır.

Bu sondajlardan elde edilen veriler 3B jeolojik modelleme ve 3B kömür madeni modellemesi çalışmalarında kullanılmıştır.

3.1.1.Sondaj Yöntem Bilimi

Sondaj, yeraltı kaynaklarını araştırma, üretim ve işletmek için, ayrıca mühendislik yapılarının temel koşullarının saptanması ve iyileştirilmesi amacıyla düşey, yatay veya herhangi bir yön ile açılı olarak yapılan silindirik kazı işlemidir (Özdemir,2009).

3.1.1.1. Sondajların Sınıflandırılması

Sondaj yapılış amaçlarına derinliklerine yapıldıkları yere aranan maddelerin türüne kullanılan araç ve gereçlerin büyüklükleri ve yöntemlerine göre sınıflara ayrılabilirler.

Tablo 3.1: Sondaj sınıflaması (Özdemir,2009).

Amaç	Derinlik	Yapıldığı yer	Çap	Aranan Madde	Kuyu Temizleme	Yöntem
Arama	Sığ	Yeraltı	Dar	Petrol ve doğalgaz	Düz çamurlu	Darbeli
Geliştirme	Derin	Yerüstü	Geniş	Jeotermal	Ters çamurlu	Döner
Arama	Çok Derin	Deniz	Çok geniş	Metalik maden	Düz havalı	Birleşik
Diğer	Aşırı Derin			Kömür ve diğer	Ters havalı	Diğer

Bu çalışma kapsamında açılan sondajlarda kömür madeni aramalarında sıkça kullanılan “Kerotlu Döner Sondaj Yöntemi” kullanılmıştır.

3.1.1.2. Kerotlu Döner Sondaj Yöntemi

Döner sondaj yöntemi, yük altında dönen bir matkabın formasyonu parçalaması esasına dayanır. Parçalama sonucu oluşan formasyon parçaları bir dolaşım sıvısı yardımı ile dışarı atılır. Döner sondaj yöntemi; dönme sistemi, vinç sistemi, güç aktarma sistemi, dolaşım sistemi ve sondaj dizisinden oluşmaktadır (Özdemir, 2009).

Tablo 3.2: Döner sondaj yöntemi ana bileşenleri (Özdemir,2009).

Bileşen Adı	Açıklama
Dönme Sistemi	Sondajda deliciye dönme hareketini aktarır.
Vinç Sistemi	Sondajda güç aktarımı ve bağlantı işlemlerini sağlar.
Güç Aktarım Sistemi	Sondajda motordan alınan hareketin dolaşım ve vinç sistemine aktarılmasını sağlar.
Dolaşım Sistemi	Sondajda sondaj sıvısının dolaşımını sağlar. Çamur pompası, elek ve çamur tankından oluşur.
Sondaj Dizisi	Sondajda dönme hareketi matkaba sondaj dizisi ile aktarılır.

Döner sondaj yöntemi kendi içerisinde Karotlu Döner Sondaj ve Kırıntılı Döner Sondaj olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır.

Kırıntılı döner sondaj yöntemi ile yapılan sondajlarda formasyonlara ait kayaçlar irili ufaklı küçük parçalar haline getirilerek sondaj kuyusunun dışına çıkarılmaktadır.

Karotlu döner sondaj yöntemi ile yapılan sondajlarda ise, formasyonlara ait kayaçlar kullanılan özel ekipmanlar ile bütüne yakın parçalar olarak sondaj dışına çıkarılmaktadır.

3.1.1.3.Karotlu Döner Sondaj Yöntemi ve Ekipmanları

Karotlu Döner sondajlar genel olarak sondaj işlemi esnasında geçilen formasyonların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, alınan formasyon parçaları üzerinde çeşitli laboratuvar testlerinin yapılması ve maden sahasının aranması amacı ile özel ekipmanlar ile açılan sondajlardır (Özdemir,2009).

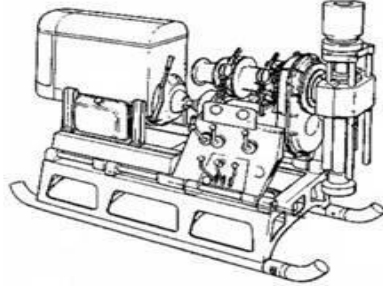
Bu sondaj yöntemi zemin etüdü için açılan sondajlarda formasyonlara ait taşıma gücü, içsel sürtünme açısı, su içeriği gibi parametrelerin belirlenmesi için yapılacak olan zemin mekaniği testlerine örnek almak amacı ile yapılmaktadır.

Kömür madeni aramalarında sıklıkça kullanılan bu sondaj yöntemi, kömür madenine ait derinlik, kalınlık ve eğim açısı ölçümlerinin sağlıklı olarak yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca alınan kömür örnekleri alt ısı değeri, su içeriği, kükürt içeriği, metan gazı içeriği gibi çeşitli kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için laboratuvar testlerinin yapılmasında kullanılmaktadır.

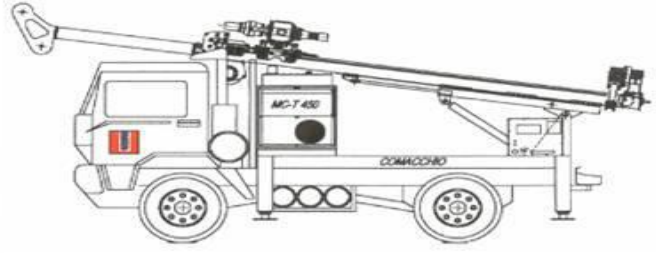
Karotlu döner sondaj yönteminde kullanılan ana elemanlar; sondaj makinesi sondaj takımı ve dolaşım pompasıdır (Özdemir, 2009).

Sondaj Makinası

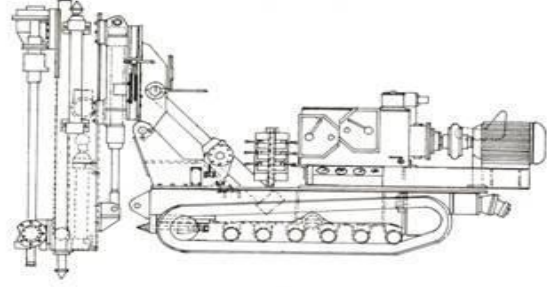
Karotlu döner sondaj yönteminde kullanılan sondaj makineleri, projeye ve sondaj yerinin özelliklerine göre seçilmektedir. Sondaj makineleri taşıyıcısız kullanılabilecekleri gibi veya kamyon, platform, duba üzerine monte edilmiş olarak kullanılabilir.



Taşıyıcısız, morsetli ve kızaklı sondaj makinası



Kamyona monteli, döner kafalı sondaj makinası



Paletli, döner kafalı sondaj makinası

Şekil 3.1: Sondaj makinesi çeşitleri (Özdemir,2009).

Takım

Takım, sondajın açılması ve örnek alınması için kuyu dışı ve içerisinde bir dizi halinde kullanılan ekipmanların tümüdür. Tablo 3.3'te sondaj takımı içerisinde yer alan ekipmanların görev ve adları açıklanmış ve Şekil 3.2'de bu ekipmanlar gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Takım elemanları ve görevleri (Özdemir,2009).

Takımı Elemanları	Tanım ve Görevi
Su Başlığı	Takımın en üst kısmına bağlanır. Sondaj pompasının bastığı sıvının tijler vasıtasıyla matkap ve kuyu içerisine iletilmesini sağlar..
Tij	Sondaj makinasının oluşturduğu dönme hareketini ve baskıyı matkaba ve dolaşım sıvısının kuyu tabanına iletilmesini sağlar. Silindirik boru şeklinde olan tijler çelikten üretilir ve birbirine doğrudan veya maşonlar ile bağlanır.
Karotiyer	Sondaj esnasında matkabin kestiği karotu içerisine alarak karotun yerüstüne çıkartılmasını sağlar.
Portkron	Karotiyer ile matkabı birbirine bağlanmasını sağlar.
Matkap	Sondaj takımının en altta bulunan elemanıdır ve delme işleminin yapılmasını sağlar. Matkaplar çalışılan formasyona yönelik olarak çeşitlilik gösterir.



Şekil 3.2: Karotlu sondaj takımı elamanları (Özdemir,2009).

Sirkülasyon Pompası

Matkabın soğutulması ve formasyon kırıntılarının kuyu dışarısına atılabilmesi için ihtiyaç duyulan dolaşım sıvısının uygun basınç ile kuyu içerisine basılmasını sağlar.

3.1.2.Sondaj İşlemi Ve Sonrası Çalışmaların Ana Adımları

Çalışma alanında kömür madeninin araştırılmasına yönelik olarak sondaj programı oluşturulmuş ve sondajlar uluslararası standart olan JORC standartlarına göre açılmıştır.

Proje kapsamında açılan bütün sondaj kuyuları “Elmas Karotlu Döner Sondaj” olarak açılmıştır.

Bütün sondaj kuyularından 0 metreden sondajın sonuna kadar sondaj kuyusunun başında PQ çapını ve sonra sondaj kuyusunun sonuna kadar HQ çapını kullanarak karot alınmıştır. Karotlu sondajlarda kullanılan standart çaplar Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4: Karotlu sondajlarda standart aplar (Özdemir, 2009).

Boyut	Kuyu apı (dışardan), mm	Kuyu apı (içerden), mm
AQ	48	27
BQ	60	36,5
NQ	75,7	47,6
HQ	96	63,5
PQ	122,6	85

Sondaj alışmaları başlamadan önce bütün sondaj noktaları belirlenmiştir. Bu belirleme işlemi sırasında sondaj noktalarının koordinatları ve kot ölçümleri kayıt edilmiştir.

Sondaj alışmaları devam ederken sondaj logları sorumlu jeolog tarafından derinlik ve kalınlık bilgileri metre cinsinden tolerans payı cm olacak şekilde oluşturulmuştur.

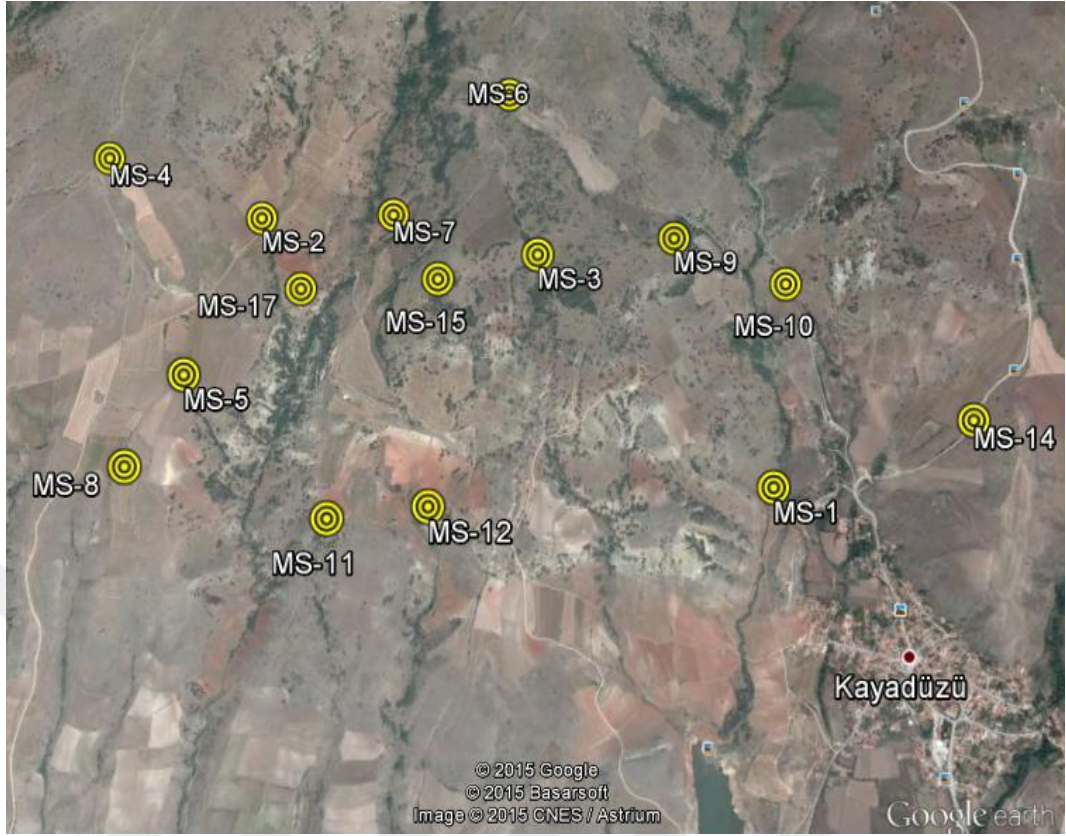
Sondaj alışması biten kuyunun karot sandıklarının fotoğrafları aynı koşullarda ve kamera kullanarak yapılmıştır.

Bütün sondaj sandıkları sandık numarası, sondaj kuyusu numarası (ID) ve derinlik (....'dan-....'a)şeklinde işaretlenerek sandık deposuna kaldırılmıştır.

3.1.3. Sondaj Noktaları Koordinat Bilgileri

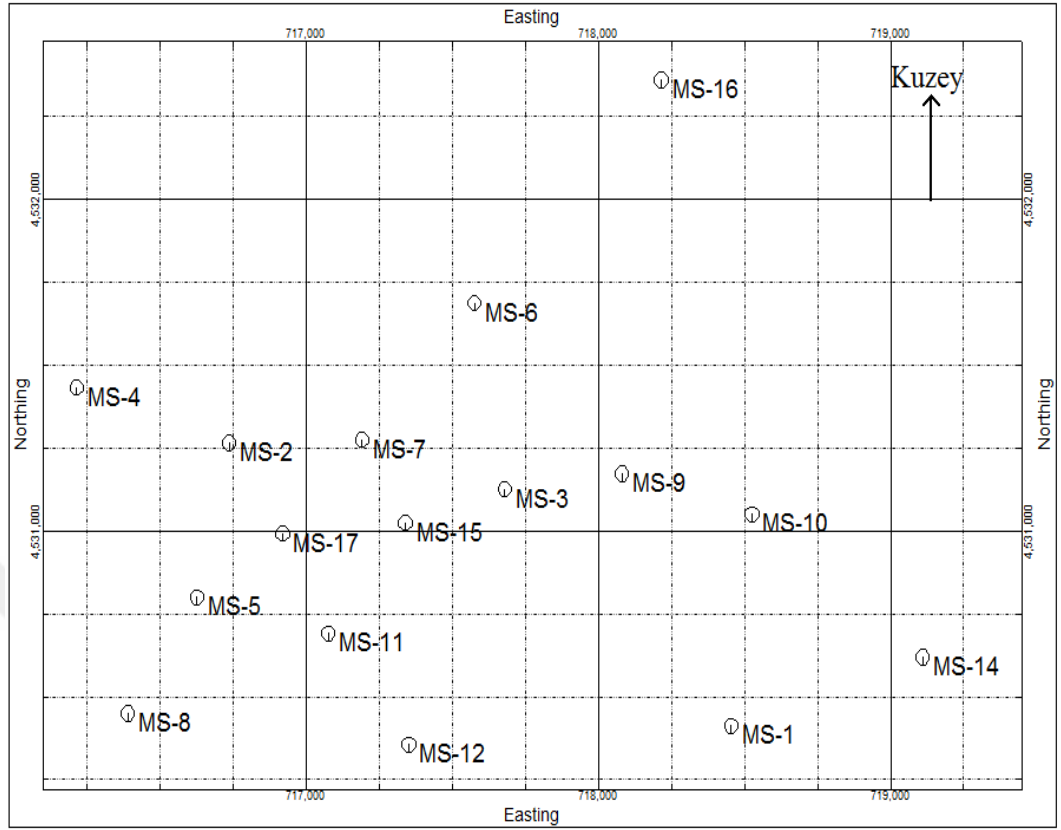
Çalışma alanında kömür madeninin derinlik, kalınlık ve yayılım gibi özelliklerinin belirlenmesine yönelik her biri yaklaşık 1000 m derinliēe sahip 17 adet sondaj kuyusu açılması planlanmıştır. Sondaj kuyularının yerlerinin tespiti, çalışma alanının jeoloji bilgisi ve arazi koşulları göz önüne alınarak yapılmıştır.

Çalışma alanında sondaj noktaları olarak kömür oluşumunun olduēu varsayılan eltekin Senklinali ile Armutlu Antiklinaline yakın olan yerler seçilmiştir.



Şekil 3.3: Sondaj yerleşim Google Earth görünümü.

Sondaj noktaları öncelikle ofis ortamında Google Earth programı üzerinde belirlenmiş (Şekil 3.3), sonrasında sondaj programı başlamadan önce her sondaj yeri gözlemlenerek arazi koşulları sondaj çalışmaları açısından değerlendirilmiştir. Sondaj çalışmalarına uygun olmayan yerlerde belirlenen noktalar en yakın uygun olan koordinatlar ile değiştirilmiş ve nihai sondaj yerleri belirlenmiştir. Şekil 3.4'te nihai sondaj noktaları haritası görülmektedir.



Şekil 3.4: Sondaj yer gösterim haritası.

Sondaj yerlerinin tam olarak belirlenmesinden sonra sondaj çalışmalarına başlanmıştır. Sondaj çalışmaları 2013-2014 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.5'te sondaj noktalarında ait koordinat, yükseklik(rakım) ve sondaj çalışmalarının başlama ve bitiş tarih bilgileri verilmiştir.

17 sondaj olarak yapılan sondaj planlamasından MS -13 numaralı sondaj diğer sondaj noktalarından alınan bilgiye göre çıkartılmıştır.

Tablo 3.5: Sondaj bilgileri.

Sondaj No	Rakım	Kuzey Koordinatı	Doğu Koordinatı	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi
MS-1	685	4.530.412	718,454	27.04.2013	03.06.2013
MS-2	788	4.531.265	716,735	25.05.2013	01.07.2013
MS-3	835	4.531.126	717,679	29.06.2013	02.09.2013
MS-4	856	4.531.432	716,213	10.07.2013	06.08.2013
MS-5	777	4.530.800	716,625	16.08.2013	21.09.2013
MS-6	883	4.531.687	717,575	16.09.2013	07.12.2013
MS-7	808	4.531.275	717,190	16.09.2013	01.11.2013
MS-8	749	4.530.450	716,388	03.10.2013	21.10.2013
MS-09	822	4.531.172	718,080	10.01.2014	10.02.2014
MS-10	767	4.531.050	718,525	05.11.2013	06.12.2013
MS-11	773	4.530.069	717,075	05.12.2013	02.01.2014
MS-12	729	4.530.356	717,350	16.01.2014	25.02.2014
MS-14	739	4.530.619	719,110	05.12.2013	02.01.2014
MS-15	842	4.531.024	717,339	31.08.2014	19.09.2014
MS-16	964	4.532.360	718,215	05.12.2013	09.01.2014
MS 17	772	4.530.992	716,918	14.10.2014	10.11.2014

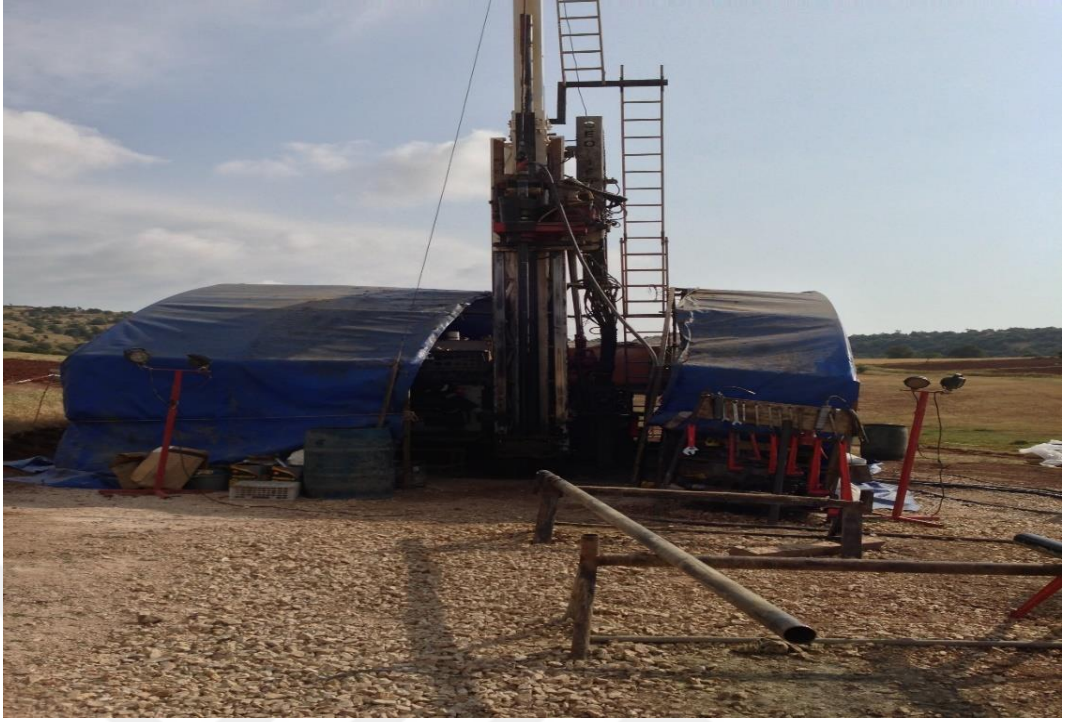
3.1.4.Sondaj Çalışmaları İşlemleri

Sondaj çalışmaları sırasında yapılan işlemleri; sondaj kuyusunun delinmesi, standart sondaj loglarının oluşturulması, karot sandıklarının fotoğraflanması olarak 3 ana başlık altında toplamak mümkündür.

Sondaj Kuyularının Delinmesi

Çalışma alanında toplamda yaklaşık 12.000 metre sondaj yapılmıştır. 2 yıl içerisinde tamamlanan bu sondajlar 600 ile 1000 metre rakımda gerçekleştirilmiştir. Sondaj kuyuları (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6) başta belirlenen prosedürler çerçevesinde toplamda 3 sondaj makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sondaj çalışmaları 7 gün 24 saat olarak 3 vardiya şeklinde gerçekleştirilmiştir. Sondaj ekibi sorumlu jeoloğun kontrolünde, 1 baş sondör, 1 yardımcı sondör, 2 sondaj işçisi olmak üzere toplamda 5 kişidir.



Şekil 3.5: Sondaj kulesi ve çevresi görüntüsü 1.



Şekil 3.6: Sondaj kulesi ve çevresi görüntüsü 2.



Şekil 3.7: Sondaj noktasından arazi görünümü 1.

Şekil 3.7’te MS -16 sondaj noktasından güneye doğru bakıldığında arazi görünümü görülmektedir. Rakım 964 metredir.

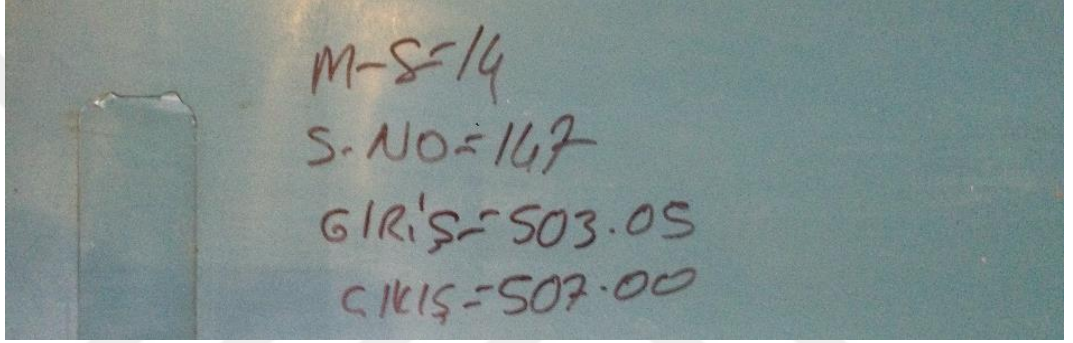


Şekil 3.8: Sondaj noktasından arazi görünümü 2.

Şekil 3.7’te MS -07 sondaj noktasından güneye doğru bakıldığında arazi görünümü görülmektedir. Rakım 808 metredir.



Şekil 3.10: Karot sandığı.



Şekil 3.11: Karot sadık kapağı örnek etiketi.



Şekil 3.12: Karot sandık deposu görünümü.

3.2. Kuyu Logu Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında, sondaj işlemleri devam ederken sondaj işlemi tamamlanmış kuyularda sondaj verilerinin güvenilirliğini sağlamak ve sondaj çalışmalarında karot kaybından dolayı görülemeyen olası kömür damarlarını açığa çıkarmak amacı ile kuyu logu ölçümü yapılmıştır.

Çalışma kapsamında kömür damarının varlığını ortaya çıkarmak amacı ile kuyu logu yöntemlerinden “Gamma Ray Logu, Gamma-Gamma Logu ve Nötron Logu” kullanılmıştır.

3.2.1. Kuyu Logu Yöntemi

Kuyu logu sondaj kuyularında yapılan bir jeofizik yöntemdir. Kuyu logu yöntemi sondajda geçilen formasyonların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimlerinin derinliğin bir fonksiyonu olarak kayıt altına alınması esasına dayanır. Her formasyonun fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olduğundan formasyonlarının derinliğe bağlı olarak ayrımının yapılmasını sağlar (Kanlı ve diğ., 1999, Kanlı ve diğ., 2000).

Loglar, yerinde ölçüldüğünden dolayı kesin bilgiler içermekte ve jeolojik bilgiler ile birlikte değerlendirildiğinde aranan rezerv hakkında oldukça gerçekçi bilgiler vermektedir.

Kuyu logu çalışmalarında kaydedilen parametreler, rezistivite, yoğunluk, radyoaktivite, sıcaklık gibi parametrelerdir. Bu parametrelerle birlikte bazı durumlarda çamur keki ve sondaj kuyu çapı gibi parametrelerde kayıt altına alınıp, yorumlama kısmında kullanılabilir (Pekiner, 2002)

Kuyu logu çalışmalarından; formasyonlara ait öz direnç, gözeneklilik, geçirgenlik, yoğunluk, cins, kalınlık, eğim, doğrultu, radyoaktivite gibi bilgiler elde edilebilir (Singh et al, 2016, Kanli ve diğ., 2000).

Kuyu log kayıtlarından elde edilen bu bilgiler, jeolojik bilgiler ile birlikte değerlendirilerek yorum yapılır. Bu yorum sonucunda çalışma sahasına ait bilgiler açıklanacağı gibi sondaj işlemi sırasında geçilen formasyonlar hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olunur.

