

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KUZEY KISRAKDERE (SOMA) KÖMÜRLERİNİN  
YAYILIMI, REZERVİ VE BAZI İŞLETME PARAMETRELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜRHAN KAMURAN KARAPINAR**

**BALIKESİR, EKİM 2011**

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KUZEY KISRAKDERE (SOMA) KÖMÜRLERİNİN  
YAYILIMI, REZERVİ VE BAZI İŞLETME PARAMETRELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜRHAN KAMURAN KARAPINAR**

**BALIKESİR, EKİM 2011**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**GÜRHAN K. KARAPINAR** tarafından hazırlanan “**KUZEY KISRAKDERE (SOMA) KÖMÜRLERİNİN YAYLIMI, REZERVİ ve BAZI İŞLETME PARAMETRELERİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20/10/2011 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

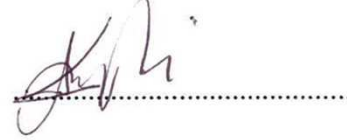
Danışman  
Doç.Dr. Cemal BÖLÜCEK



Üye  
Yrd.Doç.Dr. M. Selman AYDOĞAN



Üye  
Yrd.Doç.Dr. Abdülkerim PEKİN



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tezi BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu onamıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Hilmi NAMLI



## **ÖZET**

### **KUZEY KISRAKDERE (SOMA) KÖMÜRLERİNİN YAYILIMI, REZERVİ VE BAZI İŞLETME PARAMETRELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GÜRHAN KAMURAN KARAPINAR  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
MADEN YATAKLARI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. CEMAL BÖLÜCEK)  
BALIKESİR, 2011**

Bu çalışma, Soma (Manisa) ilçesinde Kuzey Kısırakdere mevkindeki varlığı bilinen Neojen yaşlı linyitin rezervi, kalitesi ve işletilebilirliği üzerinedir. 1960'lı yıllarda başlayıp 1993 ve 1994'de devam etmiş olan 30 adet aramalı sondaja ait veriler kullanılmıştır. Buna ek olarak bölgede arazi incelemeleri de yapılmıştır. Kömürün oluşum sınırları belirlenmiş ve belirlenen bu alan içerisinde kömürün rezervi, klasik yöntemlerin bilgisayar destekli kullanımı ile hesaplanmıştır. Ege Linyit İşletmeleri (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü tarafından açık işletme olarak planlanan bu saha için açık işletme projesi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu projede ki kömür yaklaşık 3800 kalori, % 21 nem ve % 17 kül değerine sahip kaliteli olarak nitelendirilen bir linyit kömürüdür. Çalışılan sahada yaklaşık 3.7 milyon ton kömür üretimi yapılacağı düşünülmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER: Kuzey Kısırakdere, Linyit Kömürü, Rezerv, Açık İşletme**

## **ABSTRACT**

### **DISTRIBUTION, RESERVE AND SOME OPERATION PARAMETERS OF NORTH KISRAKDERE (SOMA) COALS**

**M .SC. THESIS  
GÜRHAN KAMURAN KARAPINAR  
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE DEPARTMENT OF  
GEOLOGICAL ENGINEERING  
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. CEMAL BÖLÜCEK )  
BALIKESIR, 2011**

This study is about reserve, quality and exploitability of known of lignite deposits of Neocene period exists in North Kısırakdere region of Soma (Manisa) county. Data of 30 drillings probed in the period starts from 1960s and extends 1993 and 1994 are used. In addition to this, field investigations are conducted. Boundary of coal formation is determined and coal reserve of this region is computed by computer aided conventional methods. Open-pit operation project is prepared for this region where the directorship of Aegean Lignite Enterprise (ALE) considers operating the region as open-pit. Property of coal whose project is prepared has approximately 3800 calorie, 21% humidity and 17% fly-ash and classified as lignite. The studied region presents the opportunity of production of approximately 3.7 million tons of coal.

**KEYWORDS: North Kısırakdere, Lignite Coal, Reserve, Open-Pit Operation**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	1
1.2 Çalışma Yöntemleri .....	1
1.3 Önceki Çalışmalar .....	2
1.4 Coğrafik Durum.....	4
<b>2. GENEL JEOLJİ</b> .....	<b>6</b>
2.1 Neojen Öncesi Birimler .....	7
2.1.1 Paleozoyik Yaşlı Kayaçlar .....	11
2.1.2 Mesozoyik .....	11
2.2 Neojen Çökelleri.....	12
2.2.1 Soma Formasyonu .....	13
2.2.1.1 Çakıltası-Kumtaşı-Kil (M1) .....	16
2.2.1.2 Alt Linyit Horizonu (KM2).....	16
2.2.1.3 Marn (M2) .....	17
2.2.1.4 Kireçtaşı (M3) .....	18
2.2.1.5 Orta Linyit Horizonu (KM3).....	19
2.2.2 Deniz Formasyonu .....	22
2.2.2.1 Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil Birimi (P1).....	22
2.2.2.2 Üst Linyit Horizonu (KP1).....	23
2.2.2.3 Kil-Tüf-Marn Birimi (P2ab).....	24
2.2.2.4 Kil-Kumtaşı-Çakıltası Birimi (P2c).....	25
2.2.2.5 İnce Çakıllı (Silisli) Kalker Serisi (P3) .....	26
2.2.2.6 Tüf-Aglomera Serisi (P4) .....	27
2.3 Neojen Sonrası Kayaçlar .....	27
2.3.1.1 Pleyistosen yaşlı tabaka serisi (q).....	28
2.3.1.2 Holosen Oluşuklar .....	28
2.4 Yapısal Jeoloji .....	28

2.5	Jeolojik Tarihçe İçerisinde Soma Kömür Oluşumu .....	31
<b>3.</b>	<b>KÖMÜR .....</b>	<b>32</b>
3.1	Kömürleşme Olayı.....	33
3.2	Kömür Türleri.....	35
3.2.1	Hümit Kömürler .....	35
3.2.2	Sapropelik Kömürler .....	36
3.3	Kömür Arama Sistematiği .....	37
3.4	Türkiye’de Linyit.....	38
3.5	Günümüz Dünya Kömür Durumuna Genel Bakış.....	41
3.6	Soma ve Kömür Üretimi .....	42
<b>4.</b>	<b>REZERV .....</b>	<b>45</b>
4.1	Rezerv Çeşitleri .....	46
4.2	Rezerv Hesaplama Yöntemleri.....	49
4.2.1	Jeostatistik Yöntemler .....	49
4.2.2	Klasik Yöntemler.....	52
4.2.2.1	Üçgen yöntemi.....	52
4.2.2.2	Poligon Yöntemi.....	54
4.2.2.3	Kesit Yöntemi.....	55
4.2.2.4	İzopak yöntemi .....	58
<b>5.</b>	<b>KUZEY KIRAKDERE KÖMÜRÜNÜN İNCELENMESİ.....</b>	<b>60</b>
5.1	Saha Verileri ve Yerel Jeoloji.....	60
5.2	Kuzey Kırsakdere’de Yapılan Sondajlar ait Veriler.....	64
5.3	Enine Jeolojik Kesitler .....	96
<b>6.</b>	<b>KUZEY KIRAKDERE KÖMÜRÜNÜN REZERVİ .....</b>	<b>104</b>
6.1	Poligon Yöntemi.....	104
6.2	Üçgen Yöntemi.....	107
6.3	Poligon ve Üçgen Yöntemleri ile Bulunan Rezervlerin Karşılaştırılması.....	109
<b>7.</b>	<b>İŞLETME PROJESİ .....</b>	<b>110</b>
7.1	Açık ve Kapalı Yeraltı İşletmeciliği .....	110
7.2	Kuzey Kırsakdere Kömürünün Açık İşletme Projesi .....	113
<b>8.</b>	<b>SONUÇLAR.....</b>	<b>127</b>
<b>9.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>128</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.1:</b> İnceleme alanının yerbulduru haritası.....	5
<b>Şekil 2.1:</b> Soma ve çevresinin jeoloji haritası.....	7
<b>Şekil 2.2:</b> İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.....	8
<b>Şekil 2.3:</b> Soma bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	9
<b>Şekil 2.4:</b> Soma güneyindeki kömür sahalarının üzerinde yer aldığı Çamlıca Yükselimi'nin genel görünümü.....	10
<b>Şekil 2.5:</b> Çamlıca Yükselimi üzerinde yer alan Işıklar ve Güney Kısrakdere sahalarının genel görünümü.....	10
<b>Şekil 2.6:</b> Çalışma sahasında dere yatağında mostra veren Mesozoyik yaşlı kireçtaşları. .	13
<b>Şekil 2.7:</b> Soma Formasyonunu karakterize eden 631 numaralı sondaj stampı.....	15
<b>Şekil 2.8:</b> İnceleme alanının dışındaki (güneyinde) açık işletmeden oldukça kalın ve eğimli bir kömür (KM2) damarının görünümü. ....	17
<b>Şekil 2.9:</b> Soma Formasyonu içerisindeki marn (M2)'de gözlenen yaprak fosili.....	18
<b>Şekil 2.11:</b> Çalışma sahasında Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının üzerine uyumsuz olarak gelen Miyosen yaşlı marn (M2) birimleri.....	20
<b>Şekil 2.12:</b> Çalışma alanında mostra veren Miyosen yaşlı plaketli kireçtaşı (M3)'nin görünümü.....	21
<b>Şekil 2.13:</b> Plaketli kireçtaşlarında (M3). gözlenen Gastropod fosili. ....	21
<b>Şekil 2.14:</b> Açık işletmeden P1 birimine ait killer. ....	24
<b>Şekil 2.15:</b> Çalışma sahasında yüzeyleyen Pliyosen yaşlı tuf (P2ab). ....	25
<b>Şekil 2.16:</b> Soma'da bir açık işletme faaliyetinden görünüm. ....	26
<b>Şekil 2.17:</b> Deniz Formasyonu içinde gözlenen çökeltme ile yaşıt kıvrımlar.....	29
<b>Şekil 2.18:</b> Açık işletme sahasından kıvrımlı Deniz Formasyonunun görünümü.....	29
<b>Şekil 2.19:</b> Soma bölgesinde açık işletme sahasından düşey atımlı bir normal fay görüntüsü.. ....	30
<b>Şekil 2.20:</b> Deniz Formasyonu içinde gelişmiş olan disharmonik kıvrımlar (2009). ....	30
<b>Şekil 3.1:</b> Kömürleşme olayının aşamaları. ....	34
<b>Şekil 3.2:</b> Tipik bir linyit kömürü örneği. ....	36
<b>Şekil 3.3:</b> Yeryüzündeki kömür oluşum dönemleri. ....	37
<b>Şekil 3.4:</b> Türkiye'nin önemli linyit, taşkömürü, asfaltit, bitümlü şist ve turba sahaları...	40
<b>Şekil 3.5:</b> Ege Linyit İşletmeleri-Soma tarafından (ELİ) 2000-2010 yılları arasında ki tüvenan üretim ve satılabilir kömür miktarları. ....	43
<b>Şekil 3.6:</b> Ege Linyit İşletmeleri-Soma (ELİ) tarafından 2000-2010 yılları arasında, kömürlerin termik santral ve piyasa satış rakamları. ....	44
<b>Şekil 4.1:</b> Jeostatistik olarak hazırlanmış bir kömür damarının kalorifik olarak sınıflandırılması.....	51
<b>Şekil 4.2:</b> Üçgen yönteminin kullanımının tek bir üçgen üzerinde şematik olarak gösterimi. ....	53
<b>Şekil 4.3:</b> Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan üçgenler ve üçgenlerin temsil ettiği kalınlık değerleri.....	54
<b>Şekil 4.4:</b> Poligon kullanılarak bir sondaj noktasının etki alanını gösteren şematik yapı. .	55
<b>Şekil 4.5:</b> Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan poligonlar ve poligonların temsil ettiği kalınlık değerleri.....	56



Şekil 4.6: Bir kömür damarının eğim yönü boyunca alınmış enine kesiti.....	57
Şekil 4.7: Belirli bir alandaki sondaj noktaları kullanılarak 10 m değişim değerleri kullanılarak hazırlanan kömür taban eşyüksekti haritası.....	58
Şekil 4.8: Belirli bir alan için yaratılan kömür eş kalınlık eğrileri.....	59
Şekil 5.1: İnceleme alanının uydu görüntüsü.....	60
Şekil 5.2: İnceleme alanının 1960'lı yıllarda hazırlanan jeoloji haritası ve sondajların dağılımı.....	61
Şekil 5.3: Nebert tarafından hazırlanan Jeolojik haritanın orijinal baskısının üzerinde sondajlar, arazi gözlemleri ile düzenlenen formasyon sınırları, eğim-doğrultular ve muhtemel fay hatları.....	63
Şekil 5.4: 1/94 nolu sondaj stampı.....	71
Şekil 5.5: 2/93 nolu sondaj stampı.....	72
Şekil 5.6: 3/93 nolu sondaj stampı.....	73
Şekil 5.7: 4/93 nolu sondaj stampı.....	74
Şekil 5.8: 5/93 nolu sondaj stampı.....	75
Şekil 5.9: 6/93 nolu sondaj stampı.....	76
Şekil 5.10: 7/93 nolu sondaj stampı.....	77
Şekil 5.11: 8/93 nolu sondaj stampı.....	78
Şekil 5.12: 9/93 nolu sondaj stampı.....	79
Şekil 5.13: 10/93 nolu sondaj stampı.....	80
Şekil 5.14: 11/93 nolu sondaj stampı.....	81
Şekil 5.15: 12/93 nolu sondaj stampı.....	82
Şekil 5.16: 13/93 nolu sondaj stampı.....	83
Şekil 5.17: 14/94 nolu sondaj stampı.....	84
Şekil 5.18: 15/94 nolu sondaj stampı.....	85
Şekil 5.19: 16/94 nolu sondaj stampı.....	86
Şekil 5.20: 17/94 nolu sondaj stampı.....	87
Şekil 5.21: 18/94 nolu sondaj stampı.....	88
Şekil 5.22: 19/94 nolu sondaj stampı.....	89
Şekil 5.23: 20/94 nolu sondaj stampı.....	90
Şekil 5.24: 21/94 nolu sondaj stampı.....	91
Şekil 5.25: 22/94 nolu sondaj stampı.....	92
Şekil 5.26: 23/94 nolu sondaj stampı.....	93
Şekil 5.27: 24/94 nolu sondaj stampı.....	94
Şekil 5.28: 25/94 nolu sondaj stampı.....	95
Şekil 5.29: Topografik harita üzerinde, inceleme alanında yapılmış olan sondajlar ve kesit hatları.....	97
Şekil 5.30: 1 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	98
Şekil 5.31: 2 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	98
Şekil 5.32: 14/94 numaralı sondaj yakınlarından geçtiği kabul edilen fayın oluşturduğu yapı.....	98
Şekil 5.33: 3 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	99
Şekil 5.34: 4 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	99
Şekil 5.35: 5 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	100
Şekil 5.36: 6 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	100
Şekil 5.37: 7 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	101
Şekil 5.38: 8 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	101
Şekil 5.39: 9 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	102
Şekil 5.40: 10 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	102

<b>Şekil 5.41:</b> 11 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.....	103
<b>Şekil 6.1:</b> İnceleme alanında yapılan sondajların lokasyonları.....	105
<b>Şekil 6.2:</b> Kömür kesen sondajları içeren poligonlar.....	106
<b>Şekil 6.3:</b> İnceleme alanındaki kömür dağılımı. ....	108
<b>Şekil 6.4:</b> Tavan ve ta an modellerinin belirli bir kıyas (referans) yüzeyine göre hesaplaması.....	109
<b>Şekil 7.1:</b> İlk çağlarda üretim biçimi ve 2500 yıllık maden taşıma tekneleri. ....	110
<b>Şekil 7.2:</b> Soma Eynez’de yeraltında kömür üretimi çalışmalarından bir görünüm. ....	114
<b>Şekil 7.3:</b> Soma Güney Kısrakdere’de açık işletme ile üretim yapılan bir açık işletme sahası. ....	114
<b>Şekil 7.4:</b> Yayılım sınırları boyunca projelendirilen sahaya ait kuzey-güney kesiti. ....	115
<b>Şekil 7.5:</b> Kömür yayılım sınırına göre hazırlanan açık işletme projesi. ....	116
<b>Şekil 7.6:</b> Kuzey Kısrakdere kömürünün yeni belirlene sınıra göre tavan eğrileri. ....	117
<b>Şekil 7.7:</b> Yeni belirlenen kömür sınırına göre hazırlan açık ocak projesi. ....	118
<b>Şekil 7.8:</b> Açık ocak ve topografyanın kuzey-güney uzanımlı kesiti.....	119
<b>Şekil 7.9:</b> Açık ocak ve topografyanın doğu- batı uzanımlı kesiti.....	119
<b>Şekil 7.10:</b> Kömür kesen sondajlardan kalite verisi mevcut olanların oluşturduğu poligonlar.....	121
<b>Şekil 7.11:</b> Hazırlanan açık ocağın kömür kalınlık değişimlerini gösterir plan.....	123
<b>Şekil 7.12:</b> Hazırlanan açık ocağın 3 boyutlu görüntüsü. ....	124
<b>Şekil 7.13:</b> Hazırlanan blok modelin yatay karelajı. ....	125
<b>Şekil 7.14:</b> Hazırlanan blok modelin düşey karelajı. ....	125

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Mayıs 2008 itibariyle bulunan yeni linyit rezervlerinin bölgelere göre dağılımı.....	40
<b>Tablo 5.1:</b> Çalışma sahasındaki ( Kuzey Kısrakdere) sondajların konumsal bilgileri. ....	64
<b>Tablo 5.2:</b> Sondajlara ait jeolojik veriler. ....	65
<b>Tablo 5.3:</b> Sondajların kalori, kül, nem ve sabit C değerlerini içeren bilgiler.....	68
<b>Tablo 6.1:</b> Poligon yöntemi için kömür rezervi ile ilgili veriler.....	107
<b>Tablo 6.2:</b> Üçgen yöntemi için kömür rezervi ile ilgili veriler.....	109
<b>Tablo 7.1:</b> Kömürün yayılım sınırları esas alınarak tasarlanan açık işletme miktarları. ..	115
<b>Tablo 7.2:</b> Yayılım sınırının güney kısmındaki belirli bir alanın işletme dışı bırakılmasından sonra tasarlanan 2. projedeki veriler ve 1. projeye ait verilerle karşılaştırılması.....	119
<b>Tablo 7.3:</b> Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama kalori değerleri ve inceleme alanı için ortalama kalori değeri. ....	120
<b>Tablo 7.4:</b> Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama nem değerleri ve inceleme alanı için ortalama nem değeri.....	122
<b>Tablo 7.5:</b> Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama kül değerleri ve inceleme alanı için ortalama kül değeri. ....	122
<b>Tablo 7.6:</b> Surpac programı kullanılarak hazırlanan blok model ve açık ocak tasarımındaki sonuçlar.....	126
<b>Tablo 7.7:</b> Sayısal arazi modeli ve blok model ile bulunan sonuçların karşılaştırılması. ....	126

## ÖNSÖZ

Başta danışman hocam, Doç.Dr. Cemal BÖLÜCEK'e bu süreç esnasındaki tüm emeklerine teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim esnasında, bilimsel hazırlığa tabi olmamdan ötürü almak zorunda olduğum lisans derslerim sırasında, Prof.Dr. Fazlı ÇOBAN, Yrd. Doç.Dr. A. Murat KILIÇ ve Zeki Ü. YÜMÜN'e, yakın ilgi, alaka ve hoş görülerinden ötürü teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans derslerim sırasında bilgisinden yararlandığım Doç.Dr. Şener CERYAN, Yrd. Doç.Dr. Zafer ASLAN ve Yrd. Doç.Dr. M. Selman AYDOĞAN'a ayrıca teşekkür ederim.

Derslerime devam esnasında senelik izinlerimi parçalı olarak kullanmam konusundaki yardımlarından dolayı ELİ yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Gerek bu süreçte, gerekse bütün eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve desteklerini esirgemeyen aileme de minnet ve şükranlarımı sunarım.

# 1. GİRİŞ

İnceleme alanı, Türkiye Kömür işletmeleri(TKİ) imtiyazındaki İR 549 numaralı ruhsat sahasının güney doğusunda yer almaktadır. Bu imtiyaz sahasının kuzey kısımlarında halen kömür üretimi devam etmektedir. Çalışma alanı içerisinde ise yapılmış olan sondajlar dışında üretim anlamında herhangi bir madencilik faaliyeti mevcut değildir.

## 1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, inceleme alanında sondaj verileriyle tespit edilen kömürlerin miktarını (rezervini) ve kalitesini belirlemek; kömür üretimi ile ilgili işletme planı hazırlamaktır. TKİ ruhsat sahasında olmasına rağmen, henüz madencilik uygulamalarına başlanmamış olan inceleme alanında daha önceki yıllarda kurum tarafından yapılan 30 adet sondaj verisi, yine 1960 yıllarda hazırlanan jeolojik haritalar ve en son olarak arazi gözlemlerinin bu bilgilerle bütünleştirilmesi ile bu amaca ulaşılmaya çalışılmıştır.

## 1.2 Çalışma Yöntemleri

Çalışmanın yürütülmesi esnasında kullanılan yöntemler aşamalı olarak aşağıda verilmiştir. Öncelikli olarak işletme tarafından gerçekleştirilmiş olan sondaj verileri kullanılmıştır. Bu verilerin yanında arazi gözlemleri yapılmıştır. Mevcut bilgilerle bütünleştirilen gözlemler bilgisayar programları yardımı ile (NetCad, Surpac, LogPlot, AutoCad gibi bazı temel mühendislik programları) değerlendirme aşamasına getirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda da kömür yataklanmasının yanında, kalitesi, rezervi gibi büyüklüklere ulaşılmıştır. Bu sonuçların yorumlanması neticesinde işletilebilirlik durumları irdelenmiştir.

### 1.3 Önceki Çalışmalar

Soma bölgesi hakkında ilk jeolojik veriler, 1910 yılında bölgede etüt gezisi yapan Philippson'a aittir. Sonrasında Chaput (1936) jeolojik çalışmalar yapmıştır (Nebert, 1978).

Kleinsorge (1939, 1940, 1941), bölgenin detay anlamında "ilk" olarak kabul edilen çalışmalarını yaptığı bilinmektedir. Araştırmacı bu çalışmalarında genç Paleozoyik grovaklar ve Mesozoyik kalkerleri ayırt etmiş ve Neojen birimleri birçok kademelere sınıflandırmıştır. Yataklanma durumlarını ise çok aşamalı bir kıvrılma ve ekaylanma neticesi olarak göstermiş ve Soma güneyindeki kömür içeren bölgenin, çok sayıda küçük sedimentasyon havzasından ibaret olduğunu kabul etmiştir.

Arni (1942), Soma linyit yatağı hakkında jeolojik çalışmalar yapmıştır. Gerçek stratigrafik koşulların bilinmemesi sonucu Arni, profillerini düz yatımlı yatay tabakalarla göstermiştir; böylece alt (ana) damarı (k1), orta (k2) ya da üst damarla (k3) birleştirmiş ve bu şekilde 100 metreyi aşkın damar yarılımları elde etmiştir (Dirik, Özsayın, Kahraman, 2009).

Nebert (1978), 1960'lı yıllarda bölge için çok önemli sayılan ve bugün bile referans kabul edilen bir çok çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı kendisinin de dahil olduğu ve yönetimi altında sürdürülen arama sondajı programı ile programda öngörülmuş, Güney Soma Neojen bölgesindeki ayrıntılı jeolojik tespitleri içeren faaliyetlerde bulunmuştur. Bu faaliyetler MTA tarafından organize edilmiştir. Nebert (1978), bu çalışmaları sırasında bölgenin Tersiyer stratigrafisini oluşturmuş ve arama amaçlı sondajlar yaparak bu sondaj verilerini değerlendirmiştir.

Nebert ile aynı dönemlerde Kemalettin Göktunalı'da , Soma-Eynez bölgesinde kömür aramasına yönelik faaliyetlerde bulunmuştur (Nebert, 1978).

Brinkmann, Feist, Marr, Nickel, Schlimm ve Walter (1970), KM2 kömürünün Neojen öncesi bir vadide oluştuğunu ve bu vadinin Miyosende tektonik bir çöküntü arazisine dönüştüğünü belirtmektedirler.

Akyürek ve Soysal (1981), MTA Enstitüsünce 1975-1977 yılları arasında yürütülen "Menderes Masifi ile Biga Yarımadası arasındaki bölgenin jeolojisi" projesi kapsamında

Soma'nın da içinde olduğu çok geniş bir bölgede çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Batı Anadolu'nun kendine özgü jeolojik sorunlarına, bölgenin stratigrafi ve ayrıntılı jeoloji haritalarını hazırlayarak katkıda bulunmuşlardır. Bu araştırmacılar Soma Formasyonuna dair karakteristik bilgiler verilmişlerdir.

MTA Genel Müdürlüğü (Gürsoy, 1990), bölgedeki arama faaliyetlerini halen devam ettirmektedir. MTA yaptıkları sondajlarda, bölgenin temel birimleri kabul edilen Paleozoyik yaşlı grovaklar ve Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşlarından oluşan bir serinin varlığını ortaya koymuşlar ve Nebert (1978) tarafından da tanımlanan Neojen yaşlı birimleri tespit etmişlerdir. MTA bu çalışmalarla bölgedeki kömür yayılımı ve miktarını belirlemiştir.

İnci (1998), farklı fasiyeslerden meydana gelen Soma kömürlerinin 3 seriden oluştuklarını ve bunların temel kayalar üzerine uyumsuzlukla geldiklerini, toplam kalınlıklarının da 900 m civarında olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, Erken Tersiyer'de Avrupa ve Anadolu plakaların çarpışması sonucu bölgede kömürleşmeye uygun bir topoğrafyanın geliştiğini ve bu havzanın fay kontrollü olarak oluştuğunu söylemektedir.

İnci (2002), "Linyit İçeren Soma Havzasında (Batı Anadolu) Miyosen Volkanizmasıyla Eş Zamanlı Çökme" adıyla yayınlanan makalesinde; Kalk-alkalin volkanizma ve volkaniklastik birikim, Batı Anadolu'da linyit içeren Soma havzasındaki Geç Miyosen tortullaşmasını ve havza gelişimini önemli ölçüde kontrol ettiği Soma havzasında Miyosen volkanizmasıyla eş zamanlı bir çökme olduğunu söylemiştir.

İnci, Koçyiğit, Bozkurt ve Arpalıyigit (2003), "Soma ve Kırkağaç Grabenlerinin Kuvaterner Jeolojisi, Batı Anadolu" başlıklı yayınında, Soma, Kırkağaç ve Dereköy grabenlerinin Neotektonik havza dolguları ve bu grabenlerin oluşumundan sorumlu kenar faylarının kinematik özelliklerini aydınlatmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada, bölgedeki paleotektonik kaya birimleri tanımlanmış, Başlamış Formasyonu, Soma Formasyonu, Deniz Formasyonu stratigrafik olarak açıklanmıştır. Daha sonra neotektonik birimler açıklanmış ve Soma Grabeni, Dereköy Grabeni ve Kırkağaç Grabeni stratigrafik ve tektonik açıdan tanımlanmıştır.

Dirik vd. (2009), Soma güneyinde yer alan kömür sahalarının Geç Pliyosen-Kuvaterner döneminde gelişmiş olduğunu ve blok faylanmalarla parçalanmış olan Çamlıca Yükselimi'nin üzerinde kaldığını belirtirler. Yazarlar, Kısırkdere Grabeni içinde yer alan kömür sahasının Geç Pliyosen-Kuvaterner döneminde etkin olan ve Çamlıca Yükselimi'nin batısında yer alan Kırkağaç Grabeni'nin oluşumunu da sağlayan DKD-BGB doğrultulu genişleme rejimine bağlı olarak gelişen yaklaşık K-G doğrultulu faylarla parçalandığını ortaya koymuşlardır.

#### **1.4 Coğrafik Durum**

İnceleme alanı, Manisa iline bağlı Soma ilçe sınırlarında ve Soma'nın 15 km. Kuzey batısında bulunmaktadır. Soma İzmir'e karayolu ile 120 km Balıkesir'e 75 km ve bağlı bulunduğu Manisa kent merkezine ise 95 km mesafede bir maden şehridir. Çalışma alanına aktif olarak çalışan yeraltı ve açık işletmelerinin kullandığı maden yollarını kullanarak ulaşmak mümkündür (Şekil 1.1).

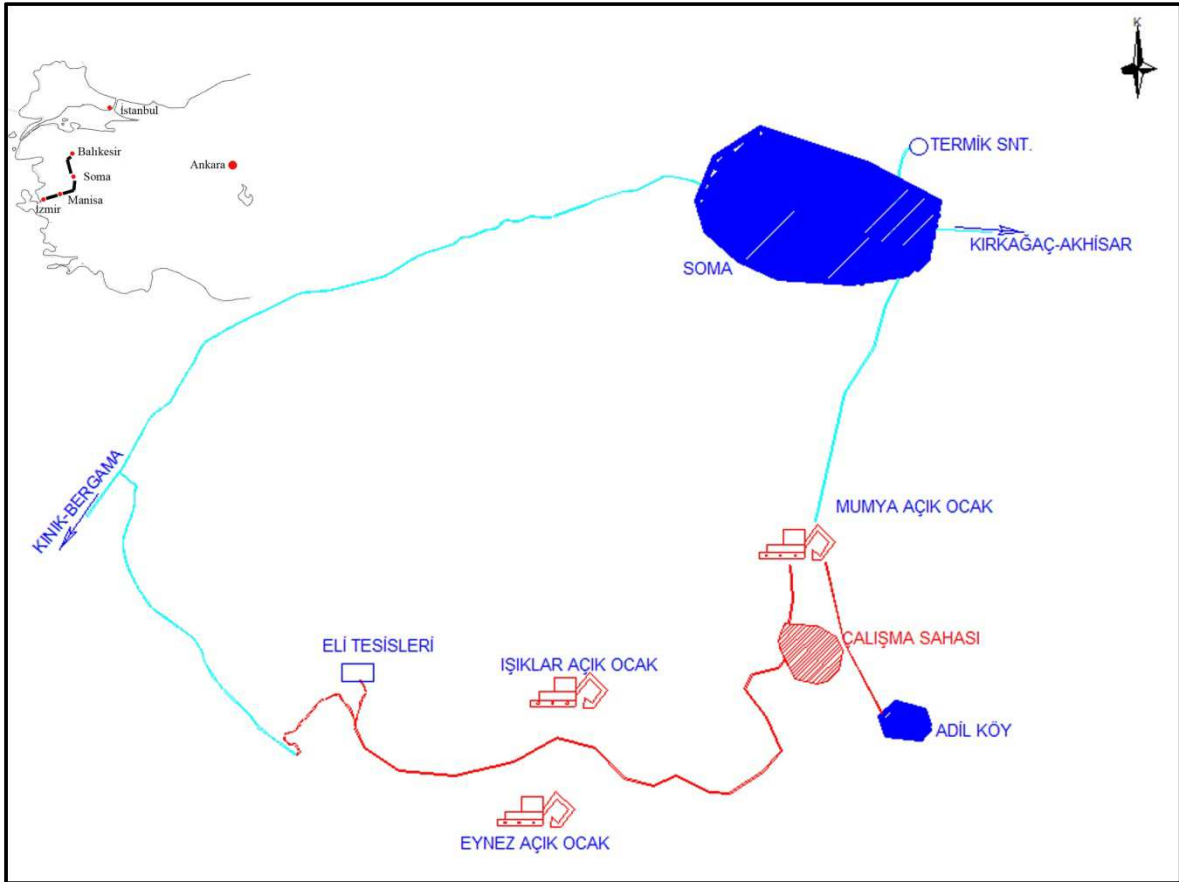
Çalışma sahasına Soma'dan iki farklı yoldan ulaşmak mümkündür. Akhisar istikametinden Soma'ya girişte güney yönüne giden maden yolu sapaktan yaklaşık 15 km. kadardır. Soma'dan Bergama istikametinin 10. km'sinden Güney Doğu yönüne giden maden yolu ikinci yolu oluşturmaktadır (Şekil 1.1).

Soma'nın güneyinde, kuzey-güney yönünde bir dağ silsilesi olan Soma dağları uzanmaktadır. Bu dağ silsilesini, kuzeyden üç taraftan Bakırçay'ın geniş vadisi çevrelemektedir. Bütün tali dereler sularını Bakırçay'ına boşaltmaktadırlar. Çamlıca dağı (1211 m) bölgenin en yüksek noktasıdır. Soma'nın yüksek dağlarından olan Soma Sivrisi (1100 m) çalışma alanının doğusunda bulunmaktadır. İnceleme alanında 850 m ile 700 m arasında yükseltiler bulunmaktadır.

Bölgede daha çok iç Ege ikliminin özellikleri görülmektedir: Yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlıdır. Yüksek alanlarda yer yer kar yağışı da görülmektedir. Kışları genel olarak ılıman bir iklim hâkimdir. Çalışma alanı yakınlarında yağışlı zamanlarda su toplayan küçük dereler vardır.



Çalışma alanı sık çam ağaçları ile örtülüdür. Saha yakınlarında yerleşim yerlerine doğru tarım amaçlı kullanılan alanlar mevcut olup, Açık İşletme yapılan alanların kömür üstü örtüsü, alana yakın kısımlara dökülmüş ve buralar kısmen geri kazanım çerçevesinde Çiftlikköy bulunmaktadır.



**Şekil 1.1:** İnceleme alanının yerbulduru haritası ( Kırmızı renkle gösterilen çizgiler maden sahası içindeki stabilize yolları, turkuaz renk ise asfalt yolları göstermektedir).

## 2. GENEL JEOLJİ

Büyük yükseklik farkları, bölgede ilk jeolojik çalışma yapan araştırıcının (Kleinsorge, 1939,1930,1941) kaydettiği gibi, bölgede Alp orojenezinin etkisini göstermektedir. Soma dağ silsilesinin yapısına grovak, kalker ve Tersiyer tabakaları olmak üzere üç ana kayaç grubunun iştirak ettiğini ve hepsinin tektonik bakımdan önemli derecede faylanmış olduğunu söylemek mümkündür. Yataklanma durumları çok aşamalı bir kıvrılma ve ekaylanma neticesi olarak gösterilmiştir.

şekil 2.1'de Soma'nın güneyinden Kırkağaç uzantılı ağrlıklı olarak Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşlarından oluşan dağ silsilesi Soma kent merkezinin güneyinden Kınık tarafına doğru büyük yükseltiler yaparak uzanmaktadır.

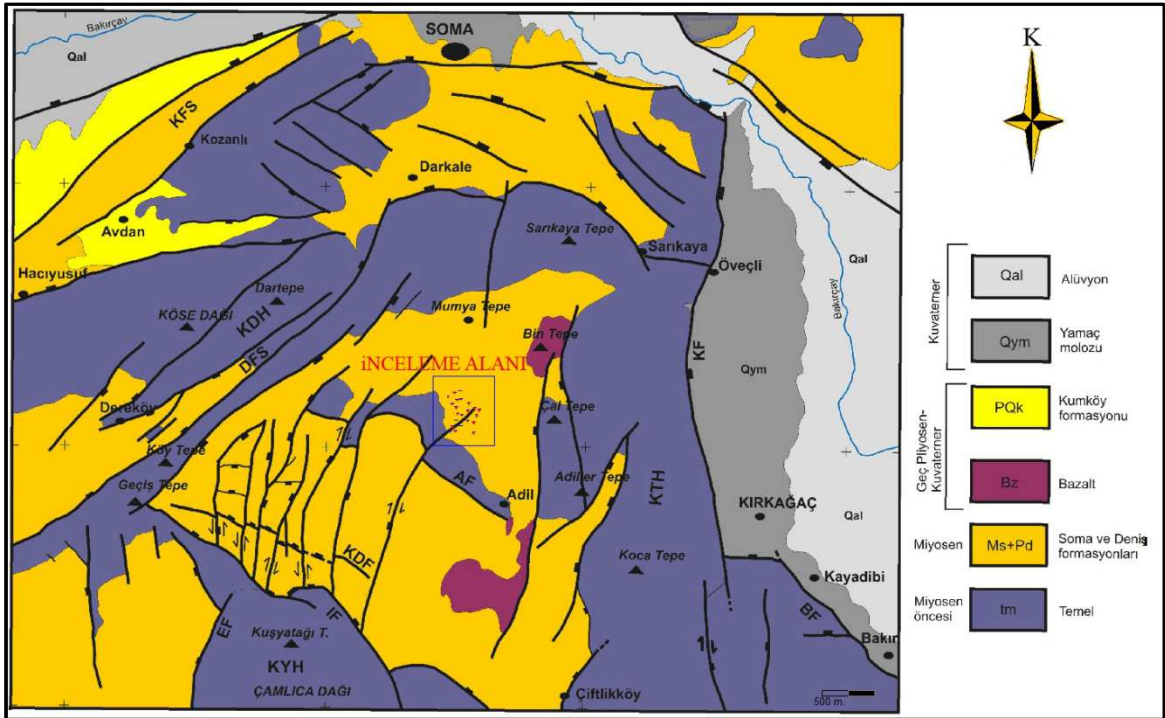
Kleinsorge (1939,1940,1941), Soma güneyindeki kömür içeren bölgenin çok sayıda küçük sedimentasyon havzasından ibaret olduğunu kabul etmektedir. Daha sonraki araştırmacılar tarafından, tüm Soma Neojen bölgesinin, geniş uzanımlı ve birleşik bir havza alanı olduğu, havza tabanının ve çevresinin genç, epirojen yükselme ve alçalmaları tüm havza alanını kırarak parçalamış ve havza içeriğini çok fazla dağıttığını, bu olaylar sonucu olarak da küçük, münferit bloklar oluştuğu kabul edilmiştir. Üstte bulunan bloklarda Neojen sedimentleri aşınmaya uğradığı, alttaki bloklarda ise sedimentler korunmuş olduğu sonucuna varılmıştır. Bugün itibarı ile bölgede çok sayıda ve birbirlerinden fayla ayrıldığını gösterir bulgular önceki sonuçları destekler niteliktedir (Nebert, 1978).

Kömürün Neojen yaşlı olduğu dikkate alınarak bölgeyi Startigrafik olarak 3 ana başlıkta incelemek mümkündür (Gürsoy, 1990): Neojen Öncesi Kayaçlar, Neojen Çökelleri ve Neojen Sonrası Çökeller.

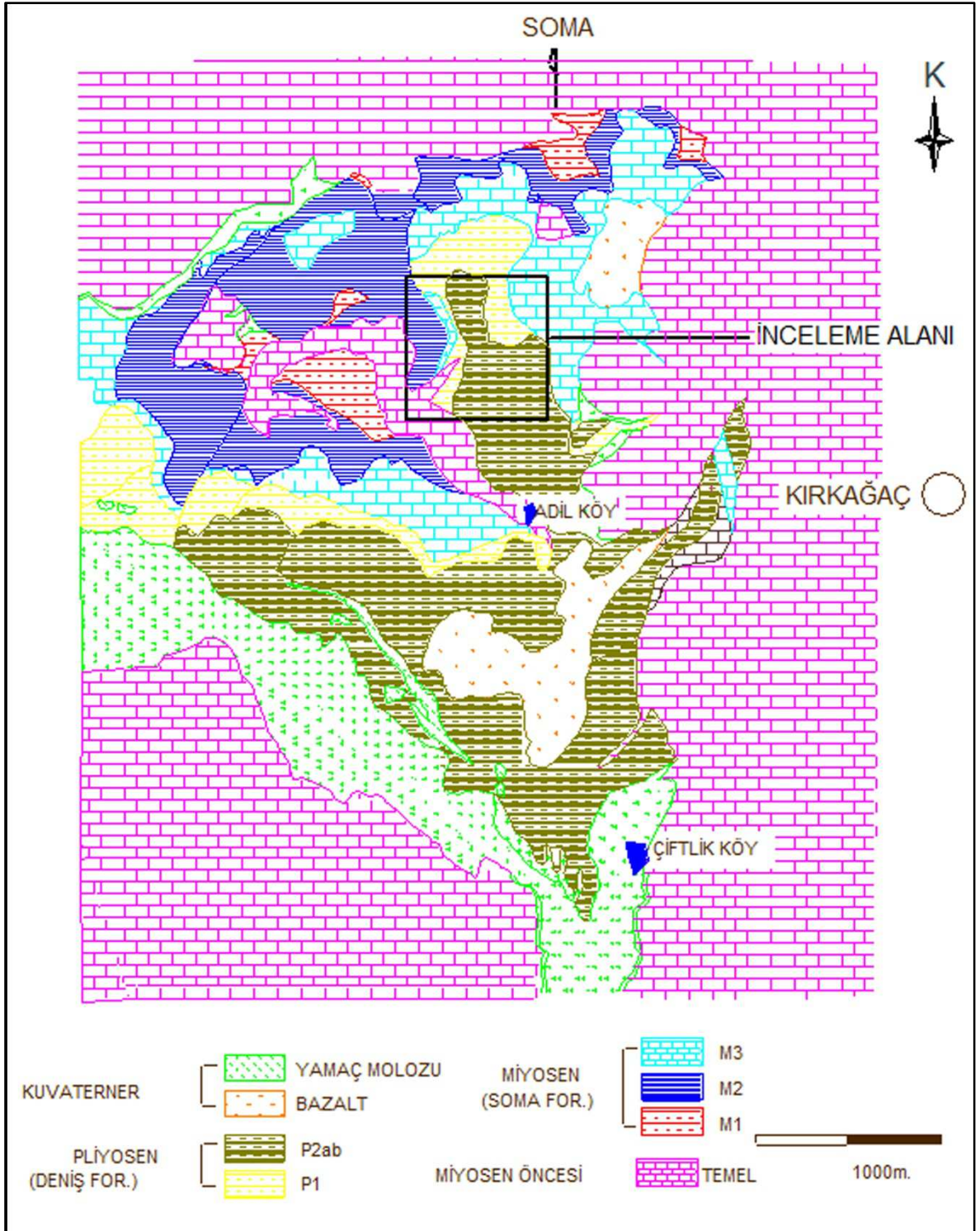
## 2.1 Neojen Öncesi Birimler

Saha genelinde en yaşlı kayalar Paleozoyik yaşlı grovaklar ve bölgede daha geniş bir yayılım sunan Mesozoyik döneme ait kristalize kireçtaşıdır. (Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.4). Neojen öncesi birimler ile Neojen çökeltiiler arasındaki sınır hatları, çoğunlukla tektonik kökenli hatlardır. Bu birimler grovaklar, Mesozoyik kireçtaşları, mermerler ve dolomitlerden ibarettir (Nebert, 1978;Şekil 2.3)

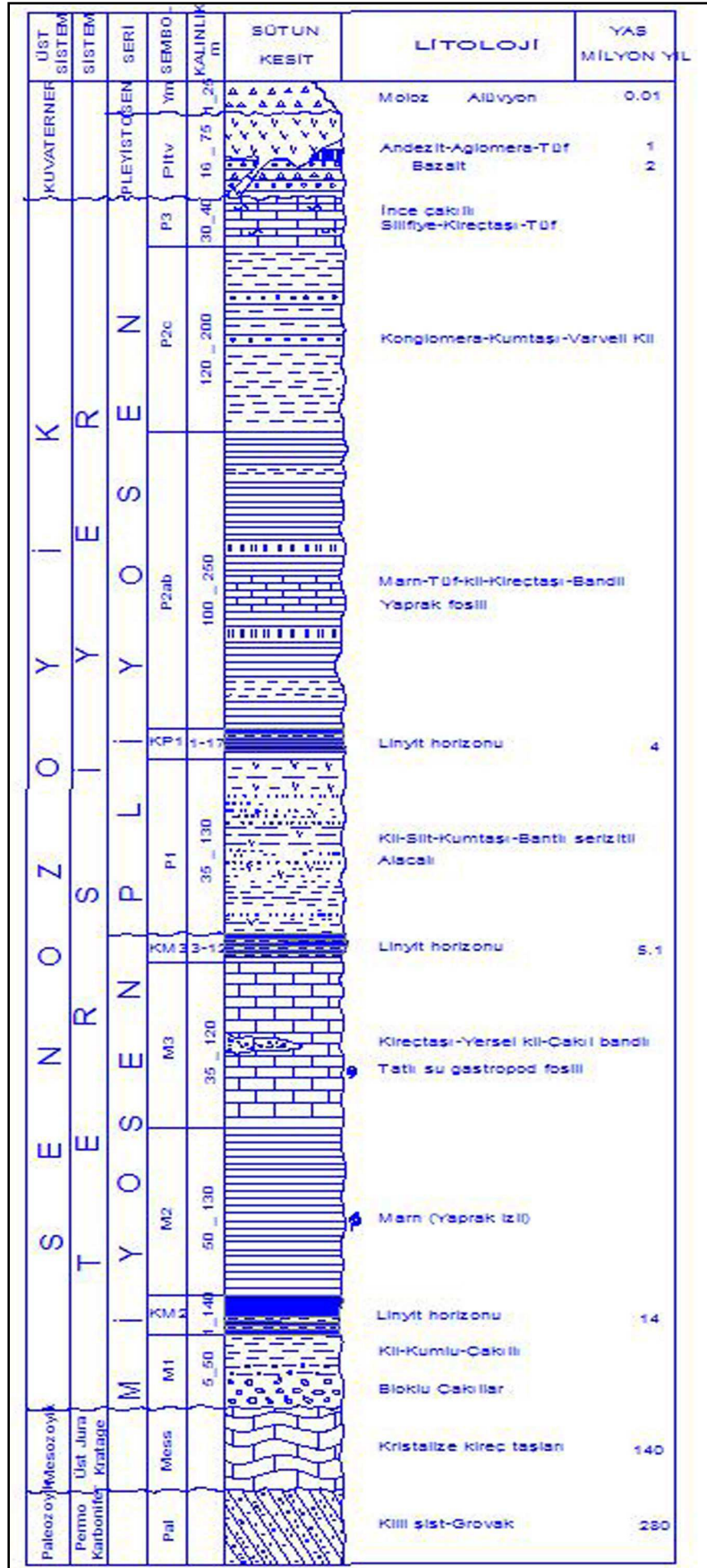
Sondaj ekonomik nedenlerden ötürü kömürlü seviyeden hemen sonra sonlandırıldığı için örnek sondajlarda bu birime ait veri bulunmamaktadır.