3.2.2.Kuyu Logu Yönteminin Kullanım Alanları

Kuyu logu çalışmaları genel olarak petrol ve doğal gaz arama çalışmalarında, jeotermal arama çalışmalarında ve maden arama çalışmalarında açılan sondaj kuyularında uygulanmaktadır.

Maden aramalarında kuyu logu çalışmaları, sondajlarda oluşabilecek karot kaybı durumunda doğru yorumun yapılması ve sondajlarda karot kalitesinin yetersizliği durumunda doğru yorumun yapılmasını sağlar.

Ayrıca kuyu logu çalışmaları sondaj kuyusundan elde edilen jeolojik bilgilerin denetlenmesi ve kontrol edilmesi, aranılan bölgede ki cevherin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gibi konularda bilgi verir.

3.2.3.Kuyu Logu Yöntemi Sınıflandırması

Kuyu logları genel olarak SP logu, Özdirenç logu, Radyoaktif loglar ve sonik log olmak üzere 4 ana grubu ayrılır. Bu loglara ek olarak bazı zamanlarda Kaliper Logu, Sıcaklık Logu, akışkan metre Logu ve CCL logu da kullanılan loglar arasındadır (Pekiner, 2002). Tablo 3.6’da Kuyu logu sınıflandırması verilmiştir.

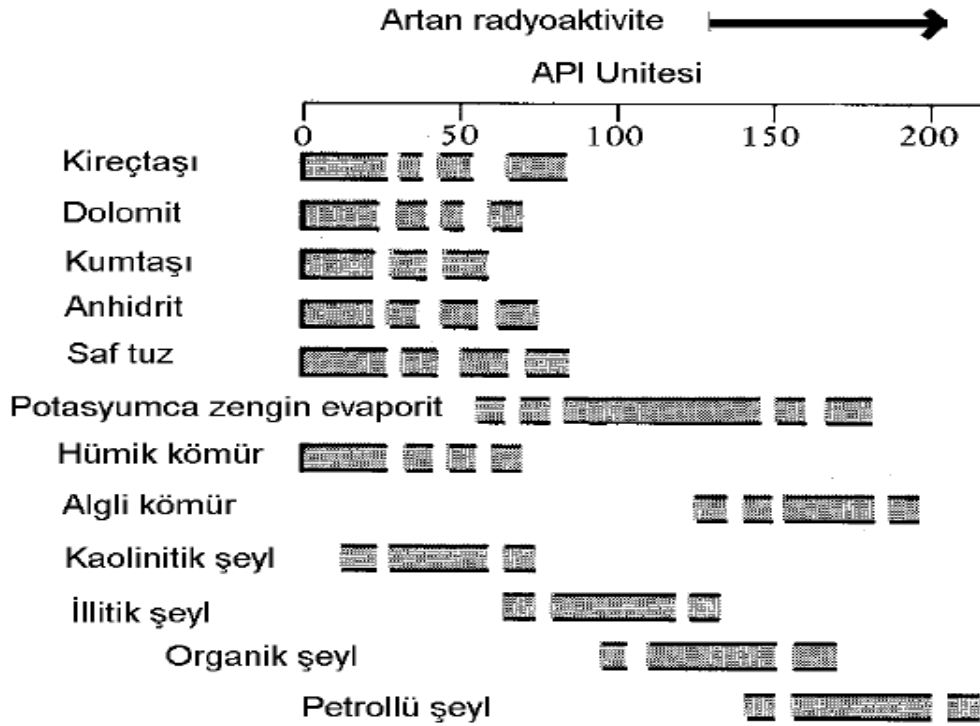
Tablo 3.6: Kuyu logu sınıflandırması (Pekiner, 2002).

KUYU LOGU SINIFLANDIRMASI				
SP LOGU	ELEKTRİK LOGU	RADYOAKTİF LOGLAR	SONİK LOG	DİĞER
SP LOGU	Elektrodlü Ölçü Sistemleri İndüksiyon Ölçü Sistemleri	Gamma Ray Gamma-Gamma (Yoğunluk) Nötron	Sonik Log	Kaliper Sıcaklık CCL

Bu çalışma kapsamında çalışma alanında ki kömür damarının yeri ve kalınlığının tespit edilmesine yönelik olarak Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron Log ölçümleri alınmıştır.

3.2.3.1.Gamma Ray Logu

Bu yöntemde kayaların radyoaktiviteleri farkı ölçülür. Kayaların içerisinde ki radyoaktif maddelerin bozunması sonucunda ortaya çıkan gamma ışınlarının API derecesi cinsinden derinliğin bir fonksiyonu olarak kayıt altına alınır (Pekiner, 2002).



Şekil 3.13: Gamma Ray logu yorumu (Pekiner, 2002).

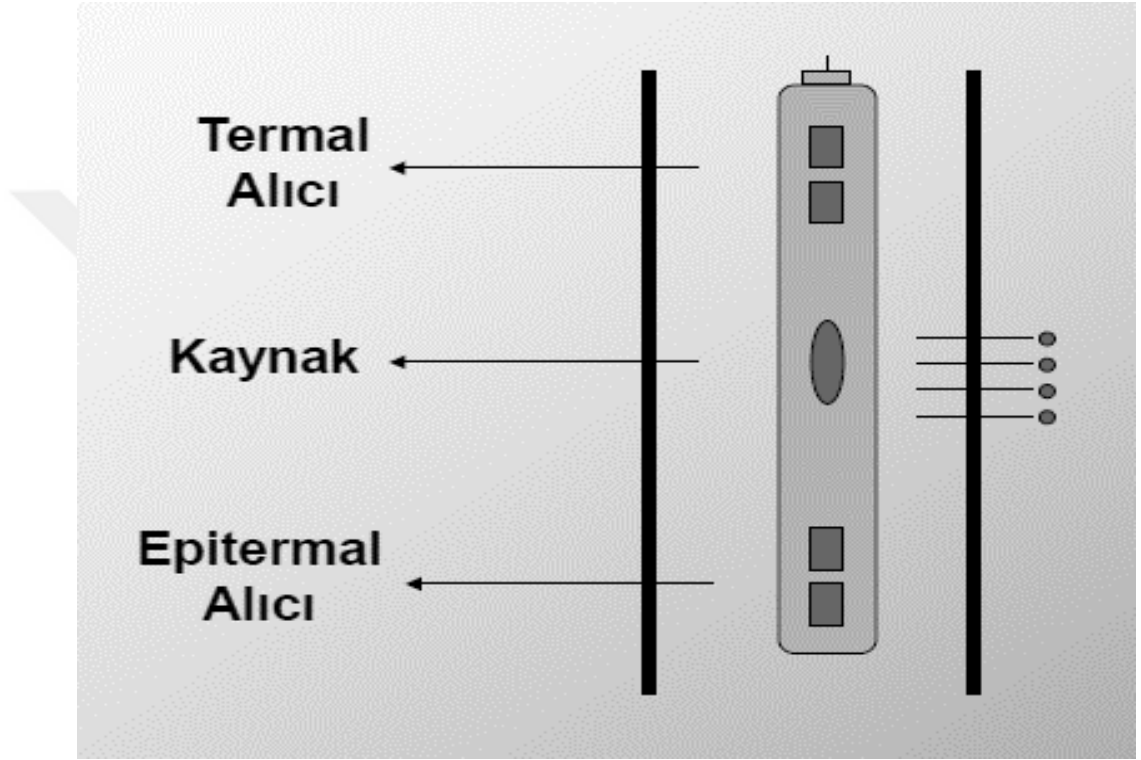
Gamma Ray logu; litolojik ayırım, formasyonların kil ve şeyl oranının, kömür tabakası gibi radyoaktif olmayan tabakaların belirlenmesi ve kuyu korelasyonunda kullanılır.

Gamma Ray logu yorumunda genel olarak düşük gamma ray yoğunluğu içeren formasyonlar olarak temiz kumlar, çakıllar, kumtaşları, kireçtaşları, dolomit, anhidrit, tuz, linyit sayılabilir. Düşük gamma ray okumaları, çok porozlu ve geçirgen akiferler veya geçirimsiz kayaçların göstergesi olarak tanımlanabilir. Ancak bu ayrımlılığın sağlanabilmesi için jeolojik bilgilere gereksinim vardır. Genelde, çok düşük radyo-aktiviteli kayaçların bulunduğu bir ortamda yüksek değerli olarak gözlenen birimler olasılıkla kil biriminden oluşmaktadır. Killi kayaçların karşısında gözlenen değerler ise daha düşük olur. Kil miktarındaki değişimler gamma ray yoğunluğu ile orantılı olarak değişir (Danışman ve Akgün, 2000).

Gamma Ray logunun yorumu diğer loglar ve jeolojik bilgiler ile birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır.

3.2.3.2. Nötron Logu

Bu yöntemde formasyon sonda içerisindeki radyoaktif bir kaynak tarafından nötron bombardımanına tutulur. Bu olay sonucunda formasyon içerisinde bulunan hidrojen miktarına bağlı olarak formasyondan gamma ışınları çıkmaya başlar. Çıkan bu gamma ışınları sonda üzerinde bulunan bir alıcı vasıtası ile kayıt altına alınır (Şekil 3.14). Nötron logu kireçtaşı (LPU) veya kumtaşı (SPU) porazite birimi ile ölçülür (Pekiner, 2002).



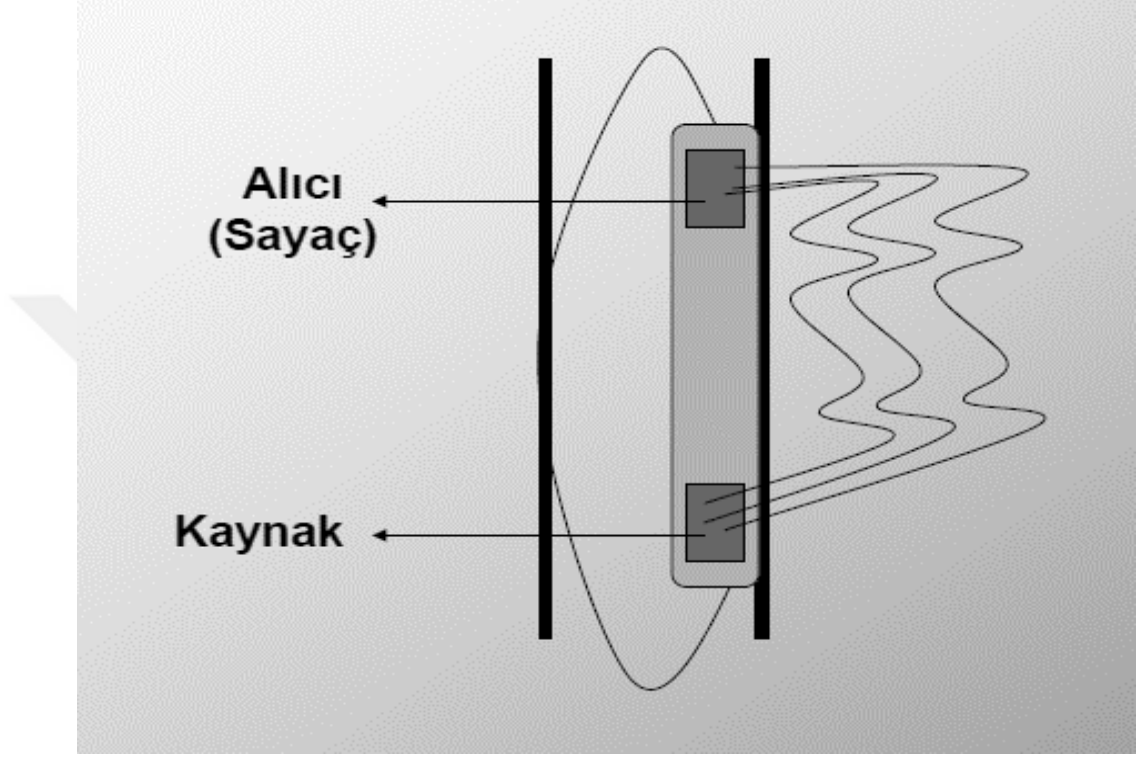
Şekil 3.14: Nötron Logu sonda sistemi (Pekiner, 2002).

Nötron logu gazlı zonların belirlenmesinde, doymuş su miktarının hesaplanmasında ve gözeneklilik tayini çalışmalarında kullanılır. Ayrıca kömür tabakası gibi radyoaktif olmayan mineral tabakaların belirlenmesinde diğer kuyu logu yöntemleri ile birlikte kullanılır (Pekiner, 2002).

Nötron logu yorumunda; düşük değerler radyoaktif materyal içermeyen kumlar, çakıllar, kumtaşları, kireçtaşları, dolomit, anhidrit, tuz ve linyiti ifade eder. Doğru yorumun yapılabilmesi için diğer kuyu logu yöntemleri ve jeolojik formasyon bilgileri ile birlikte değerlendirilmedir (Pekiner, 2002).

3.2.3.3. Gamma - Gamma (Yoğunluk) Logu

Bu yöntemde sonda dizgisinde bulunan gamma ışınları yayabilen bir radyoaktif kaynak ile gamma ışınları formasyon içerisine gönderilir. Formasyondan geri dönen gamma ışınları miktarı gamma-gamma aleti ile ölçülür (Pekiner, 2002).



Şekil 3.15: Gamma-Gamma logu sonda dizgisi (Pekiner, 2002).

Gamma - Gamma logu gözeneklilik tayininde, doğal gaz kontrolünde ve HC belirlemede yaygın olarak kullanılan kuyu logu çalışmasıdır.

Gamma – Gamma logu yoğunluk tayininde kullanılan bir yöntem olduğundan diğer loglar ve jeolojik bilgilerle birlikte yorumlanarak değerlendirilirler (Pekiner, 2002).

3.2.4.Kuyu Logu Uygulamaları

Çalışma sahasında sondaj kuyusunun tamamlanmasında sonra, kömür damarı içeren sondaj kuyularında jeofizik araçları kullanılarak kuyu logu ölçümleri alınmıştır.

Sondaj kuyusunun tamamlanmasından sonra, bütün kömür damarı içeren sondaj kuyuları başlangıçtan kuyu sonuna kadar kuyu logu yöntemleri ile incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron logu sahada direkt olarak kömür içeren sondaj kuyularına uygulanmıştır.

3.2.5.Kuyu Logu Arazi Çalışmaları

Sondaj çalışmalarının ardından kömür damarı kesen sondajlarda, Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron logları MTA ve özel bir şirket tarafından uygulanmıştır. Kuyu logu ekibi, kuyu işlemleri bitirildikten sonra proje alanına çağrılmış ve gerekli ekipman ile sondaj kuyusu yerine gelen ekip ölçümleri yapmıştır. Tablo 3.7’de çalışma kapsamında uygulanan kuyu logu yöntemleri ve sondaj kuyuları verilmiştir.

Tablo 3.7: Sondajlarda uygulanan kuyu logu yöntemleri.

Sondaj No	Gamma Ray Logu	Nötron Logu	Gamma Gamma Logu
MS-1	Var	Var	Var
MS-2	Var	Var	Var
MS-3	Var	Var	Var
MS-4	Var	Var	Var
MS-5	Var	Var	Var
MS-6	Yok	Yok	Yok
MS-7	Var	Var	Var
MS-8	Yok	Yok	Yok
MS-09	Var	Var	Yok
MS-10	Var	Var	Var
MS-11	Var	Var	Var
MS-12	Yok	Yok	Yok
MS-14	Yok	Yok	Yok
MS-15	Var	Var	Var
MS-16	Yok	Yok	Yok
MS 17	Var	Var	Var

4. BULGULAR

Çalışma alanındaki kömür damarının derinliği, kalınlığı, yayılımı ve rezervinin belirlenmesinde, çalışma alanında açılan sondajlardan elde edilen bilgiler ve sondajlardan alınan kuyu logu ölçüm verileri kullanılmıştır.

Öncelikle sondajlardan alınan veriler açıklanmış ve bu veriler kuyu logu ölçümleri ile korele edilmiştir. Korelasyon sonucunda sondaj verilerinin doğruluğu ortaya çıkarılmıştır.

Sondajlardan alınan veriler kuyu logu ölçümleri ile korelasyonu yapıldıktan sonra 3 boyutlu jeolojik modelleme programı olan Rockware Rockworks 16 © programı yardımıyla, çalışma alanının 3B Jeolojik modeli ve bu modelden alınan jeolojik kesitler oluşturulmuştur. Bu model ve kesitler yardımı ile kömür damarının konumu ve yayılımı belirlenmiştir.

Çalışma alanında ki kömür damarına yönelik 3B modelleme ve 2B kalınlık, kömür giriş çıkış derinlikleri haritaları yine aynı program yardımıyla oluşturulmuştur. Bu model ve haritalar yardımı ile kömür damarının derinliği ve kalınlığı belirlenmiştir.

Ayrıca çalışma alanında 2009 yılında Merty Enerji tarafından yapılan 2B sismik yansıma çalışmasına ait kesitler, sondaj verileri ile oluşturulan 3B jeolojik model üzerinden alınan kesitler ile karşılaştırılmış ve korelasyonu yapılmıştır.

Derinliği, yayılımı, kalınlığı belirlenen kömür damarına yönelik rezerv çalışması Rockware Rockworks 16 © programı kullanılarak yapılmıştır. Program içerisinde bulunan rezerv miktarının belirlenmesine yönelik metotlardan Üçgenleştirme metodu (Delaunay Triangulation Method), Katı Modelden Hacim Hesabı (Volumetric - Based on Solid Model) ve Grid Modelden Hacim Hesabı (Volumetric – Based on Grid Model) metotları kullanılarak bölgedeki kömür damarının ortalama rezervi bulunmuştur.

4.1. SONDAJ ÇALIŞMALARI SONUÇLARI

Çalışma alanında kömür madeni araştırmasına yönelik olarak 16 adet sondaj açılmıştır. Sondajların en sığ derinliği 631 m ve en derini ise 992 m toplam derinliğe sahiptir. Sondaj noktaları en düşük 685m en yüksek ise 964 m yüksekliğe sahiptir.

Sondajlar yer yüzeyinden başlayarak 90 derecelik dik bir açıyla delinmiştir. Sondajlar genel olarak çalışma alanında ki temel kaya olan kireç taşına ulaşana kadar devam etmiş ve temel kaya içerisinde kısa bir süre ilerledikten sonra sonlandırılmıştır.

MS-13 sondajı sondaj programının ilerleyen zamanlarında açılan sondaj kuyularının durumuna bakılarak iptal edilmiştir.

Tablo 4.1’de sondajlara ait toplam derinlik ve kömür damarı kalınlığı bilgileri verilmiştir. Yapılan 16 sondajın 11 tanesinde 13 m ile 2 m arasında kömür damarı kesilmiştir.

Tablo 4.1: Sondajlarda ki kömür damarı kalınlık bilgileri.

Sondaj No	Rakım	Kuzey Koordinatı	Doğu Koordinatı	Toplam Derinlik (m)	Kömür Damarı Kalınlık (m)
MS-1	685	4,530,412	718,454	631	3
MS-2	788	4,531,265	716,735	892	10
MS-3	835	4,531,126	717,679	992	11
MS-4	856	4,531,432	716,213	945	7
MS-5	777	4,530,800	716,625	854	9
MS-6	883	4,531,687	717,575	872	0
MS-7	808	4,531,275	717,190	851	5
MS-8	749	4,530,450	716,388	878	0
MS-09	822	4,531,172	718,080	904	9
MS-10	767	4,531,050	718,525	776	2
MS-11	773	4,530,690	717,075	821	9
MS-12	729	4,530,356	717,350	873	0
MS-14	739	4,530,619	719,110	622	0
MS-15	842	4,531,024	717,339	978	13
MS-16	964	4,532,360	718,215	939	0
MS 17	772	4,530,992	716,918	809	2

Sondaj kayıtlarına bakıldığında, kömür damarının en kalın bölümü 13 m ve en ince bölümü ise 2 m olduğu görülmektedir. Sondajlarda ortalama olarak 7,6m kömür damarı kesilmiştir. Kömür damarının bulunmadığı sondajlar kömür madeni sınırının belirlenmesinde önemli rol oynamıştır.

Bu çalışmada sondaj kayıtlarına ait topoğrafik haritanın ve sondaj yer bildirim haritasının oluşturulmasında jeolojik modelleme programı olan Rockware Rockwork 16 © programı kullanılmıştır.

İlk olarak bütün sondaj kuyularına ait veriler sayısal hale getirilerek program girişine uygun hale getirilmiştir. Bu işlem için MS Excel programı kullanılmıştır. MS Excel’de 2 sayfalık bir dosya oluşturulmuş ve bu dosya Rockware Rockworks 16 © programına entegre edilmiştir.

İlk sayfa yer bildirim olarak tanımlanmış ve sondaj kuyusu isimleri, sondajlara ait doğu batı koordinatları, rakım ve toplam derinlik bilgileri ayrı ayrı sütunlarda verilmiştir. Sondajlara ait koordinat bilgileri UTM koordinat sisteminde verilmiştir. Şekil 4.1’de sayısallaştırılmış sondaj verileri ile oluşturulan ilk veri giriş sayfası görülmektedir.

	A	B	C	D	E
1	Kuyu Adı	Doğu Koordinatı	Kuzey Koordinatı	Rakım (m)	Toplam Derinlik (m)
2	MS-1	718,454	4,530,412	685.0	631.0
3	MS-2	716,735	4,531,265	788.0	892.0
4	MS-3	717,679	4,531,126	835.0	992.0
5	MS-4	716,213	4,531,432	856.0	945.0
6	MS-5	716,625	4,530,800	777.0	854.0
7	MS-6	717,575	4,531,687	883.0	872.1
8	MS-7	717,190	4,531,275	808.0	851.5
9	MS-8	716,388	4,530,450	749.0	878.0
10	MS-9	718,080	4,531,172	822.0	904.0
11	MS-10	718,525	4,531,050	767.0	776.0
12	MS-11	717,075	4,530,691	773.0	821.7
13	MS-12	717,350	4,530,356	729.0	873.0
14	MS-14	719,110	4,530,619	739.0	622.1
15	MS-15	717,339	4,531,024	842.0	978.8
16	MS-16	718,215	4,532,360	964.0	939.0
17	MS-17	716,918	4,530,992	772.0	809.3
18	MK 1	717,504	4,530,686	770.0	868.0
19	MK 2	716,920	4,531,768	841.0	770.0
20	SL97/1	718,877	4,530,521	697.0	744.0

Şekil 4.1: Sayısallaştırılmış sondaj verileri - sayfa 1.

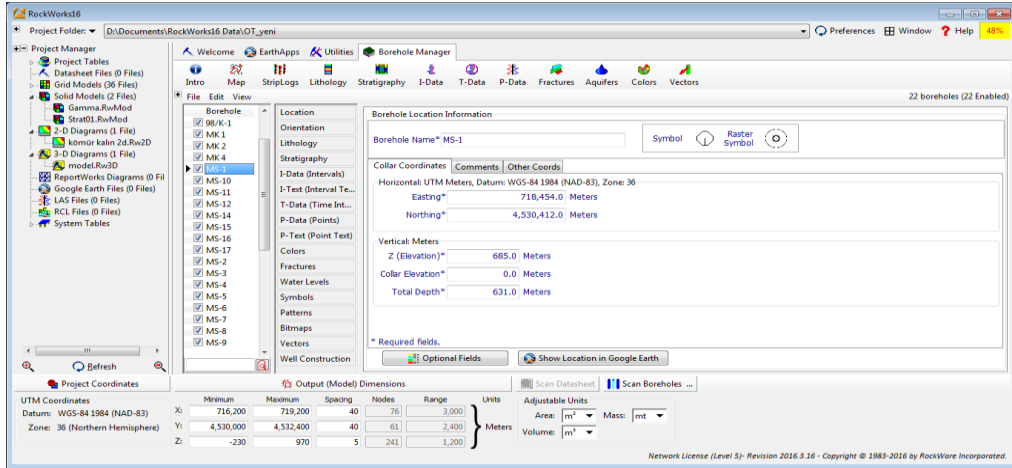
İkinci sayfa da ise sondaj verileri her sondaj için sondaj kuyusu isimleri, formasyona giriş metresi, formasyondan çıkış metresi ve formasyon adı bilgileri ayrı ayrı sütunlarda

verilmiştir. Şekil 4.2’de sayısallaştırılmış sondaj verileri ile oluşturulan 2’nci veri giriş sayfası görülmektedir.

	A	B	C	D
1	Kuyu Adı	Derinlik 1 (m)	Derinlik 2 (m)	Formasyon
2	MS-1	0.0	35.0	Osmanoğlu Fm.
3	MS-1	35.0	310.5	Narlı Volkanitleri
4	MS-1	310.5	435.4	Armutlu Fm.
5	MS-1	435.4	538.5	Üst Çeltek Fm.
6	MS-1	538.5	620.9	Alt Çeltek 1 Fm.
7	MS-1	620.9	623.9	Kömür Damarı
8	MS-1	623.9	631.0	TK- Kireç Taşı
9	MS-2	0.0	147.5	Osmanoğlu Fm.
10	MS-2	147.5	521.2	Narlı Volkanitleri
11	MS-2	521.2	664.7	Armutlu Fm.
12	MS-2	664.7	744.8	Üst Çeltek Fm.
13	MS-2	744.8	870.8	Alt Çeltek 1 Fm.
14	MS-2	870.8	880.8	Kömür Damarı
15	MS-2	880.8	892.0	TK- Kireç Taşı
16	MS-3	0.0	64.1	Volkanitler
17	MS-3	64.1	205.7	Osmanoğlu Fm.

Şekil 4.2: Sayısallaştırılmış sondaj verileri - sayfa 2.