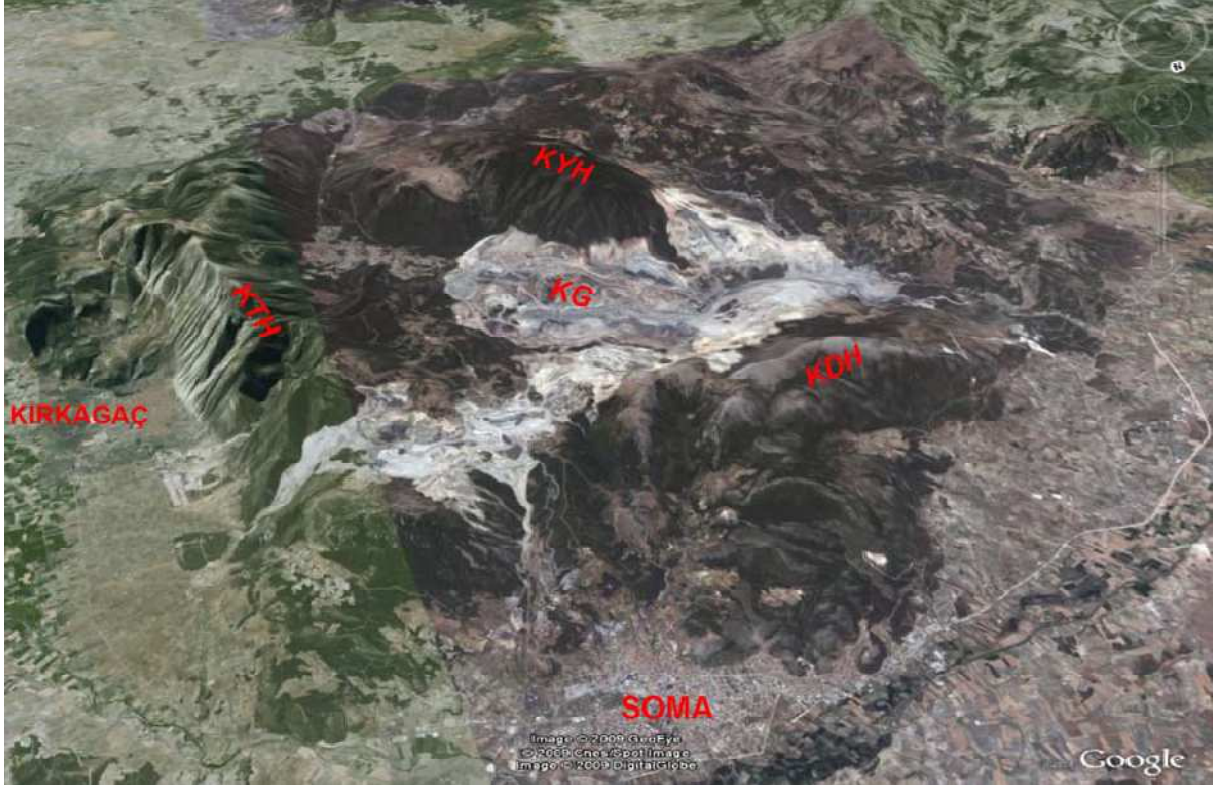
Şekil 2.1: Soma ve çevresinin jeoloji haritası (Dirik vd., 2009).



Şekil 2.2: İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (ELİ, 1960).



Şekil 2.3: Soma bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gürsoy, 1990).



Şekil 2.4: Soma güneyindeki kömür sahalarının üzerinde yer aldığı Çamlıca Yükselimi'nin genel görünümü. KDH: Köseadağı Horstu, KTH: Kocatepe Horstu, KYH: Kuşyatağı Horstu, KG: Kısrakdere Grabeni (Bakış Güneygüneybatı'ya) (Dirik vd., 2009).



Şekil 2.5: Çamlıca Yükselimi üzerinde yer alan Işıklar ve Güney Kısrakdere sahalarının genel görünümü (Bakış Doğu'ya) (Dirik vd., 2009).

### 2.1.1 Paleozoyik Yaşlı Kayaçlar

Daha çok Grovaplarda oluşur, ancak yer yer metamorfik şistler de görülür. Grimsi-mavi, kahverengimsi renkli ve ince tanelidir. Tabakalanma göstermeyip masiftir. Kısmen metamorfize olmuştur. Yer yer de üst kısımlarda killi seviyeler de gözükmektedir. Çevre sahalardaki sondajlarla korele edildiğinde ve bazı örnek sondajlarla karşılaştırıldığında temelde yer almaktadır (Nebert, 1978). Soma dolaylarında gözlenen Paleozoyik yaşlı grovaplara Karbonifer ve Permo-Karbonifere dahil eden araştırmacılar da bulunmaktadır (Brinkmann vd., 1970).

Yeşil-gri renkli grovaplara incelendiğinde köşeli tanelerden oluştuğu; % 50-65 kuvars, biraz mika, % 10-25 feldispat, % 10-20 kumtaşı, şist ve magmatit kayaç parçalarından ve % 10-20 killi-silisli, nadiren karbonatik bir hamur içerdiği görülür. Grovaplarda bir taraftan arkozlara, diğer taraftan feldispatlı kumtaşlarına geçişler bulunmaktadır. Desimetreden metre kalınlığa kadar değişen grovapa bankları kısmen silinmiştir. Bunlar tabanda bazen konglomeralara kadar irileşmekte olup, 0,5-4 cm büyüklüğünde kuvars, feldispat, kalkertaşı, grovapa, killi şist, silisli şist, fillat ve mikalı şistlerin molozlarını göstermektedir. Grovapa bankları arasında cm den dm ye, nadiren de m'ye ulaşan kalınlıkta paketlerde siyah, mat killi şistler yataklanmaktadır. Bunların içinde yer yer 10 cm ye kadar kalınlıkta yoğun siyah kalker mercekleri görülmektedir. Grovapa-şist formasyonunun kalınlığı, tektonik faylanmalardan dolayı ölçülemezle beraber, en az 200-300 m. olduğu tahmin edilmektedir (Brinkmann vd., 1970).

### 2.1.2 Mesozoyik Yaşlı Kayaçlar

Bu kayaçlar kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bazen orta-kalın tabakalı olup, genelde masiftir. Gri, açık gri-beyaz renklidirler. Çatlaklı bir yapıdadır ve çatlaklar kalsit dolguludur. Grovaplara üzerinde uyumsuz olarak gelirler (Gürsoy, 1990). Sahanın doğu ve güney kısmında mostra verirler (Şekil 2.6).

Mesozoyik kireçtaşları, litolojik bakımdan ortak olmayan yapıdadırlar. Kompakt, banksız kalkerlerin yanı sıra iyi banklı ve tabakalı çeşitleri de ortaya çıkmaktadır. Mesozoyik bağlantı içinde yarı mermerler, dolomitler ve kızıl ya da yeşilimsi renkte

radıolarıtlar görülebilmektedir. Mesozoyık kireçtaşları, yaş bakımından mikrofaunalarına dayanılarak Üst Juraya dahil edilmişlerdir. Bunun yanı sıra Alt Kretasede de ortaya çıkabilmektedirler (Nebert, 1978).

Bölgenin en yüksek tepeleri birleşik bir kalker formasyonundan teşekkül etmiş olup, bu formasyon 400 m kalınlığa ulaşmaktadır. Kayaç açık griden koyu griye kadar, bazen kırmızımsı, çok inceden şeker taneliye, kalın banklıdan masife kadar değişir. Bazen hornştayn yatakları göstermektedir ve yer yer de dolomitleşmiştir. Bunlarla birlikte, Jura profilinin en derin kısmı kayaç bakımından daha çeşitlidir. amlıca'nın kuzey eteğinde ve batı yamacında plaketli koyu gri, bitümlü kalkerler mostra vermekte olup, bunlar yer yer hemen tamamen *Ostrakod* kabuklarından meydana gelmiştir. Jura temeli Tarhala'nın güneyinde iyi mostra vermektedir (Brinkmann vd., 1970).

## 2.2 Neojen ökelleri

Bölgede çok sayıda araştırma yapan Nebert (1978), linyit içeren Neojen çökellerini alt ve üst seri olarak ikiye ayırmıştır. Alt seri Miyosen yaşlı olup, “M” sembolü ile gösterilmiştir. Üst seri ise Pliyosen yaşlıdır. Bu seri de «P» sembolünü taşımaktadır. Bu iki serinin her biri, kapalı bir sedimantasyon devresi göstermektedir. Soma bölgesindeki Neojen yaşlı tabaka serisi, iki formasyona bölünmektedir: «Soma Formasyonu» ve «Deniş Formasyonu» .





Şekil 2.6: Çalışma sahasında dere yatağında mostra veren Mesozoyik yaşlı kireçtaşları.

### 2.2.1 Soma Formasyonu

Formasyon, adını Soma ilçesinden almıştır. Miyosen yaşlı Soma Formasyonu, litolojik yapısına dayanarak beş alt kısma bölünmüştür. Alttan üste Erken Miyosen yaşta linyitli kırıntılı kayalar, bol yaprak fosilli kalkerli çamurtaşı ve linyit katmanlarıyla ardalanmış ince taneli kumtaşı ve kırıntılı kayalarla yanall geçişli algli kireçtaşlarından oluşur. Bu kaya toplulukları yelpaze deltası, karbonat gölü ve göl kenarı karbonat düzlüğü ağzlaşmalı (anastomosing) akarsu ortamlarında biriktirilmiştir (Brinkmann vd., 1970). Şekil 2.7’de 631 numaralı sondaj stampı (koordinatlar: x=4 333 235.819, y =552 380.967, z=760.10), Soma Formasyonunun litostratigrafik karakteristiği bakımından tip profili niteliğindedir (Nebert, 1978).

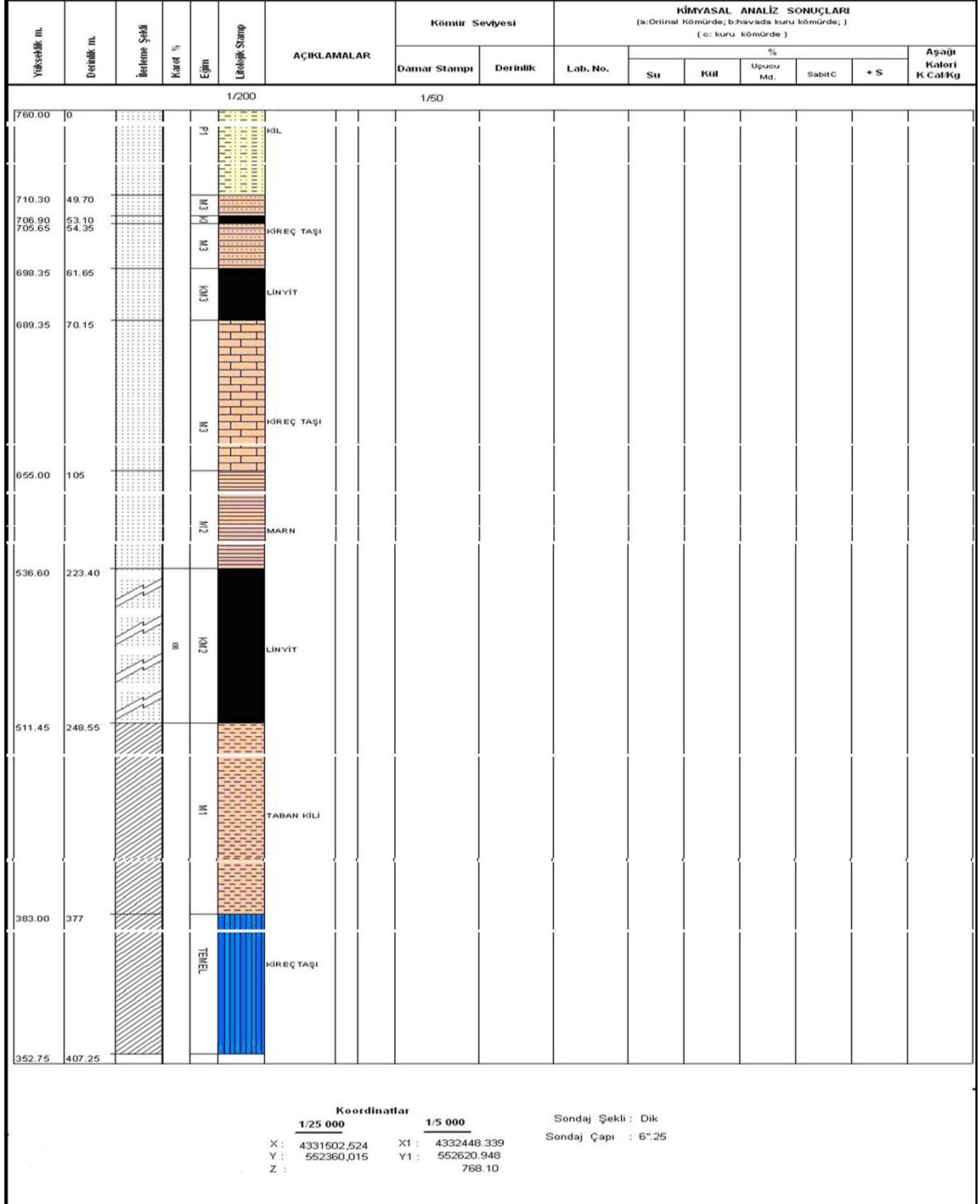
Bitkisel ve hayvansal fosillere dayanarak Soma Neojen tabaka serisini Alt ve Orta Miyosen'e dahil edilmiştir. Hayvansal fosiller, kireçtaşı (M3) kökenlidir. Bitkisel fosiller genellikle marn (M2) birimi içerisinde gözlenmektedir (Gürsoy, 1990).

Bölgede geniş yayılım gösteren Soma Formasyonu'nu Soma kömür sahalarının hemen hemen her kesiminde izlemek mümkündür. Soma Formasyonu killi kireçtaşı, kil, marn, miltaşı, tüfit, kumtaşı, çakıltası aralanması veya bu kaya türlerinin bir veya birkaçının egemen olduğu kaya türlerinden oluşmuştur. Soma Formasyonu genellikle beyaz, sarı, boz, gri renkte, ince-orta-kalın tabakalanmalıdır. Genelde yatay ve yataya yakın tabakalanmalı olan birim, yer yer yatık hatta devrik kıvrımlı yapı gösterir. Killi ve karbonatlı düzeyler bazen laminalıdır.

Tabandan tavana doğru istif aşağıdaki gibidir (Gürsoy, 1990):

1. Taban: -Grovak (Tmgr)
2. Kristalize Kireçtaşı (Tmk)
3. Çakıltası-Kumtaşı-Kil (M1)
4. Alt Linyit Horizonu (KM2)
5. Marn (M2)
6. Kireçtaşı (M3)
7. Orta Linyit Horizonu (KM3)
8. Tavan:Serizitli Kumtaşı-Silttaşı-Alıcalı Kil (P1)

# 631 nolu sondaj



Şekil 2.7: Soma Formasyonunu karakterize eden 631 numaralı sondaj stampı (ELİ, 1960).

### 2.2.1.1 Çakıltası-Kumtaşı-Kil (M1)

Temel kayalar üzerinde uyumsuz olarak yer alırlar. En altta çakıltaları ile başlayıp, üste doğru tane boyutu küçülerek kumtaşları ve killere geçiş yapmaktadır. Üst seviyelerde ise linyit izli, linyit boyamalı killere (KM2 horizonunun alt seviyeleri) geçiş gösterirler. Gerek bölgesel anlamda gerekse çalışma alanında mostra vermeyen M1 tüm sondajlarda KM2 horizonunun altında kesilmiştir (Gürsoy, 1990). Ekonomik nedenler gözlemlenerek tüm bölge dâhilinde bu birimin tabanı gözlenememiştir.

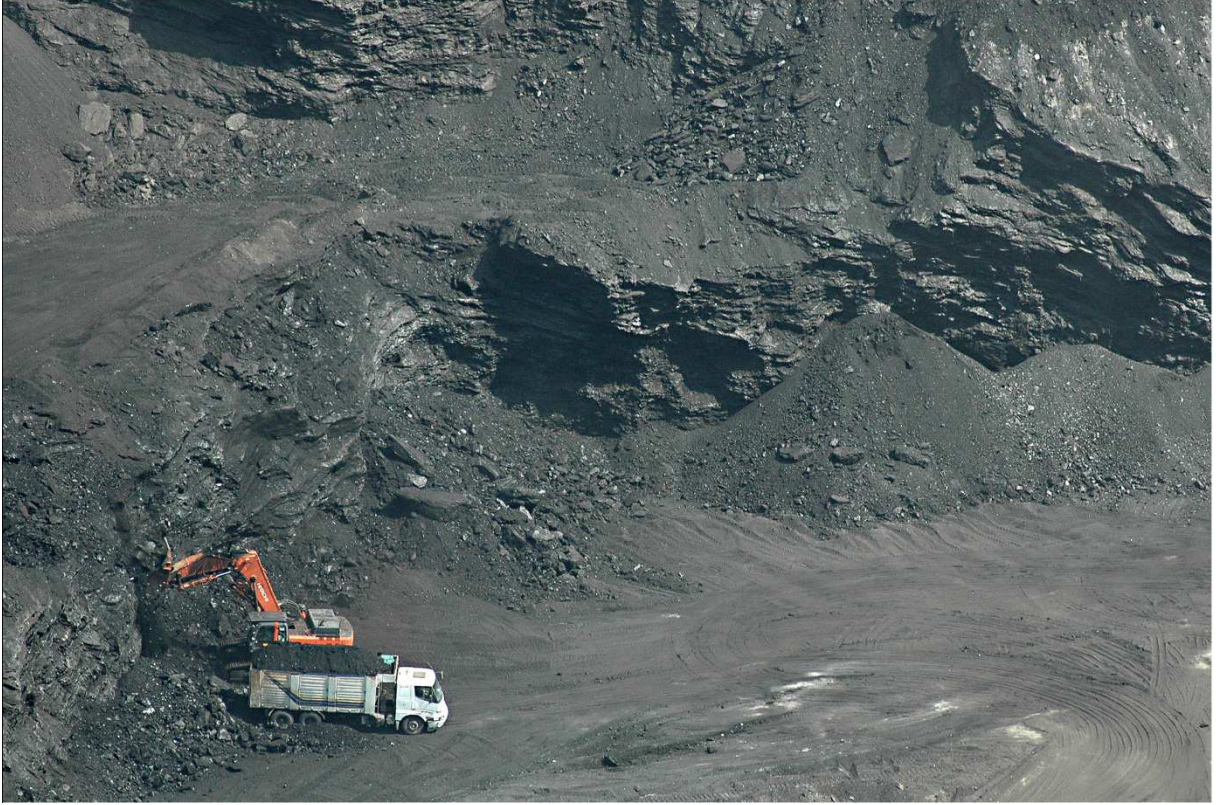
M1 serisinin kalınlığı değişkenlikler göstermektedir. Bu değişkenlikler Neojen öncesi topoğrafyanın değişimleriyle açıklanabilir. Saha genelinde 5–63 m. arasında kalınlıktadır. M1 serisinin orta ve üst bölümünün litolojik bileşimi, çoğunlukla klastik kayalardan ibaret olduğu izlenimini uyandırmaktadır. Sert, mavi-gri renkte kumtaşları ya da kumlar ile gri renkte, kumlu marnlar ve gri killer ardışıklı yataklanmaktadır. Taban serisinin (M1) üst bölümünde, kömür içerikli killere ile kömür bantları ortaya çıkmaktadır. Kömür bantları, sayı ve kalınlık bakımından düşey yönde artış göstermektedirler (Nebert, 1978).

### 2.2.1.2 Alt Linyit Horizonu (KM2)

Litostratigrafik ünite olarak alt linyit serisi, ilk kez Nebert tarafından KM2 alt damar horizonu ya da KM2 alt linyit horizonu tanımı altında belirlenmiştir. Sondaj sonuçlarından, işletmeye elverişlilik durumunun üst yarı, en uygun olarak da linyit horizonunun üst üçte ikisiyle sınırlı olduğu yargısına varılmıştır (Gürsoy, 1990).

Alt Linyit Horizonu, alt birimi olan M1'den linyit damarlarının dik olarak artmasından ayrılır. Bundan dolayıdır ki KM2 ile M1 arasında net bir sınır yoktur. KM2 horizonunun orta ve üst kısımlarında linyit damarları hakimdir. Linyit genellikle sert, masif, siyah ve parlak bir görünüme sahiptir. Horizonun alt bölümlerinde ise linyit kalitesi düşmekte ve kil artışına paralel bir durum gözlenmektedir. Bunlar kahverengi, kahverengi-siyah bir görünüme sahiptir. Bu seviyelerde birkaç cm'den metre boyutunda steril kil, linyit izli kil ve marn bantları mevcuttur. Bu seviyelerde bolca *Planorbis* fosillerine rastlanmaktadır (Gürsoy, 1990). Çalışma alanının batı bölümlerinde yüzeylemeleri gözlenmektedir. Bölgede 30 m kalınlık ve yaklaşık 20 derece eğimlere sahip damarlar

mevcuttur (Şekil 2.8). İnceleme alanında ise sondajlarla 0.5 m ile 24 m arasında kalınlıklara sahip olduğu sondaj sonuçları (Şekil 5.3-Şekil 5.28) ile belirlenmiştir.



**Şekil 2.8:** İnceleme alanının dışındaki (güneyinde) açık işletmeden oldukça kalın ve eğimli bir kömür (KM2) damarının görünümü.

### 2.2.1.3 Marn (M2)

Brinkmann vd. (1970), marn serisini (M2), üzerinde yer alan kireçtaşı serisi (M3) ile birleştirmekte ve her iki alt üniteyi “marn-kalker serisi” adı altında tanımlamaktadırlar. Her iki birimi birbirinden ayırmak güçtür (Şekil 2.10). Alt linyit serisi (KM2) ile üzerinde bulunan marn serisi (M2) arasındaki sınır, oldukça belirgindir. Çünkü marnlar doğrudan doğruya kömür serisi üzerine çökelmektedir veya doğrudan bir kömür bankı üzerinde ya da stratigrafik bakımdan KM2 serisine dahil olan, kömür içerikli bir kil seviyesi üzerinde yer almaktadırlar. Taban kilinin (M1) aksine marn serisi (M2), geniş uzantılar halinde litolojik bakımdan muntazam ve homojen oluşumludur (Nebert, 1978).

KM2 Linyit horizonunun üzerinde yer alan bu birim, çalışılan alanda ve bölgede mostra vermektedir (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11). Özellikle sahanın batı kısımlarında yol

yarmalarında bolca gözlenmektedir. İnceleme sahasının güney bölümlerinde Mezosoyik yaşlı kristalize kireçtaşlarının üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 2.11). Marnlar homojen bir yapıya sahip olup, sert ve masiftir. Taze yüzeyleri gri, gri-yeşil renkte olup bozuşmaya uğradığında kül rengi olarak tabir edilen açık gri renge dönüşmektedir. Orta-kalın tabakalıdır. Bazı seviyelerinde bol miktarda yaprak ve bitki izlerine rastlanmaktadır (Şekil 2.9).

Bu seviyelerde marnlar ince plakalara ayrılabilir (şekil 2.10). Alt kısmında bulunan KM2 linyit horizonundan tam olarak ayırt edilebilmesine karşılık, alttan üste doğru kireçtaşlarına geçişli olmasından ötürü üst sınırı belirsiz olabilmektedir. İnceleme alanında daha ince kalınlığa sahip sondajlara rastlansa da (Şekil 5.16) genel olarak kalınlıkları 50-80 m aralığındadır (Gürsoy, 1990).



**Şekil 2.9:** Soma Formasyonu içerisindeki marn (M2)'de gözlenen yaprak fosili.

#### **2.2.1.4 Kireçtaşı (M3)**

Bu birim, iyi tabakalı, gevrek, yeni çıkarıldığında açık beyaz renkteki bir kireçtaşıdır (Şekil 2.12). Havanın etkisiyle değişen yüzeyler, girintili çıkıntılı olmakta ve kirli sarı bir renk almaktadırlar. Brinkmann vd. (1970), o zamanki havza kenarı alanında ortaya çıkan, plaketsi kavkı kalkerler, oolit kalkerleri ve yumrulu yosun kalkerlerinden söz

etmektedirler. Marn serisinin (M2) aksine kireçtaşı serisi, gerçekte marn üzerine uyumlu olarak gelirler (Nebert, 1978). Bu birim, çalışma alanının orta kısımlarında mostra vermektedir. Örnek sondajlardan 10/93 numaralı sondaj (Şekil 5.13) kireçtaşı (M3) ile başlamıştır.

Kireçtaşları bol *Gastropod* fosili içermektedir (Şekil 2.13); çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahiptir. Erime boşlukları oldukça bol olarak gözlenmektedir. Çatlaklar genelde kalsit dolguludur. Birimin içinde gözlenen çakıl içerikli killer, kireçtaşlarının çökeli mi esnasında havza kenarındaki temel kayaların aşınarak ani sellenmelerle havza içine çökmesi ile meydana gelmiştir. Farklı kalınlıklar gösteren birim genel olarak 14-20 m arasında değişim göstermektedir (Gürsoy, 1990).

#### **2.2.1.5 Orta Linyit Horizonu (KM3)**

Kireçtaşı seviyelerinin üst kısımlarında veya en üst kısmında yer almaktadır. Stratigrafik dizilimde bu seviye, bütün sondajlarda ortaya çıkmamaktadır. Diğer bir ifade ile yanal devamlılığı sınırlıdır. Bu birim genel anlamda Soma için, lagün denilebilecek bir birimdir. Bu durum anlaşılacağı üzere Pliyosen ve Miyosen dönemi arasında bir diskordansın mevcudiyetine ve kömürün oluşumu esnasında zaman zaman da olsa bataklık ortamının gelişmesine bağlı olarak kesintilerin olmasını işaret eder. Bu birim gerek kalite gerekse kalınlık olarak KM2 kömürüne göre son derece düşüktür. Kalınlıkları birkaç santimetreden birkaç metreye kadar ulaşabilmektedir (Gürsoy, 1990). Soma bölge genelinde görülen bu birime inceleme alanında yalnızca 4/93 (Şekil 5.7) numaralı sondajda rastlanmıştır. Oldukça düşük kalori değerine sahiptir.



Şekil 2.10: Çalışma sahasında mostra veren Miyosen yaşlı M2 Marlını.



Şekil 2.11: Çalışma sahasında Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının üzerine uyumsuz olarak gelen Miyosen yaşlı marn (M2) birimleri.





**Şekil 2.12:** Çalışma alanında mostra veren Miyosen yaşlı plaketti kireçtaşı (M3)'nın görünümü.



**Şekil 2.13:** Plaketti kireçtaşlarında (M3). gözlenen Gastropod fosili.

### 2.2.2 Deniş Formasyonu

Deniş Formasyonu adını, Soma Neojen bölgesinin kuzey kesiminde yer alan Deniş köyünden almaktadır. Bu formasyon, üst seri tanımı altında, “P” (Pliyosen) litostratigrafik sembolüyle belirlenmektedir (Gürsoy, 1990). Olasılıkla Geç Miyosen yaşlı volkanizma ile eş zamanlı oluşmuş ve Soma çevresinde geniş yayılım sunan bir volkano tortul istifdir. Birim alttan üste; örgülü akarsu sisteminde biriktirilmiş kaba ve linyit katmanlarıyla ardalanmış ince taneli kırıntılı kayalar, volkaniklastik apron kayaları ve karbonat kayalarından oluşur. Soma ve Deniş formasyonları birbirlerinden birikim uyumsuzluğu ile aralanır. Birimin toplam kalınlığı 600 m’den fazladır. Özellikle Deniş Formasyonu içinde tortullaşma ile yaşıt ve tortullaşma sonrasında oluşmuş haritalanabilir ölçekte bol miktarda asimetrik kıvrım içerir (İnci, 2003).

Deniş Formasyonunun tabaka serileri, hiç kuşkusuz birçok yerde makrofosiller içermektedir, ancak bunların korunma durumu, çoğu kez sadece cinsin belirlenebileceği derecede çok kötüdür. P3 kalkerlerinden toplanmış *Planorbis* formları arasında, *Planorbis corneus* (Linne) tespit edilmiş ve buna dayanılarak Deniş Formasyonu için muhtemelen Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kabullenilmiştir (Nebert, 1978).

Bu formasyon litostartigrafik olarak 5 seriye ayırmıştır. Aşağıda belirtilen ve daha sonra kendi içinde ab ve c olarak P2 birimleri 2 kısımda incelenmesi neticesinde 6 birime ayrılarak incelenir. Yaşlıdan gence doğru birimler şunlardır (Nebert, 1978):

1. Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil Birimi (P1)
2. Üst Linyit Horizonu (KP1)
3. Kil-Tüf-Marn Birimi (P2ab)
4. Kil-Kumtaşı-Çakıltası Birimi (P2c)
5. İnce çakıllı (silisli) kalker serisi (P3)
6. Tüf-aglomera serisi (P4)

#### 2.2.2.1 Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil Birimi (P1)

Miyosen birimleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Aşınma ve kömür oluşum

durumuna göre birimin tabanı Soma formasyonu içindeki orta linyit birimi (KM3) veya kireçtaşı (M3) birimi olabilir. Çalışma alanı içerisinde bazı sondajlar P1 birimini keserek başlamıştır. Genel anlamda bölgede ve çalışma alanında P1'e yüzeyde sıklıkla rastlanmaktadır. Kalınlıklar çok değişkenlik göstermekle beraber genellikle 35-140 m arasında değişmektedir. Birim, genel karakteri itibarı ile; alttan üste kumtaşı-silttaşı ile başlayıp alacalı killere geçiş göstermektedir. Her seviyede bol olarak serizitli pullara rastlamak mümkündür. Tabandaki kumtaşları genelde grovak ve kristalize kireçtaşı kökenli olup boyutları nohut büyüklüğündedir. Gevşek çimentolu olması yüzeyde dağılma özelliği göstermesine neden olmaktadır. Renkleri gri ve grimsi-yeşildir. Alacalı killer yer yer az siltli, yer yer de plastik özellikte olup, kiremit kırmızısından gri yeşile kadar değişkenlik gösteren renktedir (Şekil 2.14). Serizitli kumtaşı ve killer bu birimi karakterize etmekte olup, renkleri ise gri-yeşildir (Gürsoy, 1990). Arazinin doğu ve güney kısımlarında yüzlek veren bu birim, şev duraylılığı yüksek olmadığından açık işletme uygulamalarında sıklıkla heyelanlara neden olmaktadır. 11/94 numaralı sondaj, birimleri kesmeye P1 ile başlamıştır (Şekil 5.14).

### **2.2.2.2 Üst Linyit Horizonu (KP1)**

Bazı araştırmacılar (Brinkmann vd., 1970) bu seriyi "üst linyit damarı" adı altında ele almışlardır. Bu damar geniş yayılımı nedeni ile iyi bir kılavuz horizon teşkil etmiş olmakla beraber, ekonomik bakımdan önemsizdir. Bölgede 0.5-3 m horizon kalınlığına sahiptir (İnci vd., 2003). Bol killi kömürden ibaret olup P1 birimi ile P2ab arasında yer alır. P2ab ile net bir geçiş göstermektedir. P1 biriminin üst kısımlarında veya üst kısımlara yakın kesimlerde görülmektedir (Şekil 2.16). Horizon boyunca killilerle ardalanmalar vardır. Horizonun üst kısımlarda linyit seviyeleri çok kil içerdiğinden kalorisi oldukça düşüktür (Gürsoy, 1990). Birim içerisinde fazla miktarda fosil kavrıkları gözlenmektedir. İnceleme alanı içerisinde yapılmış olan sondajlardan 14/94 ve 24/94 numaralı sondajlar 3m ve 2m'lik bir horozonda bu birimi kesmiştir (Şekil 5.17, Şekil 5.27).



Şekil 2.14: Açık işletmeden P1 birimine ait killer.

### 2.2.2.3 Kil-Tüf-Marn Birimi (P2ab)

Kömürlü seviye (KP1) veya Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil ardalanmasından oluşan birim (P1) üzerine uyumlu ve belirgin sınırlı olarak gelir. Birim tabanda marnlarla başlayıp, kil-tüf-marn ardalanması ile devam eder. Hakim birim marndır. Marnlar iyi tabakalanmasının yanında yer yer de yaprak fosili içerir. Orta sertlikte olup gri-yeşil renktedir. Bozuşma renkleri bej-sarıdır. Tüf ve killer ince bantlar şeklinde marn tabakası arasında gözlenir (Şekil 2.16). Renkleri beyazdan koyu griye kadar değişim gösterir (Gürsoy, 1990). Sondaj verilerine göre saha içerisindeki kalınlıkları 20-50m arasındadır. İnceleme alanının kuzey doğusunda mostra veren birim, 14/94 numaralı sondajla kesilmiştir (Şekil 5.17).

P2ab biriminin altında kalan diğer bütün birimlerin ilişkileri Soma'da bir açık işletmenin kademesinde görülmektedir (Şekil 2.16). Bu şekilde Miyosen yaşlı kömür

(KM2) ile Pliyosen yaşlı marn-tüf ardalanması (P2ab) birimlerinin olduğu Neojen yaşlı çökeller net olarak gözlenmektedir.



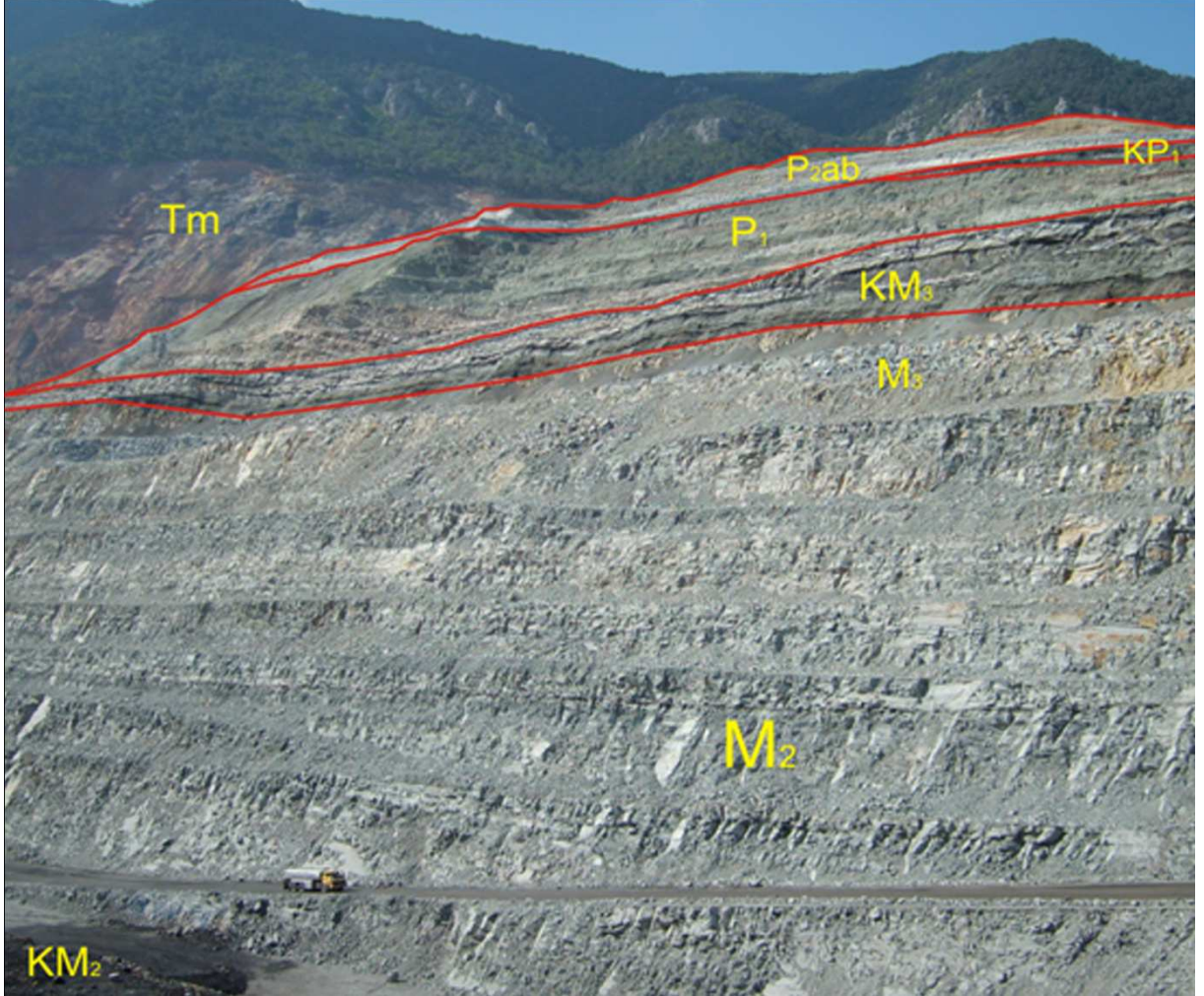
**Şekil 2.15:** Çalışma sahasında yüzeyleyen Pliyosen yaşlı tüf (P2ab).

Miyosen yaşlı marn (M2) ve kireçtaşları (M3) arasındaki geçiş net değildir. M3 kireçtaşının üzerindeki orta linyit horizonu (KM3) yaklaşık 10m. kadar olmasına rağmen kömür bantlarının toplam kalınlığı ancak 1-2 m, civarındadır. Temeli oluşturan Mesozosik yaşlı kristalize kireçtaşı (Tm) Neojen havza sınırını belirleyen yaklaşık doğu-batı doğrultulu bir faydır.

#### **2.2.2.4 Kil-Kumtaşı-Çakıltaşı Birimi (P2c)**

P2ab üzerine uyumlu ve belirgin sınırlı olarak gelen bu birim aşınmaya maruz kaldığından ötürü çalışma alanında hiç görülmez. Birim Soma çevresinde kil-kumtaşı-çakıltaşı ardışığı şeklinde görülür. Killer gri-yeşil, gri-bej renktedir. Kumtaşları kötü boylanmalı iri-orta taneli, gevşek tutturulmuş ve yer yer düzensiz tabakalanmalıdır. Renkleri bej-kahverengi-gri arasında değişmektedir. Kil ve kumtaşları arasında yer yer bej

renkli ince kireçtaşı bantları gözlenmektedir. Çakıltaşları oldukça gevşek tutturulmuş, kötü boylanmış ve iyi yuvarlaklaşmıştır (Gürsoy, 1990).



**Şekil 2.16:** Soma’da bir açık işletme faaliyetinden görünüm. Bu şekilde, Miyosen öncesi kristalize kireçtaşı (Tm), Soma Formasyonunun bazı birimleri (kömür, KM2; marn, M2; kireçtaşı, M3 ve kömür, KM3) ve Deniz Formasyonunun bazı birimleri (Kumtaşı-Silttaşı-Alacalı Kil ardalanması, P1; kömür, KP1; Kil-Tüf-Marn, P2ab) gözükmektedir.

### 2.2.2.5 İnce Çakıllı (Silisli) Kalker Serisi (P3)

İnce çakıllı kalker serisi (P3), açık renkte, sağlam ve çok sert, içinde yığın halinde ince çakıl (silis) oluşukları bulunan kireçtaşından oluşmaktadır. İnce çakıl oluşukları, kireçtaşını öylesine yoğun biçimde kat etmektedir ki, kireçtaşı bankları içinde çoğu kez çok kalın, salt ince çakıl seviyeleri ortaya çıkmaktadır. İnce çakıl ürünlerinin az çok izole durumda ve münferit olarak sediment istifi içinde yer aldığı, yamaçlarda dağınık biçimde açığa çıkmış olduğu tüf-marn serisinin (P2) aksine, P3 serisinin ince çakıl oluşukları

kireçtaşı ile çok sıkı şekilde kaynaşarak büyümüştür. İnce çakıl ürünlerinin rengi, genellikle koyu gri ya da siyahtır (Nebert, 1978).

İnce çakıl oluşunun, bazı araştırmacılar Brinkmann vd. (1970) silis asidinin, yalnızca kıvıll toprak ayrışmasıyla oluştuğunu düşünürken, Nebert (1978) bunu şu şekilde açıklamaktadır: “Silis asidinin oluşumu, çok daha önceleri, volkanik ve volkanik sonrası bir faaliyete dayanmaktadır. Bu durumu aşağıdaki olay doğrulamaktadır: Soma Formasyonunun sedimentasyonu esnasında bu bölgede Deniz Formasyonunun çökeltisindekiyle aynı tropik-subtropik iklim hüküm sürmüştür. Böylece geniş kapsamlı bir kıvıll toprak ayrışmasının koşulları, Soma Formasyonunun sedimentasyonu esnasında da meydana gelmiştir. Buna rağmen Soma Formasyonunda her tür ince çakıl oluşukları bulunmamaktadır. Hâlbuki Deniz Formasyonunun çökmesi esnasında, tuf-marn serisinin (P2) tüflerini oluşturan, faal bir volkanizma mevcuttur. P2 serisi ile birlikte ince çakıl (silis) ürünlerinin oluşu da çökelmiştir. Böylece tuf oluşumu ile silis asidi oluşumu arasında genetik bir ilişkinin mevcut olması gerekir”. Bu birim inceleme alanında görülmemektedir.

#### **2.2.2.6 Tuf-Aglomera Serisi (P4)**

Brinkmann vd. (1970) “kıvıll tuf” olarak belirledikleri bu seri, güney Soma Neojen bölgesinde Deniz Formasyonunun tabaka serisini ayırmaktadır. P4 serisi, Eynez bölümünde erozyon kalıntıları şeklinde ortaya çıkan tüfler ve aglomeralardan oluşmaktadır (Nebert, 1978). Tuf-Aglomera serisi inceleme alanında görülmemektedir.

### **2.3 Neojen Sonrası Kayaçlar**

Neojen sonrası birimleri iki zaman dilimi içerisinde değerlendirmek mümkündür: Pleyistosen ve Kuvaterner. Çalışma alanında yüzlekleri gözlenirse de 6/93 ve 20/94 numaralı sondajlarda fazla kalın olmayan (sırasıyla 12 m ve 4 m) yamaç molozları kesilmiştir (Şekil 5.9, Şekil 5.23). Bunlar Pliyosen birimleri üzerine örtü ve döküntü şeklinde yerleşmiştir. Genellikle temel kayaçların (kristalize kireçtaşı) parçalarından oluşur. Bölgede yaklaşık olarak 1-25 m aralığında bir kalınlık sunmaktadır (Gürsoy, 1990).

### **2.3.1.1 Pleyistosen yaşlı tabaka serisi (q)**

Çoğunlukla, inceleme alanının dışında, Bakırçay kuzeyinde görünmektedir. Burada geniş yüzlekler vermektedir. Birim, yukarıdan aşağıya doğru kalker, linyit ve bazal seri olarak üç bölümden oluşmaktadır (Nebert, 1978).

### **2.3.1.2 Holosen Oluşuklar**

İnceleme alanında gözükmeyen bu oluşuklar genç alüvyonlar ve yamaç molozu halinde ortaya çıkmaktadırlar. Alüvyonlar, Bakırçay Ovasını doldurmaktadırlar. Ayrıca alüvyonlara, ovanın suyunu boşaltan ana dereler boyunca rastlanmaktadır. Burada, balçıklı-kumlu, sarımsı renkte oluşuklar söz konusudur. Özellikle güney Soma Neojen bölgesinde, bu moloza çok kalın oluşumda rastlanmaktadır (Nebert, 1978; Şekil 2.4).

## **2.4 Yapısal Jeoloji**

Çalışma sahası Alp Orojenezi'nin etkisinde kalarak bugünkü yapısal konumunu kazanmıştır. Öncelikle havza kenarlarından oluşan faylar nedeniyle bölge genelinde grabenler oluşmuştur (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5). Bu grabenlere bağlı olarak çöküntü alanları ve yapısal çanaklar oluşmuş ve buralara Neojen çökelleri dolmuştur. Gerek çökelim esnasında gerekse çökelim sonrasında devam eden sıkışma hareketleri sonucu Neojen çökellerinde kıvrımlanma (Şekil 2.17 ve Şekil 2.18) ve faylanmalar (Şekil 2.19) oluşmuştur (Gürsoy, 1990). Deniz Formasyonunda çökelleme ile yaşıt çok sayıda kıvrım mevcuttur. Bu Deniz Formasyonu'nun çökelişi sırasında havza kenarlarının duraysız olduğunun önemli bir kanıtıdır. Ayrıca Deniz Formasyonu'nun dayanımlı birimleri arasında yer alan dayanımsız birimlerde gelişen disharmonik kıvrımlar oldukça karakteristiktir (Dirik vd., 2009; Şekil 2.20). Tabakaların eğim ve doğrultuları değişken olup, genel olarak güneye dalımlıdır.





**Şekil 2.17:** Deniz Formasyonu içinde gözlenen çökeltme ile yaşıtlı kıvrımlar (Dirik vd., 2009).

Dirik vd., (2009) Soma güneyinde yer alan kömür sahalarını Geç Pliyosen-Kuvaterner döneminde gelişmiş ve blok faylanmalarla parçalanmış olan Çamlıca Yükselimi'nin üzerinde kalmış olduğunu belirlemişler ve buradaki fayları doğrultularına göre KB-GD, KD-GB ve D-B doğrultulu olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır.



**Şekil 2.18:** Açık işletme sahasından kıvrımlı Deniz Formasyonunun görünümü.



**Şekil 2.19:** Soma bölgesinde açık işletme sahasından düşey atımlı bir normal fay görüntüsü. Şeklin solunda genç birim (P1), sağında ise daha yaşlı KM3 kömürü.



**Şekil 2.20:** Deniz Formasyonu içinde gelişmiş olan disharmonik kıvrımlar (Dirik vd., 2009).

## 2.5 Jeolojik Tarihçe İçerisinde Soma Kömür Oluşumu

Miyosen öncesi uzunca bir süre su yüzünde kalan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı temel kayalar Alp Orojenezinin etkisi altında kıvrımlanma ve faylanmalara uğramış, özellikle graben tipi faylanmalar sonucunda Miyosen çökelleri için gerekli çanaklar oluşmuştur (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5). Miyosen’de bu çanakların sularla dolması sonucu göl ortamına geçilmiştir. İlk aşamada topoğrafik farklılıkların fazla oluşu ve aşınma-taşınma sürecinin hızlı gelişmesi sonucu çakıltası-kumtaşı-kil (M1) göl tabanını oluşturan kaba materyal temel kayalar üzerine aşınma uyumsuzlukla çökelmiştir. Daha sonra aşınmanın yavaşlaması ve akım rejiminin düşmesi sonucu daha ince malzemeler M1’in üst seviyesini oluşturmuştur. Bu malzemelerin küveti doldurması sonucu bataklık ortamına geçiş olmuş ve mevcut flora gelişmiştir. Malzemenin yükü altında aşamalı olarak gelişen sübidans, zaman zaman bataklık ormanın oluşumuna neden olmuş, ve böylece kalın bir zon içinde KM2 kömür horizonu oluşmuştur. Sübidansın devam etmesi ve düzenli bir akım rejimi ile beslenme sonucu marn’lar (M2) ve kireçtaşları (M3) çökelmiştir. M3 kireçtaşlarının çökelişi sırasında ani sellenmeler ile çevredeki temel kayalardan kaba malzeme gelişmiş ve kireçtaşları arasında yersel çakıllı-killi-siltli seviyeler çökelmiştir. Çökelişin evresinin sonlarında havza bataklık ortamına geçiş göstermiş ve sahanın büyük bölümünde Orta Linyit Horizonu olan KM3 oluşmuştur (Gürsoy, 1990).

Pliyosen’de havza geniş bir yayılımla tekrar sular altında kalmıştır. Genişleyen göl içerisinde pliyosen çökellerinin sedimantasyonu başlamıştır. Temel kayalardan öncelikle fazla iri olmayan malzeme gelişimiyle tabanda P1’e ait kumlu-killi-çakıllı seviyeler oluşmuştur. Bunların üzerine oldukça kalın killer ve çamurtaşları çökelmiştir. Kumtaşı-silttaşı-alacalı kil (P1)’in çökeliş evresinin sonlarında havza tekrar bataklık ortamına geçiş göstermiş ve sahanın büyük bölümünde Üst Linyit horizonu (KP1) oluşturacak şartlar sağlanmıştır. Daha sonra sübidans ve sedimantasyonun devam etmesi sonucu P2ab birimine ait marn ve killer çökelmeye başlamıştır. Bu esnada çevredeki volkanik faaliyetlere bağlı olarak tüfler, marnlarla ve killerle ardışıklı olarak çökelmişlerdir. P2ab biriminin üstüne P2c çakıllı, kumlu birimin gelişimi Pliyosende hareketli bir ortamın işaretidir (Gürsoy, 1990). Neojen sonrası faaliyet gösteren volkanik etkinlikler örtü volkanikleri (Pltv) oluşturmuşlardır. Son olarak da karasal ortamdaki aşınma ve taşınmalara bağlı olarak Yamaç Molozları oluşmuştur (Gürsoy, 1990).

### 3. KÖMÜR

Kömür, homojen olmayan, kompakt ve çoğunlukla bitki parçalarından oluşan, tabakalaşma gösteren sedimanter bir kayadır. İçinde büyük oranda karbon (C), az miktarlarda hidrojen-oksijen- sülfür (H-O-S) ve azot (N) elementlerini bulunduran ama inorganik (kil, silt, iz elementleri v.b. gibi) maddelerin de olabildiği, bataklıklarda oluşan, kahverengi ve siyah renk tonlarında olan, katı ve yanabilen fosil organik kütlelerdir (Bozoğlan, 2010).

Günümüzde kömürün dünyada varlığı ile ilgili tarihsel bulgular, kömürün Milattan Önce (M.Ö.) 1000'li yıllarda Çin'in kuzeydoğusunda bulunan bir ocaktan ilk kez üretildiğini ve üretilen bu kömürlerin de, bakır eritme ve döküm içlerinde kullanıldığını göstermektedir. Bunun dışında, Yunan ve Roma dönemlerine ait, M.Ö. yazılmış eserlerde de kömür hakkında bilgiler bulunmaktadır. Kömürün kullanılmasına ilişkin eski kayıtlardan bir tanesi de Yunan filozofu Theophrastus'a aittir. Bu filozofun M.Ö. 4. yüzyıla ait "Taşlar Üzerine İncelemeler" adlı eserinde, Ligurya (İtalya) civarında, mahalli demirciler tarafından kullanılan fosillerin (kömürlerin) varlığından bahsetmiştir. Kömür damarlarının yeryüzünden görünen kısımları, belki de çok daha önceki devirlerde ve birçok ülkede, kömürün yakıt değerinin keşfine ve değerlendirilmesine yol açmıştır. İngiltere'de kömürün kullanılmasına ait ilk kayıtlar ise, Milattan Sonra (M.S.) 852 yılından itibaren mevcuttur. Roma harabelerinde bulunan küllerden kömürün, M.Ö. 50 yılından, M.S. 450 yıllarına kadar, Romalılar devrinde de kullanıldığını göstermektedir. İlk çağlarda yakıt ihtiyacı, doğal veya mangal kömürü halindeki odun ile giderildiğinden, kömür madenciliği çok az gelişmiştir. Ancak, ormanların zaman içerisinde hızla tükenmesi, ilgiyi kömüre yöneltmiş ve endüstrileşme ile de kömüre talep artmıştır. Geniş çapta ilk kömür madenciliği İngiltere'de 8. yüzyılda başlamıştır. O dönemdeki demir endüstrisinden gelen talep kömür talebini de üst düzeye çıkarmıştır. Ancak, kömüre asıl yoğun talep, 18. ve 19. yüzyıllarda gerçekleşen sanayi gelişimi sırasında ve sonrasında olmuştur. Kömür kullanımındaki bu artışın öncelikli nedeni, 1769 yılında James Watt tarafından icat edilen buhar makinesindeki gelişmelerdir. Sanayi gelişimi ile, demir-çelik üretiminde, demiryolu taşımacılığında ve buharlı gemilerdeki kömür kullanımları da artmıştır ve kömüre dayalı ilk elektrik santrali de, 1878 yılında Londra'da hizmete girmiştir. Bu dönemde ayrıca,

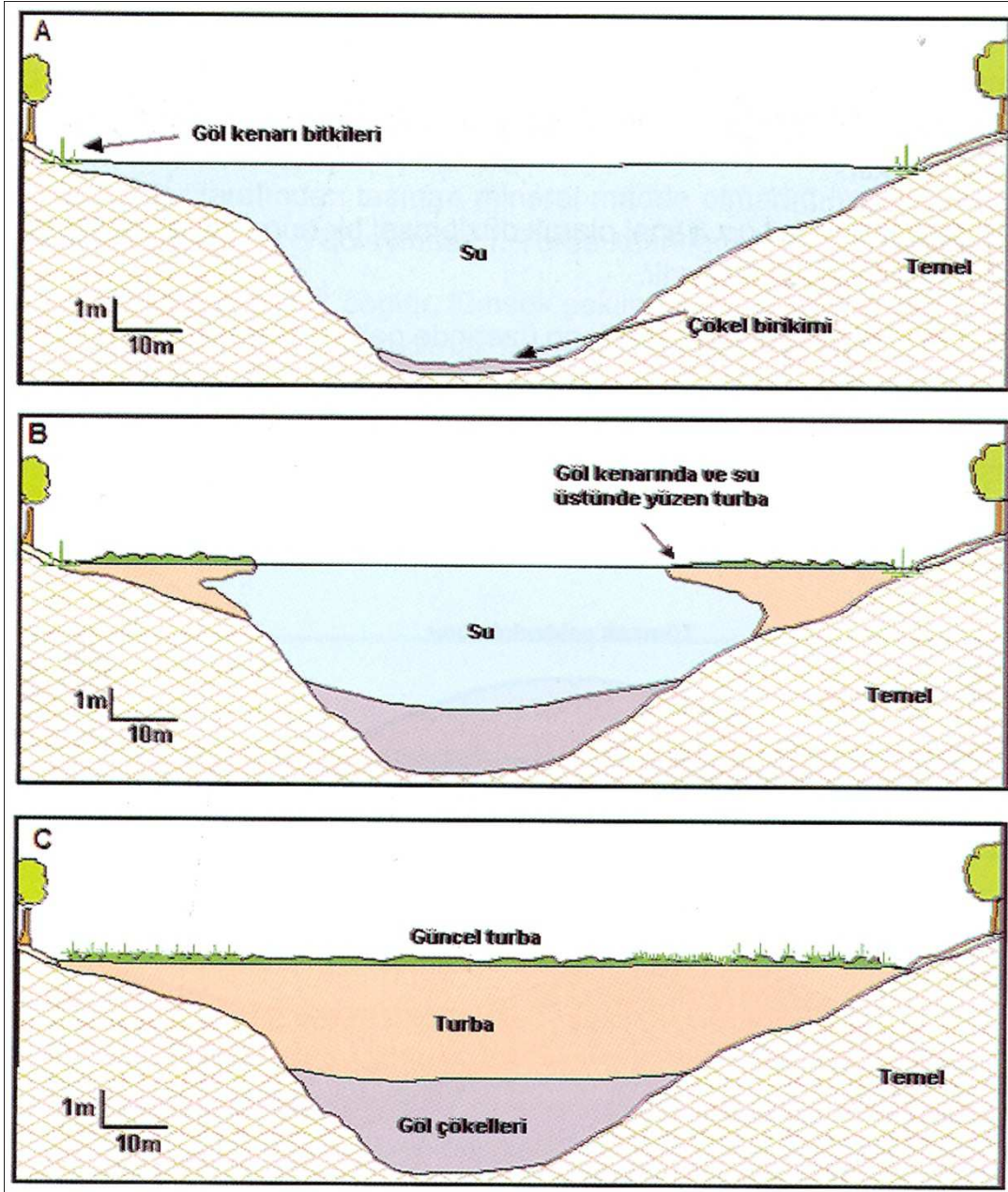
kömürden gaz üretimi de gerçekleştirilmiş ve bundan şehirlerin aydınlatılması sağlanmıştır. 19. yüzyıldaki elektrik üretimindeki gelişmeler ile kömürün geleceği, o yıllardan sonra elektrik üretimine bağlanmıştır. Evlerin aydınlatılması amacıyla elektrik üretimi ise ilk kez, 1882 yılında Thomas Edison tarafından geliştirilen kömür yakıtlı elektrik jeneratörü ile başlamıştır. Günümüzde ise kömürün genel olarak dört şekilde kullanıldığı görülmektedir.

- \_ Elektrik veya başka bir yerde kullanılacak ikincil/üçüncül yakıtların üretilmesinde, buna enerji dönüşüm sektörü de denilmektedir.
- \_ Kok Fırınlarında koklaştırma yoluyla kömür içindeki gerekli uçucu gazların alınmasında, bu yöntem daha çok demir-çelik sanayinde uygulanan bir işlemdir.
- \_ Nihai tüketim yerlerinden madencilik, inşaat, ulaşım, ticari ve kamu hizmetleri, tarım ve konutlarda ısı ve enerji elde etmede,
- \_ Kullanılan sektördeki proseslerde, buhar veya enerji elde etmek için örneğin; çimento sektöründe buhar ve ısı üretmek, hammadde olarak yine alüminyum endüstrisinde geniş çapta karbon elektrotlar üretmek için de kullanılabilir (Bozoğlan, 2010).

### **3.1 Kömürleşme Olayı**

Çoğunlukla bitkisel maddeler ve/veya bitki parçalarının uygun bataklık ortamlarda birikmesi, çökmesi ve jeolojik işlemlerle birlikte yer altına gömülerek ve sonrasında, önceleri gömülmenin oluşturduğu basınç ve ortamın ısasal şartlarından etkilenme ve bu etkilenme sonucu da organik maddenin bünyesindeki fiziksel ve kimyasal değişimler, kömürleşme olayına neden olur (Şekil 3.1). Kömürleşme sırasında, sıcaklık ve basınç şartlarının bu kütleleri etkilemesi sonucu ortamdan sırası ile önceleri (turbadan - taşkömürü aşamasına kadar) su ve su buharı, CO<sub>2</sub>, CO, (taşkömürü aşamasında) CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> ve en ileri aşamalarda da H<sub>2</sub> (antrasit aşamasında) uzaklaşır. Bu şartların dışında; volkanik faaliyet, fay hareketleri, radyoaktif elementlerin bulunduğu ortamlarda yerin ısısı olağanüstü bir şekilde ve normalden çok daha fazla artmaktadır. Isı ve basınç arttıkça, önceleri “turba” olarak adlandırılan ama kömür sayılmayan bu organik madde sırasıyla; Linyit’e, Alt

Bitümlü Kömür'e, Taşkömürü'ne, Antrasit'e ve en sonunda da şartlar uygun olursa Grafit'e dönüşür. Bu ilerleyen olgunlaşma sürecine ise Kömürleşme, her seviyeye de "Kömürleşme Derecesi" (Rank) denilmektedir. Kömürleşme süreçleri ise yaklaşık 3,5 milyon yıl ile 350 milyon yıl kadar sürebilmektedir (Ünalın, 2010).



Şekil 3.1: Kömürleşme olayının aşamaları (Ünalın, 2010).

## 3.2 Kömür Türleri

Kömürler değişik şekillerde gruplandırılmaktadır. Bu gruplamalardan biri de kapsadıkları organik maddenin tipine göre olanıdır. Buna göre kömürler 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlar hümik ve sapropelik kömürlerdir.

### 3.2.1 Hümik Kömürler

Bataklıkta bir yığılım oluşturacak şekilde biriken cansız büyük ve küçük damarlı (vascular) bitkilerin önce bakterilerin etkisi ile turbaya dönüşmesi ve sonraki gömülme nedeni ile artan yer sıcaklığının etkisi altında turbanın kömürleşmesi sonucu oluşan ve gömülme miktarına göre sırasıyla linyit, alt bitümlü kömür, taş kömürü, yarı antrasit ve antrasit gibi isimler alan, genellikle parlak ve bantlı kömürlerdir. Bu kömürlerdeki bantlı yapı, litotiplerden kaynaklanmaktadır. Ancak kömürleşme, bataklığın bulunduğu sedimanter havzanın jeolojik tarihçesine göre aşamalardan bazıları ile neticelenebilir. Yani antrasite gitmeksizin linyit aşamasında son bulması burada karşılaşılabilecek durumdur. Örneğin; kömürleşme henüz linyit aşamasında iken havzanın kapanması ile çökeller kıvrımlanarak yükselir ve kömürleşme bu aşamada son bulur (Ünalın, 2010).

Hümik kömürlerin ilksel organik maddesi ağırlıklı olarak karada yaşayan büyük boy bitkilerin gövde, dal, kök ve yapraklarından oluşur. Bu kömürlerin kapsadığı organik madde çoğunlukla III. tip kerojendir. Dolayısı ile hidrojen oranları düşüktür. Yeryüzünde varlığı bilinen kömürlerin çoğu bu gruba girmektedir (Ünalın, 2010).

**Linyit;** Latince odun anlamına gelen lignum sözcüğünden türemektedir. Siyah, koyu kahve veya kahve renkli ve yumuşak bir kömürdür. Kahverengi kömür diye de isimlendirilir. Linyitlerin yaşı çoğunlukla Tersiyerdir (Şekil 3.2). Ancak Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı linyitler de vardır. Daha önce de belirtildiği gibi turbadan sonraki aşama olduğu için düşük derecelidir. Bu yüzden kömür içerisinde bazı bitki parçaları çıplak gözle gözükebilmektedir (Ünalın, 2010).

Linyitlerdeki su oranı %30-70 aralığındadır. Hava ile teması halinde suyunu kaybedeceği için ufalanmaya başlar. Uçucu madde oranı ise %45'den fazladır. Bu

yüzdendir ki kendiliğinden kolayca tutuşabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden ötürü stoklanması halinde bazı özel önlemler alınmasını gerektirir (Ünalın, 2010). Üst ısıl değeri kuru ve mineral maddesiz 4165 kcal/kg'dan daha düşüktür. Karbon oranı ise %60-70 aralığında ve koklaşmaya elverişsizdir (Ünalın, 2010). İçeriğindeki kükürt oranına bağlı olarak çevresel etkileri ciddi boyutlara ulaşabilmektedir.

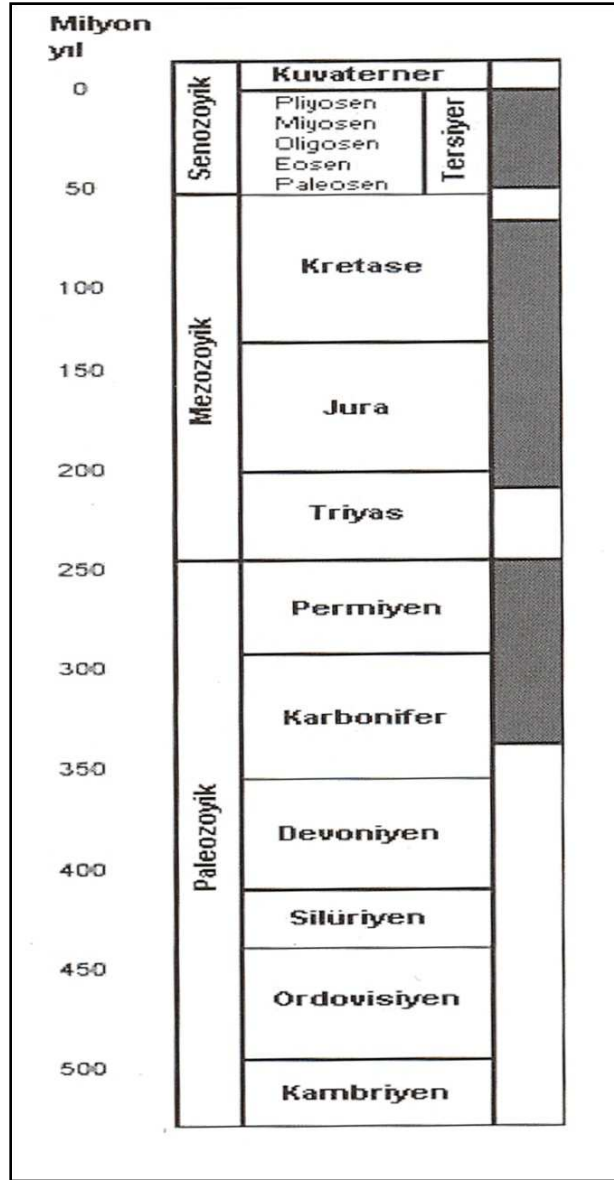


**Şekil 3.2:** Tipik bir linyit kömürü örneği.

### 3.2.2 Sapropelik Kömürler

Deniz, göl, lagün gibi belirli bir su derinliği olan havzaların oksijensiz (anoxic) tabanında biriken ve ardından gömülen sapropelin (organik madde içeren çamur), yine yer sıcaklığının etkisi altında kömürleşmesi ile oluşan mat ve bantlı yapısı olmayan kömürlerdir. Sapropelik kömürler I. veya II. tip karojeni kapsar. Bu kömürler için turba aşaması söz konusu değildir. Fazla miktarda alg kapsayanlarına bodhead kömürü (boghead coal), spro ve polen bakımından zengin olanlarına ise cannel kömürü (cannel coal) adı verilir. Bu kömürlerin yeryüzündeki rezervleri ve yayılımları hümik kömürlere oranla önemsizdir. Hümik kömürlere oranla sapropelik kömürlerin hidrojen oranları daha yüksektir. Bu kömürlere bitimli şist de denilmektedir. Çökelme ortamlarına göre ise paralik ve limnik olarak iki gurpta incelenir (Ünalın, 2010).





Şekil 3.3: Yeryüzündeki kömür oluşum dönemleri (Ünalın, 2010).

### 3.3 Kömür Arama Sistematiği

Genel anlamda maden aramalarında uygulanan yöntemler sırası ile jeoloji, jeofizik ve sondaj şeklinde sıralanabilir. Uygulama sahasının jeolojik yapısına ve aranacak maden veya madenlerin türüne, sahada daha önce yapılmış olan çalışmaların düzeyine bağlı olarak yukarıda sıralanan ana yöntemlerin ayrıntısında farklılıklar olabilir. Örneğin bir sahada herhangi bir jeofizik etüde gerek görülmez iken, bir başka sahada birden fazla jeofizik yöntemin uygulanması gerekebilir. Madencilik bu yapısı mutlak suretle dikkate

alınmalıdır. Bir kömür havzasında izlenecek yol, sırasıyla ve ana başlıklar halinde aşağıdaki gibidir:

- \_ Arama yapılacak alanın ruhsat durumu, yürürlükteki 5177 sayılı maden yasasına göre kontrol edilmelidir.
- \_ Sahada daha önce yapılmış çalışmalar derlenmelidir.
- \_ Sahaya ait her türlü hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve uygun ölçekli topoğrafik haritalar temin edilmelidir.
- \_ Mevcut jeoloji haritaları yeterli değilse uygun ölçeğe göre arazide yenilerinin yapılması.
- \_ Varsa kömür mostralarının haritalara işlenmesi.
- \_ Elde edilen yapısal jeoloji, stratigrafi ve sedimantoloji verilerinin yanında yapılmış sondajlardan yararlanarak havza modelinin ve bu model içinde olası kömürlü alanların belirlenmesi.
- \_ Yapılan bu değerlendirmeler ışığında sondaj ve sondajların konumlarının ve derinliklerinin belirlenmesi.
- \_ Yapılacak her sondaj için kuyu logunun hazırlanması.
- \_ Yapılan sondajlar üzerinde kömürün yayılımına ve kalitesine dair bilgilerin belirlenmesi.
- \_ Kömürün görünür, muhtemel ve mümkün rezervlerinin hesaplanması.
- \_ Kömür sahasının fizibilitesinin yapılması.
- \_ Son olarak bir proje ile beraber teknik bir rapor hazırlanması aşamalarından oluşmaktadır (Ünal, 2010).

### **3.4 Türkiye’de Linyit**

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2010) verilerine göre, Türkiye’de yerli kaynak potansiyelimizin 12,4 milyar tonunu linyit, 1,33 milyar tonunu taşkömürü oluşturmaktadır. Ülkemiz rezerv ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6’sı ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye’nin toplam linyit rezervi 12,4 milyar ton seviyesinde olup işletilebilir rezerv miktarı ise 3,9 milyar ton düzeyinde

bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır. Ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %46'sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Ülkemizin en önemli taşkömürü rezervleri ise Zonguldak ve civarındadır. Zonguldak Havzası'ndaki toplam taşkömürü rezervi 1,322 milyar ton, buna karşılık görünür rezerv ise 519 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır. Linyit sahaları ülkemizde bütün bölgelere yayılmış olup (Şekil 3.4) bu sahalardaki linyit kömürünün ısı değerleri 1000-5000 kcal/kg arasında değişmektedir. Ülkemizdeki toplam linyit rezervinin yaklaşık %68'i düşük kalorili olup %23,5'i 2000-3000 kcal/kg arasında, %5,1'i 3000-4000 kcal/kg arasında, %3,4'ü 4000 kcal/kg üzerinde ısı değerindedir. 2008 yılında yapılan 33 milyon ton toplam kömür satışının, %82'si termik santrallere, %12 ise ısınma ve sanayiye olmuştur. Ülkemizde 2008 yılı sonu itibarıyla linyite dayalı termik santrallerimizin kurulu gücü 8.205 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün %19,6'sını karşılamaktadır. Kömürün toplamda kurulu güce katkısı 10.191 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün %24'ünü oluşturmaktadır. Taşkömürüne dayalı termik santralimizin kurulu gücü 335 MW olup, toplam kurulu gücümüzün %0,8'ine karşılık gelmektedir. 2005 yılından itibaren enerji üretiminde yerli kaynaklara önem verilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması hedefleri çerçevesinde sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak artan enerji talebinin karşılanması amacıyla; yeni kömür sahalarının bulunması ve bilinen sahaların geliştirilmesi çalışmalarına hız verilmiştir. Kömür aramalarında sondaj miktarı son beş yılda beş kat artmış, aramaların sonucunda 8,3 milyar ton olan mevcut rezerve ilave olarak; 2008 Mayıs ayı itibarı ile 4,1 milyar ton yeni linyit rezervi tespit edilmiştir. 2009 yılı Ağustos ayı sonuna kadar üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %29'u ithal ve yerli kömürden üretilmiştir. Ağustos ayı sonuna kadar kömürden üretilen elektriğin %27'sini taşkömürü ve ithal kömür, %73'ü ise yerli linyit kömüründen üretilmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010).

Son yapılan çalışmalar (Tablo 3.1) sonucu 4,138 milyar ton linyit rezervi tespit edilmiştir. Bu tespitlerden sonra 8,3 milyar ton olan ülkemiz linyit rezervi 12,4 milyar tona yükselmiştir.

İthal bir kaynak olan doğal gazın elektrik üretiminde kullanılması yerine rezervleri belirlenen ve termik santral kurulabilecek özellikte olan linyit sahalarımızın hızla devreye

sokulması ve mevcut santrallara yeni ünitelerin ilavesi ile kurulu gücümüzün 10.000 MW daha artırılması mümkün görülmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010).

**Tablo 3.1:** Mayıs 2008 itibariyle bulunan yeni linyit rezervlerinin bölgelere göre dağılımı.\*Afşin-Elbistan linyitleri 1000-1500 kcal/kg alt ısı değeri içerisindedir. Ülkemiz toplam linyit rezervinin yaklaşık yarısı bu bölgemizde bulunmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010).

Türkiye Linyit Rezervi Bölgeleri	Rezerv Miktarı
Afşin-Elbistan*	1.915 milyon ton
Elbistan*	420 milyon ton
Konya-Karapınar	1.280 milyon ton
Trakya	498 milyon ton
Manisa-Soma-Eynez	170 milyon ton
Eskişehir-Alpu	275 milyon ton

Yerli kömür kaynaklarının ekonomiye kazandırılması amacıyla Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ) uhdesinde bulunan kömür sahalarının santral yapma koşuluyla özel sektöre devredilmesine yönelik çalışmalar kapsamında toplam 1.800 MW kurulu güçte termik santral kurmak üzere 8 adet saha rüdvans modeli ile özel sektörün kullanımına açılmıştır.

Türkiye'nin en büyük linyit üreticisi durumundaki TKİ, yoksul ailelere, 2003-2009 tarihleri arasında toplam 9 milyon 200 bin ton kömür dağıtımını gerçekleştirmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010).



**Şekil 3.4:** Türkiye'nin önemli linyit, taşkömürü, asfaltit, bitümlü şist ve turba sahaları (Ünalın, 2010).

### 3.5 Günümüz Dünya Kömür Durumuna Genel Bakış

Kömür, bulunduğu binlerce yıl öncesinden günümüze değerini sürekli arttıran ve nerede ise vazgeçilmez bir fosil yakıt olma özelliğini (Bozoğlan, 2010):

- \_ Dünyada hemen hemen her kıtada, her bölgede ve 50'den fazla ülkede var olması ve üretilebilmesine,
- \_ Aranması sırasında yarattığı istihdam ve aramada kullanılan alet ve makinelerdeki teknolojik gelişmeye,
- \_ Bulduktan sonra istenildiği zaman üretilebilir olmasına (petrol ve doğal gazda olduğu gibi sızıntı yoluyla kaçma veya buharlaşarak yok olma ihtimali yoktur),
- \_ Açıkocak ve/veya yeraltı işletmeciliğindeki istihdam artışı ve işletme teknolojisindeki gelişimin yarattığı istihdam ve katma değer artışına,
- \_ Ulusal ve uluslararası taşınımı ve depolanması sırasındaki istihdam ve teknolojik gelişimin artmasına (paketleme ve taşınımı, ağır tonajlı kamyon, tren ve gemi üretimi ve kullanılması v.b. gibi),
- \_ Pek çok sektörde ucuz ve kolay enerji üretim amaçlı kullanımına,
- \_ Katı, sıvı veya gaz halde kullanımında, çevresel önlemlere uygun olabilmesine,
- \_ Depolanma yerinde bozulmadan uzun süre kalabilmesine,
- \_ Pek çok üründe veya üretiminde ham madde olarak kullanılabilmesi gibi, nedenlere borçludur.

Dünyada kullanılmaya başlandığından beri kömürün; bir taraftan tüketimi artarken, diğer taraftan da mevcut rezervlerinin yanında yeni rezerv miktarlarının netleştirilmesi ve hatta daha önce bilinmeyen rezervlerin tespiti ile de toplam rezervinin sürekli olarak arttığı görülmektedir (Bozoğlan, 2010).

Ülkemizin de üyesi olduğu Uluslararası Enerji Ajansının, Kömür Bilgileri 2009 raporuna göre; 2007 yılı değerleri ile dünyada tespit edilmiş 710,3 milyar ton'u taş kömürü ve 278,8 milyar ton'u da linyit kömürü olmak üzere toplam: 989,1 milyar ton

kömür rezervinin varlığı belirtilmiştir. Bu rezervin; 2007 yılındaki kömür üretim değeri olan ve yaklaşık 6,8 (6,797) milyar ton'a bölünmesiyle de yaklaşık 146 yıl yetebileceği ancak, yeni rezerv tespitleriyle bu rakamın gelecekte 250 yıl dolayında olacağı da araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Nitekim Dünya Enerji Konseyinin (WEC)1978 yılı için belirlediği dünya kömür rezervi 636,4 milyar tondur. Ancak bu rezerv yaklaşık 352,7 milyar ton artarak (yaklaşık % 55,4 oranında artışla) 2007 yılı için 989,1'e yükselmiştir. Bu arada 30 yıllık zaman diliminde (1978 - 2008) ise, sadece 145,3 milyar ton kömür üretilmiştir. Yine buna benzer, 2002 yılı dünya tespit edilmiş kömür rezervinin 909,1 milyar ton olduğu ve sadece 5 yılda 80 milyar ton rezerv artışının gerçekleştiği göz önüne alınırsa, gelecekteki kömür rezervinin de, dünyadaki bugünkü talep miktarlarına göre 250 yıllık kömür ihtiyacını karşılayabileceğini söylemek abartılı olmayacaktır (Bozoğlan, 2010).

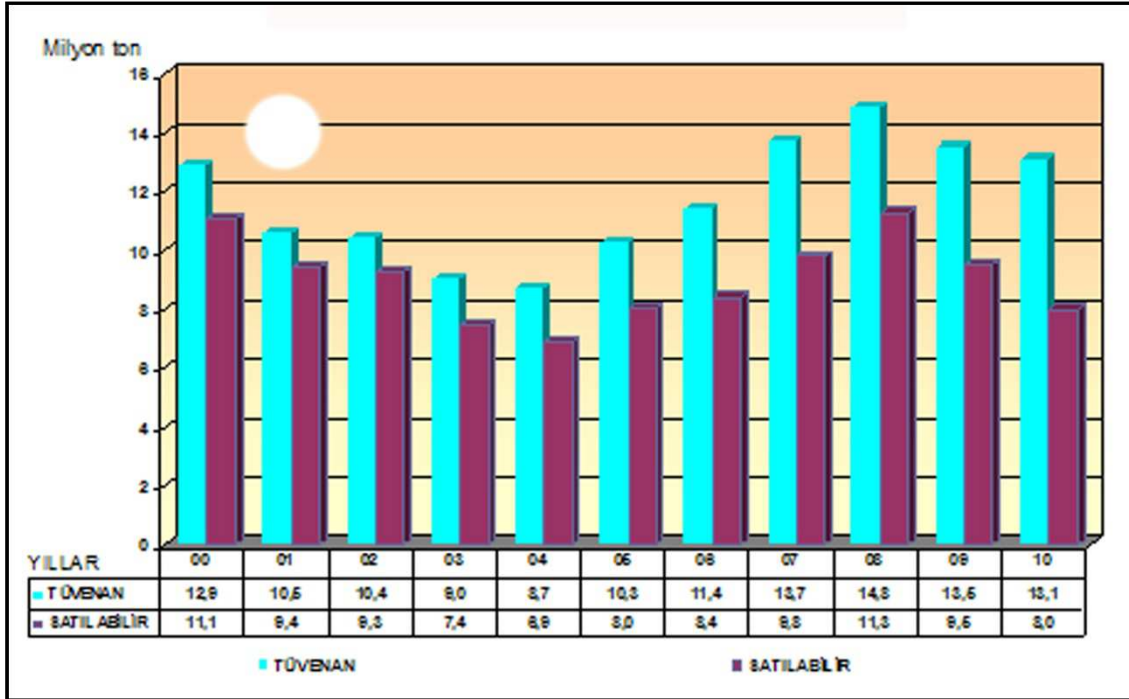
### **3.6 Soma ve Kömür Üretimi**

1. Dünya Savaşı ile beraber artan kömüre olan talep, Türkiye'de yeni kömür ocaklarının açılıp işletilmesini beraberinde getirmiştir. Soma bu anlamda Türkiye'de öncü yerlerden biridir. 1900'lü yılların başında Soma'da Ragıp ve Çimeris Beyler tarafından ilk işletmelerin yapıldığı bilinmektedir. 1. Dünya Savaşı sonrası ülkemizin işgali ile birlikte yani 1918 – 1922 yılları arasında Fransızlar tarafından çalıştırılmış, Kurtuluş Savaşı ile beraber işletmeler el değiştirmiştir. 1922–1939 yılları arasında ise Atatürk'ün dava arkadaşlarından olan Yunus Nadi ve arkadaşları tarafından işletilmeye başlanmış, 1939 yılında ise ETİBANK'a devredilmiştir. 1957 yılında, yeni kurulan Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumuna devredilmiş, 1957–1978 yılları arasında GLİ Müessesesi Soma Bölge Müdürlüğü olarak devam etmiştir. 1978' den beri de Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü adı altında madencilik faaliyetini sürdürmektedir.

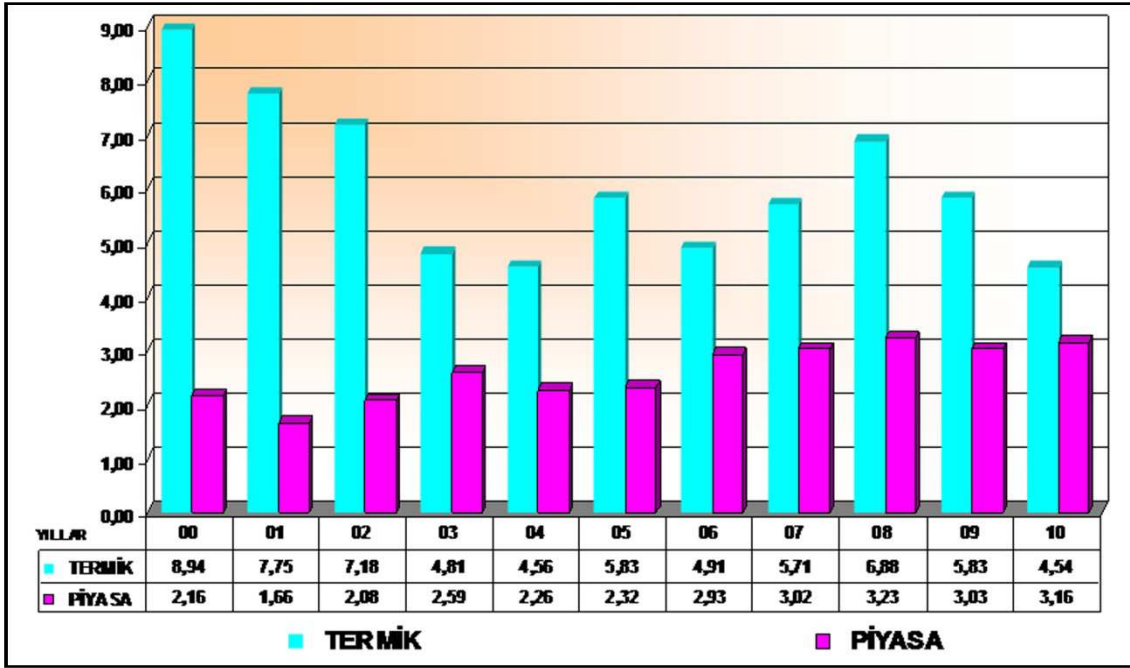
Soma linyit üretimi konusunda Türkiye'de lider konumundadır. 2010 yılı üretim rakamlarına göre TKİ olarak toplam 13 100 000 ton tüvenan üretim gerçekleştirmiştir (Şekil 3.5) (ELİ, 2010). Soma'daki linyit üretimi ilçede faaliyetleri devam eden özel maden işletmelerinin üretimi de düşünüldüğünde 15 000 000 tona yaklaşan üretim ile ülke üretiminin önemli bir ayağını oluşturmaktadır.