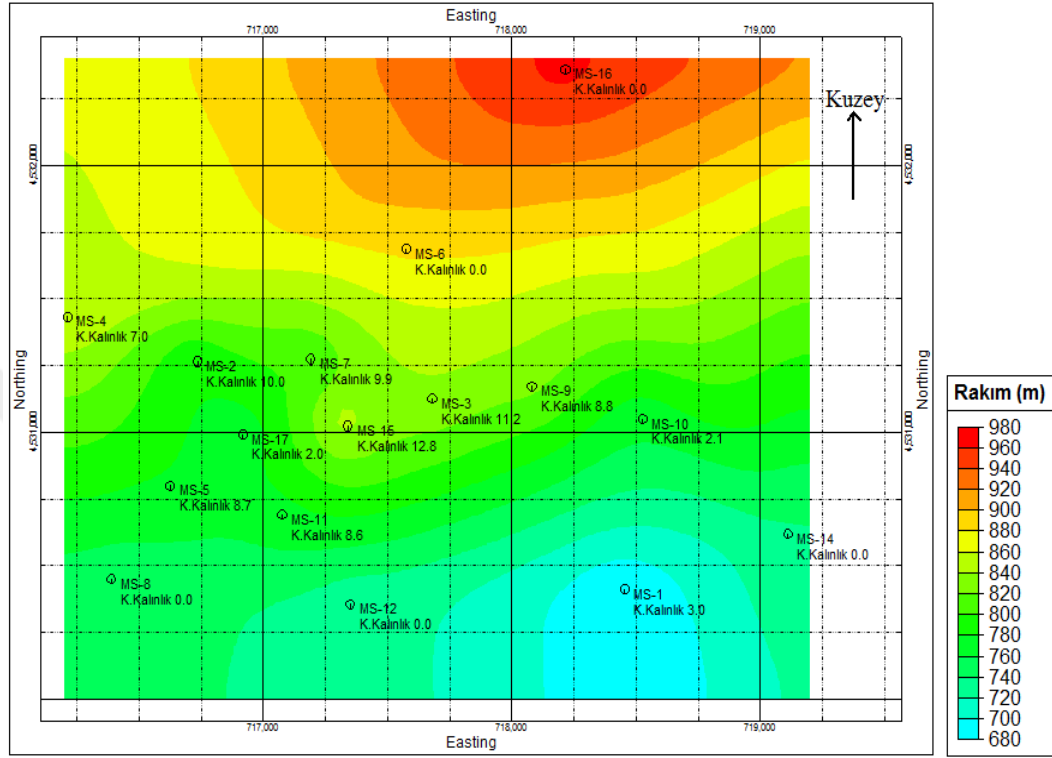
Program kullanımına uygun hale getirilen sondaj verileri MS Excel dosyası Rockware Rockworks 16 © programına aktarılmıştır.



Şekil 4.3: Rockware Rockworks 16 © programı ana ekran görüntüsü.

Rockware Rockworks 16 © programına girişi yapılan sondaj verileri, daha sonra ki jolojik çalışmalarda da kullanılmıştır.

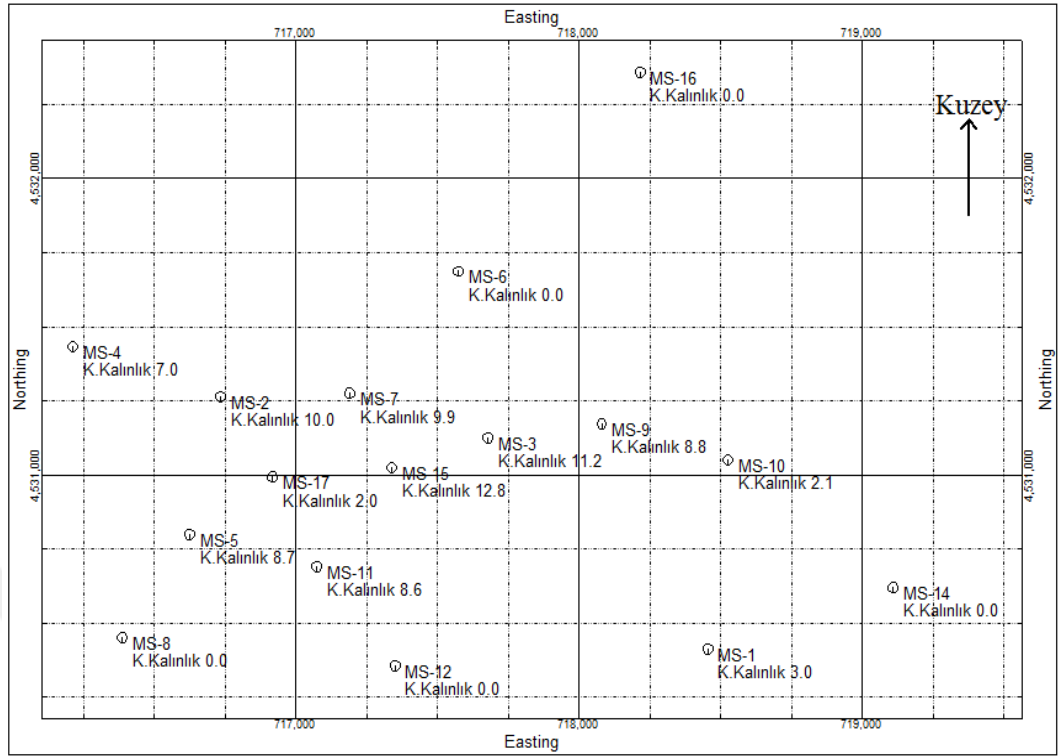
Rockware Rockworks 16 © programına aktarılan sondaj verileri ile ilk olarak çalışma alanına ait topoğrafya haritası ve kömür kalınlıklarını gösteren sondaj yer gösterim haritası oluşturulmuştur.



Şekil 4.4: Çalışma alanının topoğrafya haritası.

Şekil 4.4 incelendiğinde, kuzey doğu yönünde yükseltinin yaklaşık 1000 metreyi bulduğu ve güneye doğru inildiğinde yükselti değerinin 680 metreye kadar indiği görülmektedir.

Çalışma alanında yaklaşık 300 metrelik bir rakım (yükselti) farkı bulunmaktadır. Çalışma alanının güneyi kuzeyine göre daha alçak konumdadır. Sondajların yoğun olarak yapıldığı çalışma alanının merkezinde yükselti değişiklikleri fazla değildir. Bu alanda yükselti yaklaşık olarak 720 m ile 840 m arasında değiştiği Şekil 4.4'te görülmektedir.



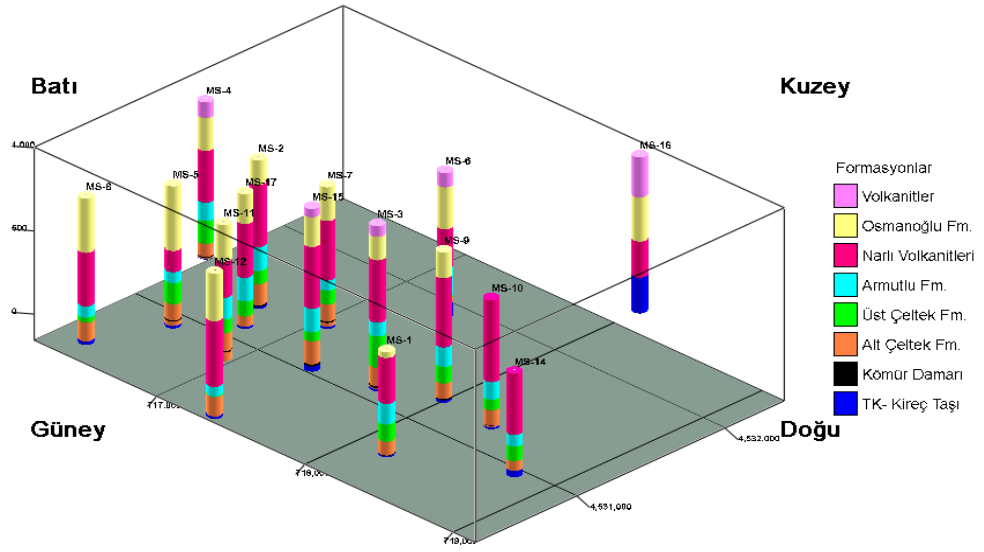
Şekil 4.5: Kömür kalınlıkları ile sondaj noktaları.

Şekil 4.5'te orta bölümündeki sondajlarda kömür damarı bulunduğu görülürken kenar kısımlarında ki sondajlarda kömür damarına rastlanmadığı görülmektedir. Kömür damarının sınırları bu sondajlar ile çizilmiştir.

4.1.1.Sondaj Loglarının İncelenmesi

Çalışma alanında açılan sondajların incelenmesine yönelik olarak Rockware Rockworks 16 © programı kullanılarak daha önceden girilmiş olan sondaj verileri ile 3B sondaj logları haritası ve her bir sondaja ait 3B sondaj logları oluşturulmuştur. Şekil 4.6'da 3 boyutlu sondaj logları güney-doğu bakış açısıyla görülmektedir.

Sondajlarda genel olarak üstten alta doğru birimler; Volkanitler, Osmanoğlu Fm, Narlı Volkanitleri, Armutlu Fm, Üst Çelték Fm, Alt Çelték Fm, ve TK kireç taşı olarak sıralanmaktadır.



Şekil 4.6: 3 boyutlu sondaj logları.

Çalışma alanında ki kömür damarı Alt Çeltek formasyonu içerisinde bulunmaktadır. Kömür damarı genel olarak Alt Çeltek formasyonun alt bölümünde bulunmakta ve yer yer temel kaya olan kireç taşı üzerine oturmaktadır.

Sondajlarda görülen birimlere ait genel özellikler Tablo 4.2’de açıklanmıştır. Buna göre Volkanitler, Osmanoğlu Fm ve Narlı Volkanitleri Üst Eosen yaşı, Armutlu Fm Orta Eosen yaşı ve Üst Çeltek Fm, Alt Çeltek Fm Alt Eosen yaşıdır. Alt Çeltek formasyonu içerisinde bulunan kömür damarı Alt Eosen zamanında oluşmuştur. Çalışma alanında ki en yaşlı birim havzanın temelini oluşturan Üst Kretase yaşı kireç taşıdır.

Tablo 4.2: Formasyonların genel özellikleri.

Birim Adı	Yaşı	Açıklama
Volkanitler	Üst Eosen	Volkanik Breş, Tüfit, Andezit
Osmanoğlu Fm.	Üst Eosen	Marn Kireçtaşı, Kum Taşı
Narlı Volkanitleri	Üst Eosen	Aglomera, Andezit Tüfit, Yer Yer Kumtaşı, Kilitaşı
Armutlu Fm.	Orta Eosen	Kumtaşı Kilitaşı, Bitümlü Şeyl
Üst Çeltek Fm.	Alt Eosen	Çakilitaşı, Kilitaşı, Kumtaşı
Alt Çeltek Fm.	Alt Eosen	Kilitaşı, Kumtaşı, Kilitaşı, Bitümlü Marn
Kömür Damarı	Alt Eosen	Sert Parlak Kömür
TK- Kireç Taşı	Üst Kretase	Krem Renkli Sert İnce Orta Tabakalı Kireç Taşı

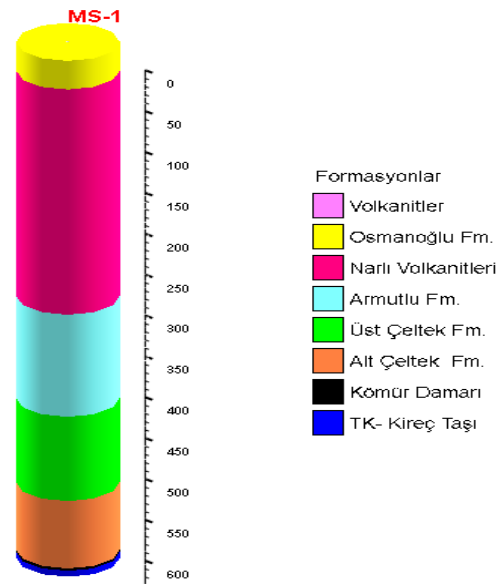
4.1.1.1.MS – 01 Sondajı

MS-01 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.3 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.3: MS-01 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-1
Rakım	685
Kuzey Koordinatı	4.530.412
Doğu Koordinatı	718,454
Başlama Tarihi	27.04.2013
Bitiş Tarihi	03.06.2013
Toplam Derinlik (m)	631
Kömür Damarı Kalınlık (m)	3

MS-01 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 620.8 – 623.8 metreler arası 3 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.7: MS-01 sondaj logu 3B gösterimi.

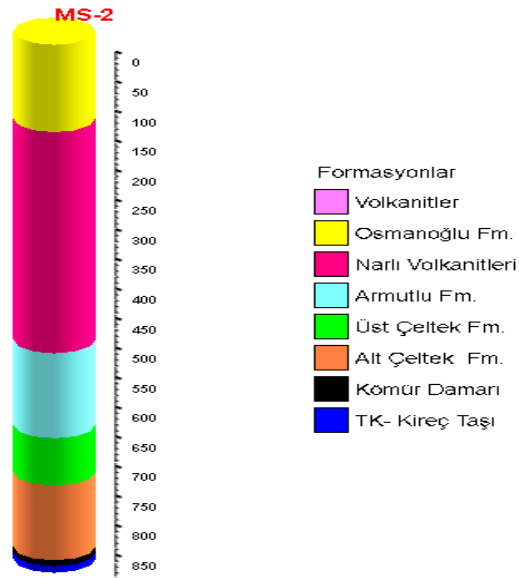
4.1.1.2. MS -02 Sondajı

MS-02 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.4 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.4: MS-02 sondajı bilgileri.

Sondaj No	MS-2
Rakım	788
Kuzey Koordinatı	4.531.265
Doğu Koordinatı	716,735
Başlama Tarihi	25.05.2013
Bitiş Tarihi	01.07.2013
Toplam Derinlik (m)	892
Kömür Damarı Kalınlık (m)	10

MS-02 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 870.0 – 880.0 metreler arası 10 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmış ve sonlandırılmıştır.



Şekil 4.8: MS-02 sondaj logu 3B gösterimi.

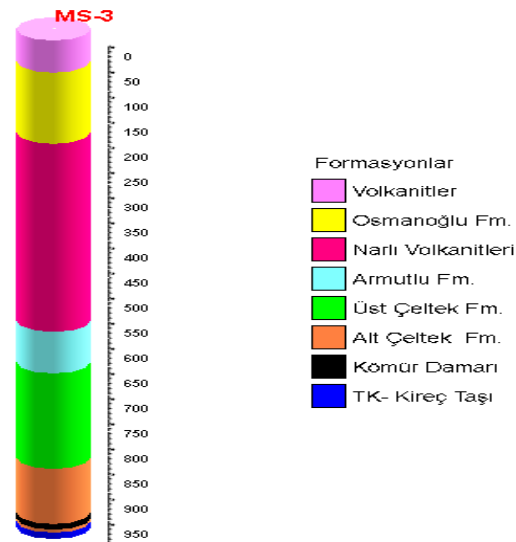
4.1.1.3.MS - 03 Sondajı

MS-03 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.5 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.5: MS-03 sondajı bilgileri.

Sondaj No	MS-3
Rakım	835
Kuzey Koordinatı	4.531.126
Doğu Koordinatı	717.679.00
Başlama Tarihi	29.06.2013
Bitiş Tarihi	02.09.2013
Toplam Derinlik (m)	992
Kömür Damarı Kalınlık (m)	11

MS-03 sondajında sırası ile Volkanitler, Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 962,3 -973,3 metreler arası 11 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.9: MS-03 sondaj logu 3B gösterimi.

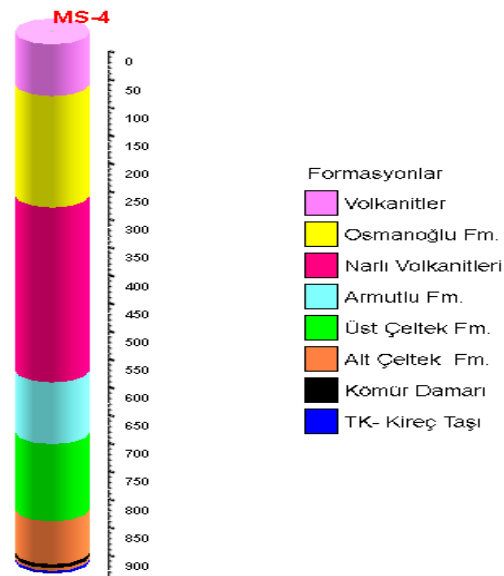
4.1.1.4.MS -04 Sondajı

MS-04 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.6 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.6: MS-04 sondajı bilgileri.

Sondaj No	MS-4
Rakım	856
Kuzey Koordinatı	4.531.432
Doğu Koordinatı	716.213.00
Başlama Tarihi	10.07.2013
Bitiş Tarihi	06.08.2013
Toplam Derinlik (m)	945
Kömür Damarı Kalınlık (m)	7

MS-04 sondajında sırası ile Volkanitler, Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 928,3 – 935,3 metreler arası 7 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmışla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.10: MS-04 sondaj logu 3B gösterimi.

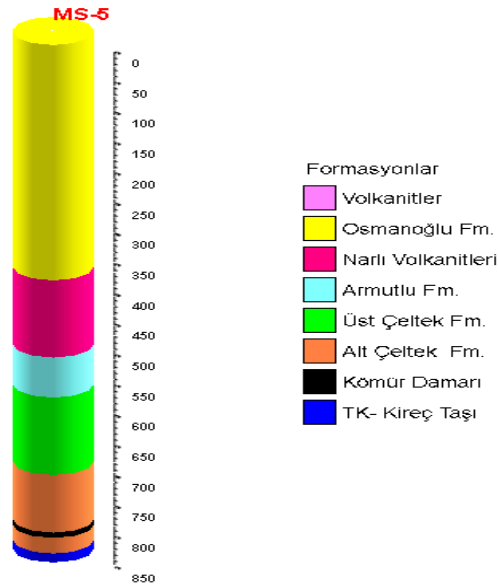
4.1.1.5.MS - 05 Sondajı

MS-05 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.7 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.7: MS-05 sondajı bilgileri.

Sondaj No	MS-5
Rakım	777
Kuzey Koordinatı	4.530.800
Doğu Koordinatı	716.625.00
Başlama Tarihi	16.08.2013
Bitiş Tarihi	21.09.2013
Toplam Derinlik (m)	854
Kömür Damarı Kalınlık (m)	9

MS-05 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 804,0 – 813,0 metreler arası 9 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmış ve sonlandırılmıştır.



Şekil 4.11: MS-05 sondaj logu 3B gösterimi.

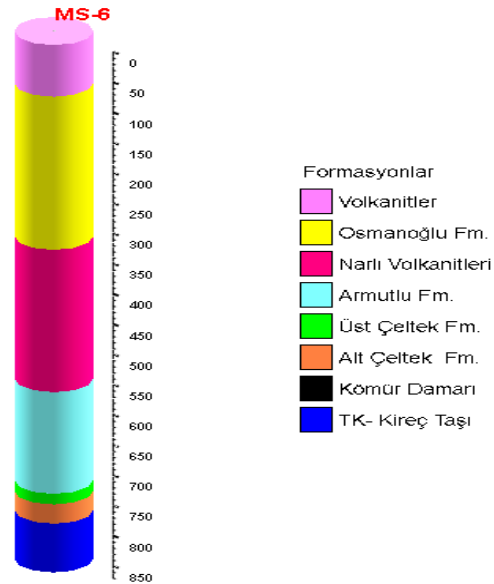
4.1.1.6.MS - 06 Sondajı

MS-06 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.8 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.8: MS-06 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-6
Rakım	883
Kuzey Koordinatı	4.531.687
Doğu Koordinatı	717.575.00
Başlama Tarihi	16.09.2013
Bitiş Tarihi	07.12.2013
Toplam Derinlik (m)	872.1
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MS-06 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çelteç Formasyonu görülmüştür. Üst Çelteç Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çelteç Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.12: MS-06 sondaj logu 3B gösterimi.

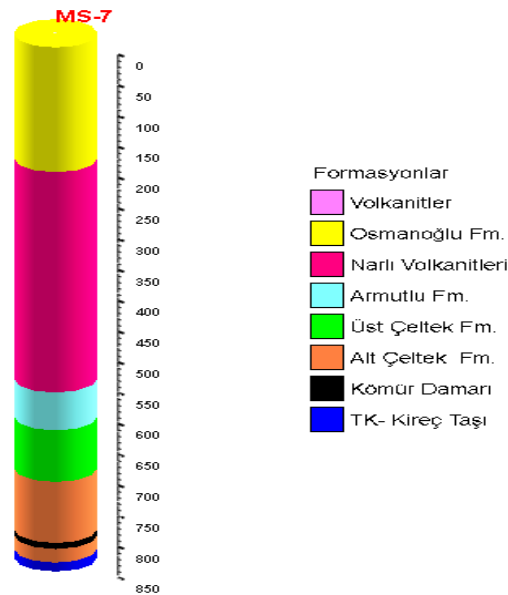
4.1.1.7.MS -07 Sondajı

MS-07 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.9 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.9: MS-07 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-7
Rakım	808
Kuzey Koordinatı	4.531.275
Doğu Koordinatı	717.190.00
Başlama Tarihi	16.09.2013
Bitiş Tarihi	01.11.2013
Toplam Derinlik (m)	851.5
Kömür Damarı Kalınlık (m)	10

MS-07 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 805,0 – 815,0 metreler arası 10 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmış ve sonlandırılmıştır.



Şekil 4.13: MS-07 sondaj logu 3B gösterimi.

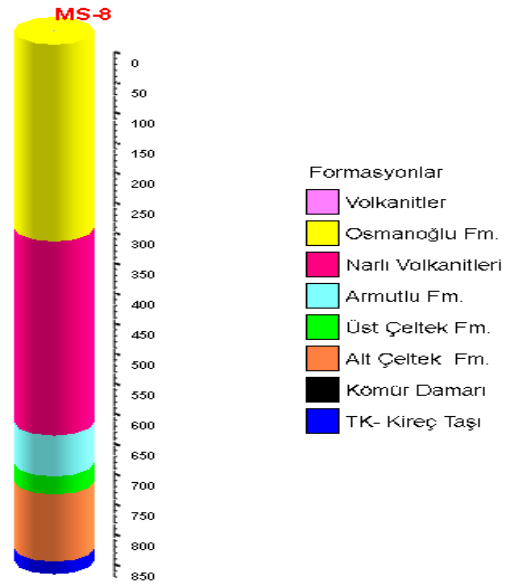
4.1.1.8.MS-08 Sondajı

MS-08 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.10 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.10: MS-08 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-8
Rakım	749
Kuzey Koordinatı	4.530.450
Doğu Koordinatı	716.388.00
Başlama Tarihi	03.10.2013
Bitiş Tarihi	21.10.2013
Toplam Derinlik (m)	878
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MS-08 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.14: MS-08 sondaj logu 3B gösterimi.

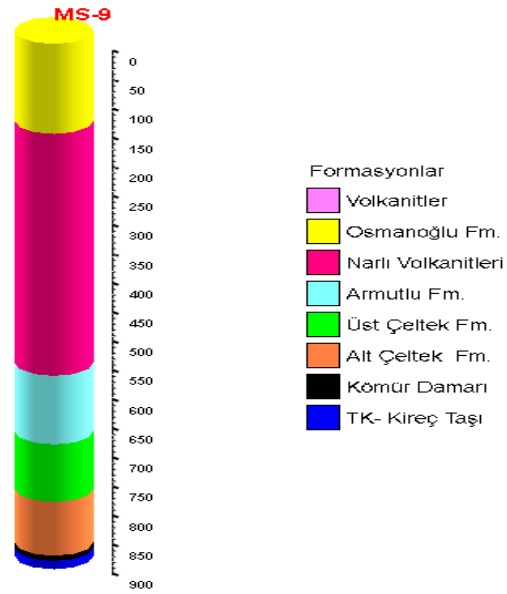
4.1.1.9.MS -09 Sondajı

MS-09 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.11 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.11: MS-09 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-09
Rakım	822
Kuzey Koordinatı	4.531.172
Doğu Koordinatı	718.08
Başlama Tarihi	10.01.2014
Bitiş Tarihi	10.02.2014
Toplam Derinlik (m)	904
Kömür Damarı Kalınlık (m)	9

MS-09 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 880.0 – 889.0 metreler arası 9 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.15: MS-09 sondaj logu 3B gösterimi.

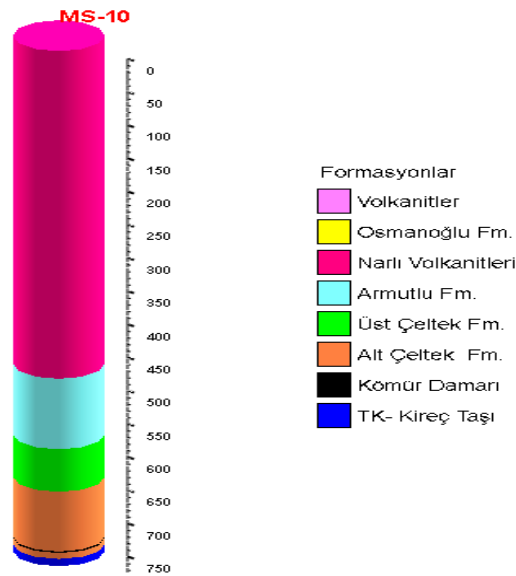
4.1.1.10. MS -10 Sondajı

MS-10 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.12 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.12: MS-10 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-10
Rakım	767
Kuzey Koordinatı	4,531,050
Doğu Koordinatı	718,525.00
Başlama Tarihi	05.11.2013
Bitiş Tarihi	06.12.2013
Toplam Derinlik (m)	776
Kömür Damarı Kalınlık (m)	2

MS-10 sondajında sırası ile Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 753,8 – 755,8 metreler arası 2 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayalık olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.16: MS-10 sondaj logu 3B gösterimi.

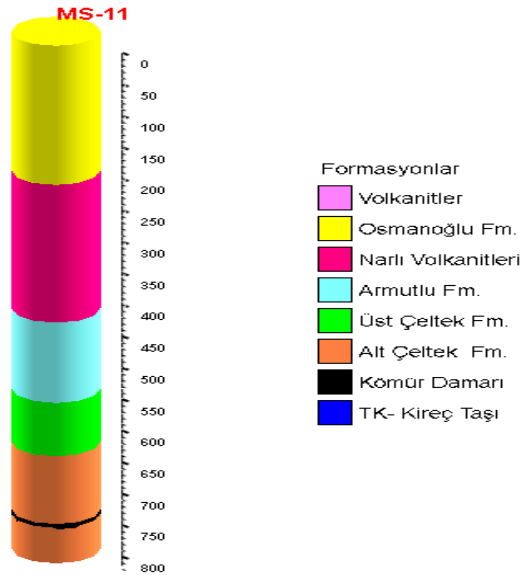
4.1.1.11. MS -11 Sondajı

MS-11 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.13 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.13: MS-11 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-11
Rakım	773
Kuzey Koordinatı	4,53,069
Doğu Koordinatı	717,075,00
Başlama Tarihi	05.12.2013
Bitiş Tarihi	02.01.2014
Toplam Derinlik (M)	821
Kömür Damarı Kalınlık (M)	9

MS-11 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 759,0 – 768,0 metreler arası 9 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj Alt Çeltek formasyonu içerisinde sonlandırılmıştır.



Şekil 4.17: MS-11 sondaj logu 3B gösterimi.

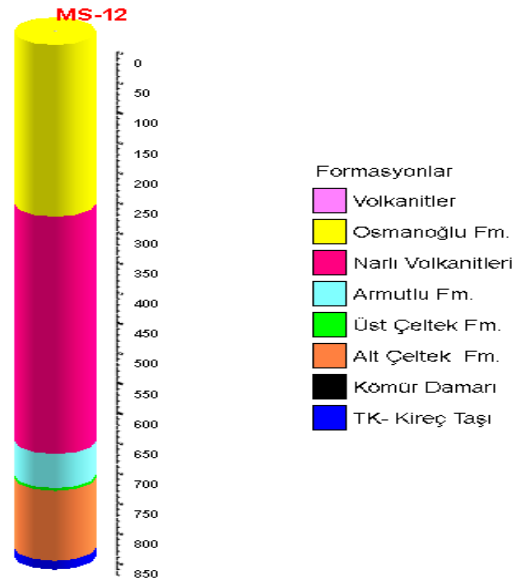
4.1.1.12. MS -12 Sondajı

MS-12 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.14 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.14: MS-12 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-12
Rakım	729
Kuzey Koordinatı	4,530,356
Doğu Koordinatı	717,350.00
Başlama Tarihi	16.01.2014
Bitiş Tarihi	25.02.2014
Toplam Derinlik (m)	873
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MS-12 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.18: MS-12 sondaj logu 3B gösterimi.

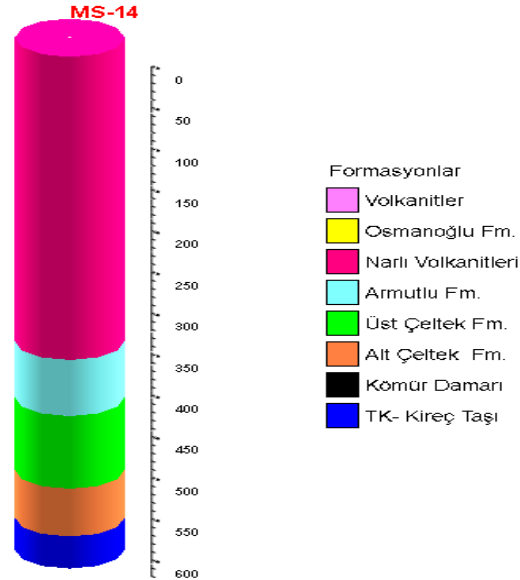
4.1.1.13. MS -14 Sondajı

MS-14 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.15 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.15: MS-14 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-14
Rakım	739
Kuzey Koordinatı	4,530,619
Doğu Koordinatı	719,110.00
Başlama Tarihi	05.12.2013
Bitiş Tarihi	02.01.2014
Toplam Derinlik (m)	622.05
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MS-14 sondajında sırası ile Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmışla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.19: MS-14 sondaj logu 3B gösterimi.

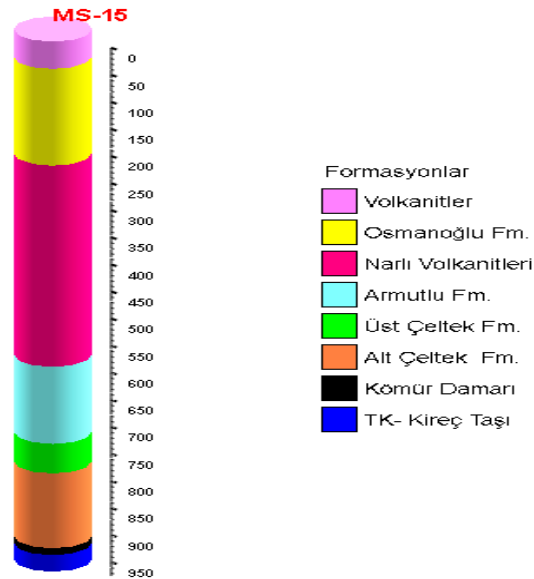
4.1.1.14. MS -15 Sondajı

MS-15 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.16 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.16: MS-15 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-15
Rakım	842
Kuzey Koordinatı	4,531,024
Doğu Koordinatı	717,339.00
Başlama Tarihi	31.08.2014
Bitiş Tarihi	19.09.2014
Toplam Derinlik (m)	978
Kömür Damarı Kalınlık (m)	13

MS-15 sondajında sırası ile Volkanitler, Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 935,6 – 948,6 metreler arası 13 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.20: MS-15 sondaj logu 3B gösterimi.

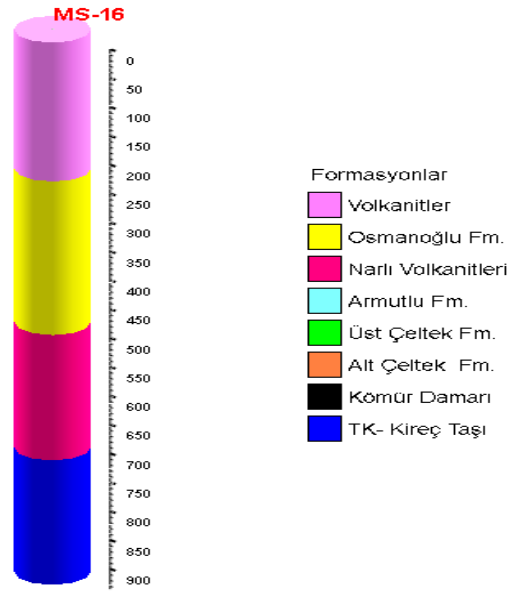
4.1.1.15. MS -16 Sondajı

MS-16 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.17 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.17: MS-16 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS-16
Rakım	964
Kuzey Koordinatı	4,532,360
Doğu Koordinatı	718,215.00
Başlama Tarihi	05.12.2013
Bitiş Tarihi	09.01.2014
Toplam Derinlik (m)	939
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MS-16 sondajında sırası ile Volkanitler, Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, görülmüştür. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır. Sondajda Armutlu Fm , Üst Çeltek Fm ve Alt Çeltek Formasyonları görülmemiştir.



Şekil 4.21: MS-16 sondaj logu 3B gösterimi.

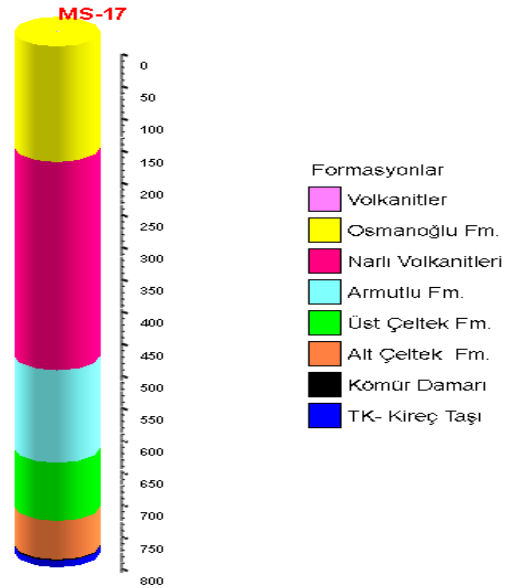
4.1.1.16. MS -17 Sondajı

MS-17 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.18 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.18: MS-17 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MS 17
Rakım	772
Kuzey Koordinatı	4,530,992
Doğu Koordinatı	716,918.00
Başlama Tarihi	14.10.2014
Bitiş Tarihi	10.11.2014
Toplam Derinlik (m)	809
Kömür Damarı Kalınlık (m)	2

MS-17 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 796,8 – 798,8 metreler arası 2 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.22: MS-17 sondaj logu 3B gösterimi.

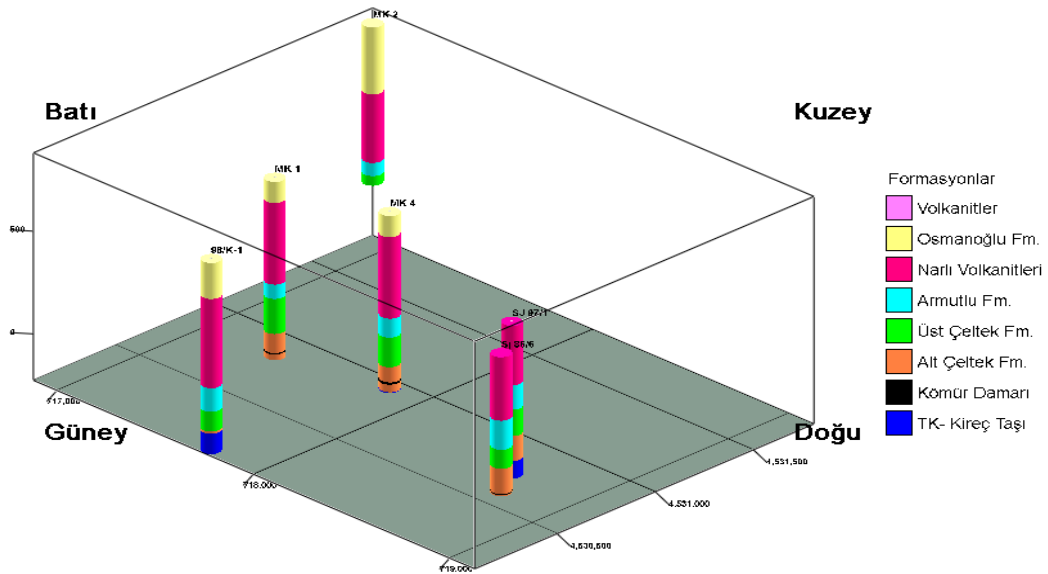
4.1.2.Çalışma Alanında Önceden Yapılmış Sondajların İncelenmesi

Bu çalışma kapsamında çalışma alanında daha önceden yapılmış olan sondaj kayıtları jeolojik model, kömür madeni model oluşturulmasında ve rezerv hesabında kullanılmak üzere çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışma alanında önceden yapılmış olan sondajlar MTA tarafından çalışma alanında ki kömür damarının tespitine yönelik olarak yapılmıştır. Bu sondajlara ait bilgiler 2012 yılında ihalesi yapılan AR 201201117 ruhsatlı sahanın ihale dokümantasyonundan alınmıştır. Bu sondajlara ait genel bilgiler Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19: Önceden yapılmış sondajların bilgileri.

Sondaj No	Rakım	Kuzey Koordinatı (m)	Doğu Koordinatı (m)	Toplam Derinlik (m)	Kömür Damarı Kalınlık (m)
MK 1	770	4,530,686	717,504	868	5,75
MK 2	841	4,531,768	716,920	770	0
MK 4	784	4,530,758	718,017	962	11,25
SJ 86/6	738	4,530,256	719,087	676	4,53
98/K-1	704	4,530,121	717,745	930	0
SJ 97/1	697	4,530,521	718,877	744	0,5



Şekil 4.23: Önceki sondaj logları 3B gösterimi.

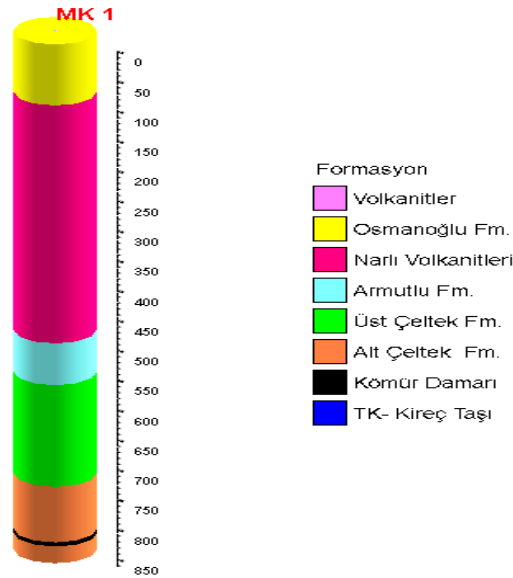
4.1.2.1. MK-1 Sondajı

MK-1 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.20 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.20: MK-1 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MK 1
Rakım	770
Kuzey Koordinatı	4,530,686
Doğu Koordinatı	717,504
Toplam Derinlik (m)	868
Kömür Damarı Kalınlık (m)	5,75

MK-1 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 833,0 – 839,0 metreler arası 5,75 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj Alt Çeltek Formasyonunda sonlandırılmıştır.



Şekil 4.24: MK-1 sondaj logu 3B gösterimi.

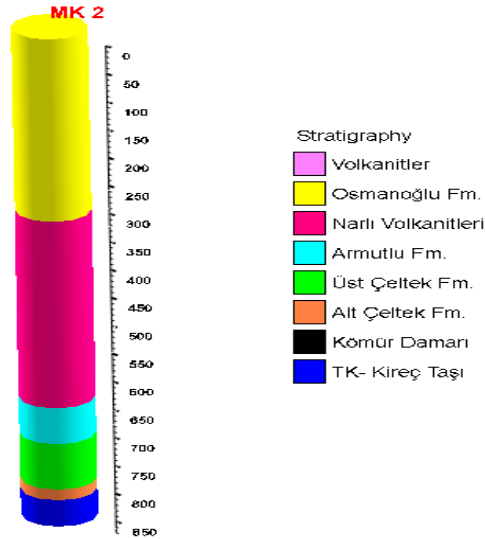
4.1.2.2. MK-2 Sondajı

MK-2 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.21 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.21: MK-2 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MK 2
Rakım	841
Kuzey Koordinatı	4,531,768
Doğu Koordinatı	716,920
Toplam Derinlik (m)	770
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

MK-2 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.25: MK-2 sondaj logu 3B gösterimi.

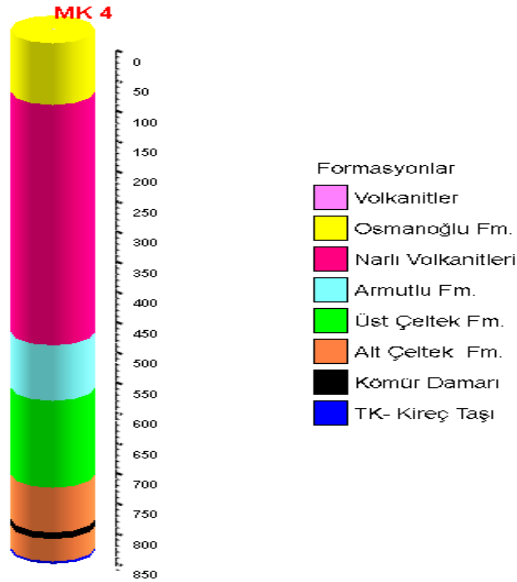
4.1.2.3.MK-4 Sondajı

MK-4 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.22 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.22: MK-4 sondaj bilgileri.

Sondaj No	MK 4
Rakım	784
Kuzey Koordinatı	4,530,758
Doğu Koordinatı	718,017
Toplam Derinlik (m)	962
Kömür Damarı Kalınlık (m)	11,25

MK-4 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 810,0 – 821,25 metreler arası 11,25 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmıştır.



Şekil 4.26: MK-4 sondaj logu 3B gösterimi.

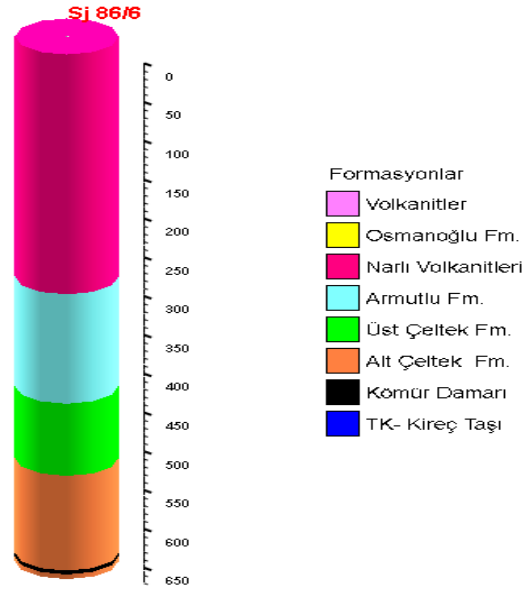
4.1.2.4.SJ-86/6 Sondajı

SJ-86/6 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.23 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.23: SJ-86/6 sondaj bilgileri.

Sondaj No	SJ-86/6
Rakım	738
Kuzey Koordinatı	4,530,256
Doğu Koordinatı	719,087
Toplam Derinlik (m)	676
Kömür Damarı Kalınlık (m)	5

SJ-86/6 sondajında sırası ile Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş ve 665,0 – 670,0 metreler arası 5 metre kalınlığında kömür damarı kesilmiştir. Sondaj Alt Çeltek Formasyonunda sonlandırılmıştır.



Şekil 4.27: SJ-86/6 sondaj logu 3B gösterimi.

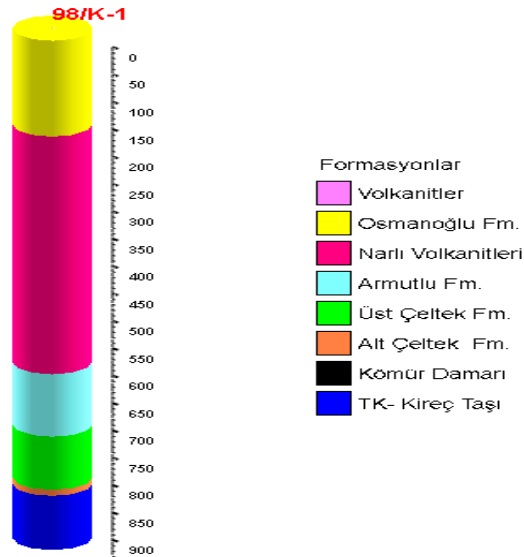
4.1.2.5.98/K-1 Sondajı

98/K-1 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.24 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.24: 98/K-1 sondaj bilgileri.

Sondaj No	98/K-1
Rakım	704
Kuzey Koordinatı	4,530,121
Doğu Koordinatı	717,745
Toplam Derinlik (m)	930
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

98/K-1 sondajında sırası ile Osmanoğlu Formasyonu, Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmasıyla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.28: SJ-98/K-1 sondaj logu 3B gösterimi.

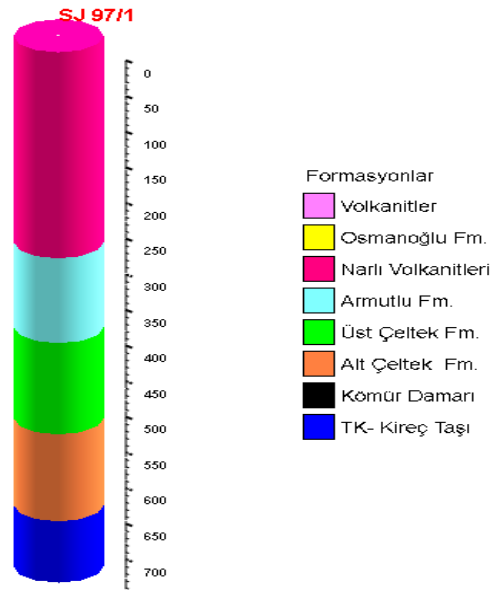
4.1.2.6. SJ-97/1 Sondajı

SJ-97/1 sondajına ait temel bilgiler Tablo 4.25 ile özetlenmiştir.

Tablo 4.25: SJ-97/1 sondaj bilgileri.

Sondaj No	SJ 97/1
Rakım	697
Kuzey Koordinatı	4,530,521
Doğu Koordinatı	718,877
Toplam Derinlik (m)	744
Kömür Damarı Kalınlık (m)	0

SJ-97/1 sondajında sırası ile Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu ve Üst Çeltek Formasyonu görülmüştür. Üst Çeltek Formasyonundan sonra bölgedeki kömür rezervini içerisinde bulunduran Alt Çeltek Formasyonuna girilmiş fakat bu sondajda kömür damarı kesilmemiştir. Sondaj temel kayaç olan kireç taşına ulaşılmayla sonlandırılmıştır.



Şekil 4.29: SJ-97/1 sondaj logu 3B gösterimi.

4.2.KUYU LOGU ÇALIŞMALARI YORUMU

Çalışma kapsamında açılan 16 sondaj kuyusundan 11'inde kömür damarı görülmüş ve kuyu logu ölçümleri Gamma Ray, Nötron ve Gamma – Gamma yöntemleri kullanılarak alınmıştır. Kuyu log yöntemleri içerisinde seçilen bu yöntemler genel olarak radyoaktif kuyu logu yöntemleri olarak bilinir ve radyoaktif özelliği az olan kömür damarlarının ortaya çıkarılmasında öncelikli olarak kullanılan yöntemler arasındadır. Diğer kuyu logu ölçüm yöntemleri bu çalışma kapsamında gerek kömür damarının ortaya çıkarılmasında etkili olmaması gerekse maddi konulardan dolayı uygulanmamıştır.

Bu çalışmada Gamma Ray logu API cinsinden, Nötron ve Gamma – Gamma logları ise cps cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Gamma – Gamma (yoğunluk) logunda ölçülen cps değeri yoğunluk birimi olan gr/cm^3 'le ters orantılıdır. Gamma – Gamma log kayıtlarında artan cps değeri azalan yoğunluk anlamına gelmektedir.

$$\rho = 3,8297e^{-0,0015 \text{ API}} \quad (4.1)$$

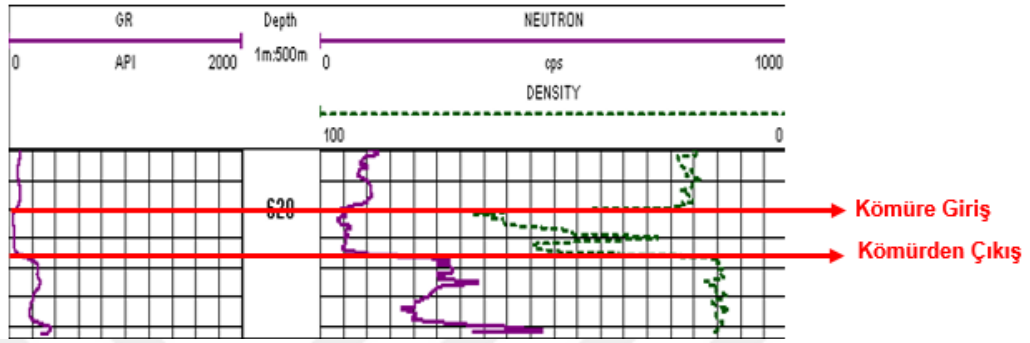
Denklem 4.1'de ρ (yoğunluk) değerinin API cinsinden hesaplanması görülmektedir. Cps değerinden API değerine ise ölçümün alındığı ölçüm aletine bağlı bir katsayı ile çarpılmasıyla ulaşılmaktadır.

Kömür damarı içeren sondajlarda alınan kuyu logu ölçümleri bir arada yorumlanarak sondajlarda olası kömür damarı derinlik ve kalınlıkları ortaya çıkarılmıştır. Kuyu logu ölçümlerine göre belirlenen kömür damarı derinlik ve kalınlık bilgileri, sondajlardan alınan jeolojik ve litolojik bilgiler ile korele edilmiş ve nihai kömür damarı derinlik ve kalınlıkları bulunmuştur.

Genel olarak kuyu logu ölçümlerinin yorumu; kömür damarının alt ve üst birimlerden daha düşük radyoaktivite ve yoğunluk değerine sahip olması esasına dayandırılarak yapılmıştır. Formasyonların radyoaktif özelliklerini ölçen Gamma Ray ve Nötron loglarında; kömür damarı altında ki ve üstünde ki birimlere göre daha düşük bir radyoaktif değer vermektedir. Yoğunluğun ölçüldüğü Gamma – Gamma logunda ise kömür damarı altında ki ve üstünde ki birimlere göre daha düşük bir yoğunluk değeri vermektedir.

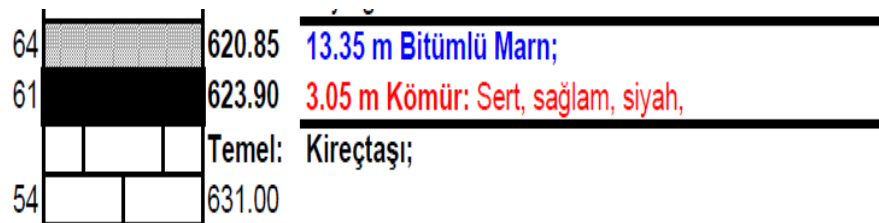
4.2.1.MS-01 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-01 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 631 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.30: MS-01 sondajı 616-629 metre arası kuyu logu (Aytar, 2013).

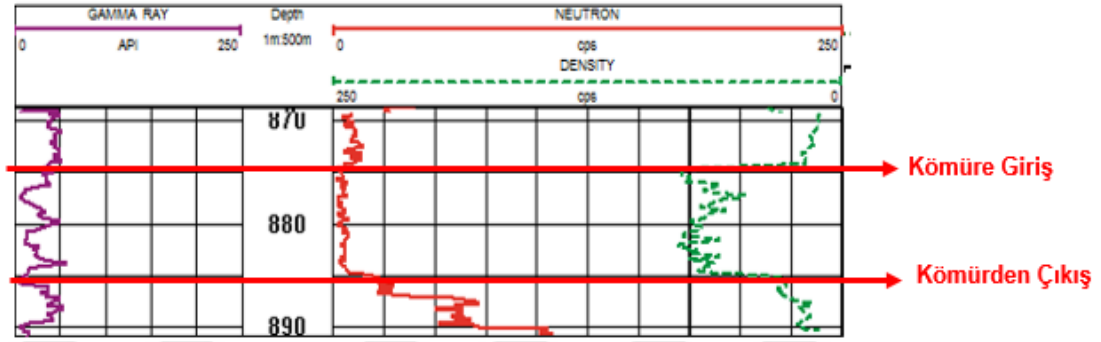
620. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 120'den 40'a nötron logunda ölçülen değer 90'dan 50'ye düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 25'ten 65'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 623. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 85'ten 280'e, nötron logunda ölçülen değer 80'den 278'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 35'ten 15'e düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.30'da görüldüğü üzere 620.00 ile 623.00 metreler arasında kömür damarı olduğu saptanmıştır. Bu sonuç MS-01 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.31) kalınlık olarak doğrulamakta fakat derinlik olarak doğrulamamaktadır.