Soma'da üretim hem yeraltı olarak hem de açık işletme olarak gerçekleştirilmektedir. 2000'li yıllarla beraber açık ocakların derinleşmesi ile beraber üretimde yeraltı üretimi daha ön plana çıkmıştır. 1984'den 2010 yılına kadar yaklaşık 1.5 milyar m<sup>3</sup> kömür üstü örtüsü (dekapaj) taşınmıştır. Örtü yoğunluğunun yaklaşık 2gr/cm<sup>3</sup> kabul edilmesi halinde 3 milyar ton malzemenin yer değiştirdiği anlamına gelmektedir. 2010 yılı rakamlarına göre üretimin %36'sı açık işletmelerde, %64'ü ise yeraltı işletmelerinden sağlanmaktadır (ELİ, 2010). İleriki yıllarda üretim biçimleri arasındaki makas daha da açılacaktır. İlçe genelindeki işletmelerin üretim birimlerinde 10 000'in üzerinde sağladığı istihdam ilçeye ekonomik canlılık sağlamaktadır.

Üretilen kömürün % 60 - %80'lik kısmı ilçe merkezinde bulunan ve Türkiye'nin önemli enerji üreticilerinden olan 1054 MW gücünde Soma Termik Santralinde tüketilmektedir. Kalan miktar ise sanayi ve ısınma amaçlı olarak tüketilmektedir (Şekil 3.6; ELİ, 2010).



Şekil 3.5: Ege Linyit İşletmeleri-Soma tarafından (ELİ) 2000-2010 yılları arasında ki tüvenan üretim ve satılabilir kömür miktarları (ELİ, 2010).



Şekil 3.6: Ege Linyit İşletmeleri-Soma (ELİ) tarafından 2000-2010 yılları arasında, kömürlerin termik santral ve piyasa satış rakamları (ELİ, 2010).



#### 4. REZERV

Her türlü madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi, doğal kaynaklardan yararlanmak için yapılacak faaliyetlere karar vermede, öncelikle kaynağın nitel ve nicel özelliklerinin saptanması gerekir. Bu özellikler, yapılacak jeolojik ve jeofizik çalışmaların sonrasında, kaliteye dair özellikler yapılacak kimyasal analizlerle miktara dair özellikler ise, yapılacak türlü hesaplama biçimleri ile saptanacaktır. Bütün bunların başında cevher yatağını kaynak ve/veya rezerv olarak sınıflandırmak gerekir.

Rezerv, varlığı arama çalışmaları ile belirlenmiş, günümüz teknik ve ekonomik koşullarında işletilebilirliği saptanmış olan kaynaktır (Ünalın, 2010). Bu tanımlamanın ışığında yapılan hesaplamalarda kullanılacak detaylara bağlı olarak, bu sınıflamalar alt gruplara ayrılır.

Madencilikte rezerv hesabı, işletme planlamasının yapılması, işletme tekniklerinin belirlenmesi gibi pek çok aşamada etkili olabilecek temel bir işlemdir. Dolayısı ile herhangi bir madencilik çalışmasında, hatta madencilğe başlanıp başlanmamasının ekonomik olarak değerlendirilmesinde de temel parametre olarak ele alınmaktadır. Belirtmek gerekir ki; bir maden işletmesinin ekonomik olması hızla değişen ve kaçınılmaz olarak herkesin içinde yer aldığı global değerlere de bağlıdır. Örneğin; petrolün sürekli artış göstermesi fosil yakıt olan kömürü ön plana çıkarabilmektedir. Ya da metal fiyatlarının tırmandığı bir süreçte, ekonomikliğini yitirdiği düşüncesi ile kapatılan eski işletmelerin tekrar faaliyete geçebilmesi buna en güzel örnek olmaktadır.

Rezerv hesabı, bir maden yatağında bulunan madenin biçimini, boyutlarını ve hacmini sayısal olarak belirleyen kalınlık ve alan ile özgül ağırlığını hesaba katarak yapılan ve ton ya da hacim olarak ifade edilmesini sağlayan hesaplama usullerini içerir. Rezerv hesabı, sonucunda bir madenin işletilmesinin ekonomik olup olmadığını belirleme aşamalarından biri olduğu, bunun için madenin hacimsel büyüklüğünün yanında kalite olarak da sınıflama esasına dayanır. Zira kalori olarak çok düşük bir kömür yatağının ekonomik değeri olmayabilir. Bu yüzden büyüklük belirlenirken mutlaka madenin diğer özellikleri dikkate alınarak ayrıntılı olarak hesaplanmalıdır.

Bilindiği gibi, bir cevherleşme sahasının ekonomik olarak işletilip işletilemeyeceğinin belirlenmesi her şeyden önce bu cevherleşmenin rezervinin sağlıklı bir şekilde hesaplanmasına bağlıdır. Bu amaçla maden yataklarının detay jeolojik, etütlerinin tamamlanmasından sonra maden yatağının rezervi, tenör-tonaj ilişkileri ve işletilebilirlik sınırları belirlenir. Böylece cevherleşmenin ekonomikliği, işletmeye açılıp açılmayacağı ve hangi oranda yatırım yapılabileceği açıklığa kavuşturulur. Rezerv hesaplarının başarılı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi yatakta yapılan sondaj, galeri ve yarma çalışmalarıyla elde edilen verilerin çok olmasına ve uygun rezerv hesaplama yönteminin seçimine bağlıdır.

Bu faaliyetlerden ilk aşama olarak hesaplamalarda kullanılacak jeolojik ve sondaj (en fazla kullanılan örnekleme yöntemi) çalışmalarından elde edilecek verilerin hazırlanmasıdır. Elde edilen bu veriler yorumlanarak yatağın modellenmesi sağlanır. Hazırlanan bu modellere dayanarak ilgili maden hakkında birçok bilgiye (büyüklük, kalite vb.) ulaşılmış olur.

Faaliyetler, ilgili bir çok disiplinle birlikte yürütülmektedir (Tablo 4.1). Değişik uzmanlar, bazen çok bazen az ilgili olabilecekleri bir süreçte yer almaktadırlar (Yüksek, 1996). Rezervin sağlıklı hesaplanabilmesi için bu evrelerdeki basamakların tamamının yapılması gerekir. Verilerin güvenilirliğine, çeşitliliğine ve fazlalığına bağlı olarak değişik rezerv sınıflandırmaları vardır.

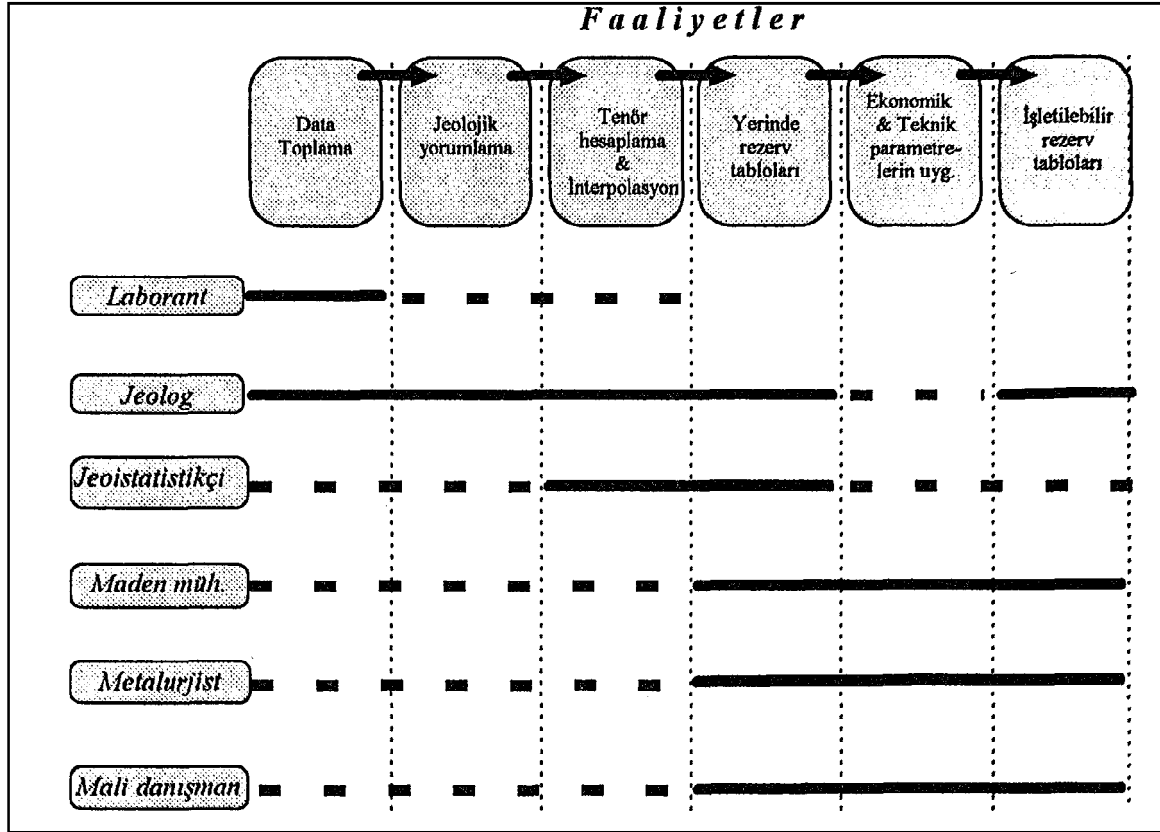
#### **4.1 Rezerv Çeşitleri**

Değişik kaynaklara bakıldığında değişik adlar ve tanımlar altında rezervlerin açıklandığı görülür. Yapılacak çalışmanın amacı doğrultusunda ihtiyaç duyulan türde hesap yapmak mümkündür. Bu çalışmaları birbirinden ayıran temel fark kullanılan veriler ve bu veriler ışığında ortaya çıkan sonuçların doğruluğudur. Değişik rezerv sınıflamaları yapmak mümkündür.

**Prognostik Rezerv:** Bir yörenin veya bir bölgenin yahut bir kıtanın belirli bir cevher için çok değişik kaynaklardan yararlanılarak bulunan rezervidir. Doğruluğu % 1 gibi çok düşüktür. (Kavuşan, 2007).

**Jeolojik Rezerv:** Bir maden yatağının jeolojik harita ve kesit gibi bulgular doğrultusunda elde edilen verilere dayanılarak belirlenen rezervedir. Hata oranı  $\pm$  %90-99,9 arasında değişmektedir (Kavuşan, 2007).

**Tablo 4.1:** Rezerv faaliyetlerinin yürütülmesi esnasındaki ilgili disiplinler ve aşamaları (Yüksek, 1996). Kesikli çizgiler ilgili disiplinin daha az ilgili, düz çizgiler ise daha fazla ilgili olduğu durumları anlatmaktadır.



**Mümkün Rezerv:** Boyutları hakkında pek bilgi edinilemeyen, ancak varlığı ümit edilen bir cevher kütleini belirtir. Arama çalışmaları yok denecek kadar az ve genel olarak jeolojik bilgi ve korelasyonlar veya yatağın başka bölümlerinden elde edilen bilgiler çerçevesinde var olabileceği kabul edilen bir rezerv sınıfıdır. Bu rezerv sınıfının tanımlanmasında yüzey jeolojisi önemli rol oynamaktadır. Mümkün rezerv işletme hesapları yapılırken dikkate alınmayıp sadece bir hedef alanı kategorisindedir (Ayhan, 1986).

- \_ Genel bilgileri sıralamak gerekirse;
- \_ Teknolojik özellikleri hakkında gayet sınırlı bir bilgiye sahip olunan,

- \_ Yayılımı işleyen veya kapatılmış ocaklar ile tek başına sondaj veya mostradaki damar stampolarından yararlanılarak veya özel verilerle belirlenebilen,
- \_ Yeraltındaki jeolojik diğer veriler hakkında (hidrojeoloji vb) hiçbir bilginin bulunmadığı rezervlerdir.
- \_ Hata Oranı  $\pm\%50-80$  arasındadır.

**Muhtemel Rezerv:** Sondaj veya yarmalarla 2 boyutu belirlenmiş, arama açısından tabaka doğrultu ve eğimlerinde hala tereddütler bulunan, hidrojeolojik vb. özel jeolojik durumları genel hatlarıyla bilinen, numune ve ölçüm noktalarındaki bilgilere dayanılarak yeraltı madenciliğine olanak tanımayan, sondajların aralıklarının 250-500m aralıklarında değiştiği, endüstriyel kullanım konusunda ön bilgilere dayanılarak kaba planlamaların yapılabildiği rezervlerdir (Kavuşan, 2007).

Bir başka ifadeyle, arama ve etüt çalışmaları ile incelenmiş olan, fakat görünür rezervlerdekilere göre kuyu, yarma ve galeri gibi madencilik işletmelerinin daha az, sondaj aralıklarının fazla olduğu bundan dolayı boyutları ve devamlılığı hususunda kesin bir tanımlamanın yapılamadığı durumlardır (Ayhan, 1986). Hata oranı  $\pm\%20-50$  civarındadır.

**Görünür Rezerv:** Kesin hesabı 3 boyutlu olarak elde edilen verilerle belirlenmiş, teknolojik tüm testleri yapılmış ve kullanılacağı alanlar belirlenerek bu yönde yapılacak her türlü işlem için yeterli olanağı sağlayan, yeraltı madencilik faaliyetleri açısından yeterli veriyi içeren, yeraltı hidrojeolojik, tektonik ve litolojik özellikler vb diğer özellikleri belirlenmiş olan rezervlerdir. Hata oranı  $\pm\%10-20$  arasındadır (Kavuşan, 2007).

**İşletilebilir Rezerv:** Görür rezervin jeolojik teknikle ve ekonomik etkenlere bağlı olarak işletme sırasında ortaya çıkacak kayıpların da dikkate alınmasıyla hazırlanan işletme projesine göre yeryüzüne çıkartılarak yaralanılacak bölümdür. Açık işletme yöntemi ile yapılan üretimde kömürün %90'dan fazlasını üretmek olanaklı iken yeraltı işletmelerinde üretim %70 civarındadır.

Tanımları yapılan rezervlerin dışında “yerinde rezerv” ve “satılabilir rezerv” gibi değişik rezerv türleri de mevcuttur (Gökçe, 2005).

## 4.2 Rezerv Hesaplama Yöntemleri

Teknolojinin bir ürünü olan bilgisayarların gerek jeoloji gerekse madencilik uygulamalarında kullanılması ile birlikte jeolojik cevher kütesinin sayısal olarak temsil edilmesi fikri doğmuştur. Bu fikrin ifade edilmiş biçimi ise blok olarak adlandırılmaktadır. Bir cevher kütesinin blok modeli, cevher kütesinin küçük bloklara ayrılması ile elde edilir. Bu blokların büyüklüklerinin belirlenmesinde; makine kapasitesi, jeolojik devamlılık, bilgisayarın veri depolayabilme kapasitesi gibi unsurlar dikkate alınmaktadır. Belirlenen blokların her biri için atanacak değerler yardımı ile ekonomik olan bloklar belirlenir. Bloklara atanacak değerler geometrik yöntemlerle ve jeostatistik yöntemlerle yapılabilmektedir. Buradan çıkartılabilecek olan sonuç ise; eski ya da günümüzde kullanılan yöntemlerin bilgisayar ile bütünleştirildiğinde daha hızlı ve güvenilir sonuçlara ulaşılabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu bloklara ait sonuçlar o madenin işletilebilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan birçok rezerv hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Bunları genel olarak geometrik yöntemler ve jeostatistik yöntemler olarak iki ana başlıkta incelemek mümkündür. İki yöntemin avantaj ve dezavantajları açısından en temel fark; geometrik yöntemlerde incelenen değişkenlerin (tenör, kalınlık vb. gibi) arasında bir ilişki olmadığı varsayılır. Yani önceki ile bir sonraki sondaj arasında hiçbir ilişki yoktur; değişkenler rasgele değerler almaktadırlar. Jeostatistik yöntemlerde ise bütün örnekler birbiri ile ilişkilidir, örnekler birbirine yaklaştıkça, incelenen değerler de birbirine yaklaşacaktır, bu da değerler arasında uzaklığa bağlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

### 4.2.1 Jeostatistik Yöntemler

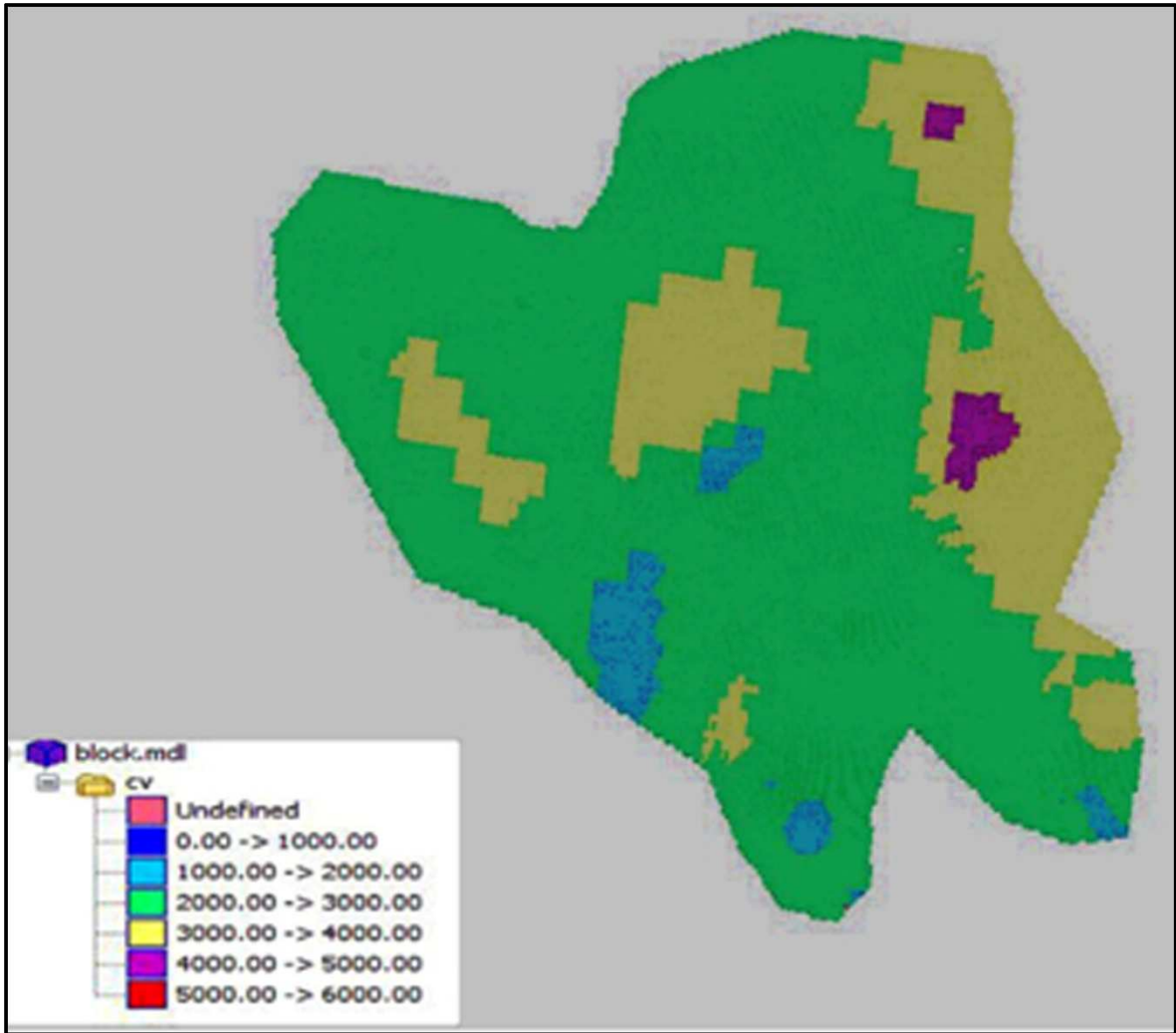
Jeostatistik yöntemle rezerv hesaplama ile cevherleşme ve jeolojinin de dikkate alınması, sadece güvenilir bir sonuç vermekle kalmayıp hesaplanan blok tenörleri için belirli hata sınırları içerisinde blok-blok cevher yatağının rezervinin elde edilmesine olanak sağlar (Kırmanla, ve Nasuf, 1998).

Jeostatistiksel yöntemler, maden yataklarının değerlendirilmesinde örneklenmiş noktalarda belirli bir bölgeye özgü değişimleri göz önüne alarak, diğer noktalardaki

değerleri kestirmeye yarayan bir yöntemdir. İstatistiksel yöntemler, incelenen değişkenler arasında bir bağlantı olmadığını varsayarlar. Örneğin yapılan bir zar atışı ile bir sonraki atışın sonuçları arasında hiç bir ilişki yoktur. Her iki zar atışının sonucu da bir ile altı arasında herhangi bir değer olabilir. Sonuç ve değerler rastlantısaldir. Jeostatistiksel yöntemlerde ise değişkenler birbirleriyle ilişkilidir. Örneğin bir arazide yapılan maden arama sondajlarında elde edilen tenör değerleri sondajlar arasındaki uzaklığı “h” olarak alırsak uzaklığa bağlı olarak değişir. “h” değeri azaldıkça tenör değerleri birbirine yaklaşacak, “h” değeri büyüdükçe tenör değerleri birbirinden uzaklaşacaktır. Uzaklığa bağlı ilişki, rezerv hesaplarında klasik ve jeostatistiksel yöntemler arasındaki en önemli farktır. Bir maden yatağının a noktasındaki tenör değerini  $z(a)$  ve bu noktadan h kadar uzaktaki tenör değerini  $z(a+h)$  olarak gösterdiğimizizde bu iki noktadaki tenör değerleri arasındaki fark,  $f(h) = z(a) - z(a+h)$  olacak ve h uzaklığına bağlı bir fonksiyon olarak ifade edilebilecektir. Klasik (geometrik) rezerv hesaplama yöntemleri, çalışma alanı içindeki her noktada tenörün aynı olduğunu ve noktalar arası uzaklığa (h) göre değişmediğini varsayar. Cevherleşmenin devamlılığı tamamen tahminler ya da varsayımlar üzerine yapılmaktadır. Aslında tenörler arasında uzaklığa bağlı olan bu ilişkinin aynı yatak içinde bile farklı yönlere göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Bir havzada, koordinatları belli bir noktadaki değerlerle uzaklığa bağlı bir modelin oluşturulmasındaki en gerçekçi yaklaşım, ilgili yatağın verilerini kullanan ve yatağın özelliklerini yansıtan jeostatistiksel bir yaklaşımdır ve tenör değerlerindeki farkların uzaklığa bağlı değişimini dikkate almaktadır. (Uyar, 2005).

Sahada yapılmış olan sondajlardan elde edilen verilere göre jeostatistik yöntem kullanılarak yapılan rezerv analizlerinde, cevherleşmenin yapısı, büyüklüğü ve cevher yatağı içindeki cevherleşme zonlarının dağılımı daha gerçekçi olarak elde edilir ve bu selektif madencilik için oldukça önemlidir (Şekil 4.1). Jeostatistiksel incelemelerden önce sahanın karakteristiğini belirlemek amacıyla sondajlara ait kalınlık ve kalınlık ağırlıklı tenör verileri değerlendirilerek, temel istatistik çalışması olan frekans dağılımları ve kümülatif yüzde dağılım değerleri bilgisayar yardımıyla çizdirilmelidir. Verilerin jeostatistik incelemelerde kullanılabilmesi için dağılımların normal dağılım özelliği göstermesi gereklidir (Kırmanla vd., 1998).

Variogram analizi, sondajlardan elde edilen parametre değerlerinin birbirleri arasındaki değişim değerleri ve etki mesafeleri hakkında bilgi veren bir analizdir. Variogram grafiği ile bir parametrenin mesafeye bağlı olarak nasıl değiştii izlenebilir. Variogram analizleri ilgili jeostatistiğin temel uygulama alanından birisi de rezerv-tenör ilişkisinin belirlenmesi, yani belirli bir tenör aralığında veya belirli bir tenördan itibaren (ekonomik tenör) sahada ne kadar rezerv olduğunun belirlenmesidir. Böyle bir araştırma sahanın tenör dağılımını çıkartmakta ve yapılacak olan cevher hazırlama işlemleri için ön bilgi vermektedir.



**Şekil 4.1:** Jeostatistik olarak hazırlanmış bir kömür damarının kalorifik olarak sınıflandırılması. Blok boyuları 20m.x20mx5m olarak değerlendirilmiştir. Kalori artışları 1000’li gruplar halindedir.

## 4.2.2 Klasik Yöntemler

Madencilik uygulamalarının bilinen en eski yöntemidir. Bu yöntem geometrik yöntem olarak da bilinmektedir. Geometrik yöntem, her sondaj yada her örnekleme noktası etrafındaki etki alanının bulunması esasına bağlıdır. Eski uygulamalar tamamen adında da anlaşılacağı gibi eski tabir edilen ya da klasik olarak da isimlendirilen metotlarla yapılmasına karşın günümüzde bilgisayar destekli olarak hala kullanılmaya devam eden bir yöntemdir. Klasik yöntemin kendi içinde farklı alt uygulama biçimleri vardır.

### 4.2.2.1 Üçgen yöntemi

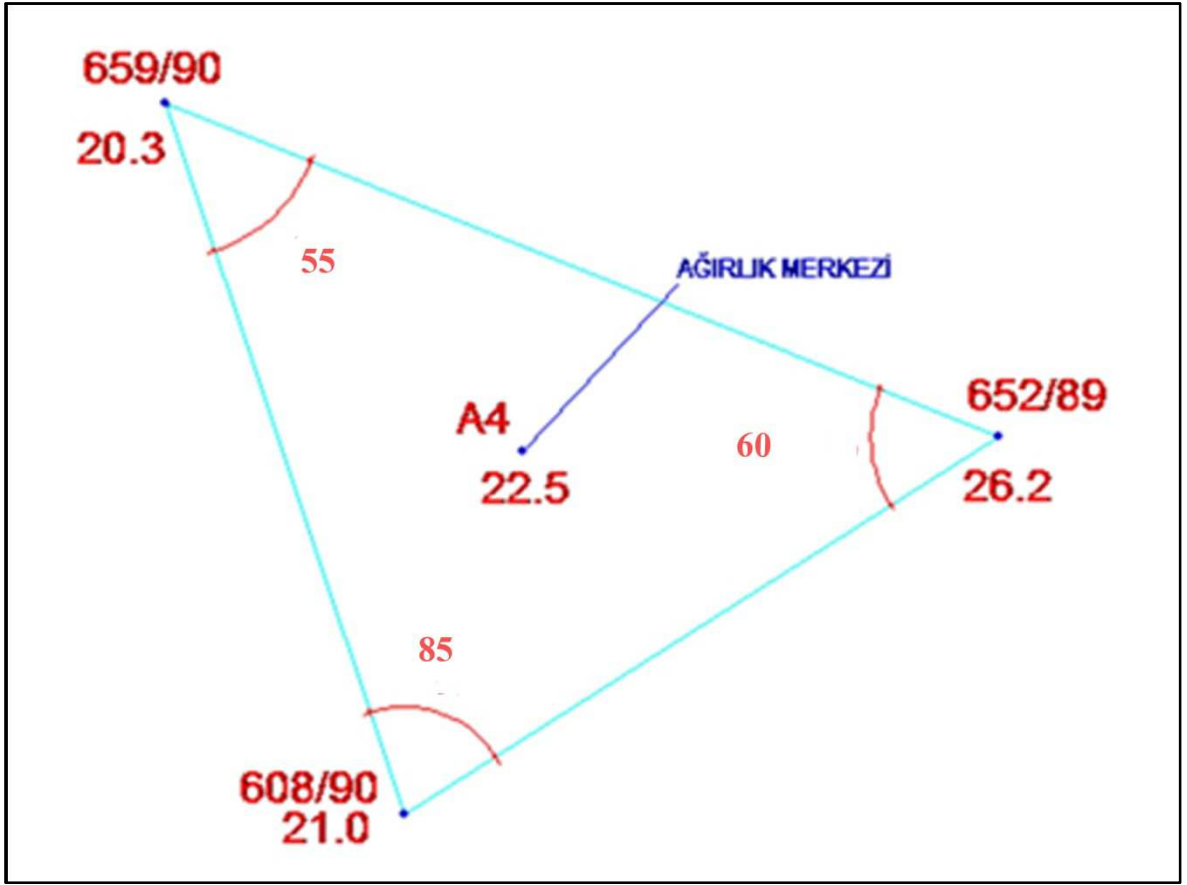
Yöntemin esası; çalışma alanı içerisinde kullanılacak veriler (lokasyon, kalite vs. ) sondaj, yarma gibi çalışmalarla sağlanır. Sondaj yapılan noktalar, ilgili alanı temsil eden bir harita üzerine konumsal verileri esas alınarak atılır. Sonraki aşamada hangi noktaların ilişkilendirileceğine karar verilir. Burada dikkat edilmesi gereken şey mümkün olduğunca en yakın noktaların kullanılması ve noktaların eşkenar üçgen ya da ona yakın olmasıdır. Sondaj noktaları çoğu kez arazi şartlarından ötürü büroda yapılan planlamalar dışında da gerçekleşebildiği için eşkenar üçgen koşulu her zaman yerine gelmeyebilir.

Şekil 4.2'deki örnekte de görüleceği üzere 3 ayrı sondajın oluşturduğu üçgenin açıları bahsedildiği üzere eşkenar olma şartını sağlamıyor. Üçgen oluşturmak için en uygun olduğuna karar verilen 3 nokta belirlenir. Oluşan üçgenin her köşe noktası bir sondajı ve her sondaj da bir değer (kalınlık, tenör vs.) alır. Bu değerler kullanılarak oluşturulan üçgen bir kalınlık, bir kalori ya da buna benzer bir sayısal değeri ifade alacaktır.

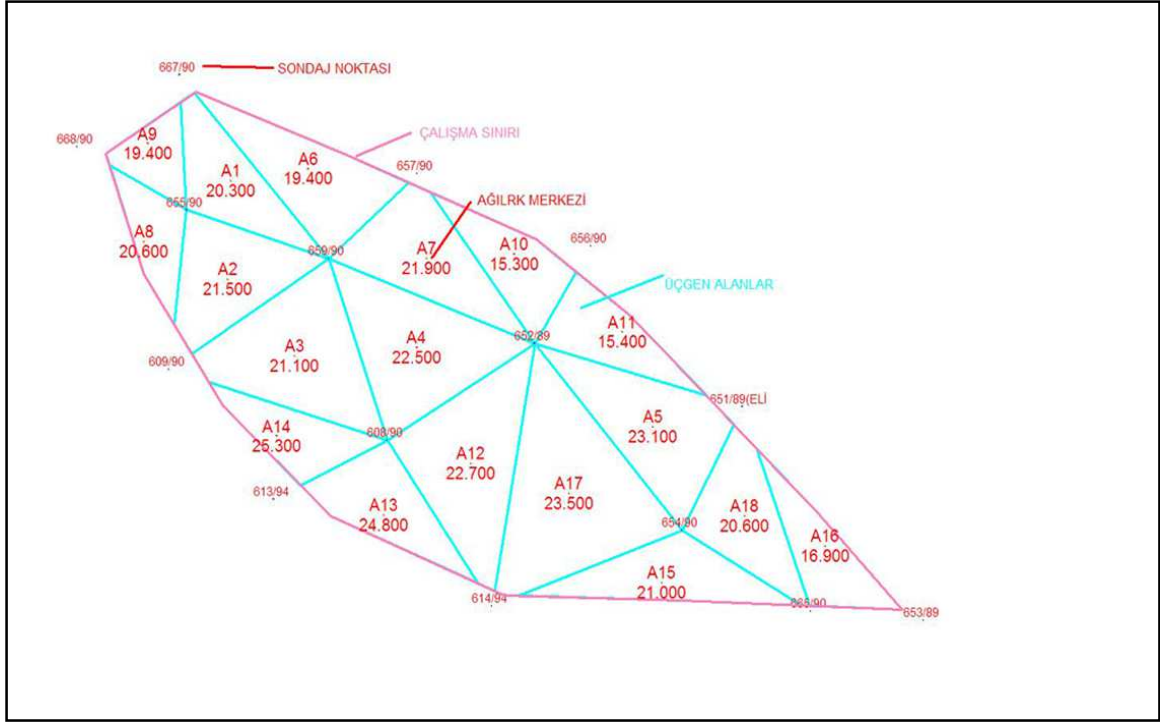
Bunun için her köşedeki açının sinüs değeri ile o köşe için tespit edilen kalite, kalınlık gibi ortalama değeri çarpılarak o köşenin üçgende ağırlığı bulunur. Bu işlem 3 köşe için de yapılır ve bunların toplamının 3'e bölünmesi ile, ilgili üçgene ait bir değer tespit edilir. Şekil 4.2'deki örnekte sondajların kömür kalınlıkları verilmiştir. Bu üçgende anlatılan ifadenin formülü:  $(20.3 * \sin 55 + 26.2 * \sin 60 + 21.0 * \sin 85) / 3 = 22.5$  m şeklindedir. Böylece çalışma alanı içerisindeki sondajlara ait noktaların birleştirilmesi ile bütün üçgenler oluşturulur ve tüm üçgenlerin temsil edeceği değerler bulunur. Bu üçgenlerin alanları ile temsil ettiği değerler çarpılarak çalışma alanı için rezerv belirlenir (Şekil 4.3).



Burada en önemli husus üçgenler arasında uygun ilişkinin yanında yeterince, sondaj vb. gibi saha bilgilerini içeren verinin olmasıdır. Zira üçgen alanları sadece o üçgen içinde bulunan sondaj ile temsil edileceğinden sonuçların güvenilirliği açısından sakıncalar yaratabilir. İşlem sonunda kontrol amaçlı olarak toplam üçgen alanları ile çalışma alanının birbirine eşit olmasına dikkat etmek gerekir. Yöntemin havza kenarlarında bazı kabuller yapmayı gerektirmesi diğer klasik yöntemlerde olduğu gibi bu yönteminde eksik kalan yanıdır.



**Şekil 4.2:** Üçgen yönteminin kullanımının tek bir üçgen üzerinde şematik olarak gösterimi (Açılar Grad cinsinden hesaplanmıştır). Kırmızı yazılardan büyük olanı (608/90) sondaj adını, küçük olanı (21.0) ise o noktadaki kömür kalınlığını ifade eder.



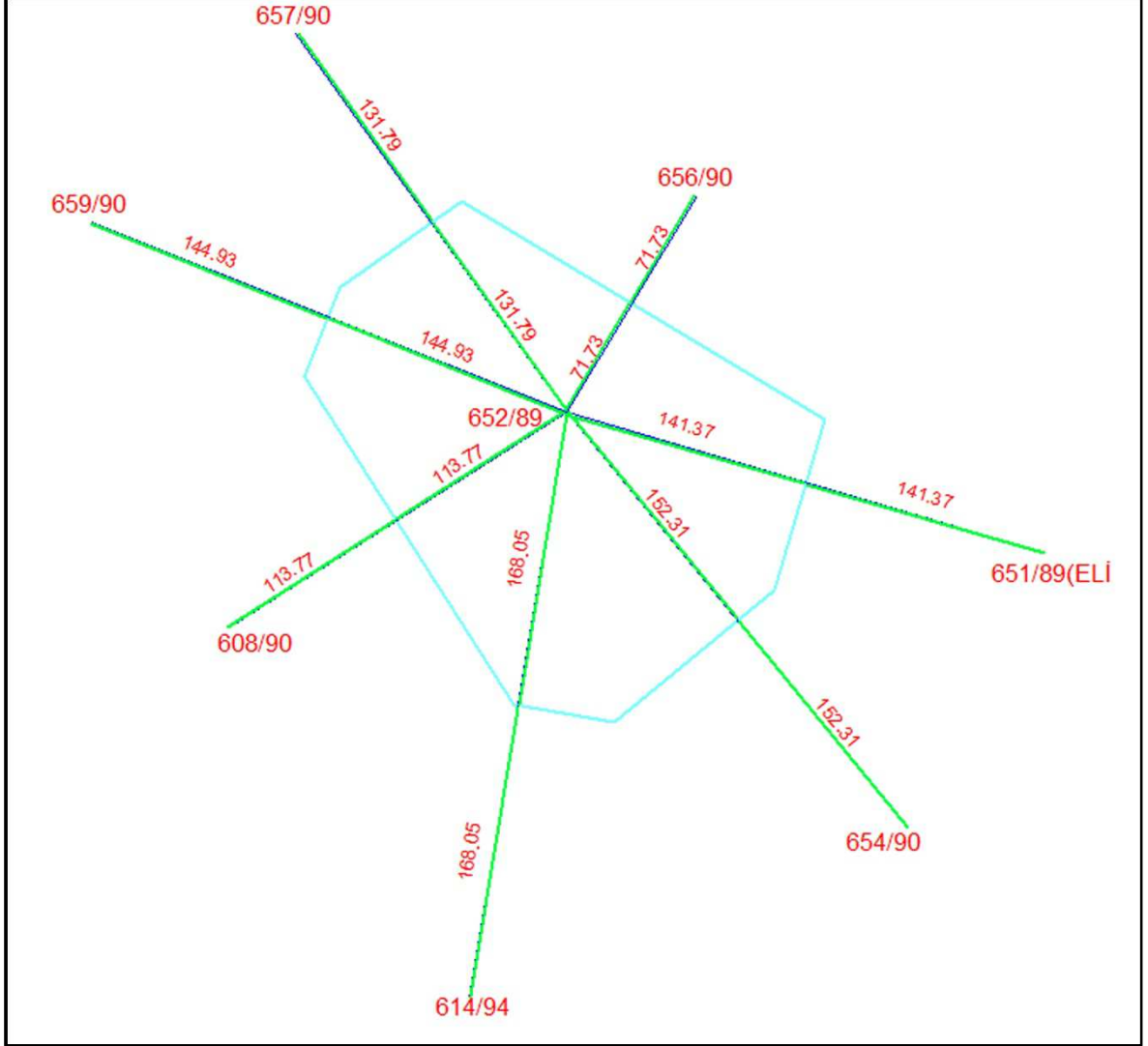
**Şekil 4.3:** Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan üçgenler ve üçgenlerin temsil ettiği kalınlık değerleri.

#### 4.2.2.2 Poligon Yöntemi

Poligon yöntemi, cevher ya da kömür kesen sondajların tesir alanlarını esas alan bir yöntemdir. Bu yöntemde çalışma alanı içerisindeki sondaj noktalarının arasındaki uzaklık dikkate alınarak, her sondaj için bir etki alanı oluşturulmaktadır. Burada poligonlar oluşturulur. Bunun için iki sondaj noktası arasındaki yatay uzaklığın orta noktasından çıkılan dikmeler poligon kenarlarının oluşmasını sağlayacaktır.

Burada dikkat edilmesi gereken husus uygun olan en fazla sondaj ile poligon alanı oluşturmaktır. Bu çalışma kömür için yapılıyorsa o sondaj için kabul edilecek ortalama kalori, kül, nem gibi nitel bütün özellikleri için bu etki alanı kullanılmalıdır. Bu etki alanının büyüklüğü bulunduktan sonra temsil ettiği değer ile çarpılarak o sondaja ait poligon alanı değeri bulunur (Şekil 4.4). Aynı şekilde çalışma alanı içerisinde tüm örnekler için etki alanları bulunarak toplam rezerv ya da kalite hesaplanır (Şekil 4.5). Sondajların etki alanı olan poligon alanlarının belirlenmesi, günümüzde bilgisayar destekli olarak çalışan sayısallaştırıcı aletlerle yapmak mümkündür. Üçgen yöntemindeki gibi bu

yöntemde de yeterli veri olması halinde belirsiz alanların azalması anlamına geleceği için daha doğru neticeler verecektir.

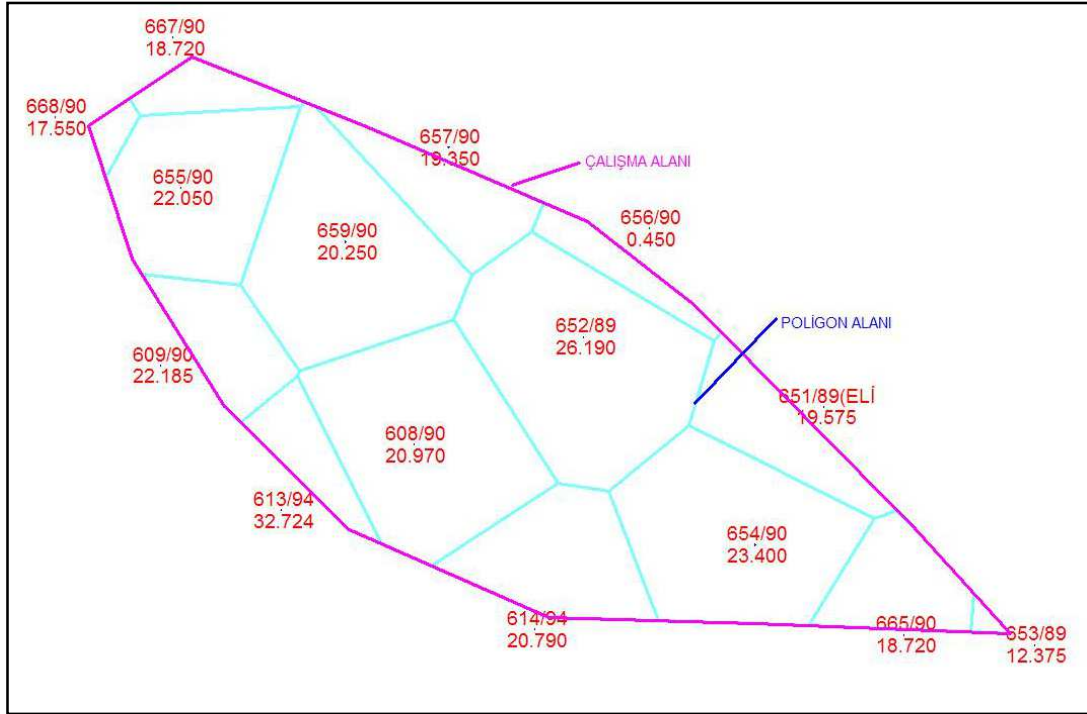


Şekil 4.4: Poligon kullanılarak bir sondaj noktasının etki alanını gösteren şematik yapı.

#### 4.2.2.3 Kesit Yöntemi

Kesit yönteminde, kesit hattının seçimi önem kazanmaktadır. Kesit hattına dik olarak alınacak enine kesitlerin mümkün olduğunca fazla sondaj içermesi yöntemin doğruluğunu etkileyecek bir husustur. Bu durum sondaj noktalarının konumlarının belirlenmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Her zaman enine kesitler üzerine fazla sayıda sondaj düşmeyebilir. Bu nedenle kesitler boyunca, kesit hattına yakın sondajları uygun bir yaklaşımla iz düşürmek daha uygun bir çözümdür. Düzenli alınacak

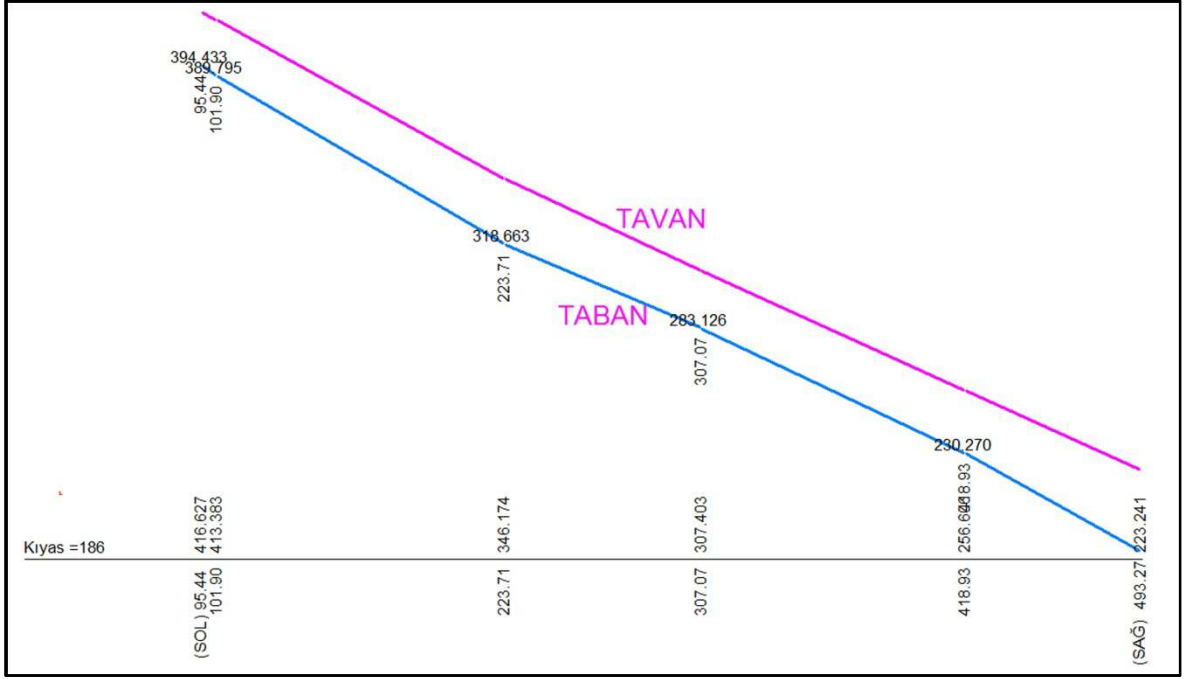
kesitler yardımı ile sahanın cevherleşme yönelimi konusunda da fikir sahibi olmak mümkündür. Bu çalışma bir kömür için yapılacaksa çalışma alanı içinde bulunan kömürün yataklanmasının (tavan ve taban konturlarının) belirlenmesi, metalik bir cevher içinse üretiminin düşünüldüğü alana ait katı modelin yaratılması halinde hem kolay, hem daha güvenilir hem de işletmeye dair fikir edinilmesini mümkün kılacaktır.



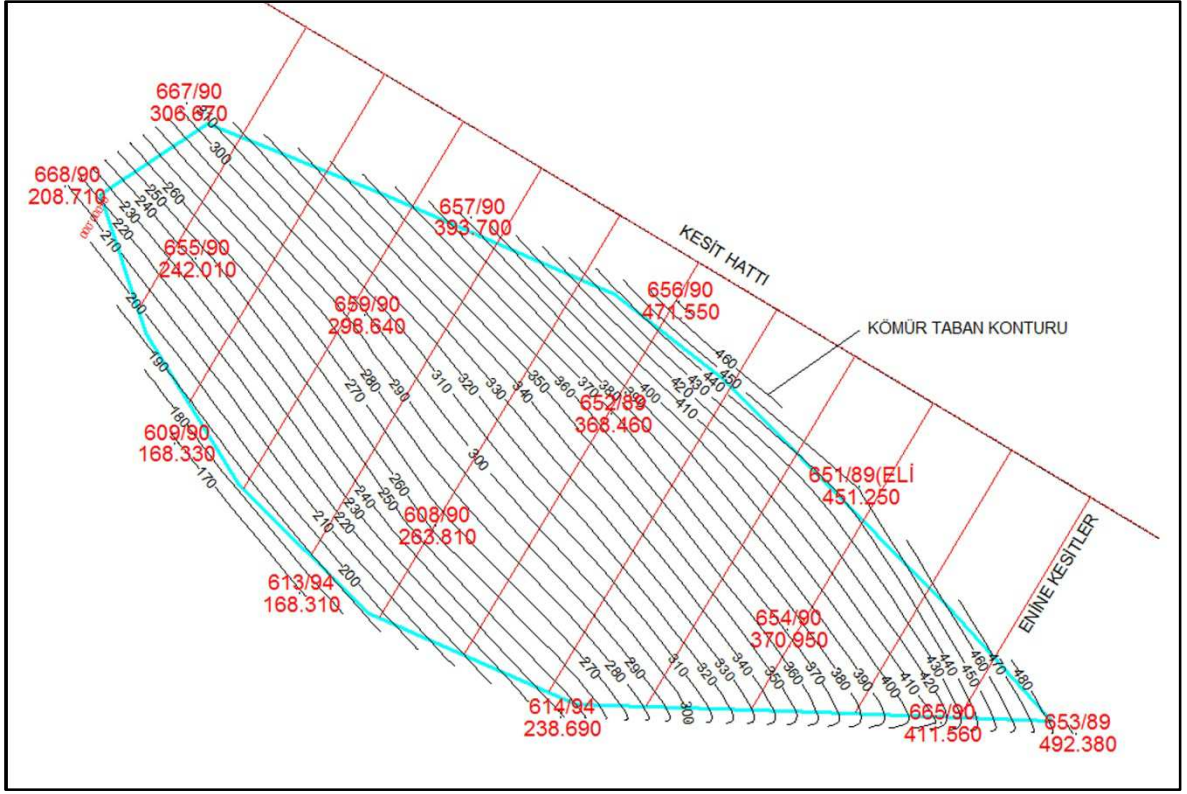
**Şekil 4.5:** Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan poligonlar ve poligonların temsil ettiği kalınlık değerleri.

Şekil 4.6’da görülen enine kesit, yaklaşık doğrultuya paralel bir kesit hattı üzerinde yaklaşık eğim yönünde, kesit hattına dik ve belirli aralıklarla alınmış kesitlerden birisidir. Bunun için öncelikli olarak mevcut sondajlar kullanılarak kömüre ait tavan ve tabanı temsil eden eş yükselti eğrileri hazırlanır. Bu eğriler referans alınarak kömürün kalınlık değişimleri gibi bazı bilgilere de ulaşılmasını sağlar. Kömürün tavan ve taban çizgilerinden oluşturulacak olan kapalı alan ilgili kesitin alan büyüklüğünü, düzenli olarak alınan enine kesitler arasındaki mesafe ile çarpımında da ilgili kesitin hacimsel büyüklüğüne ulaşılmasını sağlayacaktır. Çalışma alanında yeterince enine kesitler oluşturulup, değerlendirilerek çalışma alanındaki rezerv belirlenir (Şekil4.7). Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus kesitlerin sahayı yansıtabilecek biçimde ve mümkün olabilecek sıklıkta hazırlanmasıdır.

Kesit alanlarının hesapları klasik bir metot olan kros yöntemi yada bilgisayar destekli sayısallaştırıcılar yardımı ile yapılabilmektedir. Günümüzde kesitlerin hazırlanmasından hesap aşamasına kadar olan kısmı NetCad gibi uygun bilgisayar yazılımları kullanarak da yapılmaktadır.



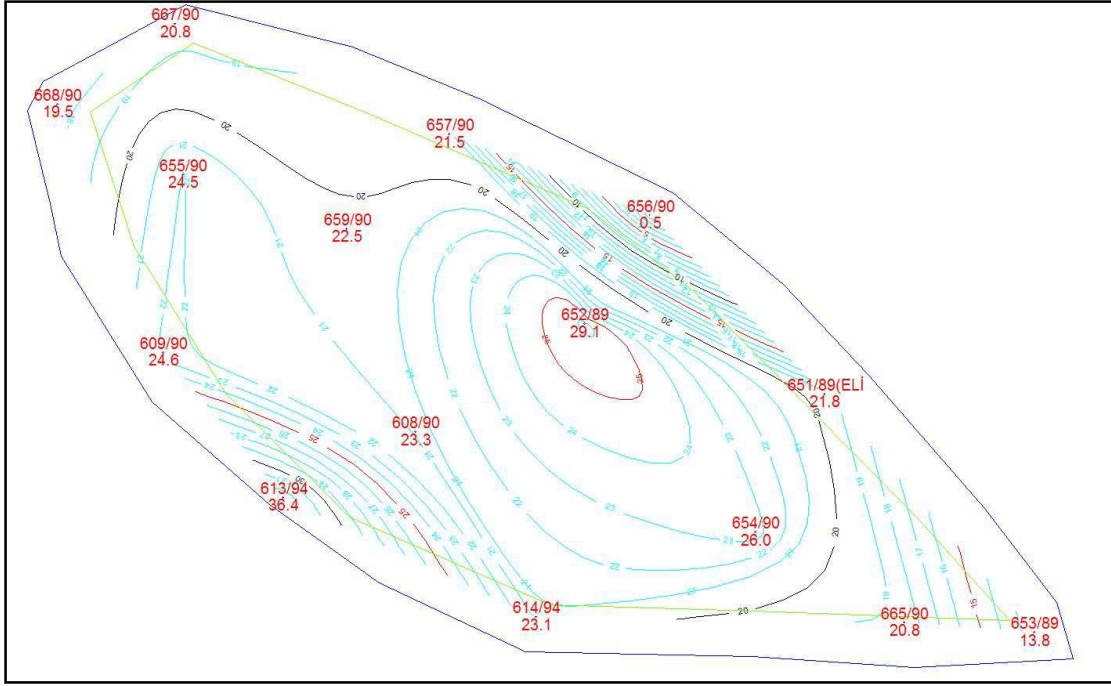
**Şekil 4.6:** Bir kömür damarının eğim yönü boyunca alınmış enine kesiti. Kırmızı renkli çizgi tavan, mavi renkli kısım ise tabanı oluşturmaktadır.



Şekil 4.7: Belirli bir alandaki sondaj noktaları kullanılarak 10 m değişim değerleri kullanılarak hazırlanan kömür taban eşyüksekti haritası.

#### 4.2.2.4 İzopak yöntemi

Bu yöntemde, öncelikle üzerinde çalışılan kömürün kalınlıklarını belirli bir artış ile gösteren eş kalınlık eğrileri oluşturulur (Şekil 4.8). Bu eğrilerin içinde kalan alanlar hacim hesabının yapılacağı kapalı alanlar olacaktır. Kesik koni formülü ( $V=h/3*(S1+S2+(S1*S2)^{1/2})$ ) kullanılarak kömür hacmi  $m^3$  cinsinden hesaplanır, yoğunluk değeri ile çarpılarak ton olarak rezerv belirlenmiş olur. İzopak yöntemi diğer klasik yöntemlere göre daha yoğun hesap işlemleri gerektiren bir yöntemdir. Kalınlık veya kaliteyi gösteren bu eğriler çoğu zaman düzgün bir yüzey oluşturmadıklarından hesaplamalar daha da zorlaştırmaktadır. Bu da izopak yöntemini diğer yöntemlerin yanında daha az kullanılmasına neden olmaktadır. Fakat bu yöntemin uygulaması bilgisayar destekli olarak yapıldığında daha hızlı ve güvenilir çözümler sunmaktadır.



**Şekil 4.8:** Belirli bir alan için yaratılan kömür eş kalınlık eğrileri. Kırmızı renkte yazılar sondaj adını ve kalınlık değerini, çizgilerse 1m aralıklı kalınlık değişimlerini göstermektedir.

## 5. KUZEY KISRAKDERE KÖMÜRÜNÜN İNCELENMESİ

### 5.1 Saha Verileri ve Yerel Jeoloji

Çalışma sahası giriş kısmında da belirtildiği gibi sondaj verileri dışında herhangi bir madencilik faaliyetinin olmadığı bakir bir alandır (Şekil 5.1). İnceleme sahasının fayla ayrılmış olan kuzey kısmında bir açık ocak faaliyeti sürdürülmektedir. Güney kısmında ise açık ocak uygulamasının tamamlandığı kömürü alınmış bir alan mevcuttur.



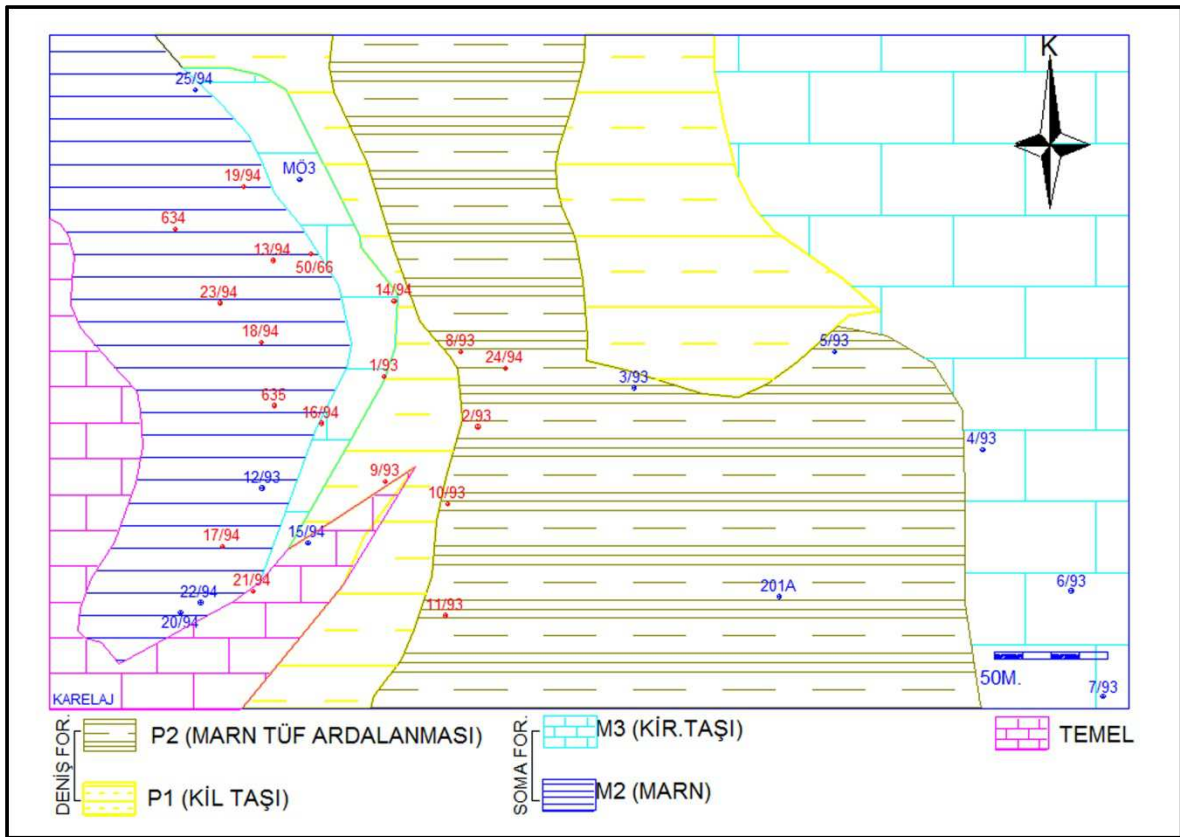
**Şekil 5.1:** İnceleme alanının uydu görüntüsü. Mavi çizgi ile sınırlandırılan alan inceleme alanını göstermektedir. Sahanın doğusunda dekapaj olarak adlandırılan kömür üstü örtülerinin yığıldığı pasa dökümleri görülmektedir.

Bölgedeki detay anlamında ilk çalışmalar Nebert (Nebert, 1978) tarafından hazırlanan jeolojik haritalardır (Şekil 5.2). Bu haritalar yapılan arazi çalışmaları ile karşılaştırıldığında son derece güvenilir bulgular içerdiği sonucuna varılmıştır. Araştırmacı o dönemde Neojen sınırlarını büyük bir doğrulukla çizmiş ve sedimanter istifini bugünkü bilinen bilgilere yakın olarak belirlemiştir. Bölgeye sonraki dönemlerde yapılan sondajlar



bu bilgileri doğrular niteliktedir. Mümkmn olan alanlardan birimlerin sınırları kontrol edilmiş ve tabakaların duruşu belirlenmiştir. Bu çalışmalar ve sondaj verileri değerlendirilerek ELİ tarafından hazırlanmış olan jeolojik harita (ELİ, 1960) yeniden düzenlenmiştir (Şekil 5.3).

İnceleme alanında Deniş Formasyonu ve Soma Formasyonuna ait birimler yüzeylemektedir. Bu birimler Paleozoik yaşlı grovaklar ve Mesozoik yaşlı kristalize kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 5.3).



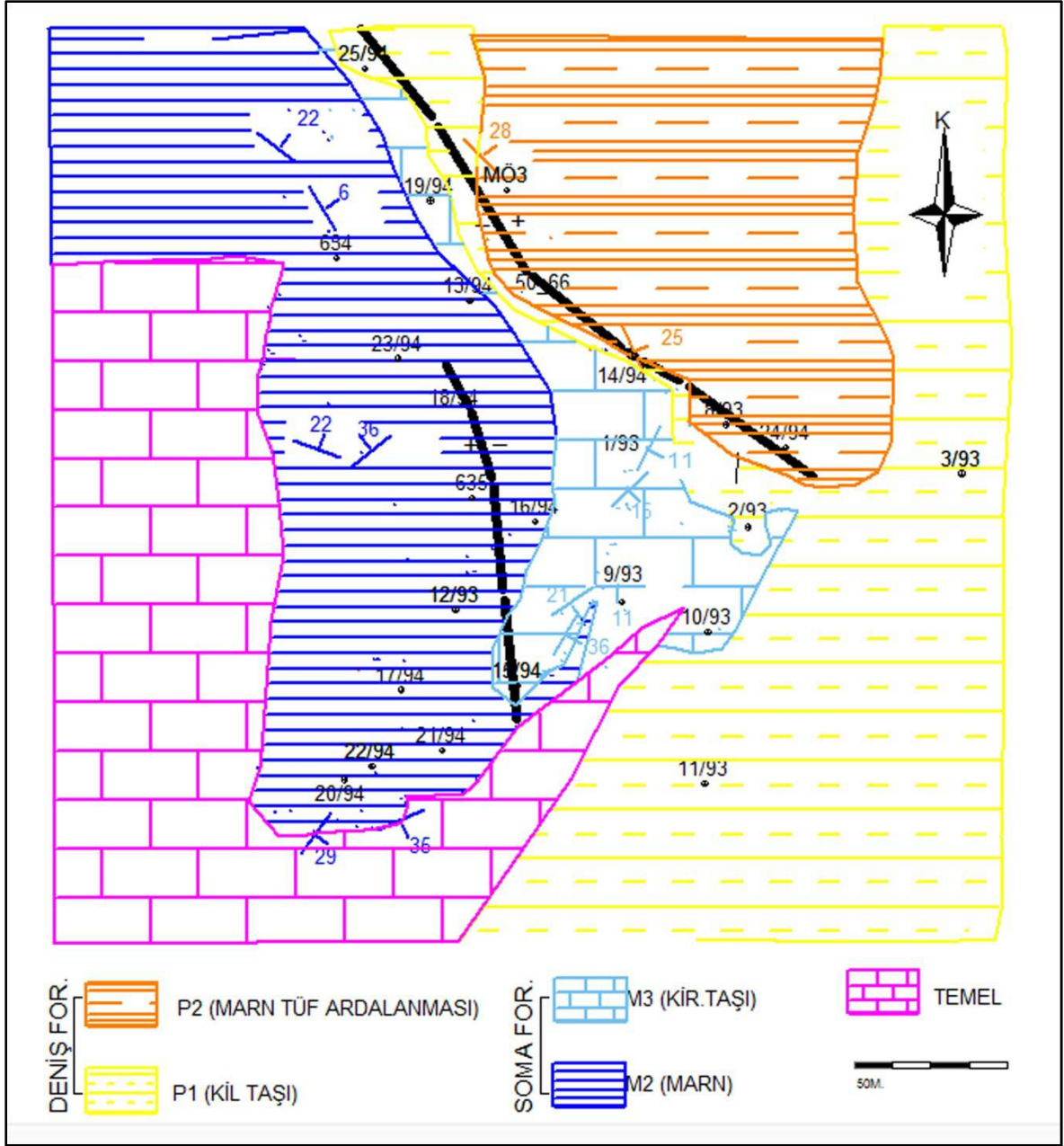
**Şekil 5.2:** İnceleme alanının 1960'lı yıllarda hazırlanan jeoloji haritası ve sondajların dağılımı (ELİ 1960) . Kırmızı renkli sondajlar kömür kesenleri, mavi olanlar ise kesmeyenleri göstermektedir.

Arama sonucunda belirlenen alanlarda yapılan üretim faaliyetleri sahanın kuzey kısmındaki kömür üretiminin daha ekonomik olmasından dolayı öncelikli olarak bu alanlarda devam etmiştir. Ancak çalışma sahasının bir bölümünü de içeren 1960'lı yıllarda gerçekleştirilen 634, 635, 201A ve 50/66 numaralı 4 adet sondaj verisi sondajlı arama anlamındaki ilk çalışmaların yapıldığını gösterir belgelerdir. 1993 ve 1994 yılları arasında 25 adet sondaj yapılarak kömürün yataklanmasına dair çok daha kapsamlı çalışmalar

yürütülmüştür (Şekil 5.2). Sondajlar ve öncesinde yapılan jeolojik amaçlı çalışmaların derlenmesi ve tekrar olarak bu bilgilerin ışığında yoğun ormanlık ve bitki örtüsü ile kaplı sahada mümkün olabilen saha çalışmaları yapılmıştır. Sahanın ormanlık olması ve bitki örtüsünün yoğun olması nedeni ile yüzeye ait bilgiler daha çok yol yarmalardan, dere yataklarının geçtiği vadilerden ve eğiminin yüksek olması nedeni ile ayrışmanın fazla olduğu alanlardan elde edilmiştir.

Soma kömür havzası bir bütün olarak düşünülürse, kömürün yataklanması doğu-batı doğrultulu ve güney yönüne eğimli olarak tanımlanabilir. Jeolojik çalışmalar ve sondajlar inceleme sahasının da benzer bir karaktere sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma alanında kuzeyde çok sık olan kömür damarı güneye doğru derinlik kazanmaktadır.

İnceleme alanındaki toplam 30 adet sondajdan, 12 adet sondaj kömür kesmezken 18 adet sondaj ise kömür kesmiştir. Kömür kesen sondajların ise 4 adetinde kömürün kalitesine dair bilgi olmazken 14 sondajdaki kömürün kalori, kül, nem gibi kalite olarak belirleyici veriler bulunmaktadır. Kömürlerin kalori olarak 3500 ile 4000 k.kal./kg arasında bir değişim gösteren “kaliteli linyit” sınıfında değerlendirilebilecek bir kömürdür. Laboratuvar verilerine göre %10-%20 aralığında nem değerine sahiptir.



**Şekil 5.3:** Nebert tarafından hazırlanan Jeolojik haritanın orijinal baskısının üzerinde sondajlar, arazi gözlemleri ile düzenlenen formasyon sınırları, eğim-doğrultular ve muhtemel fay hatları. (Gürsoy, 1990)

Birbirlerine yakın 2 sondaj dikkate alındığında, birinin çok kalın kömür kestiğini diğerinin ise kömür kesmediği görülmektedir. Örneğin 19 m kömür kesen 17/94 numaralı sondajın (Şekil 5.21) yaklaşık 90 m yanında bulunan 22/94 numaralı sondaj (Şekil 5.26) kömür kesmemiştir. Bu gibi jeolojik süreksizlikler nedeni ile kömürün yayılımına dair yapılan değerlendirmeler her zaman mutlak bir doğruluk içermeyebilir. Bu tür belirsizlikleri gidermek amacı ile bazı alanlarda daha sık sondaj yapılmasını gerektiği ortadadır.

Bütün sondaj bilgilerine LogPlot isimli bilgisayar programı ile görsel olarak daha iyi ayırt edilebilir bir form kazandırılmıştır. Stamlar, sondajın konumsal bilgileri, hangi tarihler arasında ve kimler tarafından yapıldığı gibi bilgilerin yanında, sondaj derinliği, birimlerin kotları, kesilen birimlerin litolojik tanımları, cevherli alanın daha büyütülmüş ve kalori, nem, kül, kükürt gibi kömürün kalitesine özgü bazı bilgileri de içeren büyüklüklerin yazıldığı sütunlardan oluşmaktadır (Şekil 5.5-Şekil 5.29).

## 5.2 Kuzey Kısrakdere’de Yapılan Sondajlar ait Veriler

İnceleme sahasında yapılmış olan 30 adet sondaj verisine ait bilgiler sondaj stamlarından yararlanılarak tablo haline getirilmiştir (Tablo 4.2-Tablo 4.4). Bazı sondajlara ait stamlar olmadığı için bilgiler tabloda yer almamaktadır. Bilgilerin hazırlanması, bilgisayarlarda değerlendirme yapabilmek için gerekli olan bir adımdır.

**Tablo5.1:** Çalışma sahasındaki ( Kuzey Kısrakdere) sondajların konumsal bilgileri.

Sondaj Adı	X	Y	Z	Derinlik
201A	32058.241	53321.906	769.7	267.05
634	32709.095	52250.338	738.1	101.85
635	32396.519	52427.101	758.1	91.2
MO3	32322.387	52542.074	811.48	159.8
1/93	32448.339	52620.948	768.1	147.5
2/93	32358.954	52787.075	771.89	175
3/93	32428.271	53064.856	750.27	164
4/93	32318.617	53681.343	784.25	155
5/93	32491.546	53420.091	806.33	75.5
6/93	32066.121	53839.576	782.66	60.5
7/93	31878.261	53897.357	794.87	196
8/93	32492.362	52757.27	791.32	139.5
9/93	32261.638	52622.279	735.63	126
10/93	32222.128	52734.088	736.88	145
11/93	32024.634	52729.917	734.89	165
12/93	32250.492	52404.737	738.62	96.5
13/94	32653.908	52423.628	796.53	78.5
14/94	32582.222	52638.923	792.68	136.5
15/94	32152.559	52485.856	694.72	86.5

Tablo5.1 devamı.

16/94	32365.436	52509.388	764.54	124
17/94	32146.738	52334.434	715.96	48
18/94	32508.528	52403.559	766.73	70.5
19/94	32784.421	52371.856	795.56	64
20/94	32029.982	52260.176	677.06	15
21/94	32067.302	52388.203	697.69	47.75
22/94	32047.543	52295.492	692.94	48.5
23/94	32578.438	52330.032	760.14	48
24/94	32462.432	52835.85	790.59	202
25/94	32955.598	52286.826	749.31	135

**Tablo 5.2:** Sondajlara ait jeolojik veriler.

Sondaj adı	Başlangıç	Bitiş	Tabaka adı
201A	0.0	96.7	P2
201A	96.7	99.8	KP1
201A	99.8	193.4	P1
201A	193.4	241.0	M3
201A	241.0	267.1	TEMEL
634	0.0	15.1	M2
634	15.1	18.2	KM2
634	18.2	81.0	M1
634	81.0	101.9	TEMEL
635	0.0	46.5	M2
635	46.5	47.9	KM2
635	47.9	58.8	M1
635	58.8	91.2	TEMEL
MÖ3	0.0	46.0	P2
MÖ3	46.0	153.5	P1
MÖ3	153.5	159.8	TEMEL
1/93	0.0	8.0	M3
1/93	8.0	119.5	M2
1/93	119.5	143.5	KM2
1/93	143.5	147.5	M1
2/93	0.0	2.0	P1
2/93	2.0	65.0	M3
2/93	65.0	128.5	M2

Tablo 5.2 devamı.

2/93	128.5	133.5	KM2
2/93	133.5	168.0	M1
2/93	168.0	175.0	TEMEL
3/93	0.0	110.0	P1
3/93	110.0	164.0	M
/93	0.0	50.5	P1
4/93	50.5	57.0	KM3
4/93	57.0	148.0	M3
4/93	148.0	155.0	TEMEL
5/93	0.0	52.0	P1
5/93	52.0	73.0	M
5/93	73.0	75.5	TEMEL
6/93	0.0	12.0	YM
6/93	12.0	33.0	P1
6/93	33.0	35.0	KP1
6/93	35.0	38.0	P1
6/93	38.0	60.5	M3
7/93	0.0	41.0	P2
7/93	41.0	55.5	KP1
7/93	55.5	196.0	P1
8/93	0.0	10.0	P2
8/93	10.0	41.0	P1
8/93	41.0	69.0	M3
8/93	69.0	105.5	M2
8/93	105.5	125.0	KM2
8/93	125.0	138.5	M1
8/93	138.5	139.5	TEMEL
9/93	0.0	2.0	P1
9/93	2.0	17.0	M3
9/93	17.0	104.0	M2
9/93	104.0	121.0	KM2
9/93	121.0	125.0	M1
9/93	125.0	126.0	TEMEL
10/93	0.0	39.0	M3
10/93	39.0	133.3	M2
10/93	133.3	142.0	KM2
10/93	142.0	145.0	M1

Tablo 5.2 devamı.

11/93	0.0	124.0	P1
11/93	124.0	144.0	M3
11/93	144.0	160.0	M2
11/93	160.0	160.5	KM2
11/93	160.5	162.5	M1
11/93	162.5	165.0	TEMEL
12/93	0.0	61.0	M2
12/93	61.0	95.0	M1
12/93	95.0	96.5	TEMEL
13/94	0.0	61.0	M2
13/94	61.0	66.0	KM2
13/94	66.0	78.5	M1
14/94	0.0	25.0	P2
14/94	25.0	28.0	KP1
14/94	28.0	71.0	P
14/94	71.0	79.0	KM2
14/94	79.0	135.0	M1
14/94	135.0	136.5	TEMEL
15/94	0.0	85.0	M1
15/94	85.0	86.5	TEMEL
16/94	0.0	103.5	M2
16/94	103.5	108.5	KM2
16/94	108.5	124.0	M1
17/94	0.0	24.0	M2
17/94	24.0	43.0	KM2
17/94	43.0	48.0	M1
18/94	0.0	45.5	M2
18/94	45.5	70.5	KM2
19/94	0.0	16.0	M3
19/94	16.0	51.5	M2
19/94	51.5	57.5	KM2
19/94	57.5	64.0	M1
20/94	0.0	4.0	YM
20/94	4.0	15.0	M1
21/94	0.0	45.0	M2
21/94	45.0	47.8	M1
22/94	0.0	39.0	M2

Tablo 5.2 devamı.

22/94	39.0	48.5	M1
23/94	0.0	24.5	M2
23/94	24.5	34.0	KM2
23/94	34.0	48.0	M1
24/94	0.0	76.0	P2
24/94	76.0	149.5	P1
24/94	149.5	157.0	M3
24/94	157.0	189.5	M2
24/94	189.5	202.0	KM2
24/94	202.0	204.0	M1
25/94	0.0	46.0	P1
25/94	46.0	49.0	M3
25/94	49.0	87.0	M2
25/94	87.0	135.0	M1

**Tablo 5.3:** Sondajların kalori, kül, nem ve sabit C değerlerini içeren bilgiler. Bazı kömür kesen sondajlarda analiz değerleri bulunmamaktadır.

SondajAdı	Başlangıç	Bitiş	Birim	Kalori	Nem	Kül	Sabit/C
1/93	119.5	121.8	KM2	3224	18	27.9	1.0
1/93	121.8	123.0	KM2	3997	20	16.0	1.0
1/93	123.7	126.5	KM2	4383	17	6.6	39.8
1/93	126.5	127.5	KM2	4584	17	6.6	39.0
1/93	127.5	128.5	KM2	4447	18	7.4	36.9
1/93	128.5	131.0	KM2	3800	20	13.6	32.8
1/93	131.0	133.0	KM2	4480	19	7.3	37.3
1/93	133.0	134.3	KM2	4728	18	9.0	39.3
1/93	134.3	137.5	KM2	4332	19	8.1	38.9
1/93	138.0	139.5	KM2	3633	16	21.0	31.0
1/93	139.5	141.5	KM2	3571	17	22.4	32.4
1/93	141.5	143.5	KM2	2439	14	36.1	24.9
2/93	128.5	132.0	KM2	4191	16	14.3	33.6
2/93	132.0	133.5	KM2	3384	14	26.7	27.5
8/93	105.5	107.5	KM2	4319	15	13.6	34.2
8/93	107.5	110.5	KM2	3828	16	19.3	29.9
8/93	110.5	113.3	KM2	4060	16	13.4	34.4
8/93	113.3	115.5	KM2	3598	15	25.5	28.2
8/93	115.5	117.5	KM2	4475	16	10.1	36.3



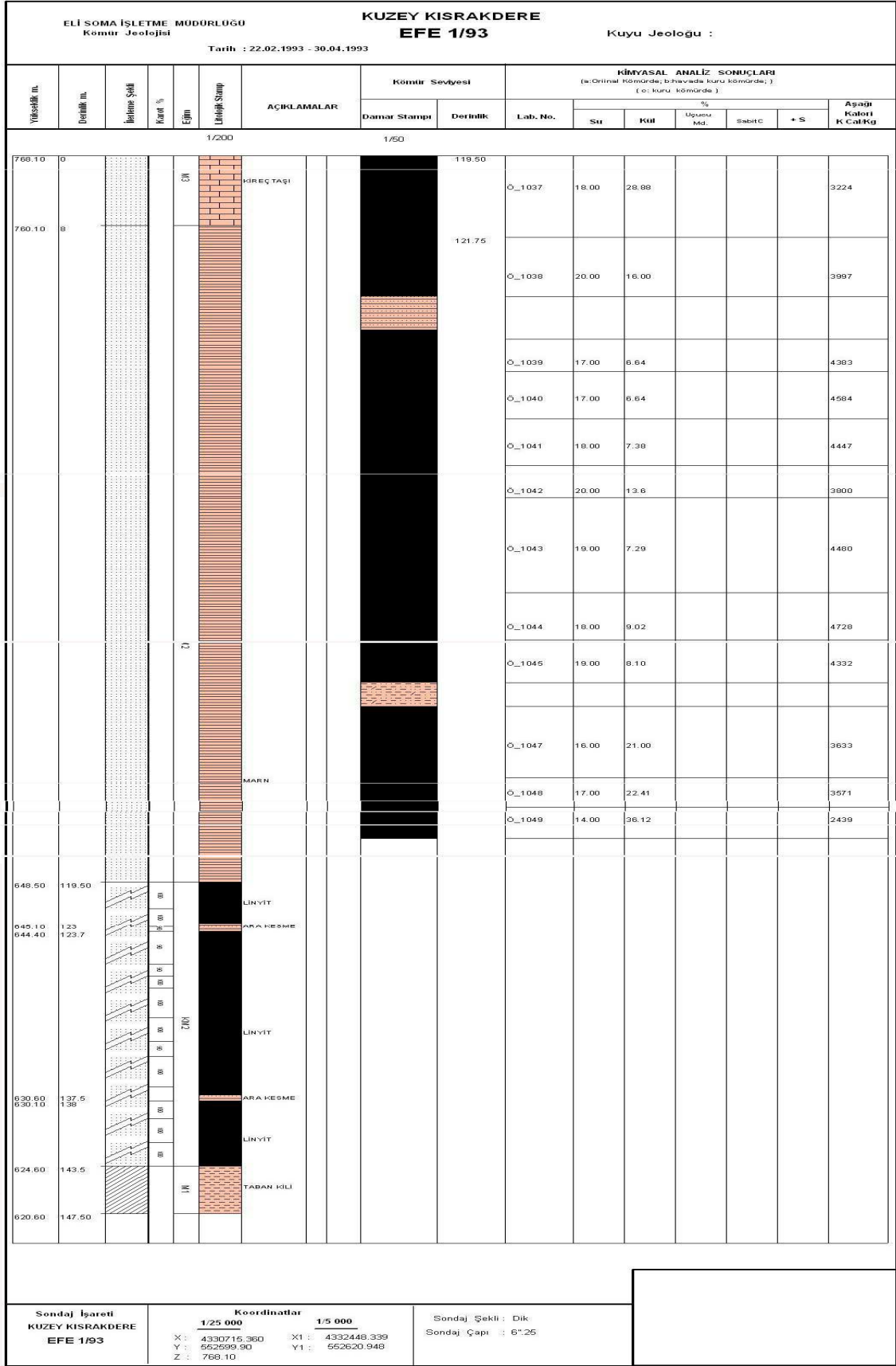
Tablo 5.3 devamı.

8/93	117.5	120.0	KM2	3942	19	13.8	32.1
8/93	120.0	122.0	KM2	2073	8	44.2	18.1
8/93	122.0	125.0	KM2	3307	10	27.9	28.5
9/93	104.0	105.0	KM2	2428	9	39.1	21.9
9/93	105.0	107.5	KM2	4683	18	7.4	35.6
9/39	108.0	111.0	KM2	4607	16	8.4	37.3
9/93	111.0	114.0	KM2	4372	16	10.9	36.5
9/93	114.0	117.5	KM2	4369	14	12.0	37.8
9/93	117.5	121.0	KM2	2923	12	30.8	28.2
10/93	133.3	136.5	KM2	4315	19	12.2	35.6
10/93	136.5	138.5	KM2	4108	24.85	11.3	33.1
10/93	138.5	140.0	KM2	4197	24	8.4	36.5
10/93	140.0	142.0	KM2	4028	23	13.9	33.1
13/94	61.0	63.0	KM2	4556	18	19.8	36.1
13/94	63.0	66.0	KM2	3809	19	18.6	31.6
14/94	71.0	74.0	KM2	4077	16	14.3	24.4
14/94	74.0	77.0	KM2	2769	14	34.4	22.4
14/94	77.0	79.0	KM2	1483	11	52.5	13.4
16/94	103.5	105.5	KM2	4744	20	6.4	40.0
16/94	105.5	107.0	KM2	3908	17	21.6	31.5
16/94	107.0	108.0	KM2	3461	18	25.4	28.7
16/94	108.0	108.5	KM2	3224	18	28.7	26.2
17/94	24.0	29.0	KM2	3989			
17/94	29.0	31.0	KM2	4866	15.5	5.9	38.0
17/94	31.0	33.0	KM2	4797	15	7.7	38.3
17/94	33.0	35.5	KM2	3956	15.5	17.7	33.0
17/94	35.5	37.0	KM2	3151	14	28.4	28.4
17/94	37.0	38.5	KM2	2629	13	39.2	20.9
17/94	38.5	40.0	KM2	2900	14	32.7	24.1
17/94	40.0	43.0	KM2	4538	12	15.0	33.4
18/94	45.5	47.5	KM2	4043	16	17.6	33.6
18/94	47.5	49.0	KM2	3799	17	19.9	32.4
18/94	49.0	51.5	KM2	4910	11	12.5	39.2
18/94	51.5	53.5	KM2	4620	16	11.8	35.3
18/94	53.5	55.0	KM2	4405	15	15.3	34.0
18/94	55.0	57.5	KM2	3406	14	29.2	25.8
18/94	57.5	58.8	KM2	3175	13	34.8	22.6

Tablo 5.3 devamı.

19/94	51.5	53.0	KM2	3999	16	18.5	34.6
19/94	53.0	55.0	KM2	4405	20	9.6	38.4
19/94	55.0	56.5	KM2	2953	16	32.8	26.0
19/94	56.5	57.5	KM2	2046	12	46.6	19.4
21/94	37.0	39.0	KM2	4762	18	9.8	33.6
21/94	39.0	41.5	KM2	4311	16	14.3	34.4
21/94	41.5	43.8	KM2	3378	16	28.6	26.9
21/94	43.8	45.0	KM2	4238	14	13.8	40.4
23/94	24.5	26.0	KM2	2700	15	38.3	21.3
23/94	26.0	28.0	KM2	2583	13	42.6	19.1
23/94	28.0	29.5	KM2	3794	18	17.2	32.0
23/94	29.5	31.0	KM2	3279	16	26.9	27.7
23/94	31.0	32.5	KM2	2936	14	35.3	20.6
23/94	32.5	34.0	KM2	1559	12	45.8	16.7
24/94	189.5	191.5	KM2	4727	14	10.3	37.8
24/94	191.5	193.0	KM2	4754	12	9.7	43.1
24/94	193.0	195.0	KM2	4526	14	12.0	37.8
24/94	195.0	198.0	KM2	3867	10	23.4	32.4
24/94	198.0	200.0	KM2	3593	17	14.9	34.9
24/94	200.0	202.0	KM2	2962	14	18.1	38

Sondajlara ait bilgiler görsel olarak daha iyi seçilebilen, aynı zamanda resim formunu da dönüştürülen daha da önemlisi saklamanın elektronik olarak yapılabileceği şekilde LogPlot isimli bilgisayar programı yardımı ile belirli bir içeriğe dönüştürülmüştür (Şekil 5.4 - Şekil 5.28).