Şekil 4.31: MS-01 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

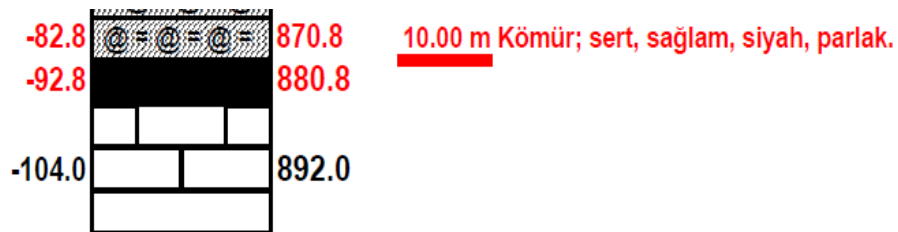
4.2.2.MS-02 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-02 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 892 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.32: MS-02 sondajı 870 – 890 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2013).

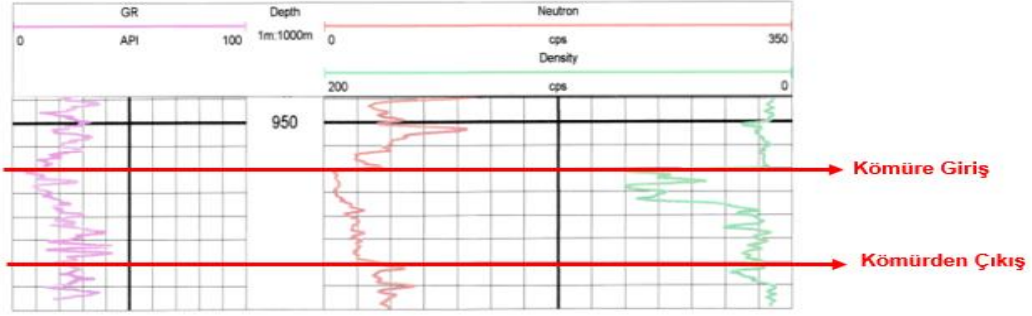
875. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 45'den 10'a Nötron logunda ölçülen değer 25'dan 5'e düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 25'ten 75'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 885. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 5'ten 20'ye, Nötron logunda ölçülen değer 10'dan 28'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 75'ten 28'e düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.32'de görüldüğü üzere 875 ile 885 metreler arasında 10 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-02 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.33) kömür kalınlığı olarak doğrulamakta fakat derinlik olarak doğrulamamaktadır.



Şekil 4.33: MS-02 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

4.2.3.MS-03 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-03 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 992 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.34: MS-03 sondajı 945 – 990 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).

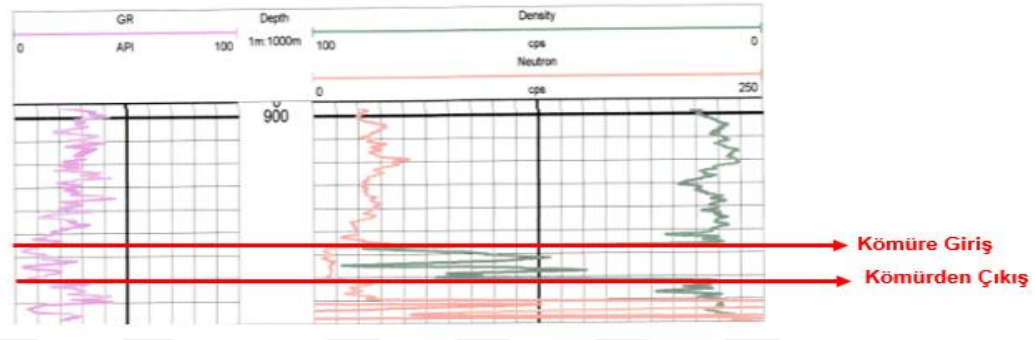
960. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 15’den 45’e Nötron logunda ölçülen değer 45’ten 10’a düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 15’den 75’e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 980. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 15’ten 45’e, nötron logunda ölçülen değer 25’den 60’a yükselmiştir. Bu sondaj kuyusunda Gamma- Gamma logunda kömür tabakasının çıkışı diğer log ve litoloji ile uyum sağlamamaktadır. Diğer iki log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.34’te görüldüğü üzere 960 – 980 metreler arası yaklaşık 13 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-03 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.35) kömür kalınlığı olarak doğrulamakta fakat derinlik olarak doğrulamamaktadır.



Şekil 4.35: MS-03 sondaj logu kömür damarı gösterimi

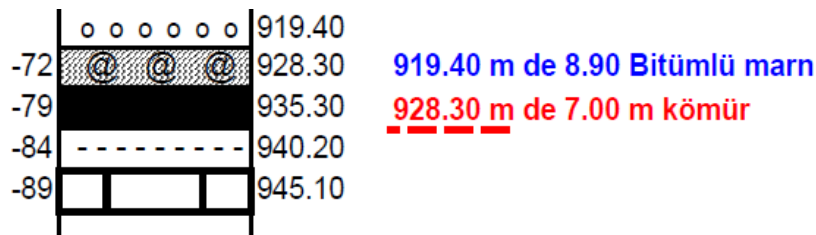
4.2.4. MS-04 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-04 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 945 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.36: MS-04 sondajı 900 – 945 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).

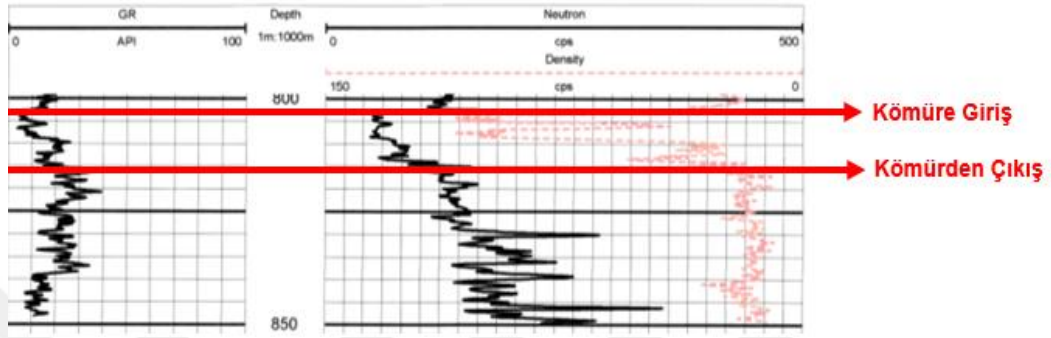
928. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 42'den 9'a, nötron logunda ölçülen değer 40'tan 6'ya düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 13'den 88'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 935. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 5'ten 26'ya, nötron logunda ölçülen değer 4'ten 14'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 74'ten 16'ya düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.36'da görüldüğü üzere 928 – 935 metreler arası yaklaşık 7 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-03 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.37) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.37: MS-04 sondaj logu kömür damarı gösterimi

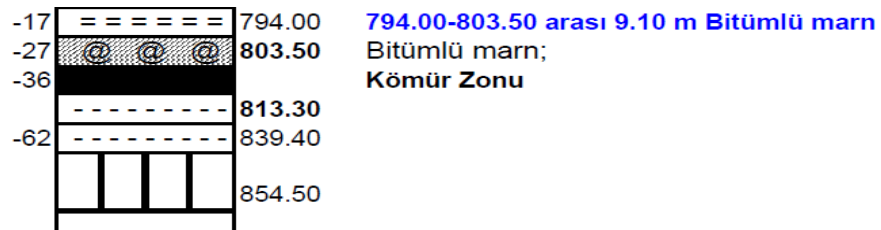
4.2.5.MS-05 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-05 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 854 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.38: MS-05 sondajı 800 – 850 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).

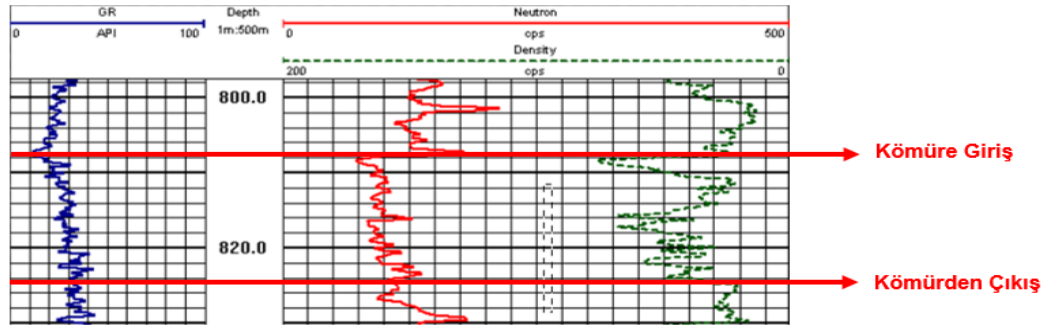
803. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 15'den 5'e, Nötron logunda ölçülen değer 120'den 45'ya düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 24'den 108'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 813. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 20'den 33'e, Nötron logunda ölçülen değer 60'dan 170'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 55'ten 16'ya düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.38'de görüldüğü üzere 803 – 813 metreler arası yaklaşık 10 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-05 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.39) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.39: MS-05 sondaj logu kömür damarı gösterimi

4.2.6.MS-07 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-07 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 851 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.40: MS-07 sondajı 798 – 830 metre arası kuyu logu (Akgül, 2013).

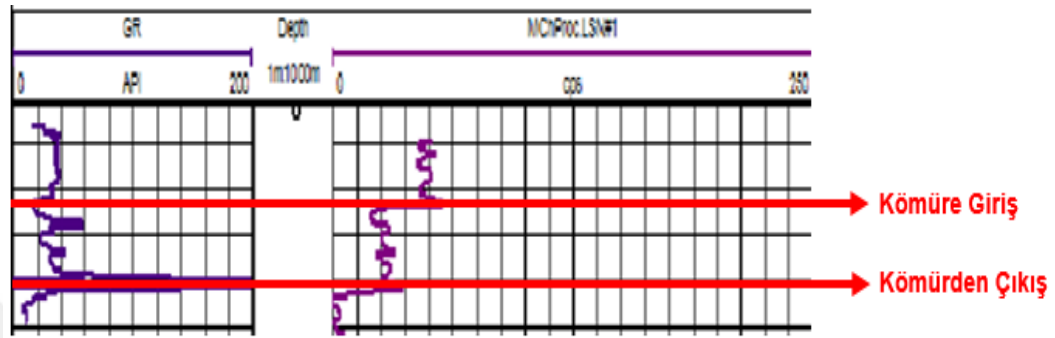
808. metrede, Nötron logunda ölçülen değer 175'ten 75'e düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 25'den 75'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 825. metrede Gamma- Gamma logunda ise 50'den 20'ye düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.40'da görüldüğü üzere 808 – 825 metreler arası yaklaşık 9 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-07 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.41) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.41: MS-07 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

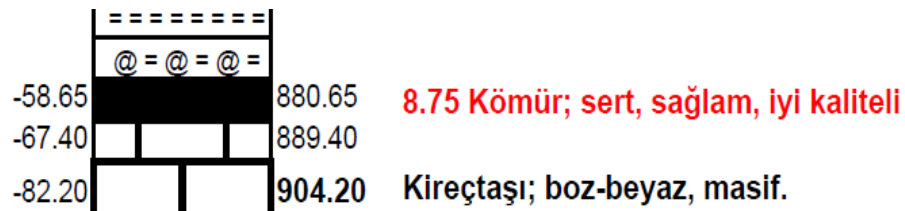
4.2.7.MS-09 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-09 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 904 metreye kadar Gamma-Ray ve Nötron ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2014 yılında alınmıştır. Gamma Ray logu API cinsinden, Nötron ise cps cinsinden kayıt altına alınmıştır.



Şekil 4.42: MS-09 sondajı 870 – 895 metre arası kuyu logu (Akgül, 2014).

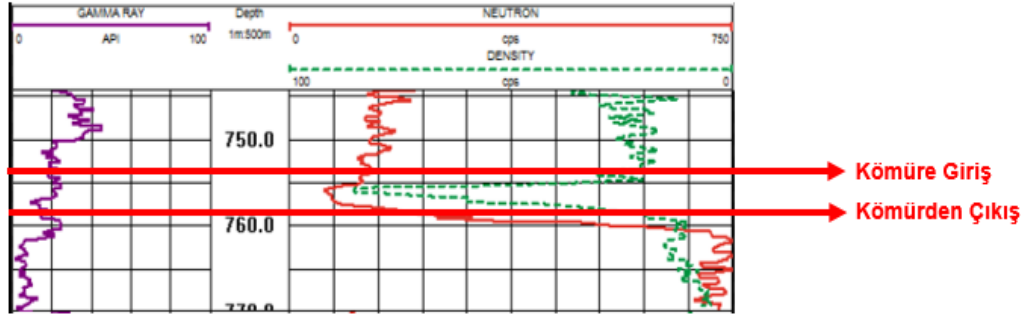
880.65 metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 30'den 19'a, nötron logunda ölçülen değer 50'den 20'ye düşmüştür. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 889.40. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 20'den 75'e yükselmiş, nötron logunda ölçülen değer 25'ten 0'a düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.42'de görüldüğü üzere 880,65 – 889,40 metreler arası yaklaşık 8.75 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-09 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.43) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.43: MS-09 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

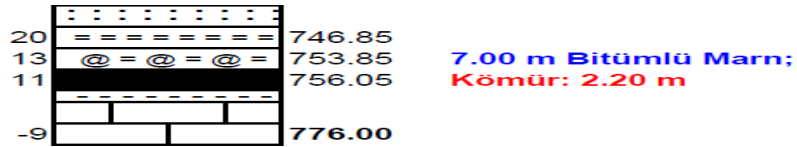
4.2.8.MS-10 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-10 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 776 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2013 yılında alınmıştır.



Şekil 4.44: MS-10 sondajı 745 – 770 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2013).

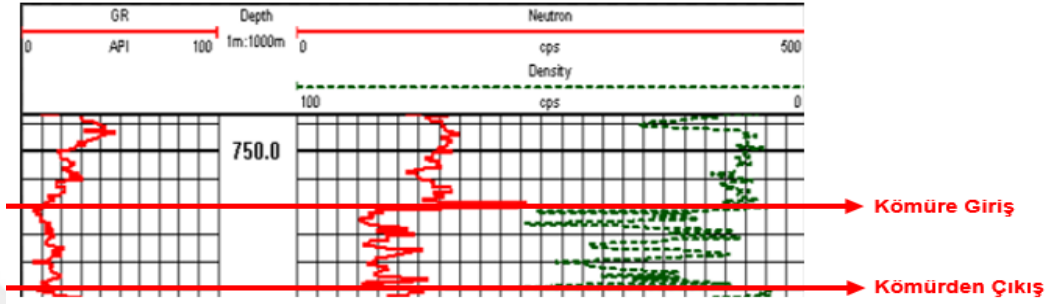
753,85. metrede nötron logunda ölçülen değer 140'dan 73'e düşmüştür. Gamma- Gamma logunda ise 30'dan 85'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 760. metrede Nötron logunda ölçülen değer 150'den 300'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 75'ten 16'ya düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.44'te görüldüğü üzere 750 – 753 metreler arası yaklaşık 2 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-10 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.45) kalınlık ve derinlik olarak doğrulamamaktadır.



Şekil 4.45: MS-10 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

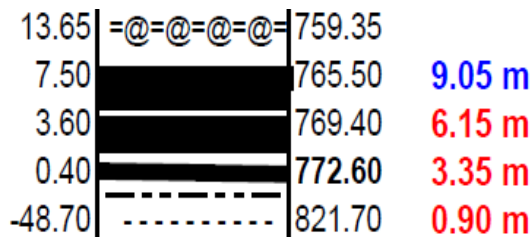
4.2.9. MS-11 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-11 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 821 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2014 yılında alınmıştır.



Şekil 4.46: MS-11 sondajı 745 – 775 metre arası kuyu logu (Akıncı, 2014).

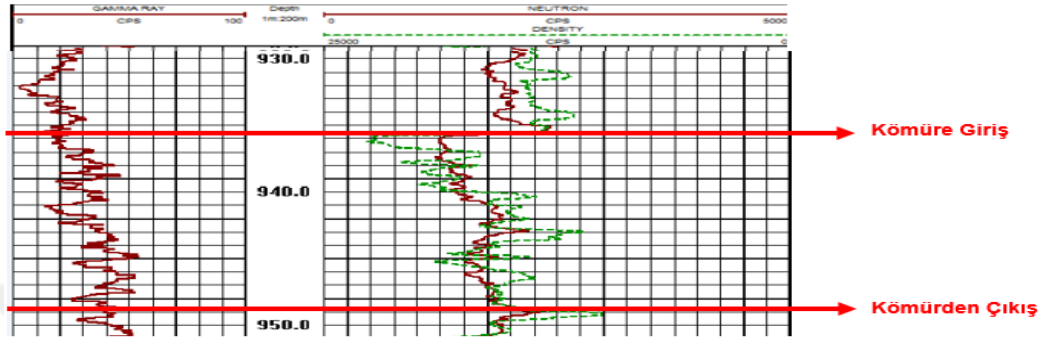
759,35. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 15'den 5'e, nötron logunda ölçülen değer 250'den 100'e düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 20'den 50'ye yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 774. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 10'dan 26'ya, nötron logunda ölçülen değer 20'den 50'ye yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 54'ten 16'ya düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.46'da görüldüğü üzere 760 – 775 metreler arası yaklaşık 9 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-11 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.47) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.47: MS-11 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

4.2.10.MS-15 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-15 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 978 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2014 yılında alınmıştır.



Şekil 4.48: MS-15 sondajı 930-948 metre arası kuyu logu (Adıgüzel, 2014).

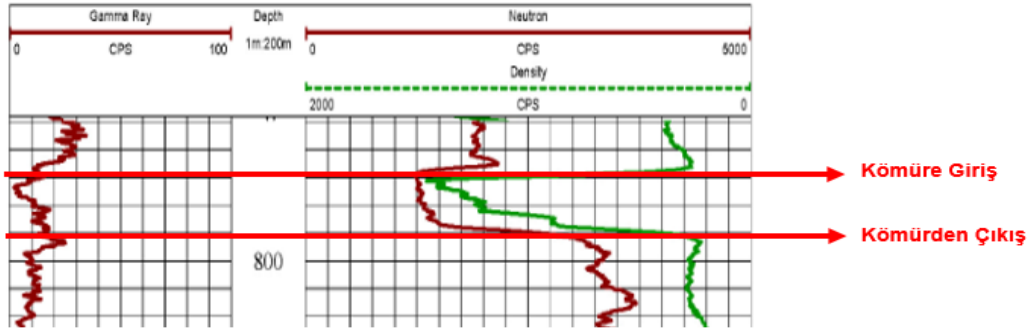
835,60. metrede nötron logunda ölçülen değer 2500'den 1250'ye düşmüş, Gamma-Gamma logunda ise 12000'den 23000'e yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 848,40. metrede Nötron logunda ölçülen değer 1750'den 2500'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 15000'den 10000'e düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.48'da görüldüğü üzere 935–945 metreler arası yaklaşık 13 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-15 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.49) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.

-82	=====	924.30	11.30 m Bitümlü marn;
-94	=====	935.60	
-106	=====	948.40	12.80 m KÖMÜR
-135	-- o -- o --	976.70	
	o -- o -- o		Kong-Kumlu Kiltası; yeşil renkli
-137	-- o -- o --	978.80	

Şekil 4.49: MS-15 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

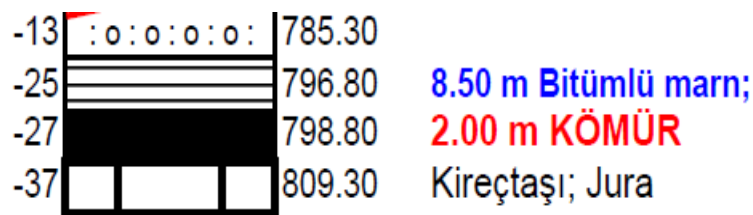
4.2.11.MS-17 Sondajı Kuyu Logu Yorumu

MS-17 kuyusunda kuyu taban derinliği olan 809 metreye kadar Gamma-Ray, Nötron ve Gamma-Gamma (yoğunluk) ölçüleri kuyu logları ölçüm ekibi tarafından 2014 yılında alınmıştır.



Şekil 4.50: MS-17 sondajı 795- 802 metre arası kuyu logu (Adıgüzel, 2014).

796,80. metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 11'den 3'e, nötron logunda ölçülen değer 2200'den 1250'ye düşmüş, Gamma- Gamma logunda ise 300'den 1350'ye yükselmiştir. Log kayıtlarında ki bu ani değişimler kömür damarının girişi olarak yorumlanmıştır. 798,80. Metrede Gamma Ray logunda ölçülen değer 18'den 26'ya, nötron logunda ölçülen değer 1250'den 3000'e yükselmiş ve Gamma- Gamma logunda ise 1100'den 250'ye düşmüştür. Log kayıtlarındaki bu ani değişimler kömür damarından çıkış olarak yorumlanmıştır. Kömür damarının radyoaktivitesi ve yoğunluğu üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşüktür. Bu bilgi ışığında Gamma Ray, Nötron ve Gamma- Gamma (yoğunluk) logları ölçümleri bir arada değerlendirildiğinde Şekil 4.50'de görüldüğü üzere 796,80– 798,80 metreler arası yaklaşık 2 metre kömür damarı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç MS-17 sondajının sondaj bilgilerini (Şekil 4.51) doğrulamakta ve sondaj bilgilerine uygunluk göstermektedir.

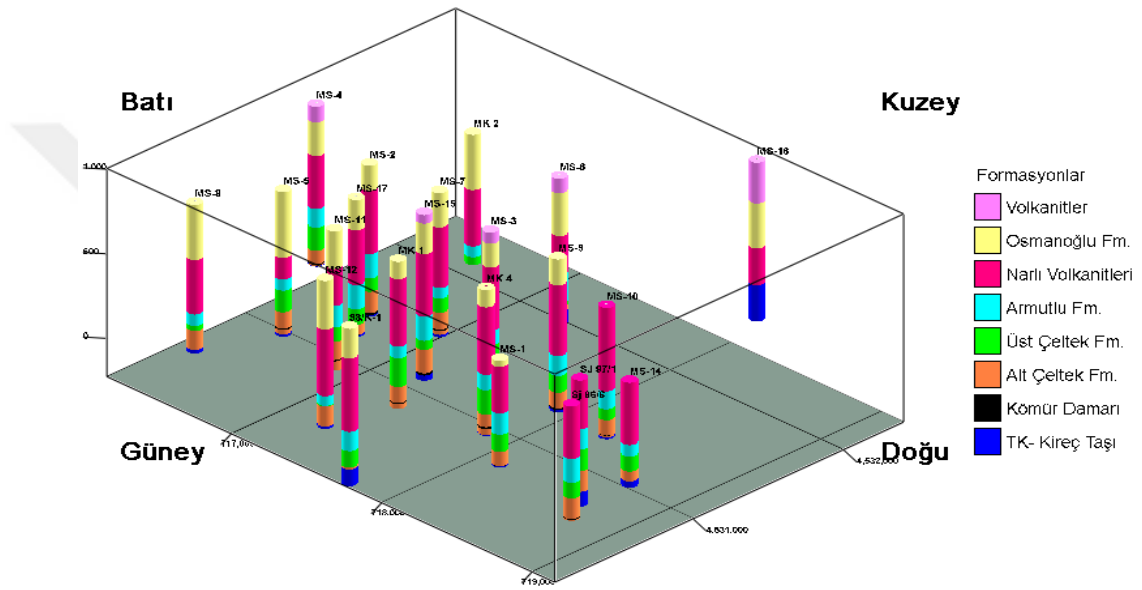


Şekil 4.51: MS-17 sondaj logu kömür damarı gösterimi.

4.3.SONDAJ VERİLERİ İLE JEOLJİK MODELİN OLUŞTURULMASI

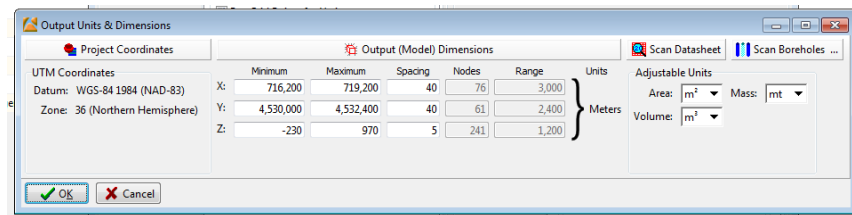
Bu çalışmada sondaj verilerine dayanan çalışma alanının 3 boyutlu jeolojik modelini oluşturmak için jeolojik modelleme programı olan Rockware Rockworks 16 © kullanılmıştır.

Sondaj bilgileri programa aktarıldıktan sonra 3 boyutlu jeolojik modellemenin ilk aşaması olan 3 boyutlu sondaj log modeli oluşturulmuştur.



Şekil 4.52: 3 boyutlu sondaj log modeli.

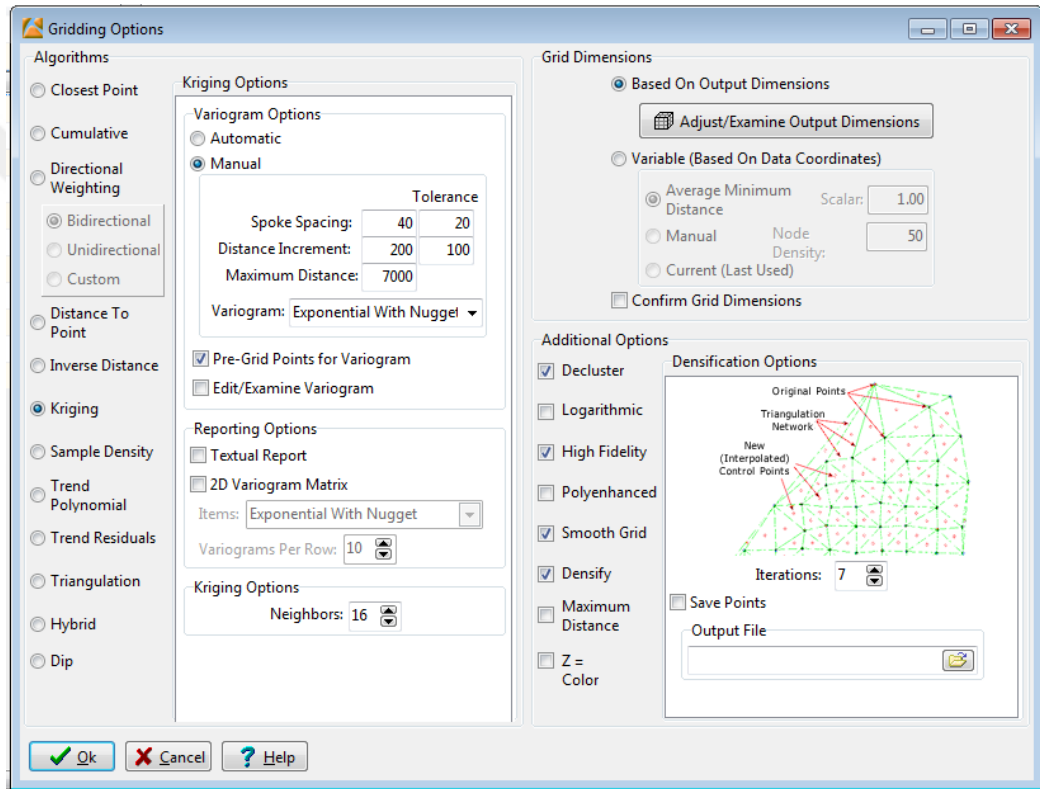
3 boyutlu log modelinde çalışma alanının koordinatları ve sondajlara ait bilgilerin doğruluğu kontrol edilmiş, yapılacak 3 boyutlu jeolojik model için parametre seçimi metre, metrekare, metreküp ve ton seçimi yapılmıştır.



Şekil 4.53: Jeolojik modelleme için grid parametreleri.

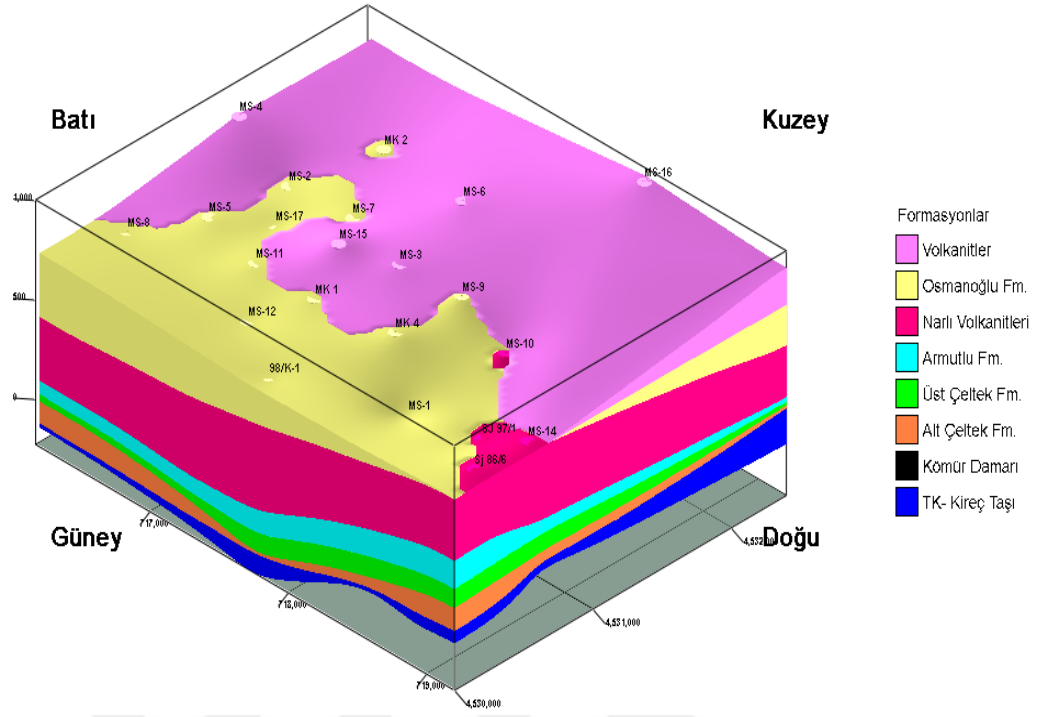
Hazırlık aşamalarının tamamlanmasından sonra çalışma alanının 3 Boyutlu jeolojik modeli oluşturulmuştur.

Rockware Rockworks 16 © programı jeolojik modellemeyi gerçekleştirmek için Closet Point, Cumulative, Distance to Point, Inverse Distance, Kriging vb. birçok gridleme metodunu içerisinde barındırmaktadır. Bu metotları kullanırken kendi içerisinde çeşitli parametre değişiklikleri yapılabilmektedir. Griding Options penceresinde sol tarafta grid metotları ve sol tarafta ise bu metotlara ait parametreler gösterilmektedir.

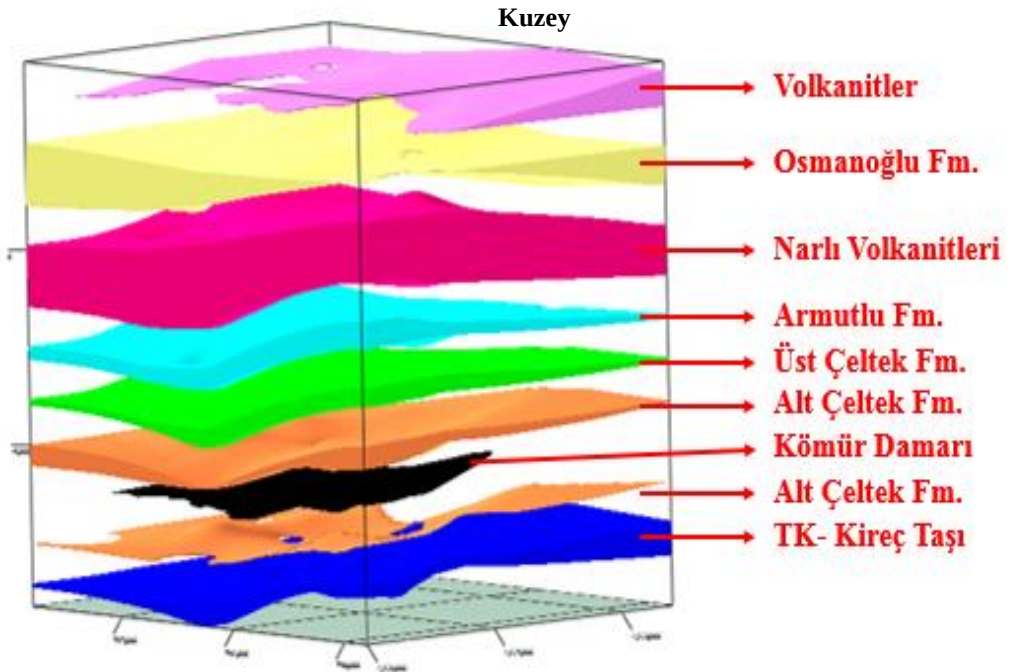


Şekil 4.54: Grid seçenekleri ekran görüntüsü.

3 boyutlu jeolojik modelin oluşturulması aşamasında programın sunduğu bütün grid metotları ve bunlara bağlı parametreleri ayrı ayrı denenmiş ve sonuçta çalışma alanının jeolojisinin en iyi Kriging grid metoduyla oluşturulduğu anlaşılmıştır. Kriging metoduna ait parametreler değiştirilerek çalışma alanı jeolojisi ile tam olarak uyumlu 3 boyutlu jeolojik model oluşturulmuştur.



Şekil 4.55: Çalışma alanı GB görünümlü 3 boyutlu jeolojik modeli.



Şekil 4.56: Formasyonların ayrı gösterimi.

Şekil 4.55'te, çalışma alanının Kuzeyinde Volkanitler, Güneyinde ise Osmanoğlu formasyonu görülmektedir. Bu iki birimin ardından çalışma alanının tamamında üstten aşağıya doğru sırası ile Narlı Volkanitleri, Armutlu Formasyonu, Üst Çeltek Formasyonu, kömür damarını içeren Alt Çeltek Formasyonu bulunmaktadır. Çalışma alanının temelini kireç taşı oluşturmaktadır.

Volkanitler, çalışma alanının kuzeyinde yüzeylemiştir. Bu birim Üst Eosen zamanında oluşmuştur. Birim içerisinde volkanik breş, tüfit ve andezit bulunmaktadır.

Osmanoğlu Formasyonu, çalışma alanının güneyinde yüzeylemiştir. Bu birim Üst Eosen zamanında oluşmuştur. Birim marn, kireçtaşı ve kum taşından oluşmaktadır. .

Narlı Volkanitleri, çalışma alanının Güney Doğusunda küçük bir bölgede yüzeylemiştir. Bu birim Üst Eosen zamanında oluşmuştur. Birim içerisinde aglomera, andezit tüfit, bulunmaktadır.

Armutlu formasyonu Orta Eosen zamanında oluşmuştur. Birim içerisinde kum taşı, kil taşı ve bitümlü şeyl bulunmaktadır.

Üst Çeltek formasyonu, Alt Eosen zamanında oluşmuştur. Birim çakıl taşı, kil taşı, kumtaşından oluşmaktadır.

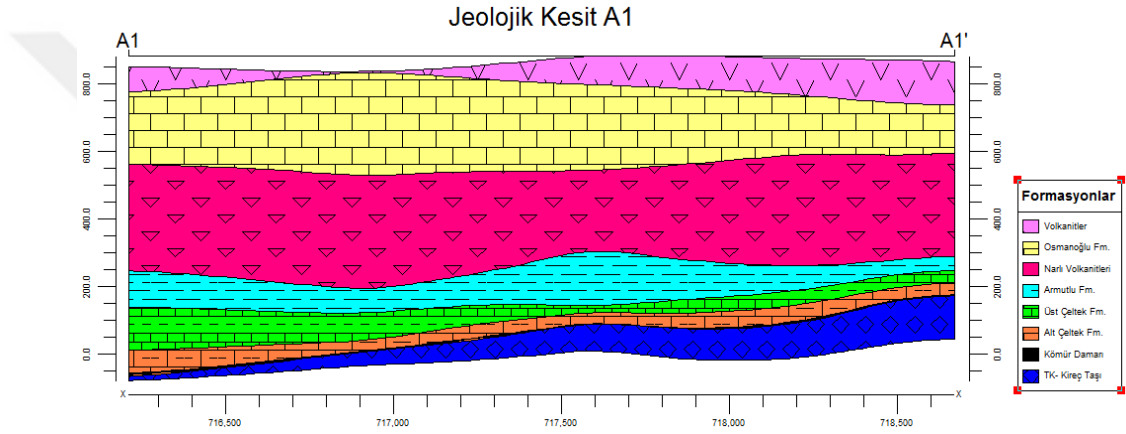
Çalışma alanında ki kömür damarını içeren Alt Çeltek formasyonu, Alt Eosen zamanında oluşmuştur. Formasyon içerisinde kömür damarının yanı sıra kil taşı, kum taşı ve bitümlü marn bulunmaktadır.

Çalışma alanında bulunan kömür damarı sert parlak özelliktedir. Kömür damarı, kömür damarının sınırlana yakın olan bölgelerde Temel kaya kireçtaşı, iç bölgelerde ise Alt Çeltek formasyonunun üzerine oturmaktadır.

Çalışma alanının temelinde kireç taşı bulunmaktadır. Kireç taşı krem renkli sert ince orta tabakalıdır.

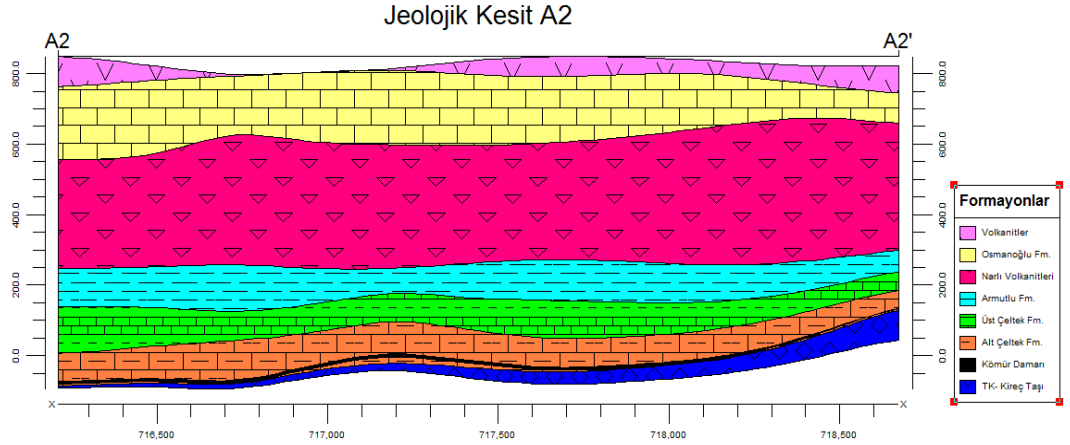
Jeolojik model üzerinden alınan A1 ve A5 kesitleri kömür damarının kuzeyden ve güneyden sınırlarını göstermektedir. A3 kesit Kömür damarının en kalın olduğu sondajları içene alacak şekilde alınmıştır. A2 ve A4 kesitleri ise kömür damarın kömür damar sınırlarına doğru gidildikçe nasıl yayıldığını anlamak adına alınmıştır.

Kesitlerde bölgedeki orejenez kuşağının etkisiyle oluşan Kireç Taşı biriminin kömür damarının yayılımını etkilediği görülmektedir. Orejenez kuşağının etkisiyle antiklinal ve senklinallerin oluştuğu ve bu oluşumların kömür damarının inişli çıkışlı bir yayılımına neden olduğu alınan kesitlerde görülmektedir.



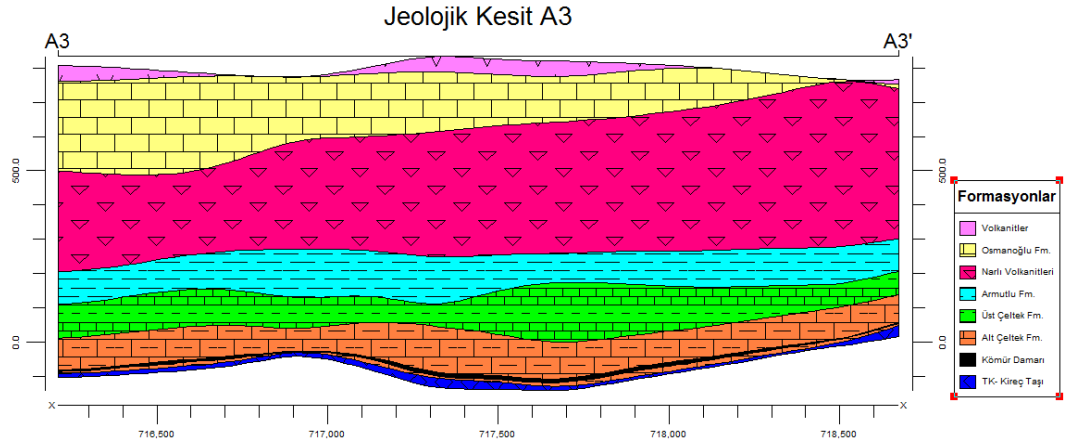
Şekil 4.58: A1 jeolojik kesit.

Çalışma alanında ki kömür damarını Kuzeyden sınırlayan A1 kesitinde kömür damarı görünmemektedir. Alt Çeltek formasyonu temel kayaç olan kireç taşı üzerine oturmuştur. Alt Çeltek formasyonunun yayılımının, temel kaya olan kireç taşı oluşumuna yaklaşık olarak paralel olduğu görülmektedir.



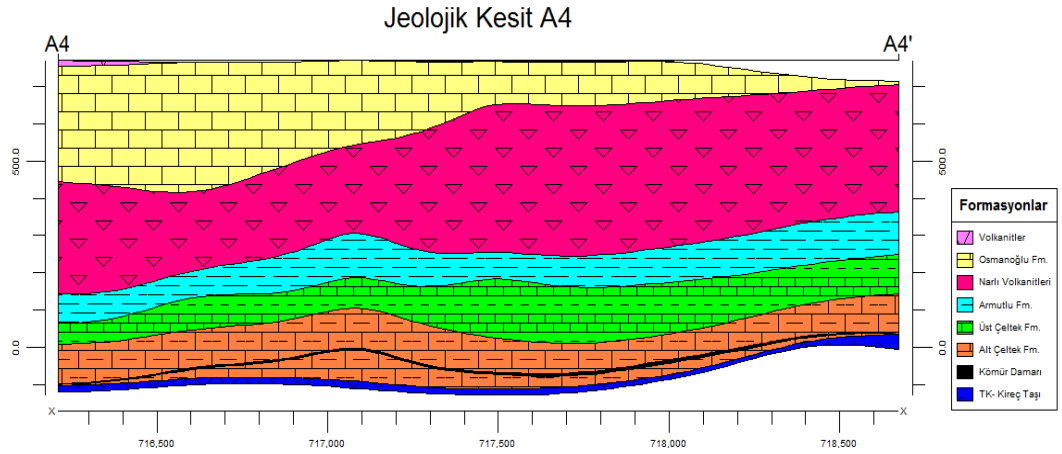
Şekil 4.59: A2 jeolojik kesit.

A2 jeolojik kesitinde görülen kömür damarı kesitin Doğu ve Batısında ince, merkezde ise daha kalın olarak görülmektedir. Kömür damarı genel olarak temel kaya kireç taşı üzerine oturmaktadır. Kömür damarının yayılımının, temel kaya olan kireç taşı oluşumuna yaklaşık olarak paralel olduğu görülmektedir.

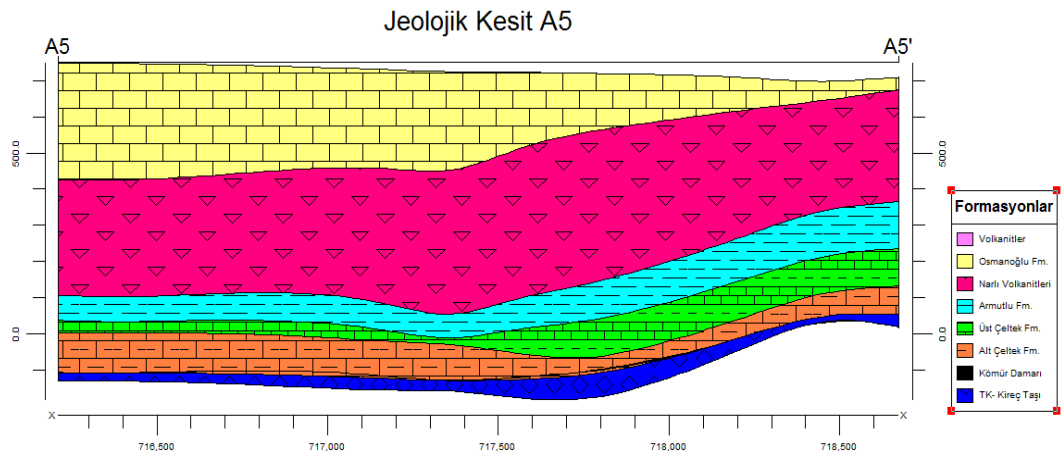


Şekil 4.60: A3 jeolojik kesit.

Çalışma alanında ki kömür damarının en kalın olduğu sondajları içerisine alan A3 kesitinde, kömür damarı genel olarak Alt Çelték formasyonuna oturmaktadır. Kömür damarının yayılımının, temel kaya olan kireç taşı oluşumuna yaklaşık olarak paralel olduğu görülmektedir.



A4 kesitinde, kömür damarı genel olarak Alt Çelték formasyonuna oturmaktadır. Kömür damarının yayılımının, temel kaya olan kireç taşı oluşumuna yaklaşık olarak paralel olduğu görülmektedir.



Çalışma alanında ki kömür damarını Kuzeyden sınırlayan A1 kesitinde kömür damarı görünmemektedir. Alt Çelték formasyonu temel kayaç olan kireç taşı üzerine oturmuştur. Alt Çelték formasyonunun yayılımının, temel kaya olan kireç taşı oluşumuna yaklaşık olarak paralel olduğu görülmektedir.

4.5.Kömür Madeni Modellemesi

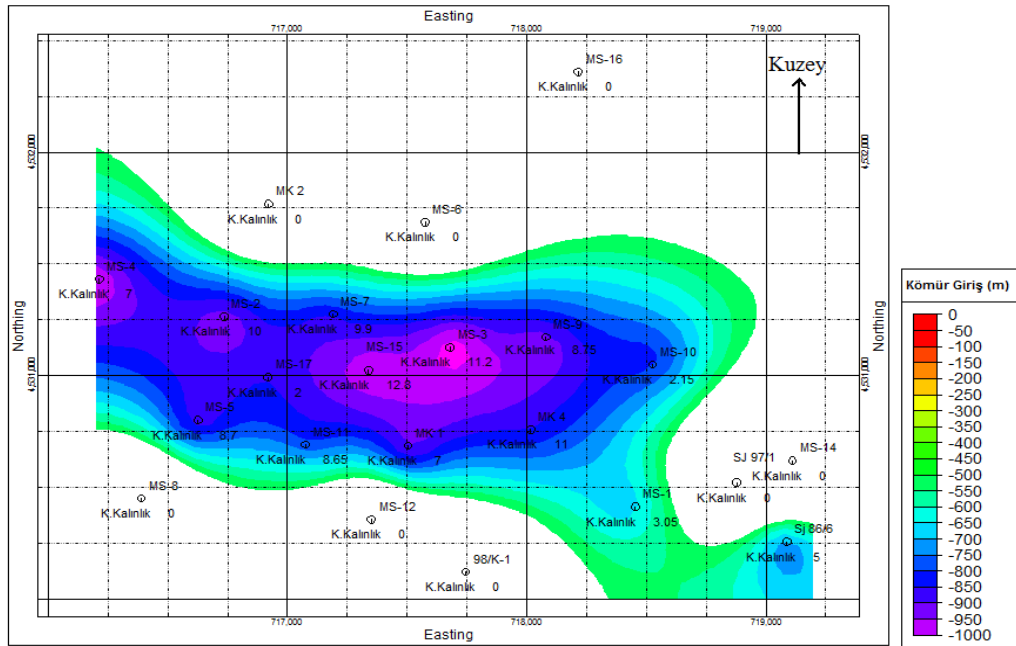
Çalışma alanında ki kömür madeninin konumu ve yayılımı yapılan 3 boyutlu jeolojik model ve bu modelden alınan kesitler ile gösterildikten sonra, kömür madeninin derinlik ve kalınlığına yönelik maden modelleme çalışması Rockware Rockworks 16 © programı kullanılarak yapılmıştır.

Kömür madeni modelleme çalışmasında amaca yönelik olarak program yardımıyla 2B haritalar olan kömür giriş ve çıkış haritaları, kömür kalınlık haritası ve 3B kömür madeni modeli oluşturulmuştur.

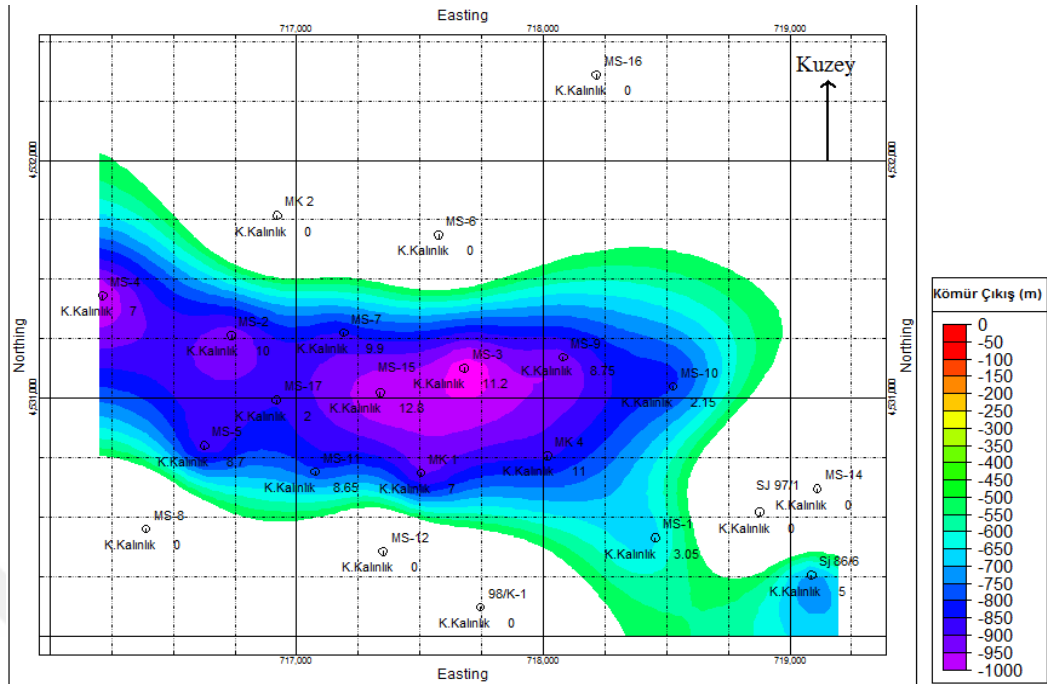
3 boyutlu jeolojik modelde kullanılan Kriging grid metodu ve parametreleri uyum sağlaması açısından aynı tutulmuş ve program aynı parametreler ile kullanılmıştır.

Kömür madeninin modeli daha sonra hesaplanacak olan maden rezervine referans olacaktır.

Modellemede ilk adım olarak kömür madeninin derinliğini anlamak amacı ile kömür madenine giriş ve kömür madeninden çıkış derinlik haritaları (Şekil 4.63 ve Şekil 4.64) oluşturulmuştur.



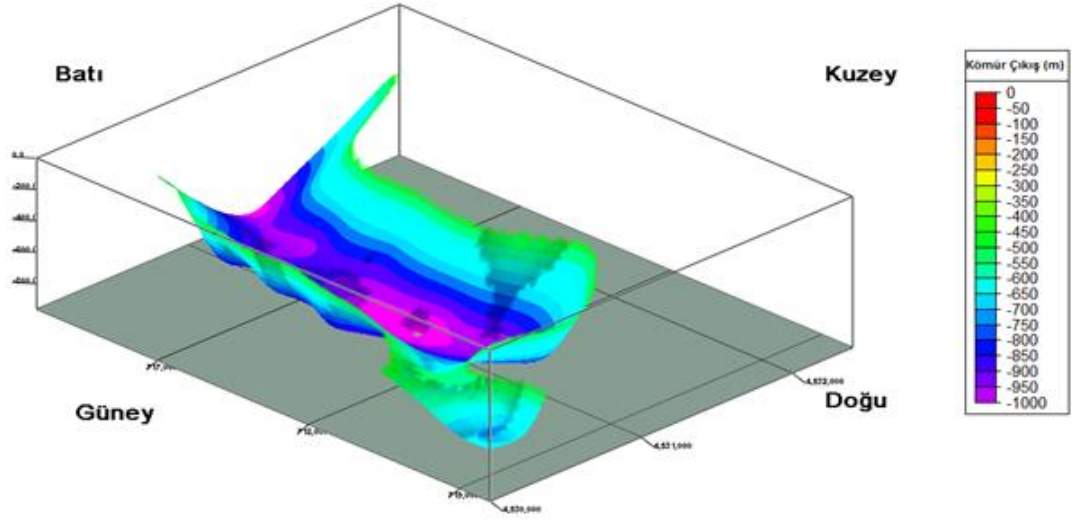
Şekil 4.63: Kömür giriş derinliği haritası.