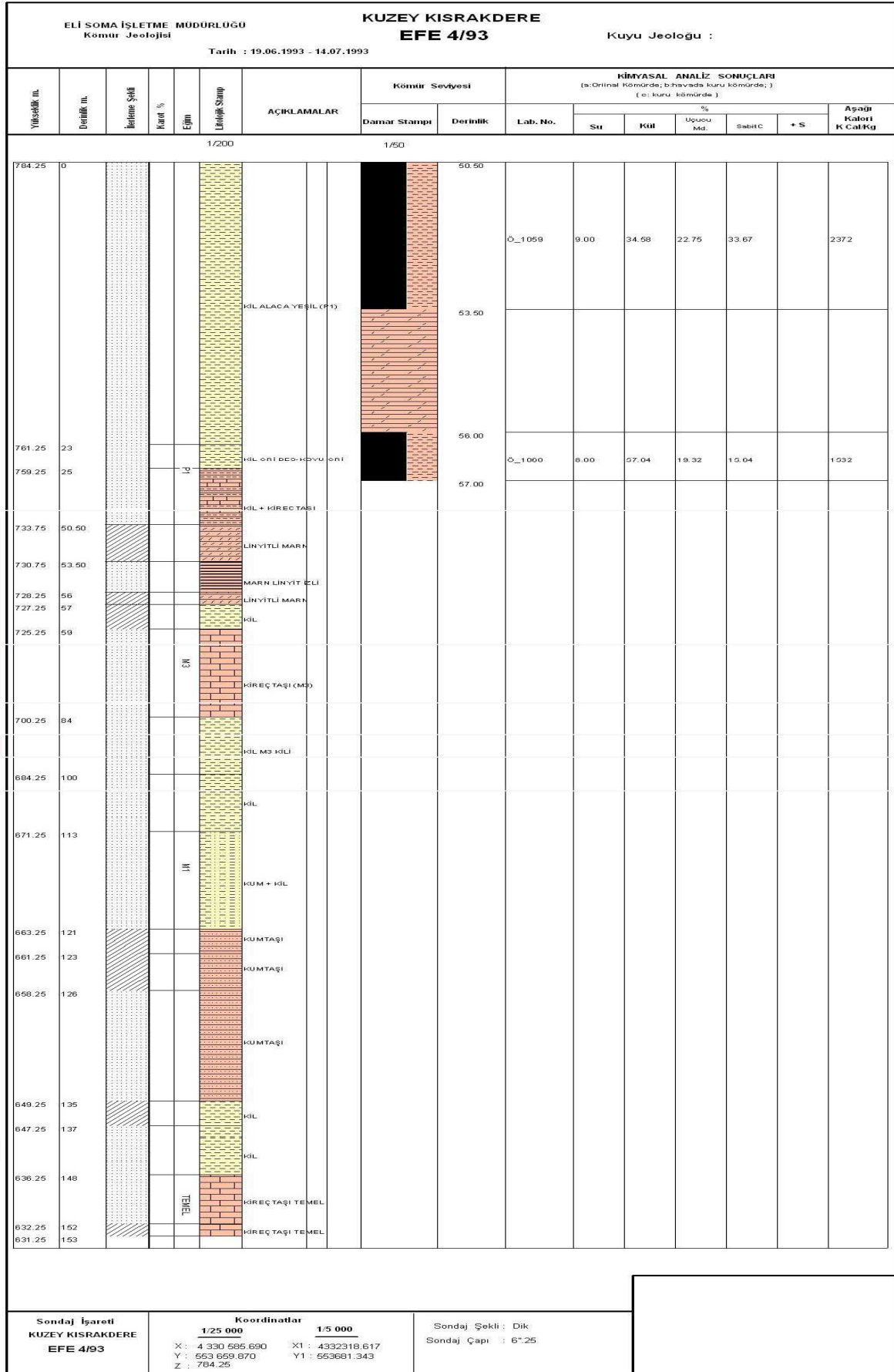
Şekil 5.4: 1/94 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi			KUZEY KISRAKDERE EFE 2/93				Kuyu Jeoloğu :								
Tarih : 05.05.1993 - 26.06.1993															
Yükseklik (m)	Derinlik (m)	İzlenim Şekli	Kıvrım %	Eğim	Dinamik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (s:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; j: % (c: kuru kömürde)						
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	Su	Kül	Ugucu Md.	Sabit C	+ S	Aşğı Kalori K Cal/Kg
771.89	0				1/200		1/50								
769.89	2					KİL ALACA YEŞİL (P1)		128.5							
									Ö_1057	16.00	14.28	36.12	33.60		4191
								-132							
								-133	Ö_1058	14.00	26.66	31.82	27.52		3384
								133.5							
706.89	65					KİREÇ TAŞI (M3)									
						MARN (M2)									
643.39	128.50					LİNYİT MAT SIYAH									
642.89	129														
639.89	132														
638.39	133.50					KİLLİ ÖROVAK (M1)									
634.39	137.50														
603.89	168					KİLLİ ÖROVAK ÇAKILLI (M1)									
576.89	175					ÖROVAK									
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 2/93			Koordinatlar 1/25 000 1/5 000 X : 4 330 626 010 X1 : 4332358 954 Y : 552 765 960 Y1 : 552767 075 Z : 771 89			Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6*25									

Şekil 5.5: 2/93 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		<b>KUZEY KISRAKDERE</b> <b>EFE 3/93</b>				Kuyu Jeoloğu :								
Tarih : 07.06.1993 - 03.07.1993														
Yükseklik m.	Derinlik m.	İerleme Şekli	Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) (c: kuru kömürde.)					
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	%				
									Su	Kül	Uçucu Md.	SabitC	+ S	
							1/200	1/50						
750.27	0													
640.27	110					KİL ALACA YEŞİL (F1)								
						KİREÇ TAŞI (M3)								
586.27	164													
										KUYU 164,00 M'DE TEKNİK NEDENLERLETEREK EDİLDİ				
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 3/93		Koordinatlar 1/25 000      1/5 000 X : 4 330 695.300      X1 : 4332428.271 Y : 553 043.63      Y1 : 553064.856 Z : 750.27				Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25								

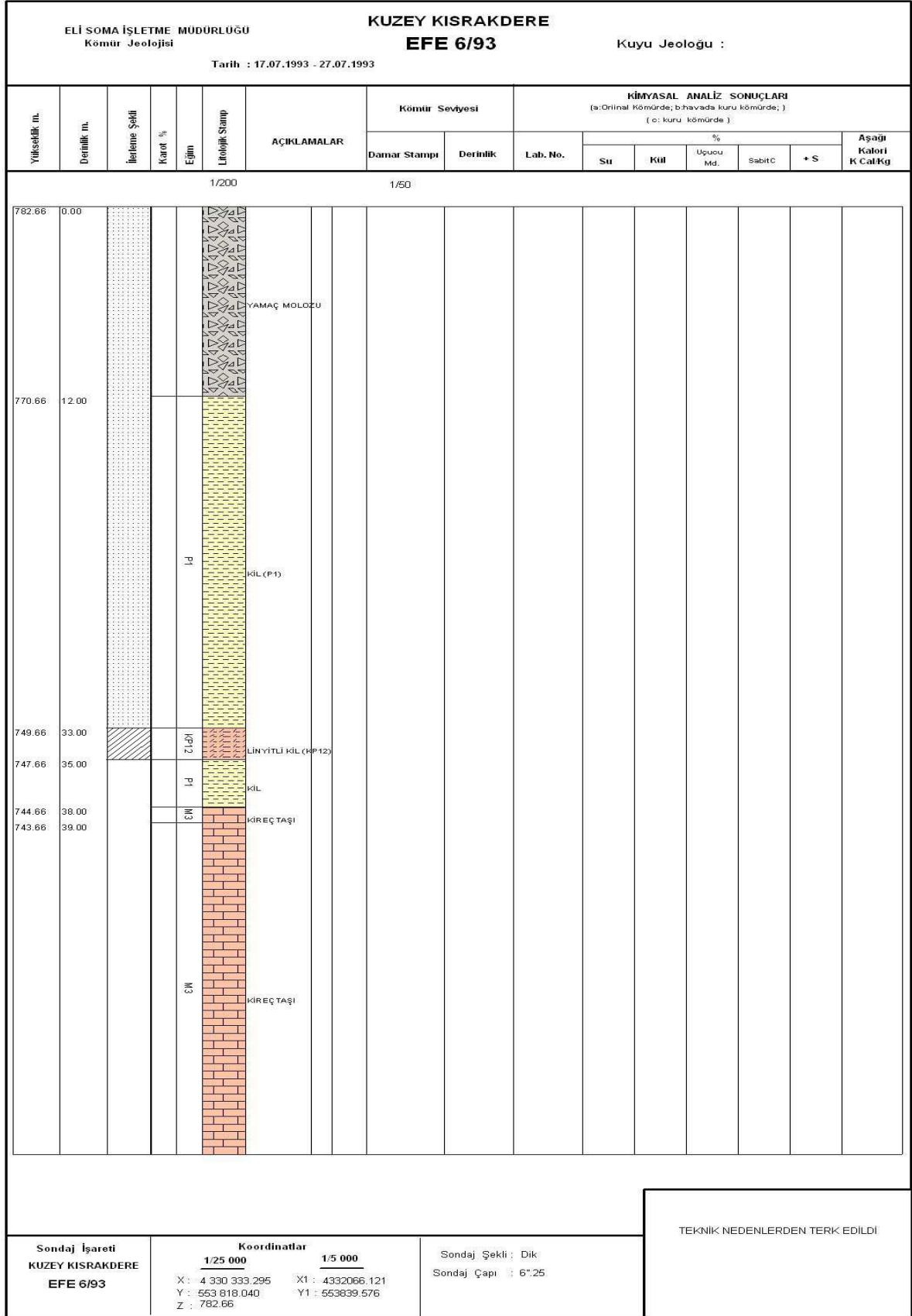
Şekil 5.6: 3/93 nolu sondaj stampı.



Şekil 5.7: 4/93 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZEY KISRAKDERE EFE 5/93		Kuyu Jeoloğu :									
Tarih : 06.07.1993 - 22.07.1993													
Yükselik m.	Derinlik m.	İlerleme Şekli	Karat %	Eğim	Litolojik Stamp	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orijinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )					
						Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	%			Aşağı Kalori K Cal/Kg	
								Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C	+ S	
1/200						1/50							
806.33	0				P1								
770.33	36					KİL (P1)							
						KİL + KIREÇ TAŞI							
760.33	46					KİLTAŞI							
759.33	47					KİL							
	49					KİL + KİLTAŞI							
754.33	52					KIREÇ TAŞI (M3)							
					M3								
741.33	65					KIREÇ TAŞI							
740.33	66					KIREÇ TAŞI (M3)							
734.33	72					KIREÇ TAŞI							
733.33	73					KIREÇ TAŞI (TEMEL)							
730.83	75.50				TEMEL								
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 5/93		Koordinatlar 1/25 000 X : 4 330 758.549 Y : 553 398.723 Z : 806.33		1/5 000 X1 : 4332491.546 Y1 : 553420.091		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25							

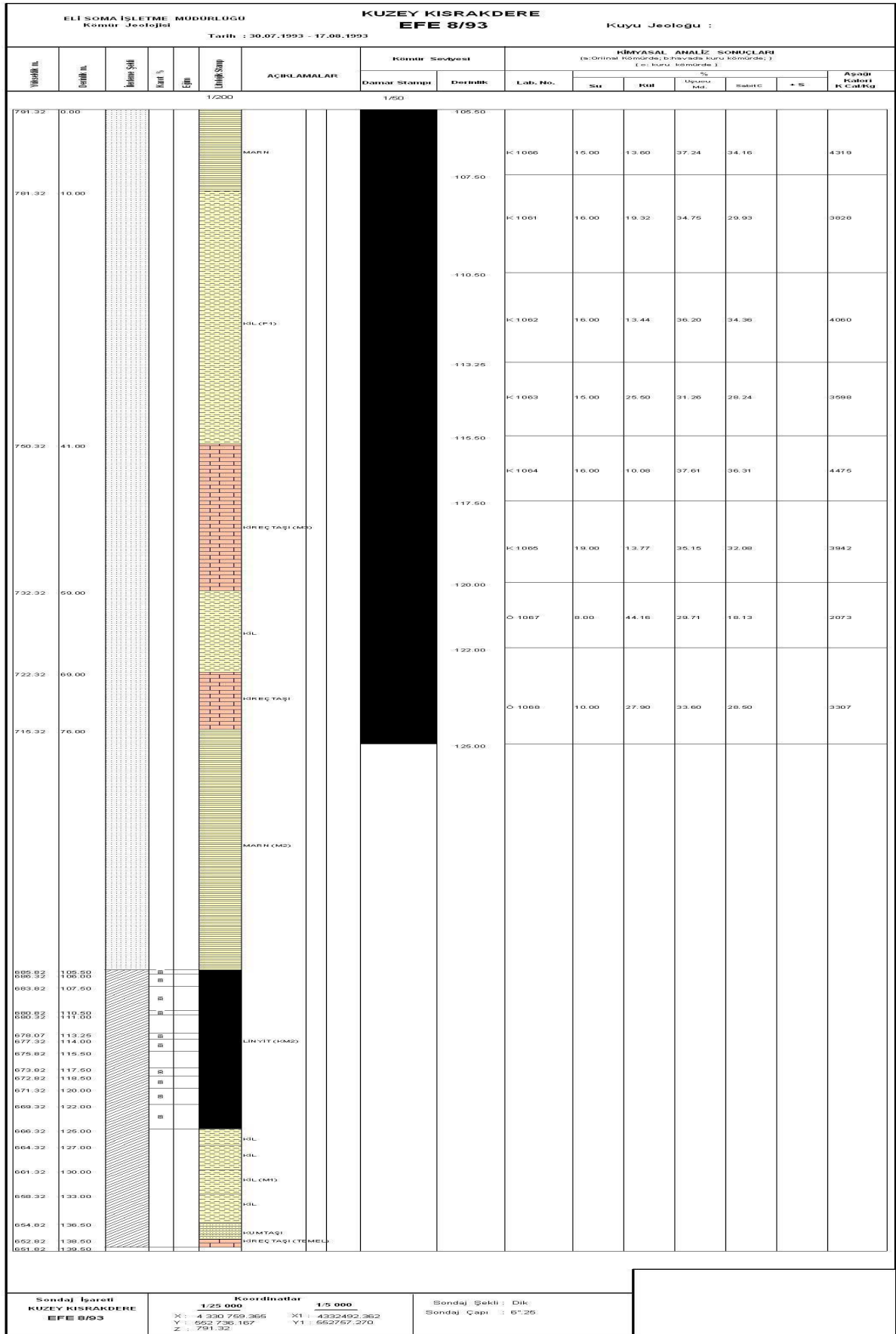
Şekil 5.8: 5/93 nolu sondaj stampı.



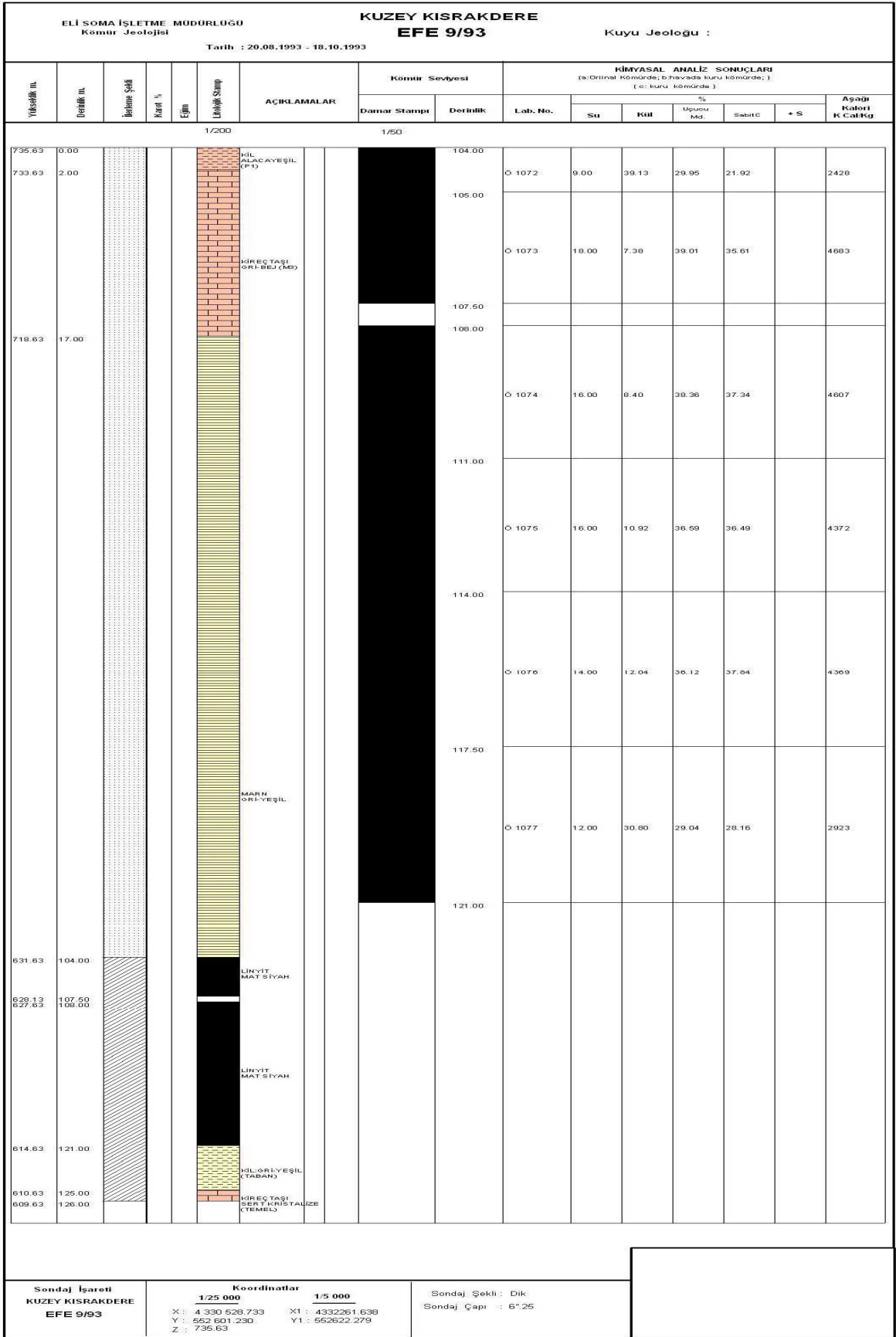
Şekil 5.9: 6/93 nolu sondaj stampı.



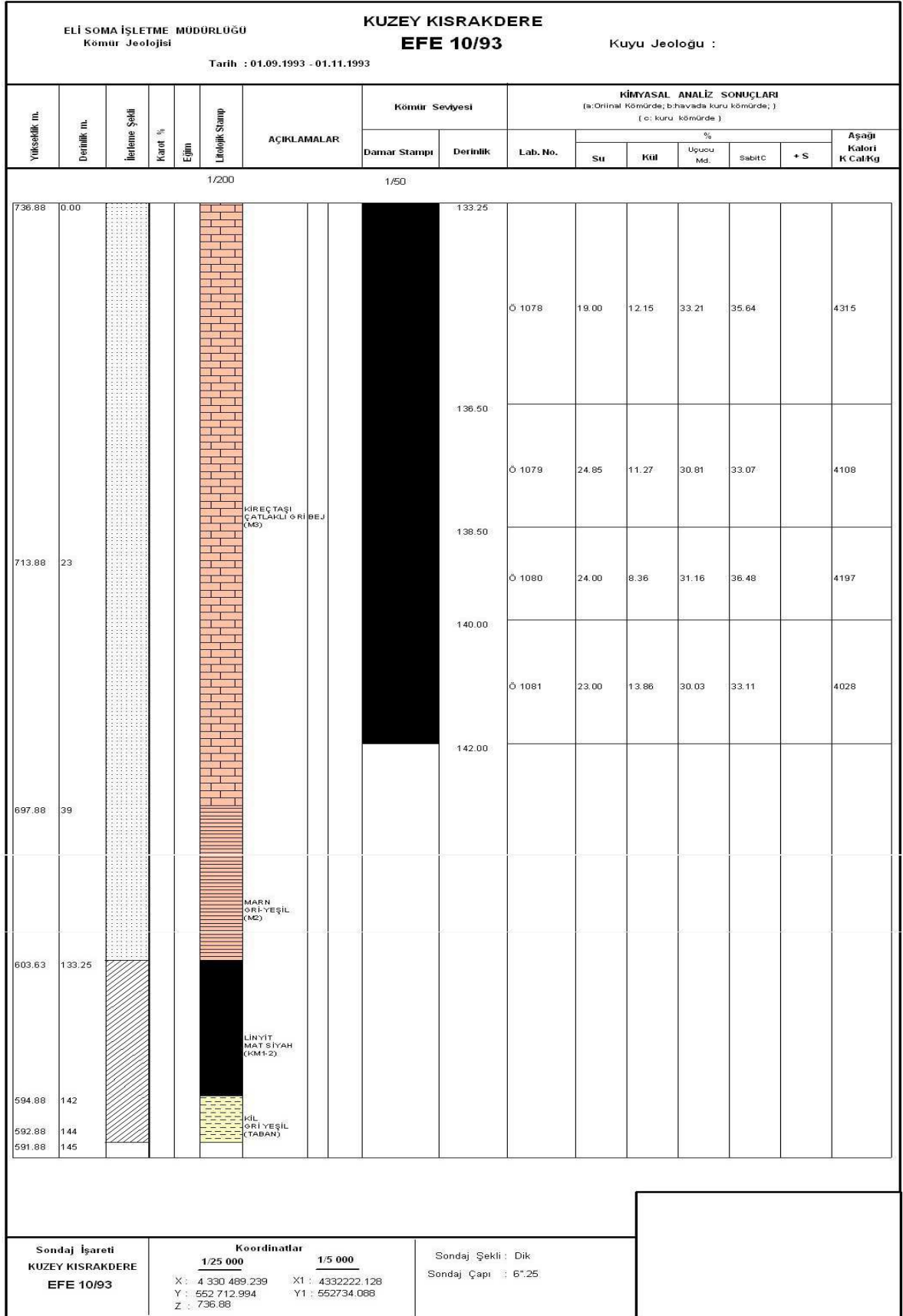




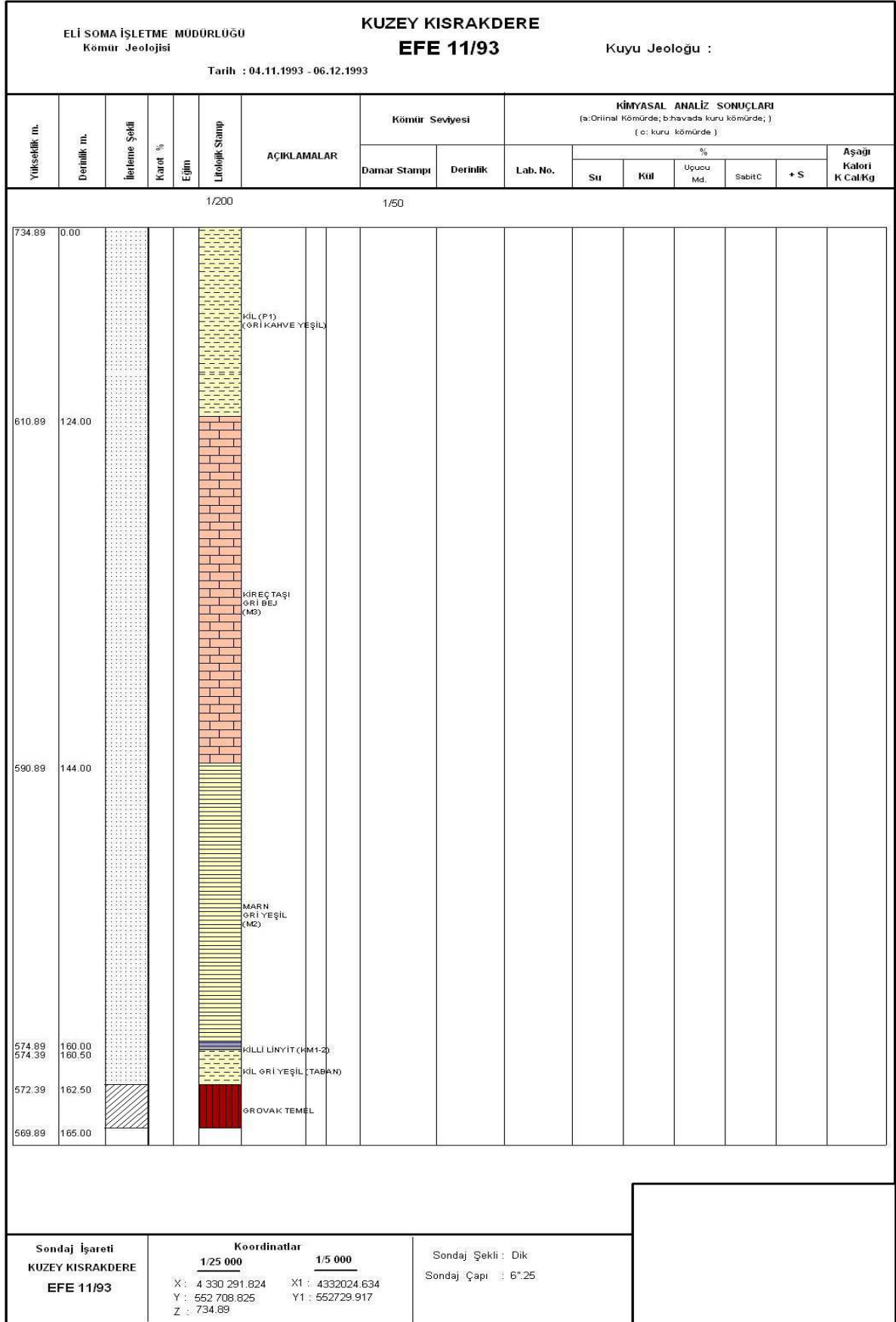
Şekil 5.11: 8/93 nolu sondaj stımpı.



Şekil 5.12: 9/93 nolu sondaj stampı.



Şekil 5.13: 10/93 nolu sondaj stamptır.



**Şekil 5.14: 11/93 nolu sondaj stampı.**

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi											KUZEY KISRAKDERE EFE 12/93				Kuyu Jeoloğu :	
Tarih : 12.11.1993 - 31.03.1994																
Yükseklik m.	Derinlik m.	İlerleme Şekli	Karat %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )							
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Su Kül Uçucu Md. SabitC + S			Aşğı Kalori K Cal/Kg			
					1/200	1/50										
738.62	0.00					MARN SERT-GRİ-YEŞİL (M2)										
677.62	61.00					KİLLİ ALACA GRİ-YEŞİL TABAN (M1)										
643.62	95.00					TEMEL										
642.12	96.50															
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 12/93											Koordinatlar 1/25 000 1/5 000		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6"25			
											X : 4 330 517.592 X1 : 4332250.492					
											Y : 552 383.775 Y1 : 552404.737					
											Z : 738.62					

Şekil 5.15: 12/93 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZEY KISRAKDERE EFE 13/94				Kuyu Jeoloğu :										
Tarih : 27.01.1994 - 28.02.1994		Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Oriinal kömürde;b:havada kuru kömürde; ) ( o: kuru kömürde )												
Yükseklik m.	Derinlik m.	İletişim Şekli	Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Sı    KİL    Uğucu Md.    SabitC    + S					Aşağı Kalori K Cal/Kg	
				1/200		1/50										
796.53	0.00															
					MARN GRİ-YEŞİL (M2)			61.00	Ö 1082	18.00	9.84	36.08	30.08		4556	
								63.00	Ö 1083	19.00	18.63	30.78	31.59		3809	
								66.00								
735.53	61.00															
733.53	63.00					LİNYİT MAT SIYAH										
730.53	66.00															
727.53	69.00					KİL										
724.53	72.00															
721.53	75.00					TEMEL										
718.03	78.50															
		Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 13/94		Koordinatlar 1/25 000    1/5 000 X : 4 330 920.847    X1 : 4332653.908 Y : 552 402.659    Y1 : 552423.628 Z : 796.53		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25										

Şekil 5.16: 13/93 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi			KUZEY KISRAKDERE EFE 14/94			Kuyu Jeoloğu :										
Tarih : 03.03.1994 - 21.03.1994																
Yükseltilik m.	Derinlik m.	Hizlenme Şekli	Karat %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (s:Orinal kömürde; b:havada kuru kömürde, ) (c:kuru kömürde )							
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Ugucu Md.				Aşğın Kalori K Cal/Kg		
							Su	Kül	SabitC	+ S						
					1/200		1/50									
792.68	0.00							Ö 1084	16.00	14.28	34.44	24.36				4077
						MARN GRI-YEŞİL (P2)										
								Ö 1085	14.00	34.40	29.24	22.36				2769
767.68	25.00					KP 1-2										
764.68	28.00							Ö 1086	11.00	52.51	23.14	13.35				1483
						KİLLİ GRI-YEŞİL (P1)										
731.68	61.00															
						KİLLİ GRI-YEŞİL (P1)										
721.68	71.00					GRAVİTE FAYI MAT SİYAH (KM2)										
720.68	72.00															
719.68	73.00															
718.68	74.00															
717.68	75.00															
715.68	77.00															
713.68	79.00															
711.68	81.00															
710.43	82.25					KİLLİ GRI-YEŞİL (M1 KİLLİ)										
657.68	135.00					TEMEL										
656.18	136.50															
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 14/94							Koordinatlar 1/25 000 X : 4 330 849.189 Y : 552 617.867 Z : 792.68				1/5 000 X1 : 4332582.222 Y1 : 552638.923		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25			

Şekil 5.17: 14/94 nolu sondaj stampı.

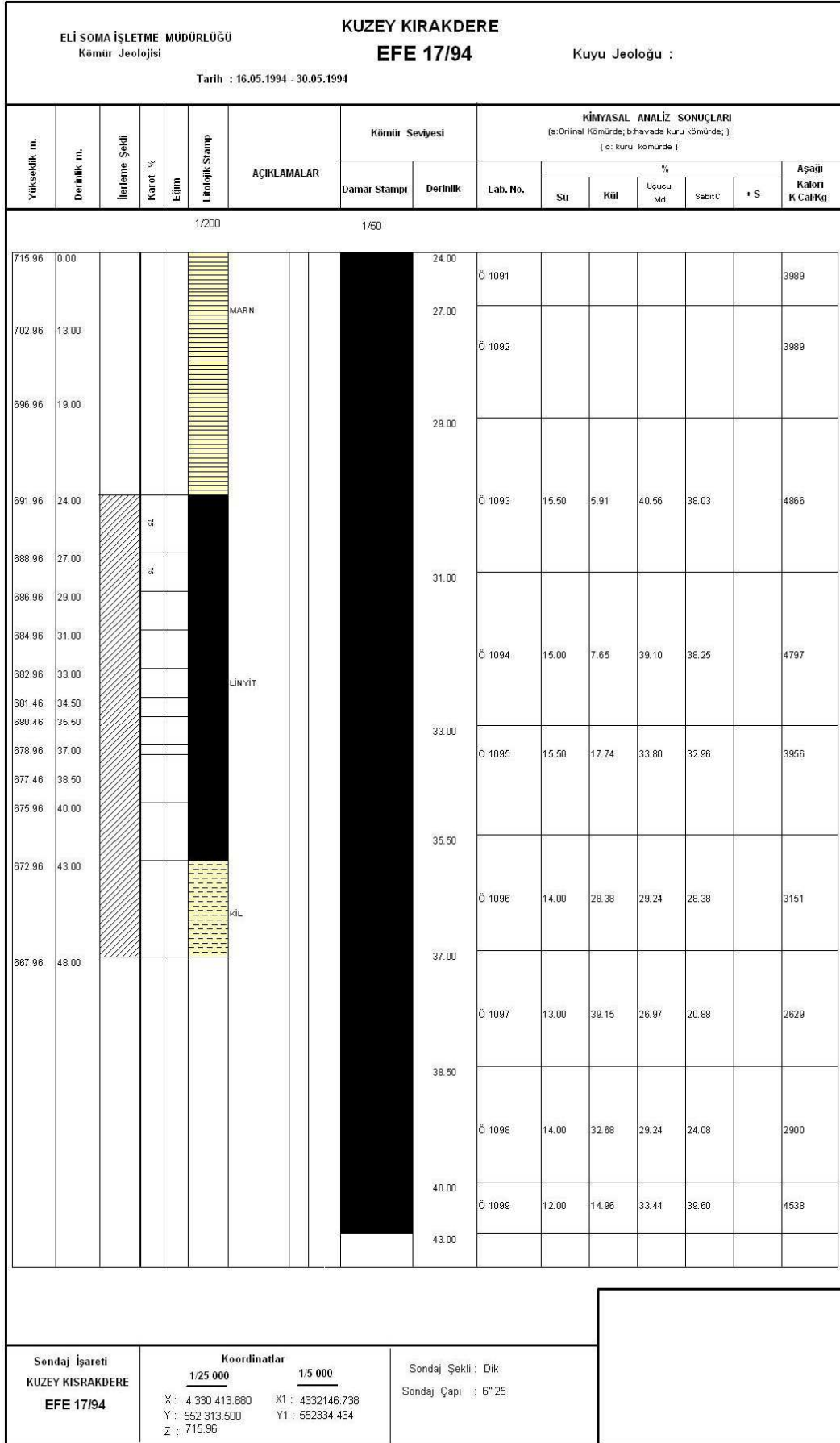


ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi				KUZEY KISRAKDERE EFE 15/94				Kuyu Jeoloğu :							
Tarih : 01.04.1994 - 14.04.1994															
Yükseklik m.	Derinlik m.	İlelenme Şekli	Korut. %	Eğim	Linyeç Stampı	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a. Orinal kömürde; b. Havada kuru kömürde; ) ( c. kuru kömürde )						
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Uçucu Md.			Sabit C	+ S	Aşğı Kalori K Cal/Kg
					1/200		1/50								
894.72	0.00														
632.72	62.00					KIREÇ TAŞI SERYÖRİ BEJ									
612.72	82.00					KİLLİ KIRI YEŞİL (M1)									
609.72	85.00					KIREÇ TAŞI KRİSTALÜZE BEJ (TEMEL)									
608.22	86.50														
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 15/94							Koordinatlar 1/25 000 X : 4 330 419.700 Y : 562 464.860 Z : 694.72		1/5 000 X1 : 4332152.559 Y1 : 562486.866		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6"25				

Şekil 5.18: 15/94 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZEY KISRAKDERE EFE 16/94		Kuyu Jeoloğu :												
Tarih : 16.04.1994 - 13.05.1994		Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Oriinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )												
Yükseklik m.	Derinlik m.	İletim Şekli	Karat %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI							
							Damar Stampı	Derinlik	Lab.No.	Su	Kül	% Uçucu Md.	SabitC	+ S	Aşağı Kalori K Cal/Kg	
							1/200	1/50								
764.54	0.00								103.50	Ö 1087	20.00	6.40	33.60	40.00		4744
									105.50	Ö 1088	17.00	21.58	28.88	31.54		3908
									107.00	Ö 1089	18.00	25.42	27.88	28.70		3461
									108.00	Ö 1090	18.00	28.70	27.06	26.24		3224
									108.50							
752.54	12.00															
702.54	62.00															
661.04	103.50															
659.04	105.50															
657.54	107.00															
656.54	108.00															
656.04	108.50															
653.54	111.00															
651.54	113.00															
640.54	124.00															
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 16/94		Koordinatlar 1/25 000 1/5 000 X : 4 330 632.490 X1 : 4332365.436 Y : 552 488.380 Y1 : 552509.388 Z : 764.54		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25												

Şekil 5.19: 16/94 nolu sondaj stampı.



Şekil 5.20: 17/94 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZHEY KISRAKDERE EFE 18/94			Kuyu Jeoloğu :											
Tarih : 01.06.1994 - 11.06.1994																
Yükseltilik in.	Derinlik in.	İzleme Şekli	Karat. %	Eğim	Litojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal kömürde; b:havada kuru kömürde; ) (c: kuru kömürde )							
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Uçucu Md.			Sabit C	* S	Aşağı Kalori K Cal/Kg	
					1/200	1/50										
766.73	0.00							45.50								
								Ö 1100	16.00	17.64	32.76	33.60				4043
								47.50								
								Ö 1101	17.00	19.92	30.71	32.37				3799
								49.00								
								Ö 1102	11.00	12.46	37.38	39.16				4910
								51.50								
						MARN GRI YEŞİL (M2)		Ö 1103	16.00	11.76	36.96	35.28				4620
								53.50								
								Ö 1104	15.00	15.30	35.70	34.00				4405
								55.00								
								Ö 1105	14.00	29.24	30.96	25.80				3406
721.23	45.50							57.50								
720.23	46.50							Ö 1106	13.00	34.80	29.58	22.62				3175
719.23	47.50							58.75								
717.73	49.00															
715.23	51.50															
713.23	53.50															
711.73	55.00															
710.73	56.00					KILLI LUNYIT										
709.23	57.50															
707.98	58.75															
704.73	62.00															
701.73	65.00					KİL										
698.73	68.00															
696.23	70.50															



Sondaj İşareti  
KUZHEY KISRAKDERE  
EFE 18/94

Koordinatlar  
1/25 000  
1/5 000  
X : 4 330 775.530 X1 : 4332508.528  
Y : 552 382.600 Y1 : 552403.559  
Z : 766.73

Sondaj Şekli : Dik  
Sondaj Çapı : 6"25

Şekil 5.21: 18/94 nolu sondaj stampı.



<p style="text-align: center;"><b>KUZEY KISRAKDERE</b></p> <p>ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi</p> <p style="text-align: center;"><b>EFE 20/94</b></p> <p style="text-align: right;">Kuyu Jeoloğu :</p> <p style="text-align: center;">Tarih : 23.06.1994 - 25.06.1994</p>														
Yükseklik m.	Derinlik m.	İlerleme Şekli	Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI					
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	%				
									[a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ]					
									[ c: kuru kömürde ]					
									Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C	+ S	
1/200							1/50							
677.06	0.00					YAMAÇ MOLOZU								
673.06	4.00					KİL ALACA YEŞİL (M1 TABAN)								
662.06	15.00													
Sondaj İşareti							Koordinatlar		Sondaj Şekli : Dik					
KUZEY KISRAKDERE							1/25 000		Sondaj Çapı : 6".25					
EFE 20/94							X : 4 330 297.170 X1 : 4332029.982							
							Y : 552 239.270 Y1 : 552260.176							
							Z : 677.31							

Şekil 5.23: 20/94 nolu sondaj stampı.

Yükseklik m.		Derinlik m.		İlerleme Şekli		Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	AÇIKLAMALAR		Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )					
										Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	%			Aşğı Kalori K Cal/Kg		
													Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C	+ S	
1/200										1/50								
697.69	0.00																	
												Ö 1111	18.00	9.84	3.854	33.62		4762
												Ö 1112	16.00	14.28	35.28	34.44		4311
674.69	23.00											Ö 1113	16.00	28.56	28.56	26.88		3378
												Ö 1114	14.00	13.76	31.82	40.42		4238
660.69	37.00																	
652.69	45.00																	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>Sondaj İşareti</b> KUZEY KISRAKDERE <b>EFE 21/94</b></p> </div> <div style="width: 40%;"> <p><b>Koordinatlar</b> <b>1/25 000</b>      <b>1/5 000</b> X : 4 330 334.475    X1 : 4332067.302 Y : 552 367.248    Y1 : 552388.203 Z : 697.69</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6"25</p> </div> </div>																		

Şekil 5.24: 21/94 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		<b>KUZEY KISRAKDERE</b> <b>EFE 22/94</b>				Kuyu Jeoloğu :								
Tarih : 09.07.1994 - 16.07.1994														
Yükseklik m.	Derinlik m.	İletim Şekli	Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )						
						Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	%					Aşağı Kalori K Cal/Kg
									Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C	+ S	
692.94	0.00				1/200		1/50							
653.94	39.00				1/200		1/50							
644.94	48.50				1/200		1/50							
MARN GRİ YEŞİL (M2)														
KİLLİ GROYAK ÇAKILLI GRİ YEŞİL (M1 TABAN)														
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 22/94		Koordinatlar <u>1/25 000</u> <u>1/5 000</u> X : 4 330 314.724    X1 : 4332047.543 Y : 552 274.573     Y1 : 552295.492 Z : 692.94				Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25								

Şekil 5.25: 22/94 nolu sondaj stampı.



ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZEY KIRAKDERE EFE 23/94		Kuyu Jeoloğu :										
Tarih : 18.07.1994 - 23.07.1994														
Yükseklik m.	Derinlik m.	İlerleme Şekli	Karot %	Eğim	Litolojik Stamp	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal kömürde; b:havada kuru kömürde; ) (c: kuru kömürde )						
						Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	% Su Küllü Uçucu Md. SabitC + S				Aşğı Kalori K Cal/Kg	
1/200						1/50								
760.14	0.00						24.50	K1115	15.00	38.25	25.50	21.25		2700
							26.00	K1116	13.00	42.63	25.23	19.14		2583
					MARN GRİ BEJ (M2)		28.00							
							29.00	K1117	18.00	17.22	32.80	31.98		3794
							29.50							
735.64	24.50						31.00	K1118	16.00	26.88	29.40	27.72		3279
731.14	29.98				LİNYİT MAT SİYAH TÜFİTİK KUMTAŞI LİNYİT Y.A.		31.00	K1119	14.00	35.26	30.10	20.64		2936
727.64	32.50						32.50	K1120	12.00	45.76	25.52	16.72		1559
726.14	34.00				KİL LİNYİTİZLİ									
724.14	36.00				ŞİLT TAŞI									
722.14	38.00													
					KUMTAŞI (TABAN)									
712.14	48.00													
Sondaj İşareti KUZEY KIRAKDERE EFE 23/94		Koordinatlar 1/25 000 X : 4 330 845.407 Y : 552 309.100 Z : 760.14				1/5 000 X1 : 4332578.438 Y1 : 552330.032		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25						

Şekil 5.26: 23/94 nolu sondaj stampı.

ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi		KUZEY KISRAKDERE EFE 24/94		Kuyu Jeoloğu :												
Tarih : 26.07.1994 - 13.08.1994																
Yükseklik m.	Derinlik m.	İklim	Kıvrım	Eğim	Uzunluk Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Seviyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orjinal Kömürde; b:havadan kuru kömürde; ) (c: kuru kömürde )					Aşırı Kalori K Cal/Kg		
							Damar Stampı	Derinlik	Lab. No.	Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C		+ S	
790.59	0.00				1/200		189.50									
								Ö 1121	14.00	10.32	37.84	37.84				4727
								Ö 1122	12.00	9.68	35.20	43.12				4754
								Ö 1123	14.00	12.04	36.12	37.84				4526
766.59	24.00						195.00									
								Ö 1124	10.00	23.40	34.20	32.40				3867
							198.00									
								Ö 1125	17.00	14.94	33.20	34.86				3593
							200.00									
								Ö 1126	14.00	18.06	29.24	38.70				2962
							202.00									
714.59	76.00															
712.59	78.00															
643.59	147.00															
641.09	149.50															
633.59	157.00															
632.59	158.00															
601.09	189.50															
599.09	191.50															
597.59	193.00															
595.59	195.00															
594.59	196.00															
592.59	198.00															
590.59	200.00															
588.59	202.00															
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 24/94		Koordinatlar 1/25 000 X : 4 330 729.447 Y : 662 814.716 Z : 790.59		1/5 000 X1 : 4332462.432 Y1 : 662836.850		Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6".25										

Şekil 5.27: 24/94 nolu sondaj stampı.