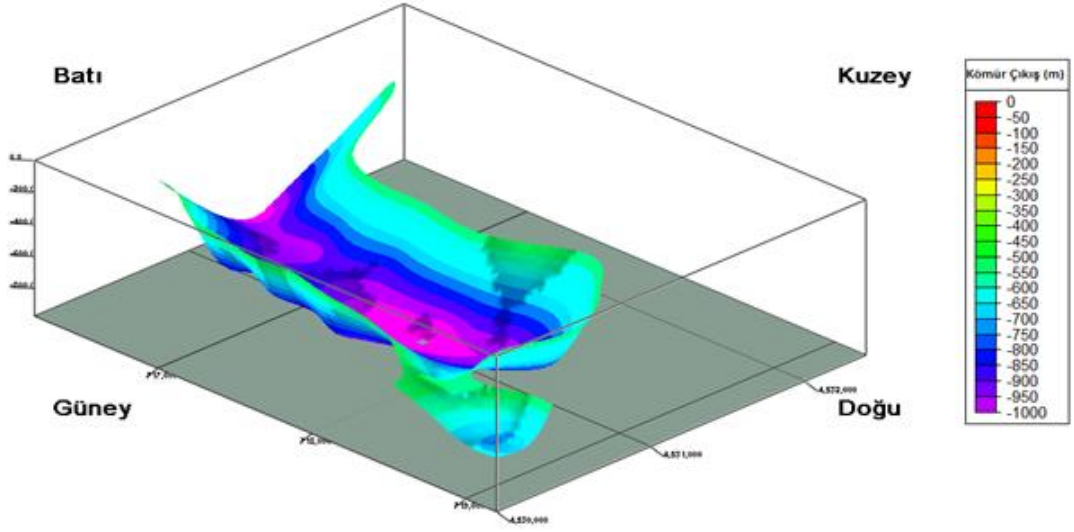
Şekil 4.64: Kömür çıkış derinliği haritası.

Kömür madenine ait derinlik bilgileri ile oluşturulan giriş ve çıkış derinlik haritaları birbiri ile uyum sağlamaktadır. Kömür madeninin derinlik sınırları 500 m ile 1000 metre arasında değişmektedir. Kömür damarının en kalın olduğu bölgede derinlik artmaktadır. Kömür damarı sınırlarına gelindikçe hem kalınlık hemde derinlik azalmaktadır.

Kömür giriş ve çıkış derinlikleri ile 3B Giriş ve Çıkış Derinlik modelleri (Şekil 4.65 ve Şekil 4.66) Rockworks 16 © programında oluşturulmuştur.



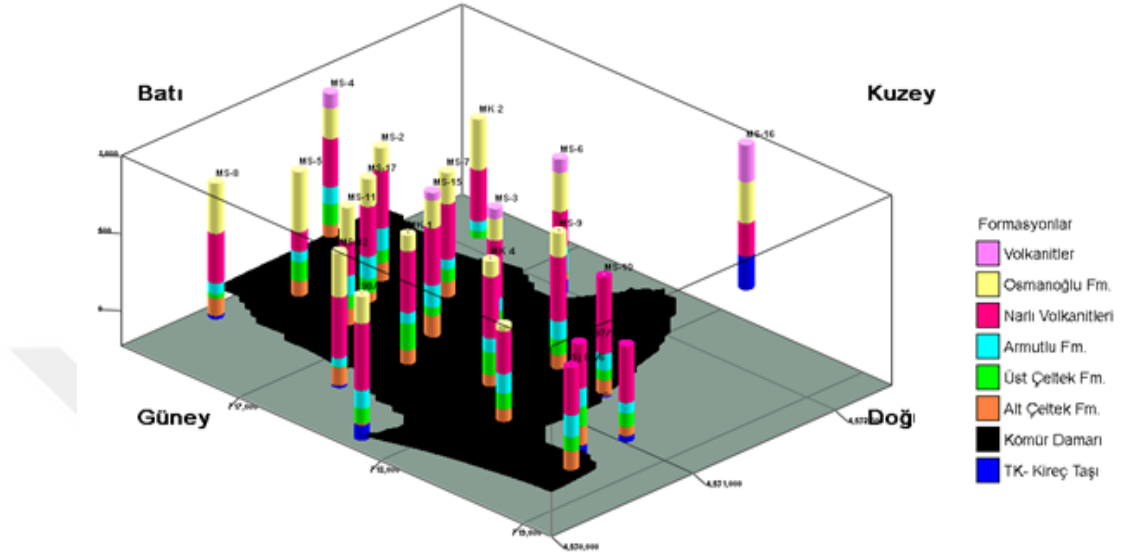
Şekil 4.65: 3B kömür giriş derinliği modeli.



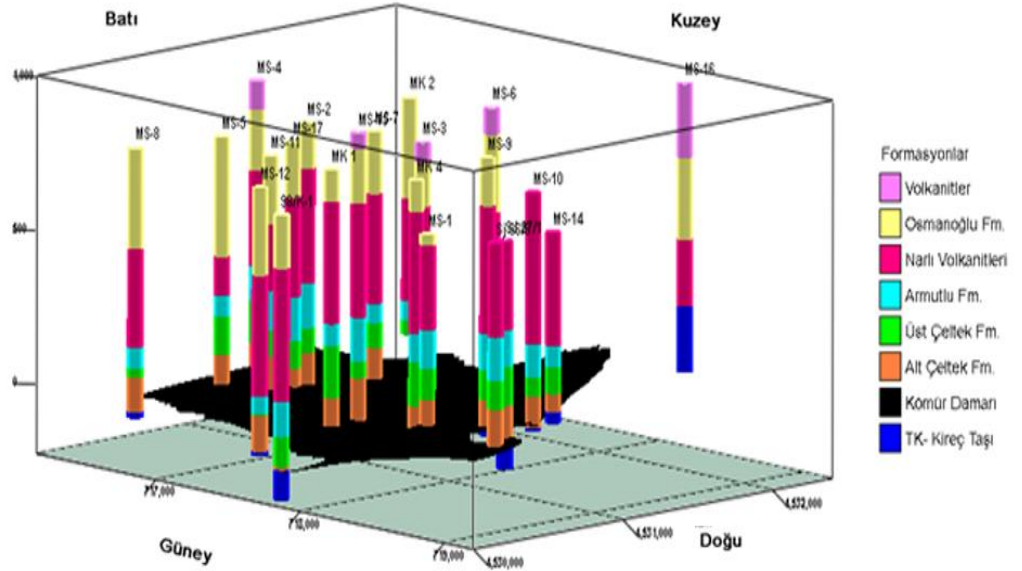
Şekil 4.66: 3B kömür çıkış derinliği modeli.

Genel olarak çalışma alanında ki kömür damarının bir çukuru andıran senklinal içerisinde çökeldiği ve senklinalin merkezinde kalınlık ve derinliğin arttığı, kenarlara doğru gidildikçe azaldığı anlaşılmaktadır.

Kömür madeni modellemesinde son olarak 3 boyutlu kömür damar modeli (Şekil 4. 68) oluşturulmuştur. Devamlılığın sağlanması amacı ile başlangıçta belirlenen gridleme işlemi için belirlenen tüm parametreler aynı alınmıştır.



Şekil 4.68: 3B kömür maden modeli görüntüsü 1.



Şekil 4.69: 3B kömür maden modeli görüntüsü 2.

3B kömür madeni modeli üzerinde sondaj logları ile birlikte gösterilmiştir. Sondaj kayıtlarında kömür damarı bulunmayan sondajlar modelin sınırını oluşturmaktadır. Kömür madeninin merkezde derinleştiği ve sınırlara doğru gelindikçe derinliğinin azaldığı model üzerinden anlaşılmaktadır.

4.6.SİSMİK YANSIMA KESİTLERİ İLE JEOLJİK KESİTLERİN KORELASYONU

Çalışma alanında Merty Enerji (2009) tarafından daha önce yapılmış olan sismik yansımada çalışmasından elde edilen kesitler ile bu çalışma için yapılan sondaj verileri ile elde edilen Rockware Rockworks 16 © programı kullanılarak oluşturulan jeolojik kesitler beraber yorumlanmıştır.

Rockworks 16 © programı kullanılarak sismik yansımada çalışmasında elde edilen kesitlerin yakınlığında yeni jeolojik kesitler oluşturulmuştur.

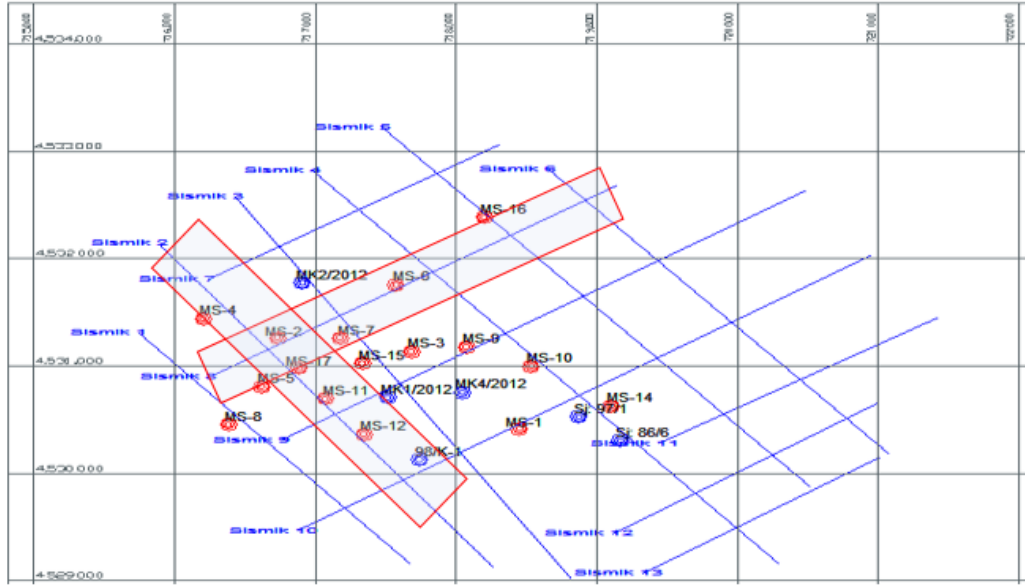
Korelasyon çalışması için sismik yansımada çalışması yapılan 13 hattan 2 adet hat seçilmiştir. Bu hatlar kömür madeninin konumu ve hatlarının veri kalitesi göz önünde bulundurularak seçilmiştir.

4.6.1. Sismik Yansımada Çalışması Hakkında Genel Bilgiler

Daha önceden çalışma alanında kömür varlığı, yayılımı ve kalınlığının belirlenmesi amacı ile 2 boyutlu yüksek ayrımlı sismik yansımada çalışması Merty Enerji (2009) tarafından yapılmıştır.

Çalışma alanında sismik yansımada çalışması için toplam uzunluğu 45 km'yi bulan 13 tane sismik hat üzerinde veri alınmıştır.

Sismik yansımada çalışmasının tamamında sismik kaynak olarak dinamit kullanılmıştır.



Şekil 4.70: Sismik yansıma hatları ile sondaj noktaları gösterimi.

4.6.2. Sismik Yansıma Çalışmasının Genel Yorumu

Sismik yansıma çalışmasının yorumu çalışmayı yapan Merty Enerji (2009) yetkileri tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada sadece sismik kesit ve jeolojik modelden alınan kesitlerin korelasyonu yapıldığından sismik veri işlem ve yorum yapılmamıştır. Bu çalışmada daha önceden yorumlanan sismik kesitler kullanılmıştır.

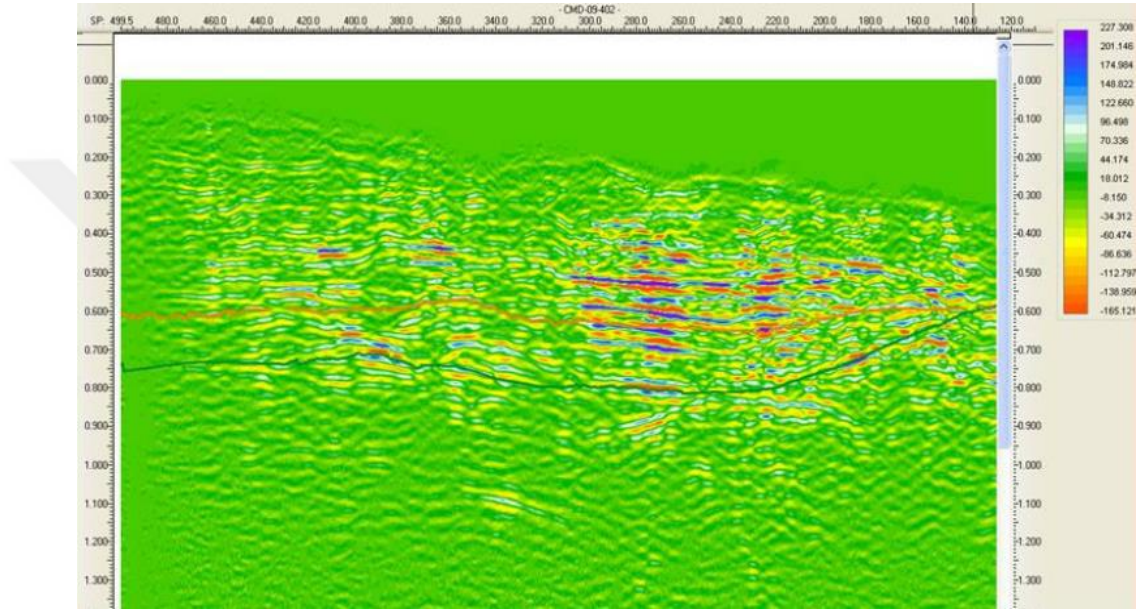
Sismik Yorum Özeti

Sismik yansıma çalışması sonucunda; Armutlu Fm girişi, Çeltek Fm girişi ve Temel Fm kireç taşı girişi belirlenmiştir. Üst Çeltek- Alt Çeltek formasyon dokanağının jeolojik olarak aynı özellikte olması (kum taşı, kil taşı, kum taşı) bu iki formasyonun sismik kesitte belirgin olmasına engel olmaktadır. Alt Eosen yaşlı kömür madenini içinde barındıran Çeltek Formasyonu olarak bilinen seviyenin alttan yaklaşık 50 metrelik kesimi kömürlü bölge, bitümlü şeyl, marn ve silt taşı, yaklaşık 100 metre kalınlıktaki üst kesimi ise çakıl taşı, kil taşı, kumtaşı ve silttasından oluştuğu saptanmıştır. Kömür içeren Alt-Çeltek Formasyonunun Kuzey-Batı yönünde derinleşerek devam ettiği sismik verilerde gözlenmiştir. Sismik yorumda olası kömür zonu olarak belirlediğimiz yüksek genlikli sinyalin kalınlığı yaklaşık 70 m olarak hesaplanmıştır (Merty, 2009).

4.6.3. CMD -09-402 Sismik Kesiti İle Jeolojik Kesitin Korelasyonu

CMD-09-402 sismik hattı KB-GD yönünde bulunmaktadır. Sismik hat yaklaşık olarak 3750 metre boyundadır ve yaklaşık olarak 1500 metre derinlikten veri almaya olanak sağlamıştır.

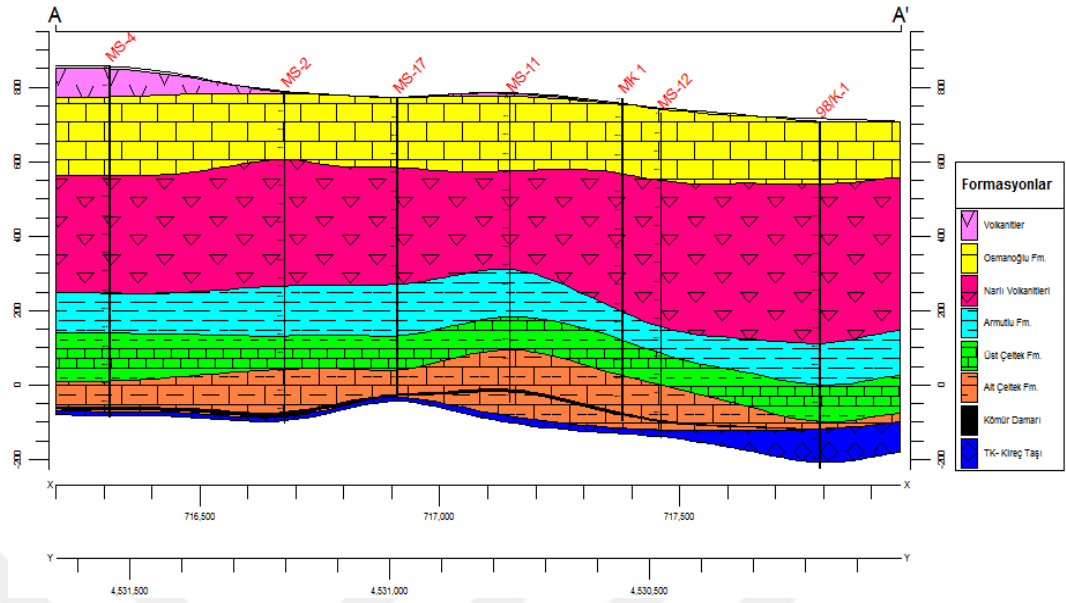
Korelasyon için sismik hattın “Relative Acoustic Empdance Atribütü” (göreceli akustik empedans özelliği) uygulanmış hali kullanılmıştır.



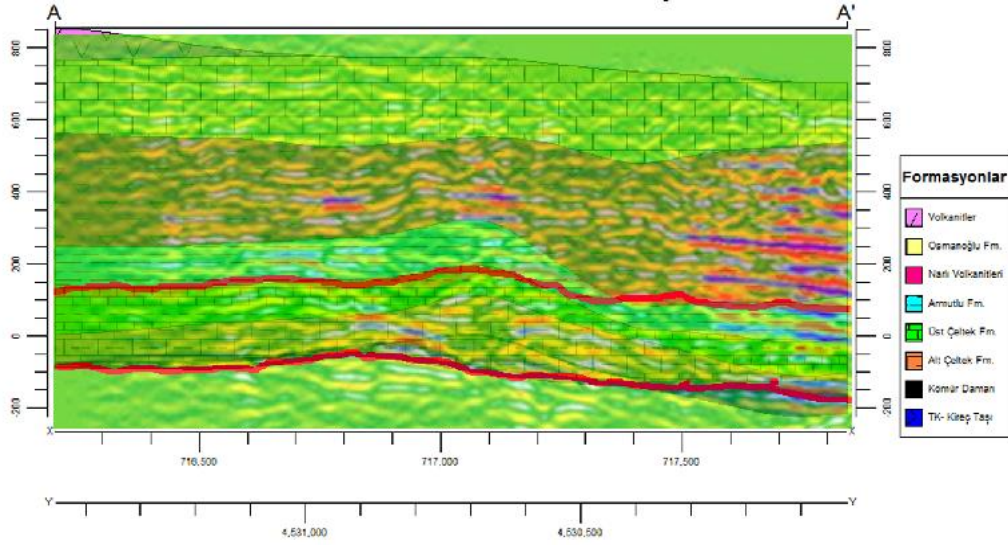
Şekil 4.71: CMD-09-402 sismik yansıma kesiti (Merty ,2009).

Şekil 4.71’de turuncu renk ile Çelteç Formasyonun başlangıç yeri, siyah renk ile de çalışma alanının temel formasyonu olan Kireç Taşı formasyonunun başlangıç yeri gösterilmiştir. İki çizgi arası kömür damarlarının var olduğu bölge olarak tanımlanmaktadır.

CMD-09-402 sismik kesiti ile korelasyonun yapılması amacıyla Rockware Rockworks 16 © programında oluşturulan 3 boyutlu jeolojik model üzerinden sismik hatta paralel ve MS-04, MS-02, MS-17, MS-11, MK-1, MS-12 ve 98/K1 sondajlarını içerisine alacak şekilde jeolojik kesit alınmıştır. Şekil 4.72’de CMD-09-402 sismik kesitine paralel olarak alınan jeolojik kesit görülmektedir.



Şekil 4.72: CMD-09-402 sismik kesitine paralel jeolojik kesit.



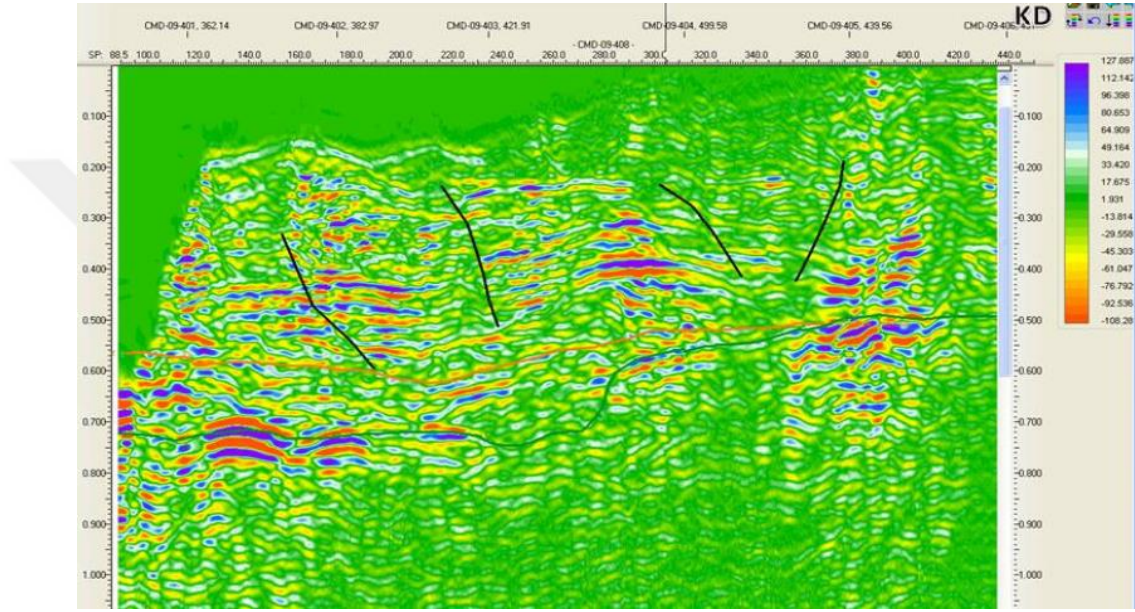
Şekil 4.73: CMD 09-402 sismik kesiti ile birleştirilmiş jeolojik kesit.

CMD-09-402 sismik kesiti ile bu kesite paralel olarak jeolojik modelden alınan kesit birleştirildiğinde oluşan kesit Şekil 4.73'te verilmiştir. Birleştirilmiş kesitte görüldüğü üzere sismik yansıma çalışması bulgularının jeolojik kesit ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Sismik yansıma kesitinde gösterilen Çelték Formasyonu girişi ve kireç taşı girişi jeolojik kesit ile uyum içerisindedir. Alt Çelték formasyonu içerisinde kalan kömür damarı, sismik yansıma kesiti ve jeolojik kesitte aynı yeri kapsamaktadır.

4.6.4. CMD -09-408 Sismik Kesiti İle Jeolojik Kesitin Korelasyonu

CMD-09-408 sismik hattı GB-KD yönünde bulunmaktadır. Sismik hat yaklaşık olarak 3400 metre boyundadır ve yaklaşık olarak 1500 metre derinlikten veri almaya olanak sağlamıştır.

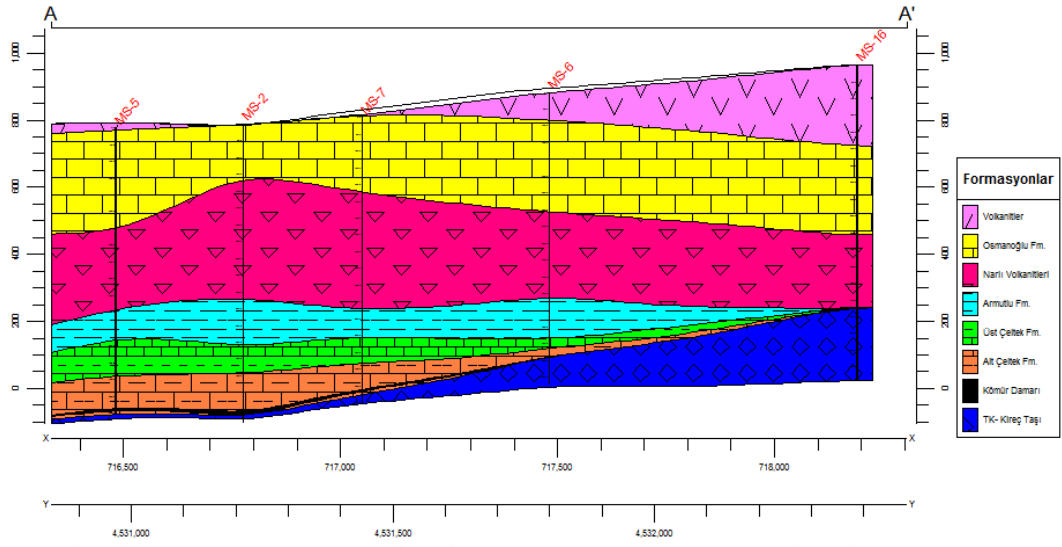
Korelasyon için sismik hattın “Relative Acoustic Empdance Atribütü” (göreceli akustik empedans özelliği) uygulanmış hali kullanılmıştır.



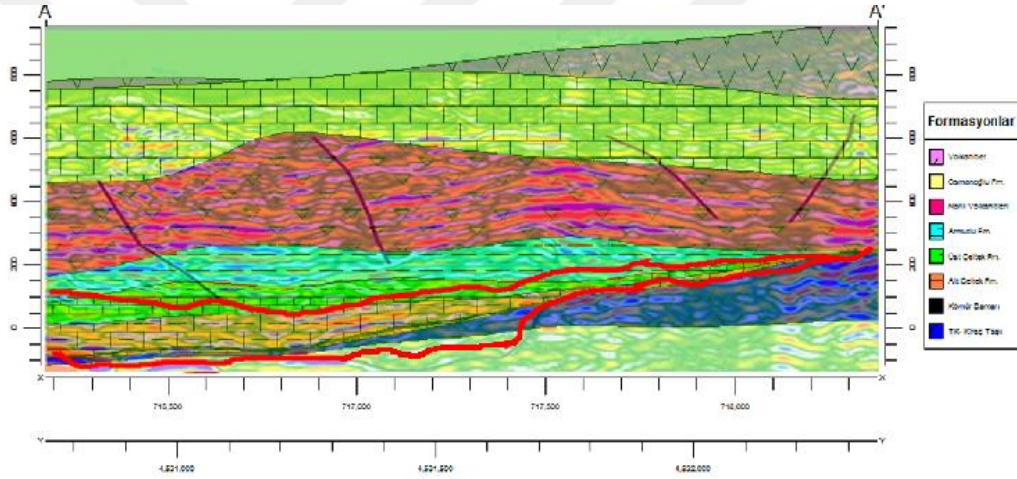
Şekil 4.74: CMD-09-408 sismik yansıma kesiti (Merty, 2009).

Şekil 4.74’te turuncu renk ile Çelteç Formasyonunun başlangıç yeri, siyah renk ile de çalışma alanının temel formasyonu olan Kireç Taşı formasyonunun başlangıç yeri gösterilmiştir. İki çizgi arası kömür damarlarının var olduğu bölge olarak tanımlanmaktadır.

CMD-09-402 sismik kesiti ile korelasyonun yapılması amacıyla Rockware Rockworks 16 © programında oluşturulan 3 boyutlu jeolojik model üzerinden sismik hatta paralel ve MS-05, MS-02, MS-07, MS-06 ve MS-16 sondajlarını içerisine alacak şekilde jeolojik kesit alınmıştır. Şekil 4.75’de CMD-09-408 sismik kesitine paralel olarak alınan jeolojik kesit görülmektedir.



Şekil 4.75: CMD-09-408 sismik kesitine paralel jeolojik kesit.



Şekil 4.76: CMD 09-408 sismik kesiti ile birleştirilmiş jeolojik kesit.

CMD-09-408 sismik kesiti ile bu kesite paralel olarak jeolojik modelden alınan kesit birleştirildiğinde oluşan kesit Şekil 4.76'da verilmiştir. Birleştirilmiş kesitte görüldüğü üzere sismik yansıma çalışması bulgularının jeolojik kesit ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Sismik yansıma kesitinde gösterilen Çeltik Formasyonu girişi ve kireç taşı girişi jeolojik kesit ile uyum içerisindedir. Fakat kireç taşı giriş seviyesinin yer yer jeolojik kesitten farklı olduğu yerler açıkça görülmektedir. Alt Çeltik formasyonu içerisinde kalan kömür damarı, sismik yansıma kesiti ve jeolojik kesitte aynı yeri kapsamaktadır.

4.7.KÖMÜR MADENİ REZERV TAYİNİ

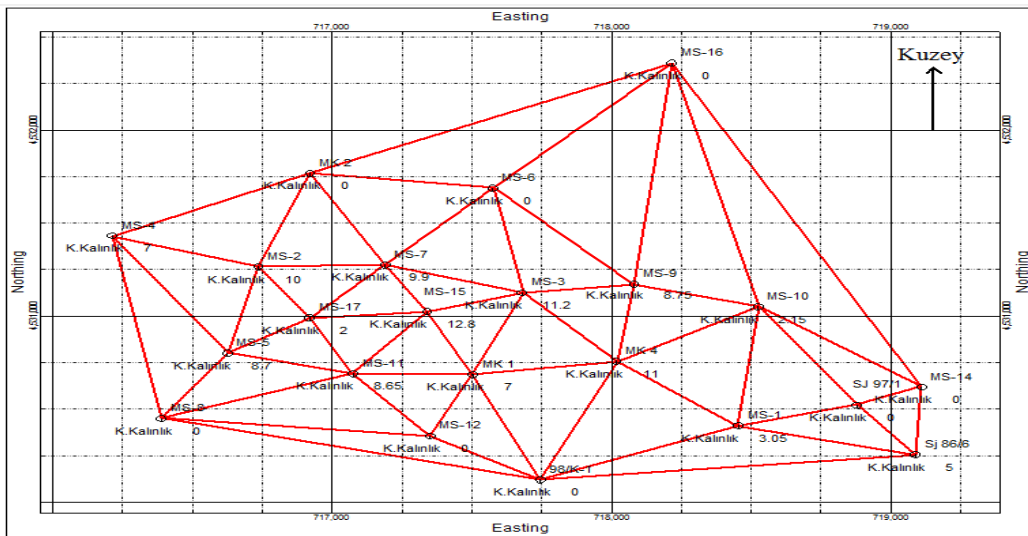
Çalışma alanında ki kömür damarının oluşturduğu kömür madenine yönelik olarak rezerv tayini Rockware Rockworks 16 © programı kullanılarak yapılmıştır. Program kendi içerisinde birçok rezerv tayin metodunu barındırmaktadır.

Bu çalışma kapsamında program içerisinde bulunan rezerv tayin metotlarından Üçgenleştirme metodu (Delaunay Triangulation Method), Katı Modelden Hacim Hesabı (Volumetric - Based on Solid Model) ve Grid Modelden Hacim Hesabı (Volumetric – Based on Grid Model) metotları kullanılmıştır.

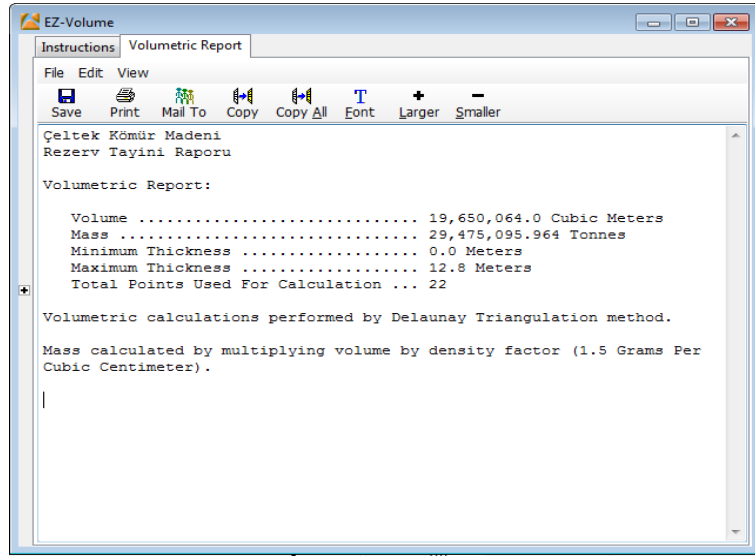
Rezerv tayini çalışmalarında hacim birimi olarak m^3 , rezerv birimi olarak ton kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kömürün yoğunluğu 1.5 gr/cm^3 olarak alınmış olup, diğer birimlerin yoğunluk değeri bilinmediğinden 1 gr/cm^3 olarak sabit tutulmuştur.

Üçgenleştirme Metodu (Delaunay Triangulation Method)

Bu rezerv tayin metodunda program sondajlardan elde edilen kömür kalınlık verilerini kullanmaktadır. Sondaj noktaları küçük üçgenler ile birleştirilerek kalınlık değerleri üzerinden her üçgene ortalama kalınlık değeri atmakta ve bu kalınlık değerlerini üçgen alanı ve kömür yoğunluk değeri ile çarparak rezerv miktarını hesaplamaktadır. Şekil 4.77’de program tarafından oluşturulan üçgen poligon haritası görülmektedir.



Şekil 4.77: Rezerv tayinine yönelik üçgen poligonları.



Şekil 4.78: Üçgenleştirme metodu rezerv tayin raporu ekran görüntüsü.

Üçgenleştirme metodu ile yapılan rezerv tayini sonucunda Şekil 4.78’de görülen rezerv tayin raporu görülmektedir. Bu rapora göre; kömür madeninin hacmi 19,650,064 m³, rezervi ise 29,475,095 ton bulunmuştur. Rezerv tayini çalışmasında kömürün yoğunluğu 1,5 gr/cm³ olarak alınmıştır.

Katı Modelden Hacim Hesabı (Volumetric - Based on Solid Model Metot)

Rockware Rockworks 16 © programı içerisinde bulunan bu rezerv tayin metodu, sondaj verileri ile oluşturulan 3B jeolojik modeli kullanmaktadır. Çalışma alanı için oluşturulan jeolojik modelli istenilen aralıklarla parçalara bölerek, her parçada bulunan formasyonların rezerv ve hacim bilgilerini detaylı olarak raporlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında oluşturulan jeolojik model 100 m aralıklar ile parçalara bölünmüş ve rezerv tayini yapılmıştır. Kömür yoğunluğu 1,5 gr/ cm³ olarak alınmıştır.

Tablo 4.27’de katı modelden hacim hesabı sonuçları ve Tablo 4.28’de ise katı modelden rezerv tayin sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.27: Katı modelden hacim hesabı.

Maximum Elevation	Minimum Elevation	Volkanitler	Osmanoğlu Fm.	Narlı Volkanitleri	Armutlu Fm.	Üst Çeltek Fm.	Alt Çeltek Fm.	Kömür Damarı	TK- Kireç Taşı
970	870	53,700,000	0	0	0	0	0	0	0
870	770	249,772,000	83,960,000	0	0	0	0	0	0
770	670	51,184,000	556,724,000	46,308,000	0	0	0	0	0
670	570	0	502,452,000	239,308,000	0	0	0	0	0
570	470	0	220,236,000	521,524,000	0	0	0	0	0
470	370	0	25,044,000	705,256,000	11,460,000	0	0	0	0
370	270	0	0	630,768,000	104,060,000	6,932,000	0	0	0
270	170	0	0	222,368,000	337,992,000	117,016,000	38,668,000	28,000	25,688,000
170	70	0	0	57,440,000	136,784,000	280,492,000	100,512,000	780,000	161,656,000
70	-30	0	0	556,000	39,520,000	132,820,000	229,032,000	6,380,000	169,692,000
-30	-130	0	0	0	0	11,796,000	155,872,000	13,172,000	62,484,000
-130	-230	0	0	0	0	0	236,000	64,000	24,112,000
Totals:		354,656,000	1,388,416,000	2,423,528,000	629,816,000	549,056,000	524,320,000	20,424,000	443,632,000

Katı modelden hacim hesabı metodu kullanılarak kömür madeninin hacmi 20,424,000 m³ olarak bulunmuştur.

Tablo 4.28: Katı modelden rezerv hesabı.

Maximum Elevation	Minimum Elevation	Volkanitler	Osmanoğlu Fm.	Narlı Volkanitleri	Armutlu Fm.	Üst Çeltek Fm.	Alt Çeltek Fm.	Kömür Damarı	TK- Kireç Taşı
970	870	53,700,000	0	0	0	0	0	0	0
870	770	249,772,000	83,960,000	0	0	0	0	0	0
770	670	51,184,000	556,724,000	46,308,000	0	0	0	0	0
670	570	0	502,452,000	239,308,000	0	0	0	0	0
570	470	0	220,236,000	521,524,000	0	0	0	0	0
470	370	0	25,044,000	705,256,000	11,460,000	0	0	0	0
370	270	0	0	630,768,000	104,060,000	6,932,000	0	0	0
270	170	0	0	222,368,000	337,992,000	117,016,000	38,668,000	42,000	25,688,000
170	70	0	0	57,440,000	136,784,000	280,492,000	100,512,000	1,170,000	161,656,000
70	-30	0	0	556,000	39,520,000	132,820,000	229,032,000	9,570,000	169,692,000
-30	-130	0	0	0	0	11,796,000	155,872,000	19,758,000	62,484,000
-130	-230	0	0	0	0	0	236,000	96,000	24,112,000
Totals:		354,656,000	1,388,416,000	2,423,528,000	629,816,000	549,056,000	524,320,000	30,636,000	443,632,000

Katı modelden hacim hesabı metodu kullanılarak kömür madeninin rezervi 30,636,000 ton olarak bulunmuştur. Kömür damarı dışındaki formasyonların yoğunluğu bilinmediğinden 1 gr/cm³ olarak kabul edilmiştir.

Grid Modelden Hacim Hesabı (Volumetric – Based On Grid Model Metot)

Rockware Rockworks 16 © programı içerisinde bulunan bu rezerv tayin metodu, sondaj verileri ile oluşturulan 3B jeolojik modelin grid verilerini kullanmaktadır. Çalışma alanı için oluşturulan grid verilerini istenilen aralıklarla parçalara bölerek, her parçada bulunan formasyonların rezerv ve hacim bilgilerini detaylı olarak raporlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında oluşturulan jeolojik model 100 m aralıklar ile parçalara bölünmüş ve rezerv tayini yapılmıştır. Kömür yoğunluğu 1,5 gr/ cm³ olarak alınmıştır.

Tablo 4.29’da grid modelden hacim hesabı sonuçları ve Tablo 4.30’da ise grid modelden rezerv tayin sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.29: Grid modelden hacim hesabı.

Maximum Elevation	Minimum Elevation	Volkanitler	Osmanoğlu Fm.	Narlı Volkanitleri	Armutlu Fm.	Üst Çeltek Fm.	Alt Çeltek Fm.	Kömür Damarı	TK- Kireç Taşı
970	870	53,658,010	0	0	0	0	0	0	0
870	770	249,967,314	83,885,347	0	0	0	0	0	0
770	670	51,047,949	556,898,914	46,258,812	0	0	0	0	0
670	570	0	502,315,399	239,444,601	0	0	0	0	0
570	470	0	220,017,251	521,742,749	0	0	0	0	0
470	370	0	25,033,469	705,235,590	11,490,941	0	0	0	0
370	270	0	0	630,802,032	104,078,815	6,879,152	0	0	0
270	170	0	0	222,091,422	338,366,570	116,948,846	38,730,531	70,452	25,589,135
170	70	0	0	57,618,354	136,467,385	280,633,842	100,396,780	1,030,727	161,695,452
70	-30	0	0	543,044	39,668,773	132,523,138	229,414,496	7,861,383	169,733,477
-30	-130	0	0	0	0	11,782,743	156,112,121	13,897,777	62,227,179
-130	-230	0	0	0	0	0	158,993	65,181	23,961,884
Total		354,673,273	1,388,150,380	2,423,736,604	630,072,484	548,767,721	524,812,921	22,925,520	443,207,127

Grid modelden hacim hesabı metodu kullanılarak kömür madeninin hacmi 22,925,520 m³ olarak bulunmuştur.

Tablo 4.30: Grid modelden rezerv hesabı.

Maximum Elevation	Minimum Elevation	Volkanitler	Osmanoğlu Fm.	Narlı Volkanitleri	Armutlu Fm.	Üst Çeltek Fm.	Alt Çeltek Fm.	Kömür Damarı	TK- Kireç Taşı
970	870	53,658,010	0	0	0	0	0	0	0
870	770	249,967,314	83,885,347	0	0	0	0	0	0
770	670	51,047,949	556,898,914	46,258,812	0	0	0	0	0
670	570	0	502,315,399	239,444,601	0	0	0	0	0
570	470	0	220,017,251	521,742,749	0	0	0	0	0
470	370	0	25,033,469	705,235,590	11,490,941	0	0	0	0
370	270	0	0	630,802,032	104,078,815	6,879,152	0	0	0
270	170	0	0	222,091,422	338,366,570	116,948,846	38,730,531	105,677	25,589,135
170	70	0	0	57,618,354	136,467,385	280,633,842	100,396,780	1,546,090	161,695,452
70	-30	0	0	543,044	39,668,773	132,523,138	229,414,496	11,792,074	169,733,477
-30	-130	0	0	0	0	11,782,743	156,112,121	20,846,665	62,227,179
-130	-230	0	0	0	0	0	158,993	97,771	23,961,884
Total		354,673,273	1,388,150,380	2,423,736,604	630,072,484	548,767,721	524,812,921	34,388,277	443,207,127

Grid modelden rezerv hesabı metodu kullanılarak kömür madeninin rezervi 34,388,277 ton olarak bulunmuştur. Kömür madeni dışındaki formasyonların yoğunluğu bilinmediğinden 1 gr/cm³ olarak kabul edilmiştir.

Ortalama Rezerv Tayini

Bu çalışma kapsamında Rockware Rockworks 16 © programı içerisinde bulunan 3 farklı yöntem kullanılarak çalışma alanında ki kömür madeninin rezerv hesabı yapılmıştır.

Kömür madenine yönelik ortalama rezervi bulmak için kullanılan 3 yöntemden bulunan rezerv değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak nihai hacim 20,999,632 m³ ve rezerv 31,499,372 ton olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.31: Ortalama hacim ve rezerv hesabı.

Kullanılan Metot	Hesaplanan Hacim (m³)	Hesaplanan Rezerv (ton)
Üçgenleştirme Modeli	19,650,064	29,475,095
Katı modelden Hacim Hesabı	20,424,000	30,636,000
Grid Modelden Hacim Hesabı	22,925,520	34,388,277
Ortalama	20,999,861	31,499,372

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Amasya ili Merzifon ilçesi Suluova mevkii yakınlarında bulunan Çeltek Kömür sahasının rezervi, jeolojik yapısı, yayılımı, derinliği ve kalınlığı belirlenmiştir. Bu özellikleri belirlemek için çalışma alanında açılan 22 adet sondaj kuyusu verisi ile bu sondajlarda alınan kuyu logu ölçümleri kullanılmıştır.

Sondaj kuyusu verileri, bölgenin genel jeoloji verileri göz önüne alınarak değerlendirilmiş ve çalışma alanında ki daha önceden yapılan jeolojik çalışmalardan alınan bilgiler ile uyum sağladığı görülmüştür.

Sondaj kuyularında genç birimden yaşlı birime doğru Üst Eosen Yaşlı Volkanitler, Osmanoğlu Fm, Narlı Volkanitleri, Orta Eosen yaşlı Armutlu Fm, alt Eosen yaşlı Üst Çeltek Fm, Alt Çeltek Fm ve Üst Kretase yaşlı temel kaya kireç taşı birimleri görülmektedir. Sondajlarda kömür damarı Alt Çeltek formasyonun içerisinde bulunduğu görülmüştür.

Sondaj kuyularında alınan Gamma Ray, Gamma-Gamma ve Nötron logları ölçümleri, sondajlardan alınan litolojik bilgilerle karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. 11 adet sondajdan alınan kuyu logu ölçümleri yorumlandığında genel olarak litolojik bilgiler ile kuyu logu değerlerinin uyum sağladığı görülmüştür. Fakat bazı sondaj kuyularında özellikle derinlik korelasyonunda değişiklikler görülmüştür. Bu değişikliklerin nedeninin karot kaybı olduğu düşünülmektedir. Öte yandan MS-07, MS-10 ve MS-115 sondaj kuyularında Gamma Ray logunun kömür damarına giriş ve çıkışını belirlemede yetersiz kaldığı görülmüştür.

Bu çalışmada jeolojik modelleme programı olan Rockware Rockworks 16 © programı kullanılmıştır. Kuyu logu çalışmaları sonuçları ile doğrulanan sondaj verileri Rockware Rockworks 16 © programına girilerek çalışma alanına ait jeolojik model ve kesitler ile kömür madenine yönelik model ve haritalar oluşturulmuştur.

3 boyutlu jeolojik model üzerinden alınan jeolojik kesitler ile kuzeyden ve güneyden kömür madeni sınırları belirlenmiştir. Kesitlerde bölgedeki orejenez kuşağının etkisiyle oluşan Kireç Taşı biriminin kömür damarının yayılımını etkilediği görülmektedir.

Orejenez kuşağının etkisiyle antiklinal ve senklinallerin oluştuğu ve bu oluşumların kömür damarının inişli çıkışlı bir yayılımına neden olmuştur.

Kömür madeninin modellemesine yönelik olarak kömür giriş ve çıkış derinlik model ve haritaları ile kömür kalınlık haritası RW 16 programı yardımıyla oluşturulmuştur. Kömür damarı bir çukuru andıran senklinal içerisinde çökelmiştir. Senklinalin merkezinde kalınlık ve derinliğin artmakta, kenarlara doğru gidildikçe azalmaktadır. Kömür damarı -1000 m ve -450 m arasında değişim göstermektedir.

Çalışma alanında ki kömür damarının kalınlığı 13 m ile 2 m arasında değişim göstermektedir. Kömür damarı madenin merkezine doğru gidildikçe kalınlaşmakta ve sınırlarına doğru gidildikçe incelmektedir.

Çalışma alanında daha önceden yapılmış ve yorumlanmış olan 2B sismik yansıma çalışmasında elde edilen sismik kesitler, bu çalışma kapsamında oluşturulan 3 boyutlu jeolojik modelden alınan kesitler ile korale edilmiştir. Korelasyonda iki adet sismik yansıma kesiti kullanılmıştır. Sismik yansıma kesitinde ayırt edilen Çeltekk Fm (ALT + ÜST ÇELTEK) ile jeolojik modelden alınan kesitlerde görülen Alt ve Üst Çeltekk formasyonu yayılımlarının uyumlu olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında ki kömür madeninin rezervine yönelik olarak Rockware Rockworks 16 © programı ile rezerv tayini yapılmıştır. Program içerisinde bulunan rezerv tayin metotlarından Üçgenleştirme metodu (Delaunay Triangulation Method), Katı Modelden Hacim Hesabı (Volumetric - Based on Solid Model) ve Grid Modelden Hacim Hesabı (Volumetric – Based on Grid Model) metotları kullanılarak yapılan rezerv tayini çalışmasının sonucunda ortalama olarak hacim 20,999,861 m³ ve rezerv 31,499,372 ton olarak hesaplanmıştır. Yapılan kömür madeni rezerv tayini ortalama bir değer olup, madenin üretime geçilmeden önce daha detaylı olarak görünür, muhtemel ve mümkün rezerv tayinlerinin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, C., 2014, *MS-15 ve MS -17 Sondajı Birleşik Logu*, FNÇ Petrol Madencilik, Amasya
- Akgül, H., 2013, *MS-03 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252/2
- Akgül, H., 2013, *MS-04 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252/3
- Akgül, H., 2013, *MS-05 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252/4
- Akgül, H., 2013, *MS-07 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252/5
- Akgül, H., 2014, *MS-09 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No: 45252/7
- Akıncı, K., 2013, *MS-02 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45280
- Akıncı, K., 2013, *MS-10 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No: 45280/2
- Akıncı, K., 2014, *MS-11 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252/6
- Alp, D., 1972, *Amasya Yöresinin Jeolojisi*. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Fak. Monografileri (Tabii İlimler Kısmı)
- Aytar, Z., 2013, *MS-01 Sondajı Birleşik Logu*, MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etüdlere Dairesi, Arşiv No:45252
- Danışman, M., A., Akgün, M., 2000, *Standart Kuyu Logu Yöntemlerinin Yeraltı Suyu Araştırmalarında Kullanılması*, Deü Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi Cilt: 2 Sayı: 1 Sh. 111-127 Ocak 2000
- Genç, Ş., Kurt, Z., Küçükmen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C, Şenay, M., Ve Poyraz, N., 1991, *Merzifon (Amasya) Dolayının Jeolojisi*, MTA Derleme Raporu, No, 9527
- Gümüüşü, M. 1980, *Amasya İli, Merzifon Ve Suluova İlçeleri Kömür Jeolojisi*, MTA Derleme Rapor No. 7063.Ankara
- Gümüüşu M., 1984, *Amasya İli Çeltek Kömür Havzası'nın Jeolojisi ve Kömür Potansiyelinin Değerlendirmesi*, Doktora Tezi, A.Ü.F.F. , Ankara

- Kanlı A.İ., Özdemir M., 1999, *Petrol Kuyularında Alınan Loglar Yardımıyla Formasyon Litoloji Ve Porozitelerinin Bilgisayar Desteği Ile Hesaplanması*, SDÜ Müh-Mim. Fak. 11. Mühendislik Haftası Yerbilimleri Sempozyumu 20-23 Ekim 2009, Isparta, Türkiye, , cilt.2, ss.464-470
- Kanlı A.İ., 2000, *A New And A Rapid Technique For The Calculation Of Well Lithology And Porosity By The Help Of Least Square Method*, Turkiog 1 st Turkey International Oil & Gas Congress and Exhibition 16-18 Kasım 2000, İstanbul, Türkiye, pp.94-97
- Kanlı A.İ., Tezel O., Aydoğan D., Tur H., 2000, *Rezistivite Logları Yardımı Ile Formasyon Suyu Rezistivitelerinin Ve Formasyon Suyu Tuzluluklarının Hesaplanması*, Kocaeli Üniversitesi Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, cilt.1, ss.28-34
- Karayığit, A.İ., Eriş, E. And Cicioğlu, E., 1996, *Coal Geology, Chemical And Petrographical Characteristics And Implications For Coal Bed Methane Development Of Subbitumious Coals From The Sorgun And Suluova Basins, Turkey. In: Methane And Coal Geology, Geol. Soc. Spec. Publ., No. 97, 327-340.*
- Koç, C., 2002, *Suluova (Amasya) Kuzeybatısındaki Eosen Çökellerinde Sedimentolojik İncelemeler*, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Merty Enerji, 2009, *Amasya Suluova Kömür Arama Sahası Sismik Yorum Raporu*, 79 s., Ankara
- MTA, 2012, *AR 2012201117 Ruhsatlı Sahaya Ait İhale Dokümantasyonu*, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, S., Ve Tekeli, O., 1980, *Kuzey Anadolu Fayı İle Kırşehir Masifi Arasında Kalan Bölgenin Temel Jeolojisi*, MTA Derleme Rapor No. 6722.
- Özdemir, A. 2009, *Sondaj Tekniğine Giriş*, Ankara
- Özdemir, İ. Ve Pekmezci, F., 1983, *Suluova (Amasya İli) Çeltekk Linyit Sahalarının Sondajlı Kömür Arama Raporu*, MTÂ Derleme Rapor No. 7396.
- Singh S., Kanli A.İ., Sevgen S., 2016, *A general approach for porosity estimation using artificial neural network method: a case study from Kansas gas field*, Studia Geophysica Et Geodaetica, vol.60, pp.130-140.
- Pekiner, Y., 2002. *Kuyu Logları Tekniğiyle Yeraltının Keşfi*, Seçkin Yayıncılık
- Tüysüz, O., 1996, *Amasya Ve Çevresinin Jeolojisi*, Türkiye II. Petrol Kongresi, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Adı Soyadı	Okan Tosunoğlu
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	20.04.1987- İstanbul
Telefon	0212 261 31 09
E-mail	okantosunoglu@hotmail.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora		
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Jeofizik Mühendisliği Programı	2016
Lisans	İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği	2010
Lise	Şişli Lisesi (YDA-İNGİLİZCE)	2006