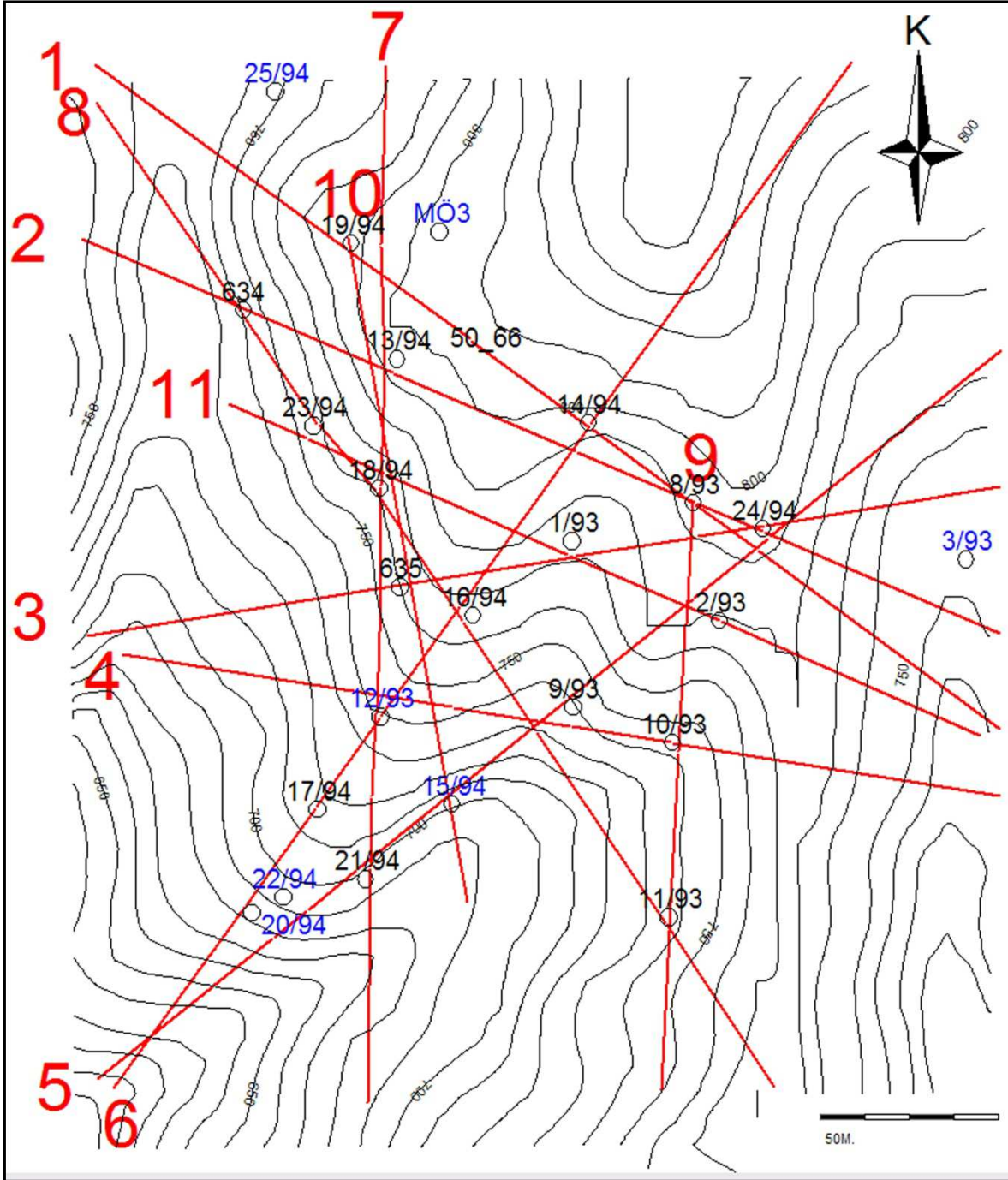
ELİ SOMA İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Kömür Jeolojisi				KUZEY KISRAKDERE EFE 25/94			Kuyu Jeoloğu :							
Tarih : 15.08.1994 - 29.08.1994				Kömür Sevyesi		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI (a:Orinal Kömürde; b:havada kuru kömürde; ) ( c: kuru kömürde )								
Yükseltilik n.	Derinlik n.	İlerleme Şekli	Karat. %	Ejilim	Litojik Stamp	AÇIKLAMALAR	Kömür Sevyesi		Lab. No.	%				Aşağı Kalori K Cal/Kg
							Damar Stampı	Derinlik		Su	Kül	Uçucu Md.	Sabit C	
					1/200		1/50							
749.31	0.00					KİL (P1) GRİ YEŞİL								
746.31	3.00					KIREÇ TAŞI LİNYİT LAMİNASLI GRİ KOYU GRİ								
742.31	7.00					KİL (P1) GRİ YEŞİL								
733.31	16.00					KIREÇ TAŞI GRİ KOYU GRİ								
730.31	19.00					KİL GRİ YEŞİL								
703.31	46.00					KIREÇ TAŞI GRİ BEJ (M3)								
700.31	49.00					MARN GRİ YEŞİL (M2)								
662.31	87.00					KONGLOMERAT TEMEL ÇAKILLI GRİ YEŞİL (M1)								
660.31	89.00					KUMTAŞI GRİ YEŞİL								
651.31	98.00					KİLT AŞI GRİ YEŞİL								
615.31	135.00													
										KUYU FAY ZONUNA DÜŞTÜĞÜNDEN 135 m. TERK EDİLDİ				
Sondaj İşareti KUZEY KISRAKDERE EFE 25/94		Koordinatlar 1/25 000 1/5 000 X : 4 331 222.416 X1 : 4332955.598 Y : 552 265.911 Y1 : 552286.826 Z : 749.31				Sondaj Şekli : Dik Sondaj Çapı : 6"25								

Şekil 5.28: 25/94 nolu sondaj stampı.

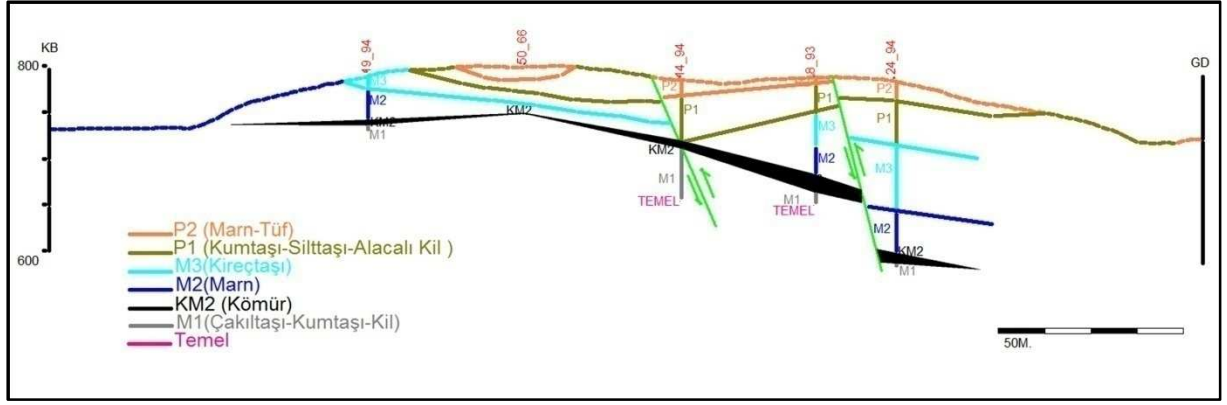
### 5.3 Jeolojik Enine Kesitler

Kömürün yayılım sınırlarını belirlemek için saha içinde 11 adet enine kesit çıkarılmıştır. Bu kesit hatlarının belirlenmesinde mümkün olduğunca fazla sondaj içermesine dikkat edilmiştir. Kesit hattı üzerinde yer almayan sondajlar kesit hattına izdüşürülmüştür (Şekil 5.4). İnceleme alanının doğusunda yer alan 5 adet sondaj verisi KM2 kömürünü kesmediği için kesitlerde kullanılmamıştır (Şekil 5.7- Şekil 5.11).

Bölgenin bilinen istifi; gençten yaşlıya doğru öncelikli Deniz Formasyonu (P2 ve P1) sonrasında Soma Formasyonu (M3,M2 ve KM2) olması gerekir. Şekil 5.31'deki 1nolu kesit hattında yer alan 14/94 nolu sondaj (Şekil 5.18) , P2 biriminden başlamış, P1 birimi ile devam etmiş ve sonra KM2 kömürünü kesmiştir. Bu durum 14/94 numaralı sondajın olduğu alanda, bir fayın varlığına işaret etmektedir. Nitekim buradaki arazi gözlemleri de bunu desteklemektedir. Zira anılan bölgede önceki çalışmalardaki jeoloji haritasında da (ELİ, 1960) (Şekil 5.4) 14/94 numaralı sondaj yakınlarından fay geçtiği belirtilmektedir. 1 numaralı kesit hattına (Şekil genel olarak bakıldığında; yaklaşık kesit hattına paralel, eğim atımlı bir normal fayın kesit hattının devamında 8/93 numaralı sondaj ile 24/94 numaralı sondajlar arasından da geçtiği düşünülmektedir. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi inceleme sahasının kuzey kısmında halen işletilen açık işletmeye ait veriler kuzey ve güney kömürlerinin büyük bir fay ile kesintiye uğrayan aynı yatak olduğu düşünüldüğünde fayın varlığını desteklemektedir. 2numaralı kesit (Şekil 5.31) 1 numaralı kesit hattına yakın ve yaklaşık aynı sondajları kesmektedir. 1 numaralı kesit hattındaki bulguları desteklemektedir.

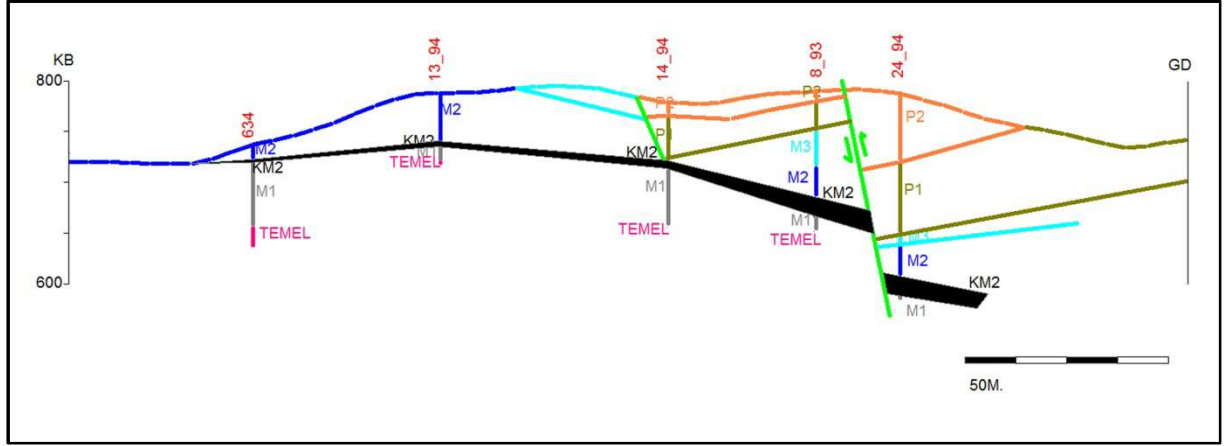


Şekil 5.29: Topografik harita üzerinde, inceleme alanında yapılmış olan sondajlar ve kesit hatları. Sondaj isimlerinin kömür kesenleri siyah, kesmeyenleri ise mavi renkle verilmiştir.

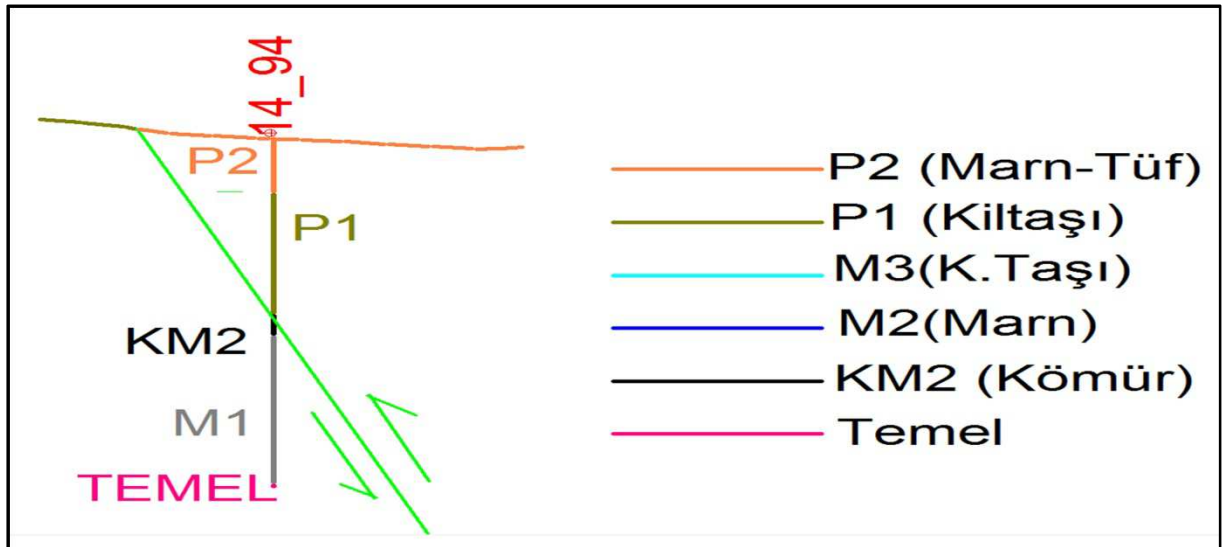


Şekil 5.30: 1 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

14/94 numaralı sondaj, genç birimden sonra birim atlamasına uğramış ve M2'den sonra kesmesi beklenen KM2 kömürünü kesmiştir. Bu ise bölgede gerilme rejimlerinin etkisi ile oluşan eğim atımlı normal faya işaret etmektedir (Şekil 5.32).

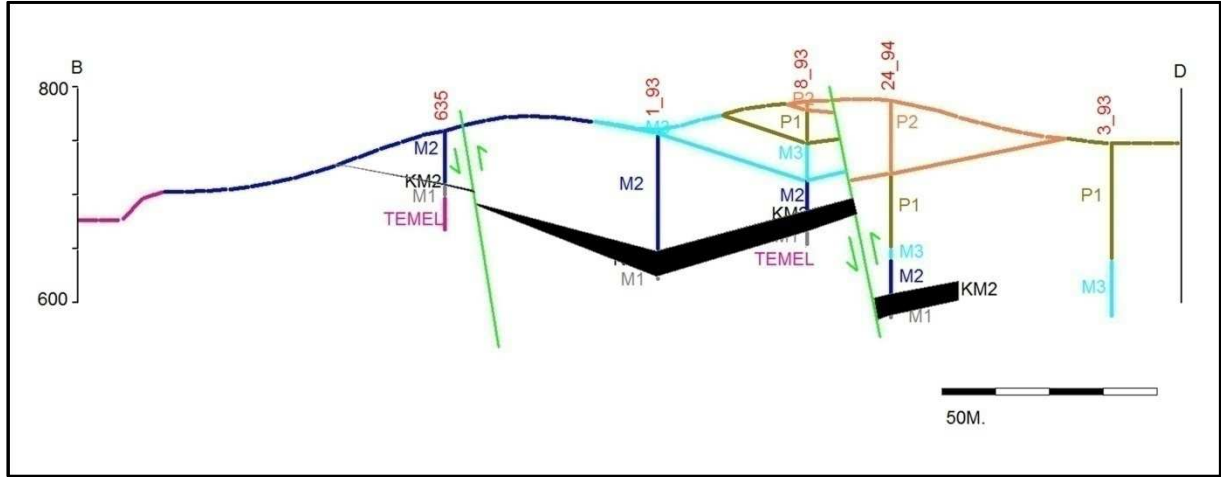


Şekil 5.31: 2 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.



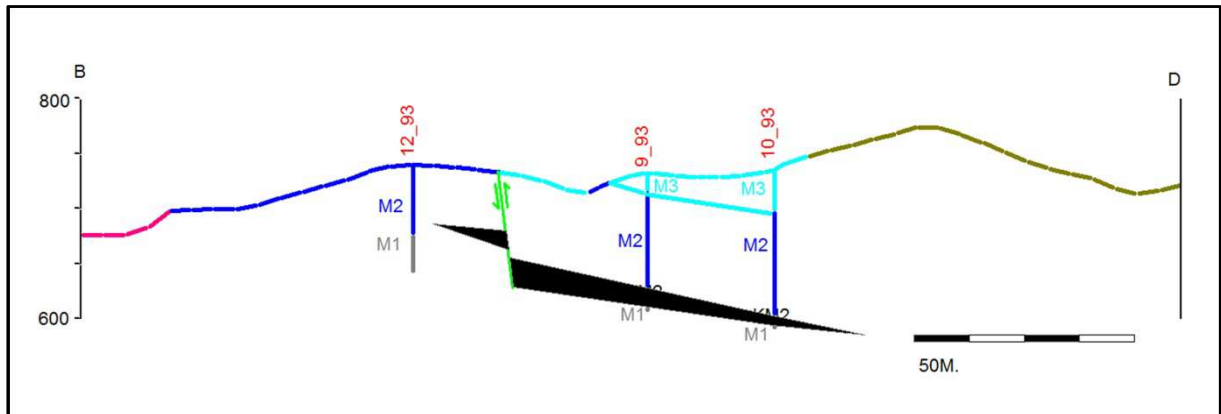
Şekil 5.32: 14/94 numaralı sondaj yakınlarından geçtiği kabul edilen fayın oluşturduğu yapı. Şeklin sağında birimler gençten yaşlıya doğru stratigrafik dizilimi göstermektedir.

3 numaralı kesit hattında (Şekil 5.33) 635 numaralı sondaj ile 1/93 numaralı sondaj arasında normal atımlı bir fay öngörülmektedir. Bu fayın varlığı bu kesit hattının güneyinde yer alan kesitlerde daha belirgindir ve atımlar daha büyüktür. Şekil 5.30 ve Şekil 5.31'deki kesitlerde de 8/93 ile 24/94 numaralı sondajlar arasındaki fay bu kesitte de belirgin şekilde gözükmemektedir.



Şekil 5.33: 3 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

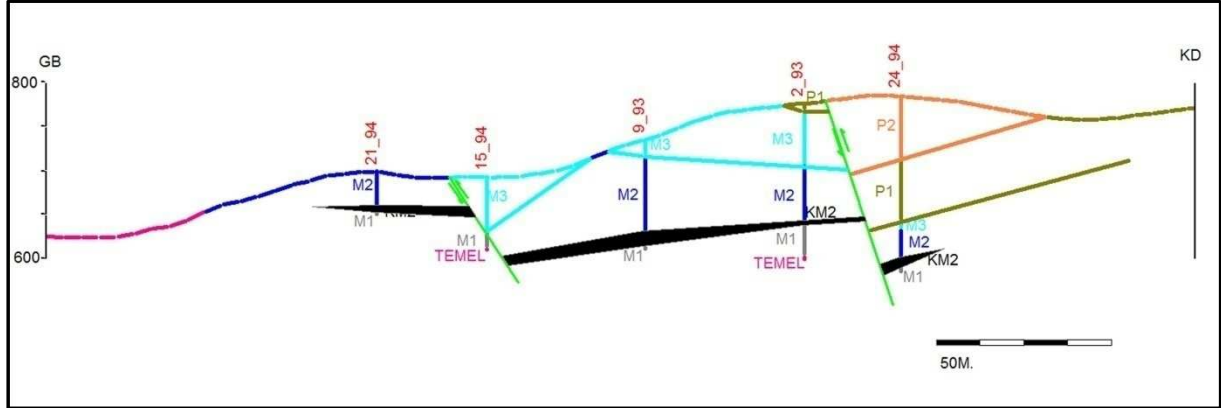
4 numaralı kesitte (Şekil 5.34) 12/93 ile 9/93 numaralı sondajlar arasında düşen kuzey güney doğrultulu fay biraz daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Sahanın batı kısmındaki 12/93 numaralı sondaj, marn (M2)'dan sonra taban kili olarak adlandırılan M1 birimini kestiği için, bu sondajın kömür havzasının dışında yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle 9/93 ile 12/93 arasında kömür oluşumunun incelenerek sonlandırıldığı düşünülmektedir.



Şekil 5.34: 4 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

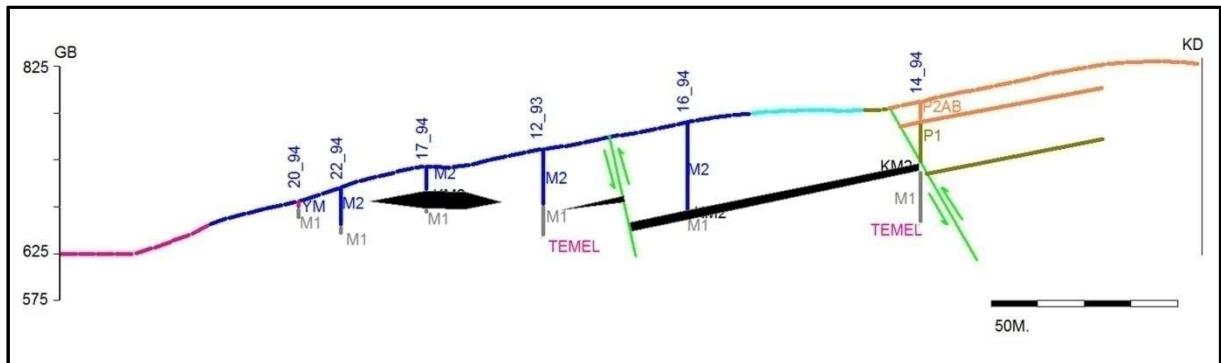
3 ve 4 numaralı kesit hatlarında varlığı belirtilen kuzey güney doğrultulu fayı 5 numaralı kesitte ( Şekil 5.35) daha belirgin bir biçimde görmek mümkündür. Zira 15/94

numaralı sondajın stamp bilgilerinde de gözükeceği gibi (Şekil 5.18), bu sondaj yaklaşık 62 m M3 kireçtaşı kestikten sonra M1 taban kiline ulaşmaktadır. Kesit hattına göre bu sondajın kesmediği M2 marınlarını, sağ ve solunda bulunan sondajlar kesmektedir. Kesit hattı boyunca M2 biriminin 15 numaralı sondajda gözüküyor olması ani bir değişime işaret etmektedir. Bu veriler bölgede ayrıntılı çalışma yapan Nebert'in arazi gözlemleri ile (ELİ, 1960) uyusmaktadır.



Şekil 5.35: 5 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

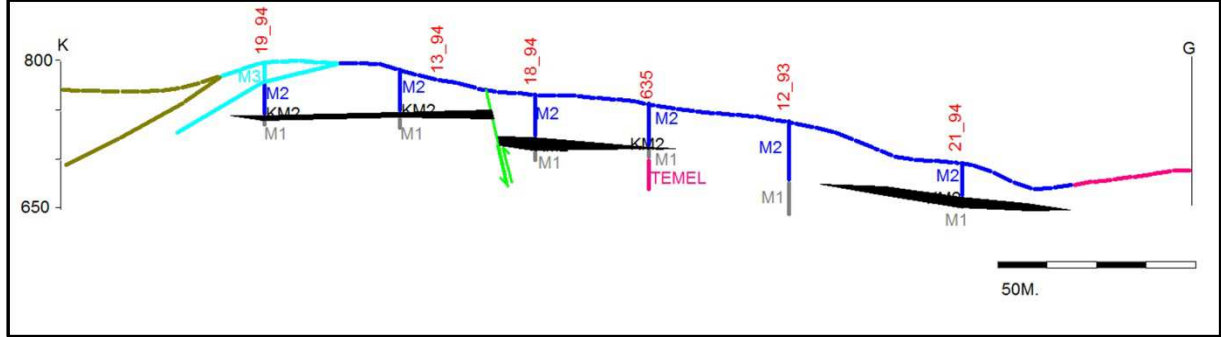
6 nolu kesitteki (Şekil 5.36) 17/94 numaralı sondaj 19 m kömür kesmesine rağmen (Şekil 5.20) bu sondajın her iki yanındaki sondajların kömürlü seviyeyi kesmemesi, bu sondajların kömür çökeliş havzasının dışında yer aldığı anlamına gelebilir. Bu da kömürlü seviyenin her iki tarafa doğru incelen merceksi bir geometriye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu kesit ayrıca 14/94 numaralı sondaj civarından geçtiği kabul edilen fayın varlığını net olarak göstermesi açısından da önemlidir.



Şekil 5.36: 6 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

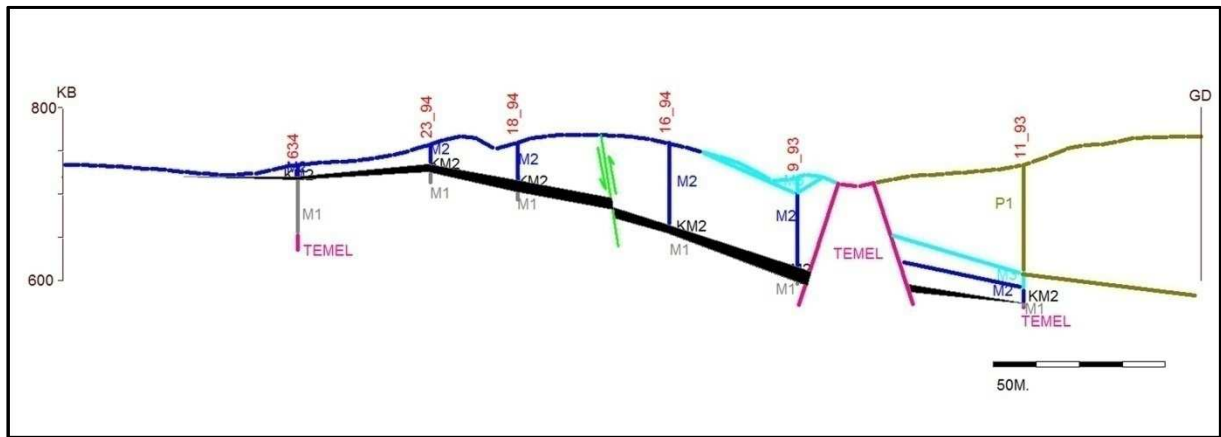


7 numaralı kesit hattı (Şekil 5.37) oldukça fazla sayıda sondaj içermektedir ve sadece 12/93 numaralı sondaj kömür kesmemektedir. Bu nedenle bu sondaj çevresindeki kömür seviyeleri kamalandırılarak sonlandırılmıştır.



Şekil 5.37: 7 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

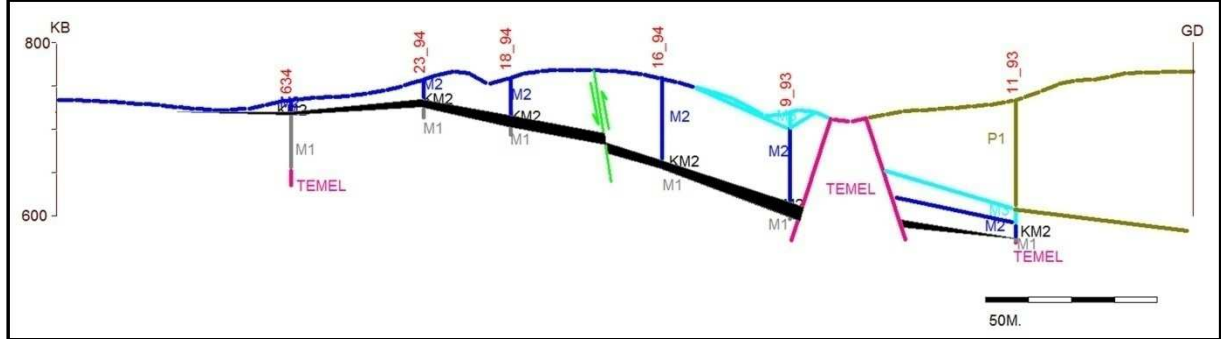
Şekil 5.38'de 8 numaralı kesit hattı 6 adet sondaj içermektedir. 9/93 ile 11/93 numaralı sondajlar arasındaki birimler temel olarak nitelendirilen Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ve Paleozoyik yaşlı grovaplardan oluşmaktadır. Temelde yer alan bu birimleri inceleme alanında dik yamaçlar ve vadiler boyunca izlemek olanaklıdır. Toprak örtüsü nedeni ile izlemenin mümkün olmadığı yerlerde ise daha ayrıntılı çalışma yapan önceki çalışmacıların verileri (ELİ, 1960) (Şekil 5.3) esas kabul edilmiştir. Yaşlı temel birimlerinin yer aldığı bu alanlarda kömürün kesintiye uğradığı düşünülmektedir.



Şekil 5.38: 8 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

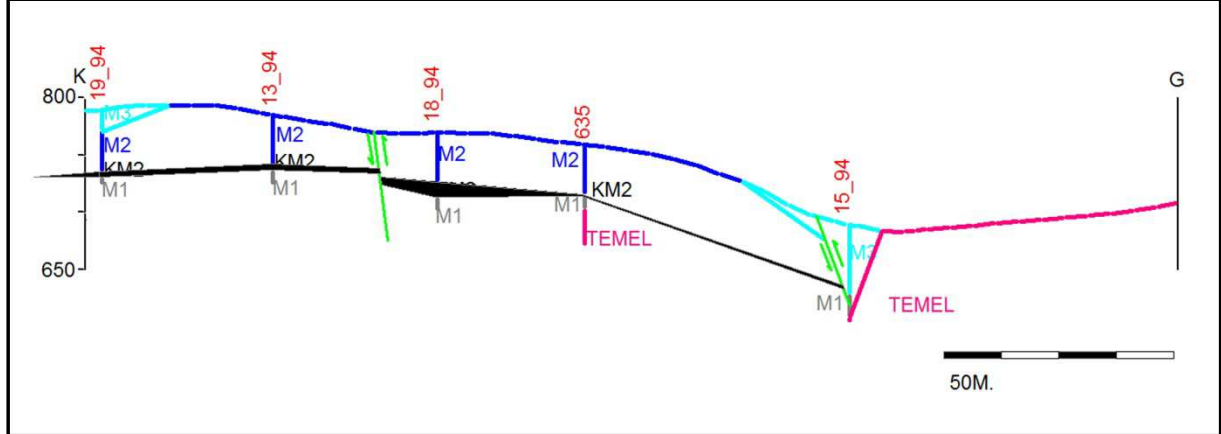
İnceleme sahasındaki kömürün güney kısmının sınırlarını daha net belirlemek amacıyla 9 numaralı kesit hattı alınmıştır (Şekil 5.39). Bu kesit hattındaki 4 adet sondaj güneye eğimli bir yapıya sahip kömürlü seviyeleri kesmişlerdir. 8/93 numaralı sondajın bitişiğindeki fay, daha önce de belirtildiği gibi büyük atımlı bir faydır ve kuzeydeki kömürlü alanla

güneydeki kömürlü alanı birbirinden ayırmaktadır. 11/93 numaralı sondaj ( Şekil 5.14) yaklaşık 0.5 m kalınlığında kömür kesmektedir bu nedenle inceleme alanının güney kısmı için yaklaşık havza kenarını işaret ettiği düşünülmektedir.



Şekil 5.39: 9 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

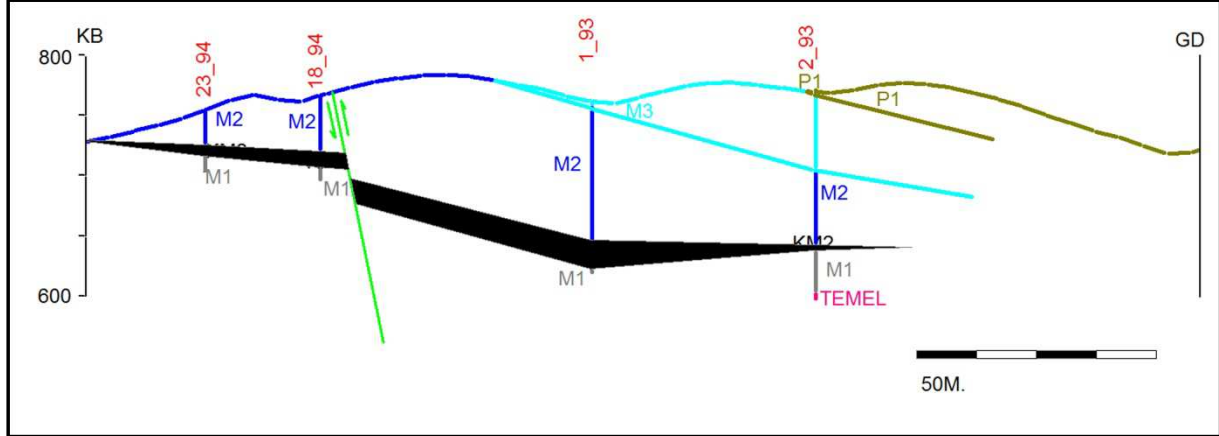
Şekil 5.40 10 numaralı kesit hattı sondaj verileri ile varlığı belirlenen fayı 2 farklı noktada kesmektedir. 15/94 numaralı sondaj kömürlü sahanın güney kısmının sonlandığını göstermektedir. 19/94 numaralı sondajın batısındaki mostralar kömürün batı sınırlarındaki kısımları oluşturmaktadır.



Şekil 5.40: 10 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

Şekil 5.41'deki 11 numaralı kesit hattında yer alan 23/94 numaralı sondajın sol kısmındaki yol yarmasında kömür mostrasına rastlanmıştır. Bu nokta çalışma alanının batı kısmı (kesite göre sol taraf) için kömür yayılım sınırı olarak kabul edilmiştir. 1/93 ve 2/93 numaralı sondajlardaki kömür kalınlıkları dikkate alınarak sahanın güney doğusu kömür kamalandırılarak havza sınırları belirlenmiştir.

Bu bilgiler ışığında, inceleme alanındaki alanı kömürlü kısmın sınırları belirlenmiştir. Sahanın doğu kısmı fay ile sınırlandırılmış, batı kısmı ise mostralar ve mevcut sondajlar yardımı ile belirlenmiştir. Kömürün kuzey kısımdaki sınırının ise 25/94 numaralı sondaj ile 19/94 numaralı sondaj arasından geçtiği kabul edilmiştir. Güneyde ise temele kadar dayanan bir kömür yataklanmasının olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 5.41: 11 numaralı hat boyunca alınan enine jeolojik kesit.

## 6. KUZEY KISRAKDERE KÖMÜRÜNÜN REZERVİ

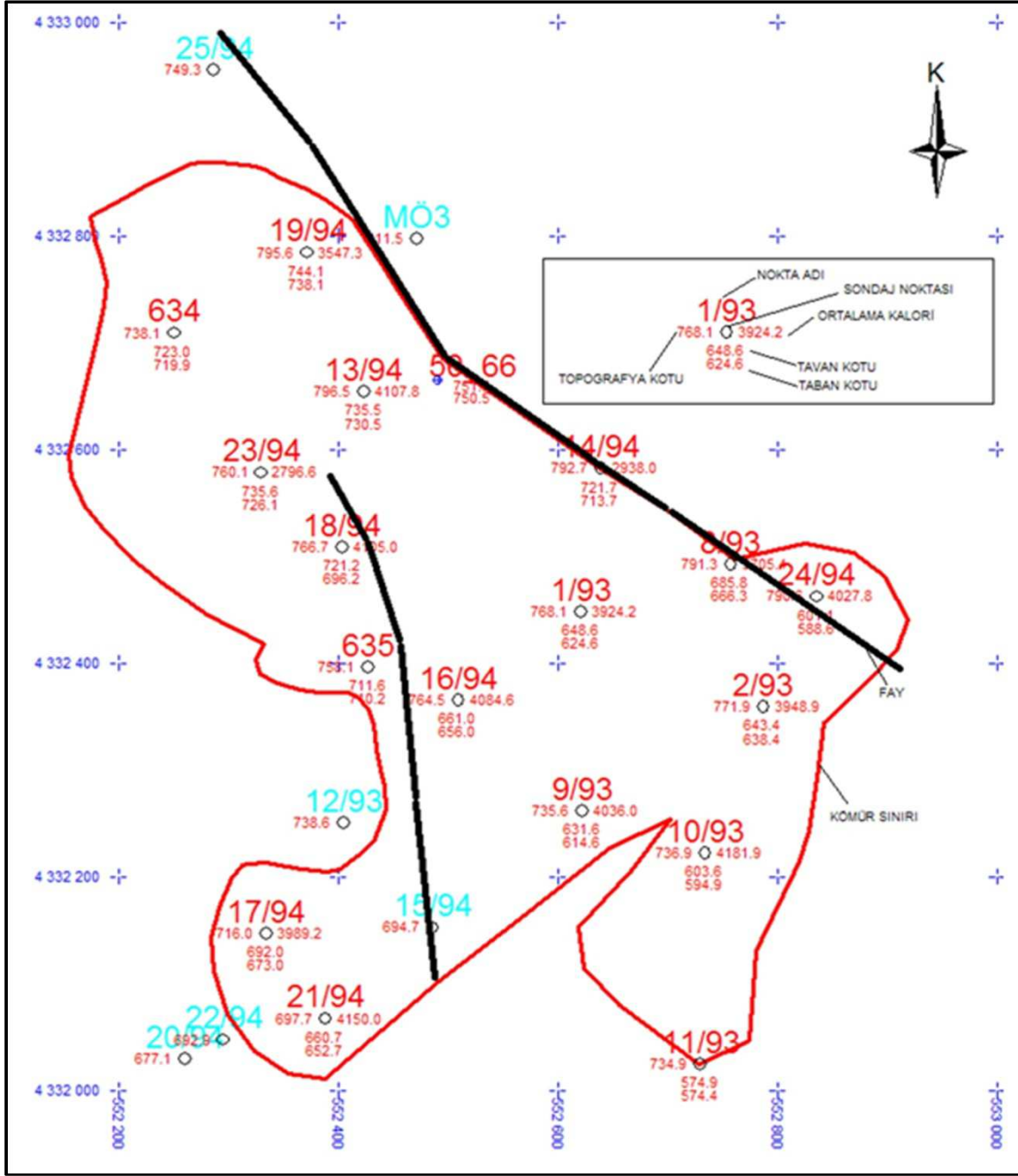
Bölüm 5.1’de belirlenen yayılım sınırlarına göre poligon yöntemi ve kömür tavan-taban eş yükselti eğrileri belirlenmiş üçgen modeli ile kömürün rezervi karşılaştırmalı olarak yapılmıştır.

### 6.1 Poligon Yöntemi

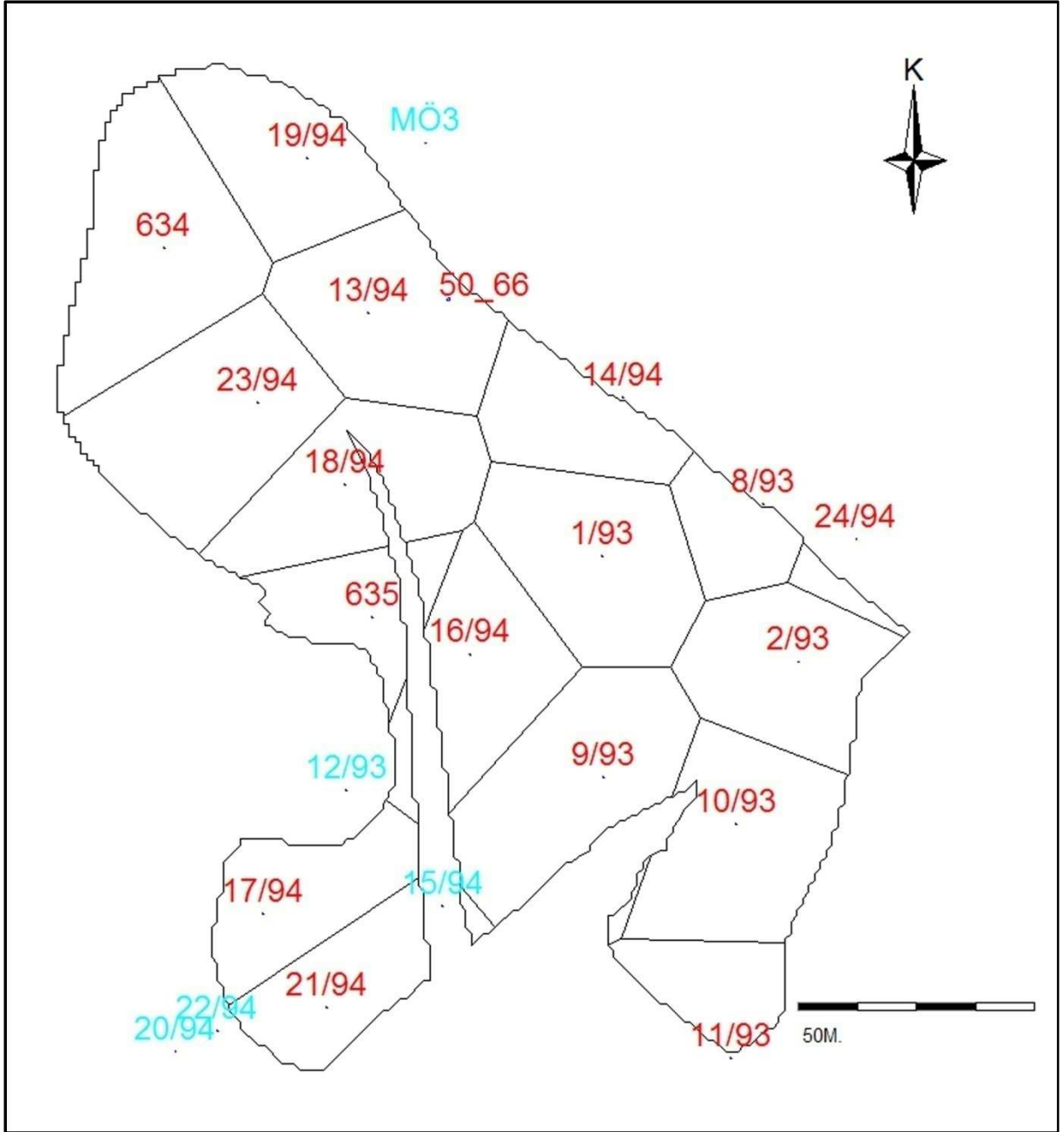
Yöntemin esas ve ayrıntıları bölüm 4.2.2.2’de etraflıca anlatıldığı için burada tekrar bahsedilmemiştir. İnceleme alanında tespit edilen 2 fay’dan birisi yayılım sınırını oluşturmaktadır. Yayılım sınırları içerisinde yer alan diğeri içinse hesap yapılırken atım büyüklüğü dikkate alınarak belirlenen fay boşlukları düşülmüştür.

Yayılım sınırları içerisindeki (Şekil 6.1) kömür kesen bütün sondajlar için etki alanları belirlenmiş (Şekil 6.2) ve bunlara ait kalınlık değerleri stamlardan (Şekil 5.4-Şekil 5.28) alınmıştır. Bu bilgiler Tablo 6.1’de her poligon için kalınlık ve etki alanı değerleri gösterilmiştir. Saha içindeki fayın meydana getireceği kömürsüz olan alandan dolayı bazı sondajlar farklı iki alanla temsil edilmektedirler. Bu veriler kullanılarak inceleme alanındaki kömür rezervi hesaplanmıştır. Buna göre inceleme alanında 301 800 m<sup>2</sup> kömürlü sahada 3 227 029 m<sup>3</sup> kömür varlığı ortaya çıkarılmıştır.

Şekil 6.3’de kömür sınırı sahanın batısında yer alan fayın boşluğu (pembe renk) rezerv dışında tutulacak şekilde çizilmiştir. Ayrıca Şekil 6.3’de 24/94 numaralı sondajın (Şekil 5.27) batısında yer alan ve faydaki atımın yüksekliği dikkate alınarak mevcut olan kömür işletilebilir rezerv sınırlarına dahil edilmemiştir. Belirlenen alan her iki yöntemde de rezerv dışı olarak kabul edilmiştir.



**Şekil 6.1:** İnceleme alanında yapılan sondajların lokasyonları. Kırmızı çizgilerle çevrili olan alan kömür yayılım sınırını, siyah çizgi ise fayı göstermektedir. Mavi ile verilenler kömür kesmeyen sondaj numaralarıdır.



Şekil 6.2: Kömür kesen sondajları içeren poligonlar. Mavi ile verilenler kömür kesmeyen sondaj numaralarıdır.

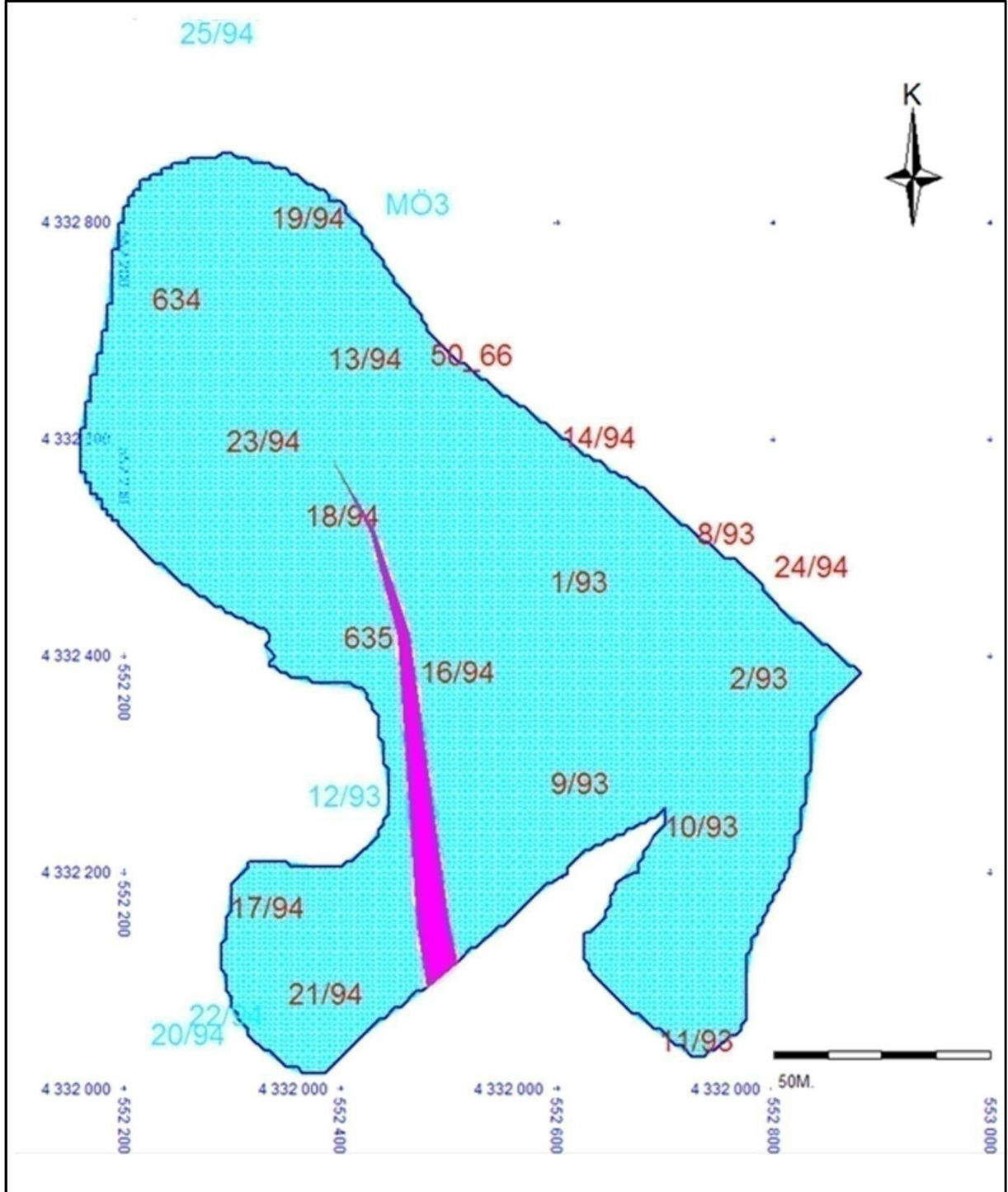
**Tablo 6.1:** Poligon yöntemi için kömür rezervi ile ilgili veriler.

Sondaj/Adı	Alan (m <sup>2</sup> )	Kalınlık (m.)	Rezerv(m <sup>3</sup> )
634	27 883	3.1	86 439
19/94	18 213	6	109 275
23/94	27 055	9.5	257 021
18/94	21 510	25	537 760
635/1	9 394	1.4	13 152
635/2	1 735	1.4	2 429
16/94/1	1 679	5	8 393
16/94/2	16 927	5	84 634
17/94	15 699	19	298 286
21/94/1	13 638	8	109 104
21/94/2	594	8	4 752
9/93/1	25 383	17	431 510
9/93/2	626	17	10 648
10/93	22 963	8.75	200 930
11/93	9 462	0.5	4 731
2/93	19 207	5	96 033
24/94	2 109	12.5	26 362
8/93	8 158	19.5	159 090
1/93	23 582	24	565 974
14/94	13 531	8	108 252
13/94	22 451	5	112 255
Toplam	301 800 m <sup>2</sup>		3 227 029 m <sup>3</sup>

## 6.2 Üçgen Yöntemi

Üçgen yöntemi de daha önceki 4.2.2.1. bölümde etraflı olarak anlatılmıştır. Burada ilave olarak uygulamada karşılaşılan bir durumu belirtmek gerekmektedir. Yayılım sınırları boyunca hesap yapılacağı için oluşturulacak üçgenlerin kenarları kömür kesen sondajlardan oluşturulacağı için yayılım sınırları boyunca kömür kalınlık değerlerine 0 (sıfır) değerini atamak gerekmektedir. Bu atanan noktalar faylı alanla sınırlandırılan 14/94 numaralı sondaj için sıfır değeri alınmamıştır. Zira sondajın faydan geçtiği ve fayın da yayılım sınırlarını oluşturduğu kabul edilmiştir.

Şekil 6.3’de kömürlü alan 5x5 m. aralıkla nokta sıklaştırması yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Poligon sondaj bilgilerine dayanarak kömürün hangi yükseklik aralıklarında kestiği, kömürün yüzlek verdiği yerlerde yapılan topografik ölçümlerdeki değerler dikkate alınarak tavan ve taban eş yükselti eğrileri oluşturulmuştur.

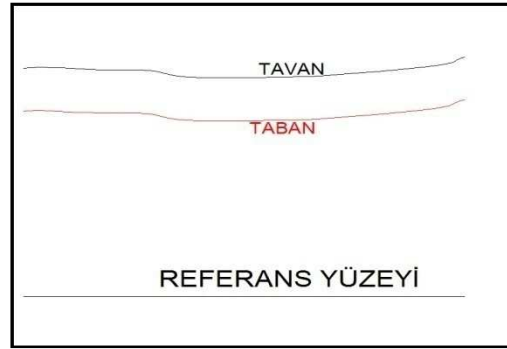


Şekil 6.3: İnceleme alanındaki kömür dağılımı.

Oluşturulan tavan ve taban modelleri belirli bir kıyas (referans) yüzeyine göre birbiri



ile karşılaştırılarak hacim hesabı gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.4).



**Şekil 6.4:** Tavan ve taban modellerinin belirli bir kıyas (referans) yüzeyine göre hesaplaması.

Yayılm sınırları dikkate alınarak ve taban-tavan eşkalınlık eğrileri kullanılarak oluşturulan 5 m aralıklı noktalardan teşkil edilen üçgenlerin meydana getirdiği modeller, 500 m referans yüzeyine göre hesaplanmıştır. Tavan-taban modelleri aralarındaki fark olan 2 444 333 m<sup>3</sup> sahanın kömür rezervini meydana getirmektedir ( Tablo 6.2).

**Tablo 6.2:** Üçgen yöntemi için kömür rezervi ile ilgili veriler.

	Referans yüzeyi	Kazı Alanı	Hacmi
Taban	500 m	301 800.0 m <sup>2</sup>	54 677 074m <sup>3</sup>
Tavan	500 m	301 800.0 m <sup>2</sup>	52 232 744 m <sup>3</sup>
Kömür tavan ve taban modelleri arasındaki fark			2 444 333 m <sup>3</sup>

### 6.3 Poligon ve Üçgen Yöntemleri ile Bulunan Rezervlerin Karşılaştırılması

İnceleme konusu olan kömürlerin rezervi poligon yönteminde 3227029 m<sup>3</sup>, üçgen yönteminde ise 2444333 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu iki yöntem arasında %30'a varan farklılıkların çıkması sonuçların hangisinin güvenilir olduğu konusunda tereddüt uyandıracak büyüklüktedir. Bu iki yöntem arasındaki rezervlerdeki büyük farklılığın nedeni şudur: Poligon yönteminde poligonu temsil eden kalınlık poligonun her yeri için aynı kabul edilmektedir. Oysa kömür, oluşumu gereği bitkisel malzemenin toplanacağı havzanın kenarlarına doğru incelerek azalan bir yataklanma göstermesinden dolayı, havzanın kenarlarında çok ince olacak ve bir yerde varlığını yitirecektir (Şekil 3.1). Üçgen yönteminde havza kenarlarındaki kalınlık azalmaları değerlendirmeye alınmaktadır. Bu nedenle üçgen yöntem yöntemi ile elde edilen sonuçlar gerçeğe daha yakın kabul edilebilir.

## 7. İŞLETME PROJESİ

### 7.1 Açık ve Kapalı Yeraltı İşletmeciliği

İnsanlık ısıl gereksinimlerini karşılamak için kömürü uzun zamanlardır kullanı gelmiştir. Kömür üretimi, günümüzden yaklaşık 3000 yıl kadar önce yani, M.Ö. 1000'li yıllarda Çinliler tarafından yapıldığı bilinmektedir (Şekil 7.1).

Kömür oluşumları sedimanter kökenli olup damar veya büyük kalınlık gösteren yataklardır. Dolayısıyla bu tip oluşumlarda yeraltı ve açık işletmecilik uygulanır (Kural, 1991). Bir maden sahası günümüzde yeraltı işletmeciliği ve açık ocak işletmeciliği olmak üzere 2 tür gerçekleştirilmektedir. Hangi yöntemin seçileceği ise ekonomik gerekçelerin ağır bastığı bazı kriterlere bağlıdır. Dar anlamda satış bedelleri ve maliyet bedelleri arasındaki fark işletme türünün seçimi için bir kriterdir. Bazı özel çevresel şartlar da bu seçime etki eden faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Maden türünün ne olduğu da başka kısıtları beraberinde getirecektir. Bazı maden yatakları için açık işletme uygulanabilirken, kömür sahalarında çevre duraylılığına bağlı sorunlar nedeni ile her zaman açık işletme güvenli bir işletme yöntemi olmayabilir.



Şekil 7.1: İlk çağlarda üretim biçimi ve 2500 yıllık maden taşıma tekneleri (Almanya Madencilik müzesi).

**Yer Altı İşletmeciliği;** Yerkabuğunun derinliklerindeki cevher kütlesine, yüzeyden aşağıya doğru düşey olarak inen kuyularla ya da giriş galerisi denen yatay tünellerle ulaşılır. Cevher fazla derinde değilse genellikle eğimli bir galeri açılır; ama derinde olduğu zaman en uygun yöntem düşey bir kuyu kazmaktır. Böyle bir maden kuyusu, madencilerin ve onların donanımlarının istenilen derinliğe indirilebilmesini, ayrıca cevherin yüzeye çıkarılabilmesini sağlayacak kadar geniş olmalıdır. Kuyunun dibinden cevherin içlerine doğru yatay galeriler açılır. Ayrıca her galeri "bür" denen küçük iniş çıkış kuyularıyla bir üstündeki ve bir altındaki galeriye bağlanır. Kazarak ya da patlayıcı kullanarak, cevher kütlesinin içinde "ayak" denen bir çalışma yeri açılır. Bu boşluk nedeniyle tavanın çökmesini önlemek için ağaç destekler yerleştirilir ya da cevher kütlesinin bazı yerlerinde tabandan tavana kadar uzanan "topuklar" bırakılır. Cevherin parçalanarak alınmasına kazı denir. Aslında bu işlemin kazmakla hiçbir ilgisi yoktur. Önce pnömatik matkaplarla (basıncılı havayla çalışan delicilerle) kütlenin içinde delikler açılır; sonra bu deliklerin içine patlayıcı doldurulup ateşlenerek cevher parçalanır. Parçalanmış cevherin kazı yerinden alınıp yüzeye çıkarılması için gerekli düzenlemeleri yapmak maden mühendislerinin başlıca görevlerinden biridir. Bu görev giderek güçleşir, çünkü cevher çıkarıldıkça kuyu ile ayak arasındaki galeri uzunluğu artar. Cevherin kuyuya ulaştırılabilmesi için belki bazen kilometrelerce uzunluğa taşınması gerekir. Bu taşıma içinde genellikle konveyör denen taşıyıcı bantlar ya da elektrikli, dizel motorlu lokomotiflerle çekilen vagonlar kullanılır. En sonunda kuyu dibine yığılan cevher, büyük bir hızla tırmanan asansörlerle yukarı çıkartılır.

Derin maden ocaklarının hemen hepsinde en az iki kuyu vardır. Kuyuların birinden içeri temiz hava girer; öbüründen de ocaktaki kirlenmiş hava vantilatörlerle emilerek dışarı atılır. Bu düzenleme ocağın hem havalandırılmasını, hem de soğutulmasını sağlar; çünkü derine indikçe kayaçların sıcaklığı artacağından içerinin havası giderek ısınır. Derinliği 3.000 metreyi aşan maden ocaklarında kayaçların sıcaklığı 50°C'nin üstündedir. Örneğin Güney Afrika'da, Carletonville' deki bir altın madeninin derinliği 3,7 km'den fazladır ve galerilerdeki sıcaklık 55°C'ye ulaşmaktadır. Bu derinlikteki ocaklarda havanın büyük soğutucularla soğutulması gerekir.

Yüksek sıcaklık, yeraltı madenlerinde çalışanların karşı karşıya buldukları tehlikelerden yalnızca biridir. İyi düzenlenmemiş bir ocakta galerilerin çökmesi ve madencilerin "göçük" altında kalması en ürkütücü tehlikelerin başında gelir. Bir başka endişe kaynağı da zehirli ve yanıcı gazların, özellikle "grizu" denen metan gazının birikmesidir. Bu

yüzden, Davy lambası olarak bilinen güvenlik lambası, yeraltında çalışanların can güvenliği açısından en büyük buluşlardan biri sayılır. Alevini dışarı vermeyen bu lambayı 1815'te İngiliz bilim adamı Sir Humphry Davy geliştirmiştir. Davy lambaları bugün bile birçok ocakta kullanılmaktadır; ama artık madencilerin çoğu, tepesinde elektrik ampulü bulunan koruyucu başlıklar (miğferler) giyer. Zehirli gazların varlığı da elektronik aygıtlarla saptanır. Uzaktan izleme olarak adlandırılan ve çalışma alanı içerisine yerleştirilen algılayıcılar (sensör) yardımı ile günümüzde daha güvenli çalışma ortamları sağlanmaktadır. Kömür madenciliğinin karşılaştığı en önemli kazaların başında grizu patlaması gelmektedir. Grizu sonucu ülkemizde ve dünyada toplu ölümlerle sonuçlanan kazalar olmaktadır.

**Açık Ocak İşletmeciliği;** Genel olarak yerin üstündeki veya ekonomik derinlikteki maden yataklarının çeşitli yöntem ve araçlarla kazılması, yüklenmesi ve taşınması için yapılan tüm çalışmalara açık işletmecilik denilmektedir. Maden yatağındaki kömür veya cevherin kazılmasından önce, maden yatağının üzerindeki örtü tabakaları ve aralarında bulunan kayaçlar da kazılıp yüklenerek en yakın ve en uygun bir yere taşınır. Açık işletmecilikte bu işleme örtü kazısı veya dekapaj denilmektedir (An ve Erkaya, 2005). Bir başka tanım yapmak gerekirse; yeryüzüne mostra vermiş veya nispeten ince bir örtü tabakası ile kaplı bulunan madenin en az zayıtla, emniyetli ve yeraltı işletme metoduna nazaran daha ekonomik olarak çıkarılması için uygulanan bir sistem olarak da tanımlanmaktadır.

Açık işletme yoluyla kömür üretimi daha çok linyit yataklarında söz konusudur. Zira Taş kömürü daha derinlerde olduğu için yer altı işletmeciliği ile üretilir. Türkiye linyit üretiminin yaklaşık % 90'ı açık işletme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Açık İşletmelerde kullanılan iş makinelerindeki son yıllardaki gelişen teknolojiye paralel olarak büyük gelişmeler olması, kapasitelerin artması, açık işletme üretimlerinde büyük artışların olmasını sağlamıştır (Sarı, 2008).

Maden yatağı damar şeklinde ise bu yatağın yeryüzüne yakın kısımları, yatay tabaka halinde veya büyük kitle halinde ise dekapaj/maden oranı ve diğer işletme şartları müsait olduğu takdirde maden yatağının tamamı bu sistem uygulanarak işletilebilir. Açık işletme metodu, uygulamada esas örtü tabakasının kaldırılmasından sonra madenin kazılıp yüklenmesi ve taşınması olduğuna göre açık işletme maliyetini oluşturan en önemli gider de yükleme ve daha önemlisi taşıma maliyetidir. Açık işletme metodu, örtü tabakası ve maden yatağı basamak şeklinde yatay dilimlere bölünerek ve örtü tabakasının yapısına göre patlayıcı madde kullanarak veya kullanmadan gevşetme ve kazı yapmak; kazı, yükleme, taşıma ve

dökme aracı olarak da ekskavatör-kamyon, ekskavatör-demiryolu-dökücü, ekskavatör-bant-dökücü vb. araçlar kullanılmak suretiyle uygulanır. Gezer aktarıcı, Döner kepçeli ekskavatörlerde açık işletmenin durumuna göre kullanılabilir donanımlardandır.

Açık işletmelerde kömürün yaklaşık %90'ının üretileceği, yeraltında ise bu rakamın %70'lerde olduğu düşünülürse azami miktarda üretim anlamında seçim yaparken dikkate alınması gereken bir husustur. Belki bundan daha da önemli olarak bu zayıf olan kömürün bir daha almanın mümkün olmadığı da düşünülünce bu kaynağın en az kayıp ve en fazla verimlilikle kullanılması esası, işletme seçiminin ne olması gerektiğinin daha da önem kazandığı ayrı bir gerçektir.

Yer altı işletmeciliği ile karşılaştırıldığında daha güvenli bir çalışma yöntemi gibi gözüke de, bu tarz işletmelerde de genellikle insan kaynaklı ihmallerden dolayı ölüm ya da yaralanmalarla sonuçlanan üzücü olaylar meydana gelmektedir. En sık karşılaşılan olayların başında ise heyelanların neden olduğu kazalar gelmektedir. Zira derinliğin fazla olduğu işletmelerde heyelan risk potansiyeli de beraberinde artmaktadır (Şekil 7.2, Şekil 7.3). Belirtmek gerekirse yeterli güvenlik önlemlerinin alındığı şartların sağlanması halinde, bütün işkollarında olduğu gibi maden ocaklarında da kazaların asgariye indirileceği aşikârdır.

## **7.2 Kuzey Kırsakdere Kömürünün Açık İşletme Projesi**

Giriş bölümünde işletmenin hangi tarzda üretim yapacağını belirlemesindeki unsurların başında üretim maliyetleri olduğu belirtilmişti. Bunun yanında bir diğer önemli etken de açık işletme için gerekli olan döküm alanıdır (Kömür üstü örtünün hafriyatı). Ege Linyit İşletmeleri (ELİ) Müessese Müdürlüğü tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda inceleme alanındaki kömürün, açık işletme olarak üretilmesi planlanmıştır. Bu nedenle kömürlü alan açık işletme olarak projelendirilecektir.



**Şekil 7.2:** Soma Eynez’de yeraltında kömür üretimi çalışmalarından bir görünüm.

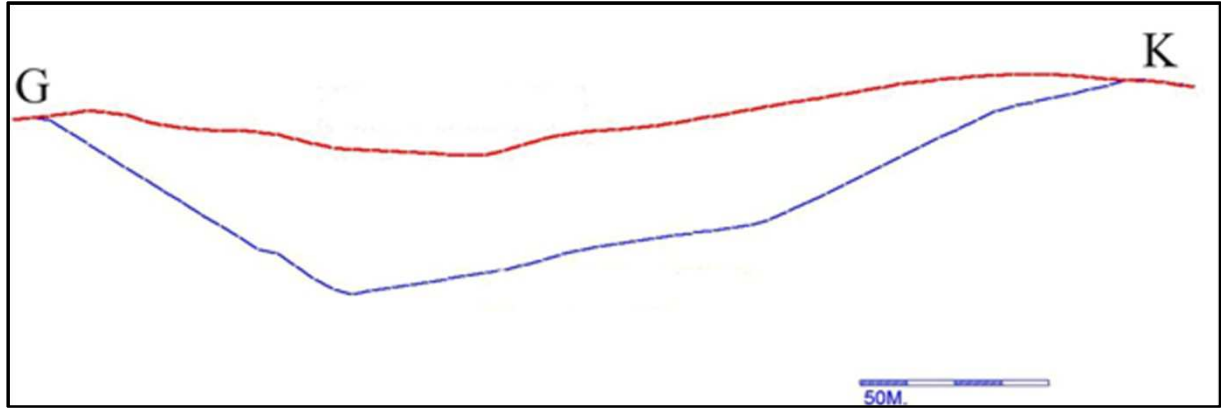


**Şekil 7.3:** Soma Güney Kısrakdere’de açık işletme ile üretim yapılan bir açık işletme sahası.

Öncelikli olarak kömür yayılım sınırı olarak belirlenen ve rezervi hesaplanan alan için bir işletme projesi hazırlayıp, bu projeye göre yaklaşık olarak örtü-kömür oranının irdelenmesi doğru olacaktır. Bölgede yapılan çalışmalarda genel şev açısı  $30^\circ$  olarak kabul

edilmektedir (Şekil 7.4). Bölge için kabul edilen bu değerin inceleme alanı için de kullanılmasının uygun olacağı karara varılmıştır. Yayılım sınırları esas alınarak hazırlanan açık işletme projesindeki (Şekil 6.5) dekapaj ve kömür miktarları Tablo 6.1’de belirtilmiştir.

Bölüm 5.2.2’de hesaplanan kömür miktarı, bölge için kabul edilen yoğunluk değeri olan 1.5gr/cm<sup>3</sup> alınarak inceleme alanındaki kömürün rezervi bulunmuştur.

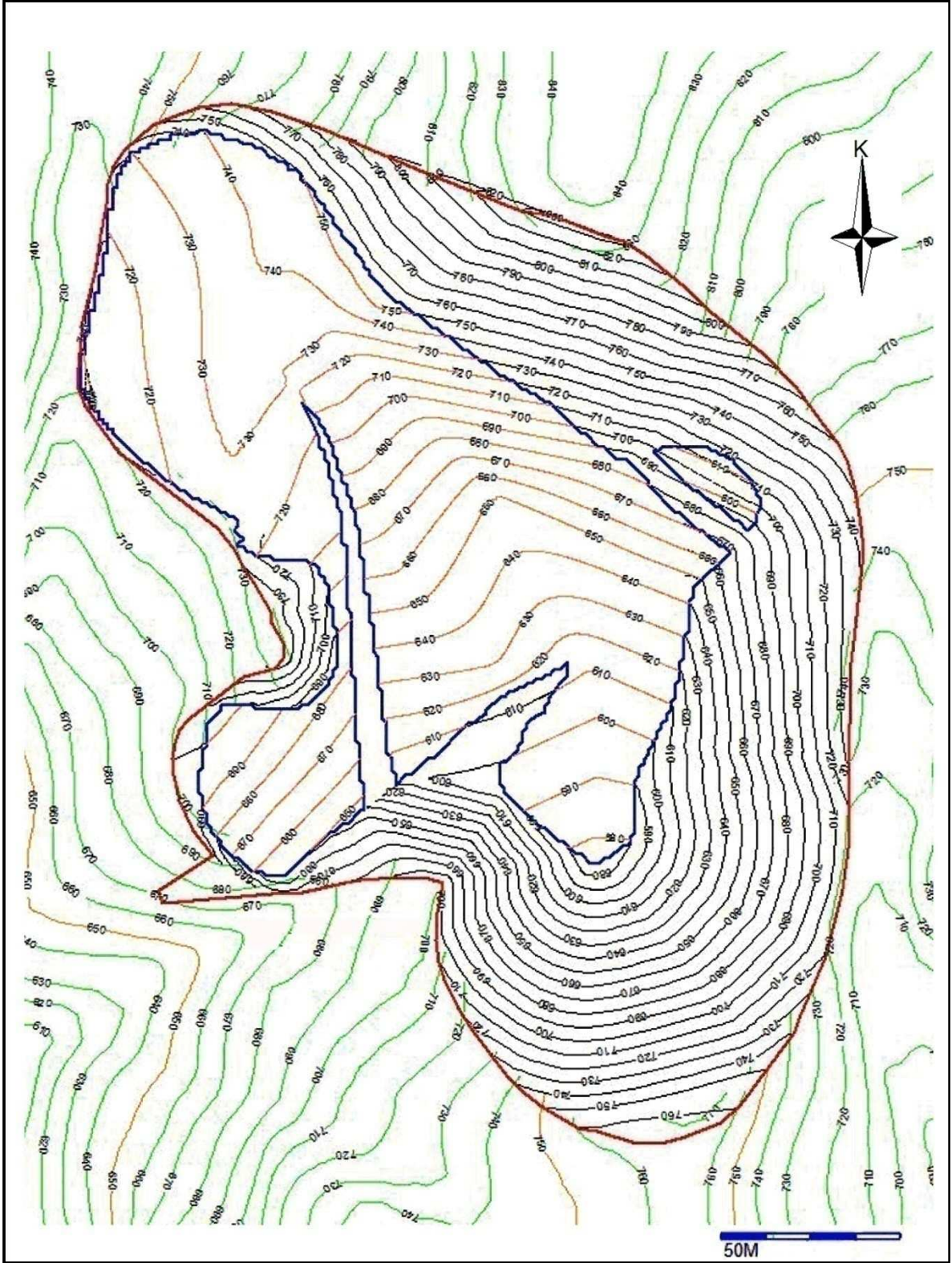


**Şekil 7.4:** Yayılım sınırları boyunca projelendirilen sahaya ait kuzey-güney kesiti.

Yayılım sınırları boyunca hazırlan projede sahanın güney kısmı kömür kalınlığının düşmesi (Şekil7.11), örtünün de fazla olması, başka bir ifade ile kömür kalınlığı düşerken örtü kalınlığının artması sonucunda oranın 13 çıkmasına neden olmuştur (Tablo 7.1). Bunun yanında sahanın doğu kısmında fayla ayrılmış kısım, fayın atımının fazla olması nedeni ile işletme projesine dâhil edilmemiştir. Burada yapılması gereken, güney kısmındaki kömürün bir kısmını açık işletme dışında tutmaktır. Yeni alan, tekrar projelendirilerek sonuçlarını irdelemek daha doğru olacaktır. Burada 13 olarak bulunan orana yapılacak işletmenin durumuna göre az ya da çok denmesi mümkündür. Şöyle ki; işletmelerde birim fiyatı etkileyen en önemli parametre kömür üstü malzemenin dökümünün yapılacağı alanla olan mesafedir. Bu ne kadar kısa olursa oranın fazla olması ihmal edilebilir. Tam tersi olarak, döküm mesafesi çok uzak olması halimde bulunan 13 oranı bile işletmenin açık işletme olarak yapılmasını kısıtlayıcı olabilmektedir. Daha önceki kısımlarda da bahsedildiği gibi maliyet, en önemli parametre olarak işletme planı yapanların dikkate aldığı bir husustur.

**Tablo 7.1:** Kömürün yayılım sınırları esas alınarak tasarlanan açık işletme miktarları.

Yapılacak Dekapaj Miktarı (m <sup>3</sup> )	47 500 000
Açılacak Kömür Miktarı (m <sup>3</sup> )	2 444 444
Açılacak Kömür Miktarı (ton)	3 666 500
Örtü-kazı oranı	47 500 000 / 3 666 500 = 13

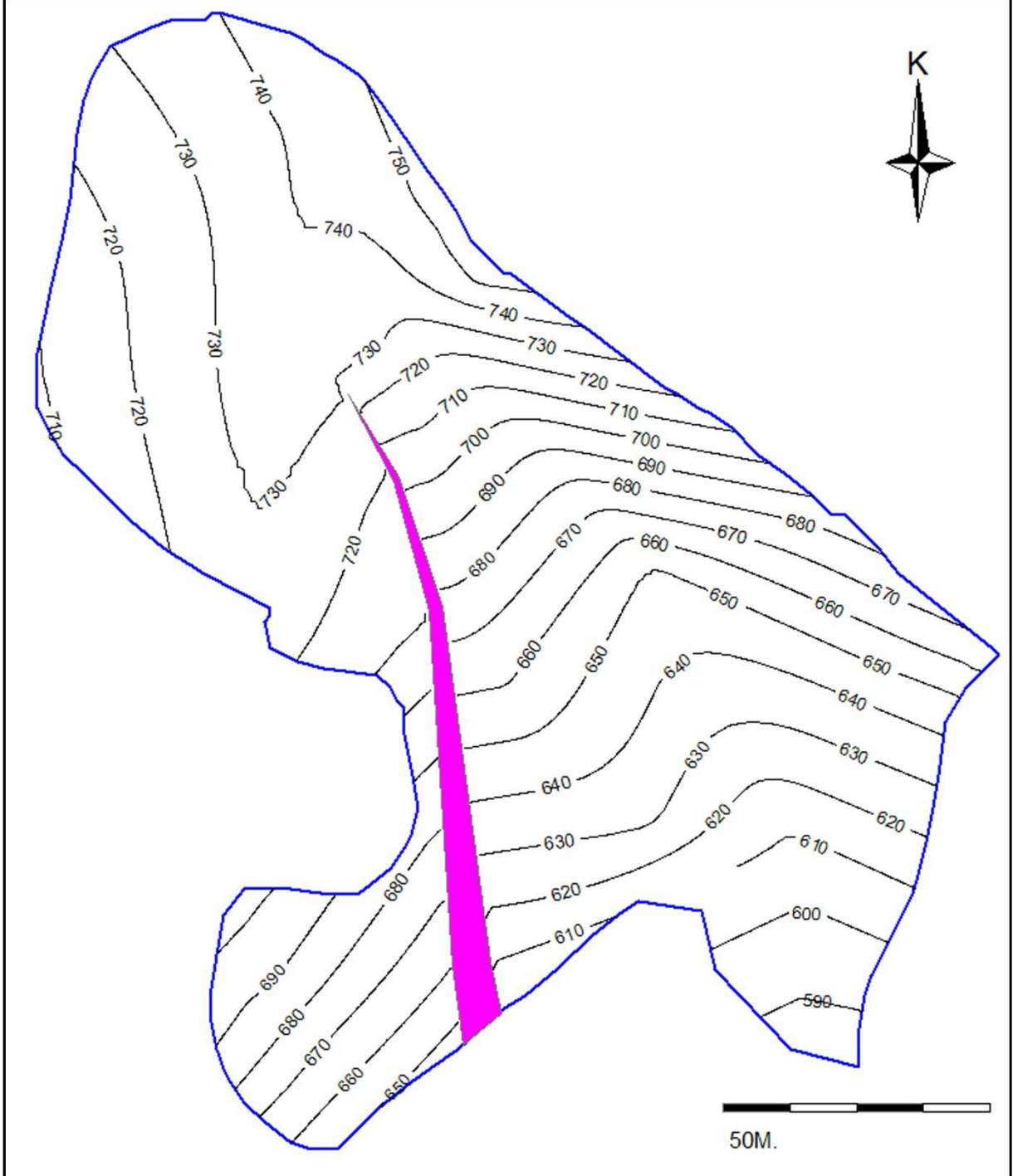


Şekil 7.5: Kömür yayılım sınırına göre hazırlanan açık işletme projesi.

İnceleme alanındaki kömür yaklaşık olarak güneye doğru dalımlıdır (Şekil 7.5). İnceleme alanının güneyindeki sondaj verileri (11/93 nolu sondaj) kömür kalınlığının üstteki



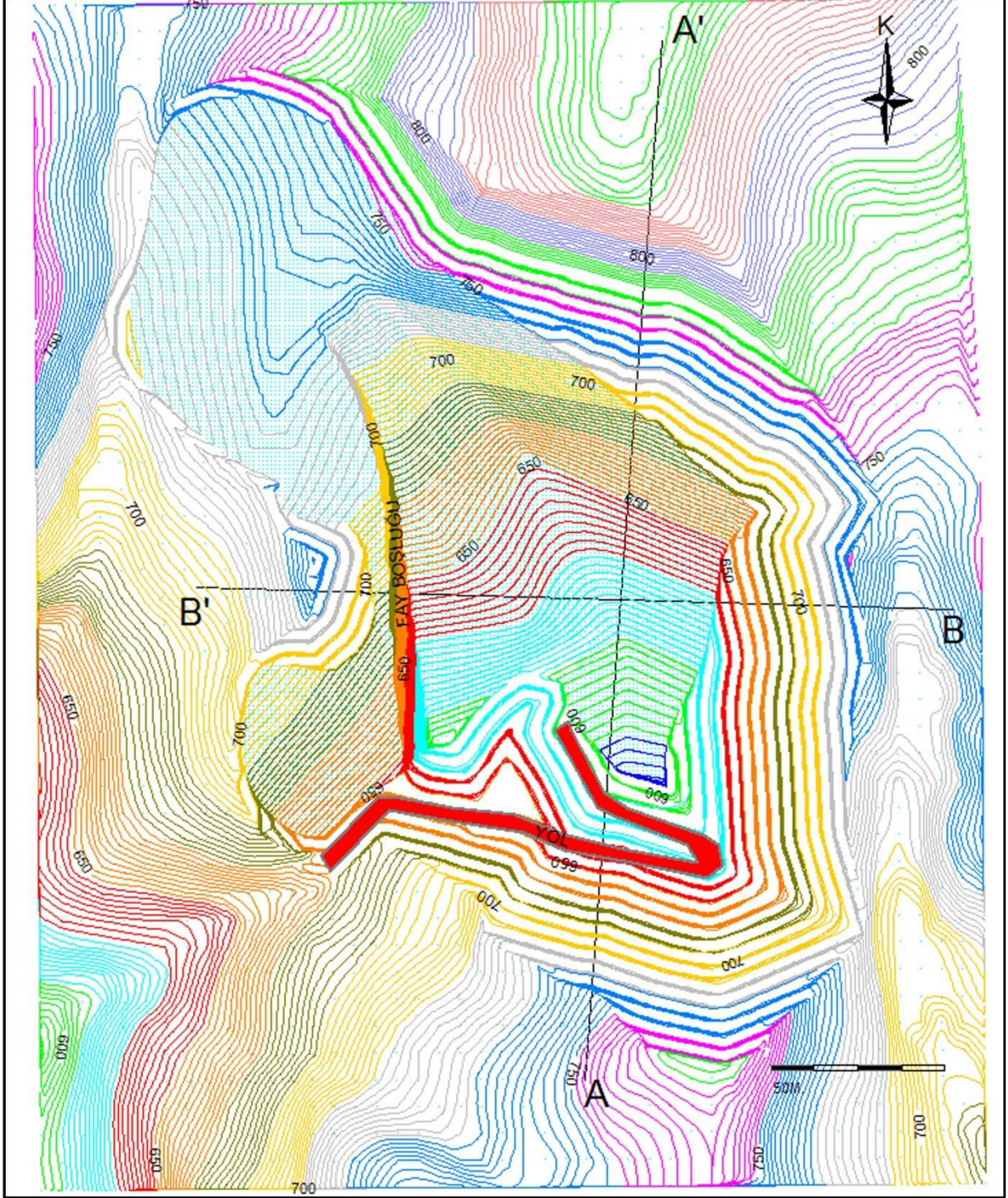
örtü miktarı ile ters orantılı olarak azaldığını göstermektedir (Şekil 5.14). Bu sondajda yaklaşık 570 m kotunda ve 0.5 m kalınlığında kömür kesilmiştir. Bu nedenle güneyde yaklaşık 10 000 m<sup>2</sup> lik bir kısmı işletme dışı bırakılmıştır (Şekil 7.6). Bu duruma göre proje yeniden hazırlanmıştır (Şekil 7.7).



**Şekil 7.6:** Kuzey Kısırakdere kömürünün yeni belirlene sınıra göre tavan eğrileri.

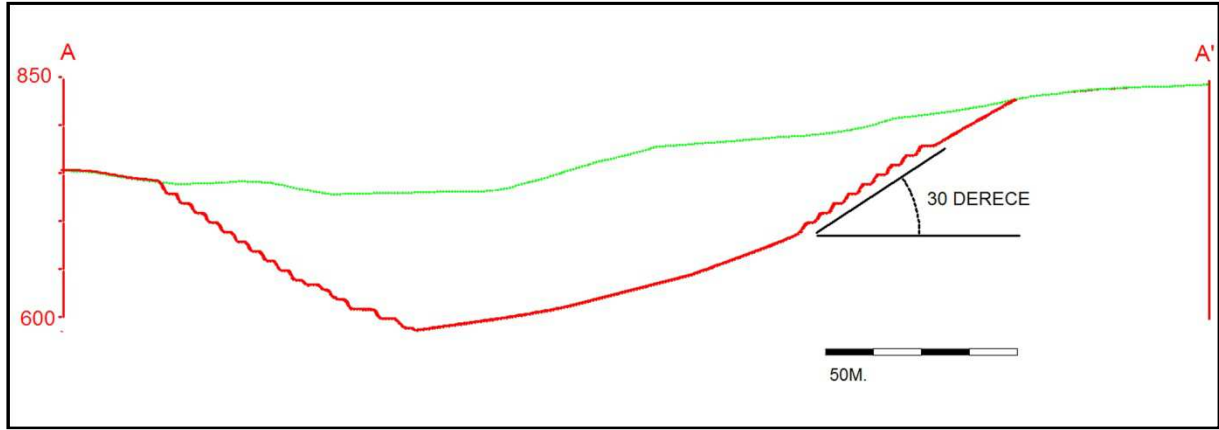
Yeni belirlenen kömür sınırına göre hazırlanan açık işletmede, sahanın güneyindeki

saha içi yolu (kırmızı renkli kuşak), +610'dan başlamakta % 10 meyil ve yaklaşık 15 m genişliğinde devam etmekte, +670'de ise işletme dışına ulaşmaktadır. Saha, bir önceki projede olduğu gibi 30° genel şev açısı ile projelendirilmiştir. Kademe açıları 65°, kademeler arası düzlükler ise 10 m olarak planlanmıştır. Sahanın kuzey doğusunda 780-830 aralığındaki kısım 30°'lik tek şev ile tasarlanmıştır (Şekil 7.7).

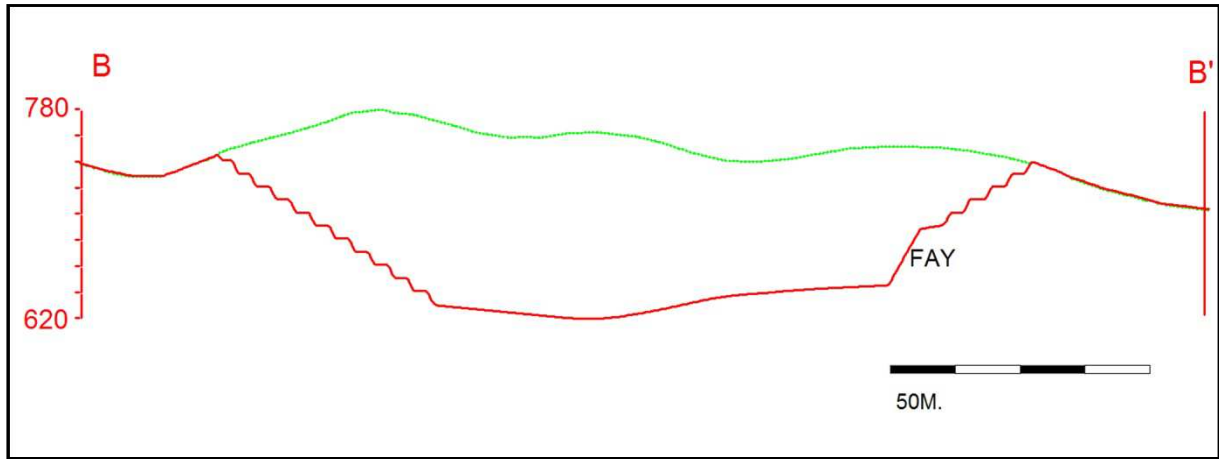


Şekil 7.7: Yeni belirlenen kömür sınırına göre hazırlan açık ocak projesi.

Yeni projede + 585 kotundaki kömüre kadar inilebilmektedir (Şekil 7.8, Şekil 7.9).



Şekil 7.8: Açık ocak ve topografyanın kuzey-güney uzanımlı kesiti.



Şekil 7.9: Açık ocak ve topografyanın doğu- batı uzanımlı kesiti.

Yeni hazırlanan açık işletme projesinin detaylarına bakıldığında örtü-kazı oranının 11.6 olduğu gözükmemektedir. Sınırın biraz daha kuzey alınması ile bir önceki projeye göre yaklaşık 34 000 ton daha az kömür üretilirken, yaklaşık 5 500 000 m<sup>3</sup> eksik dekapaj yapılmaktadır ( Tablo 7.2). Bu sonuçlar dikkate alındığında 2. projenin diğerine göre uygulanmasının daha uygun olacağı görülmektedir.

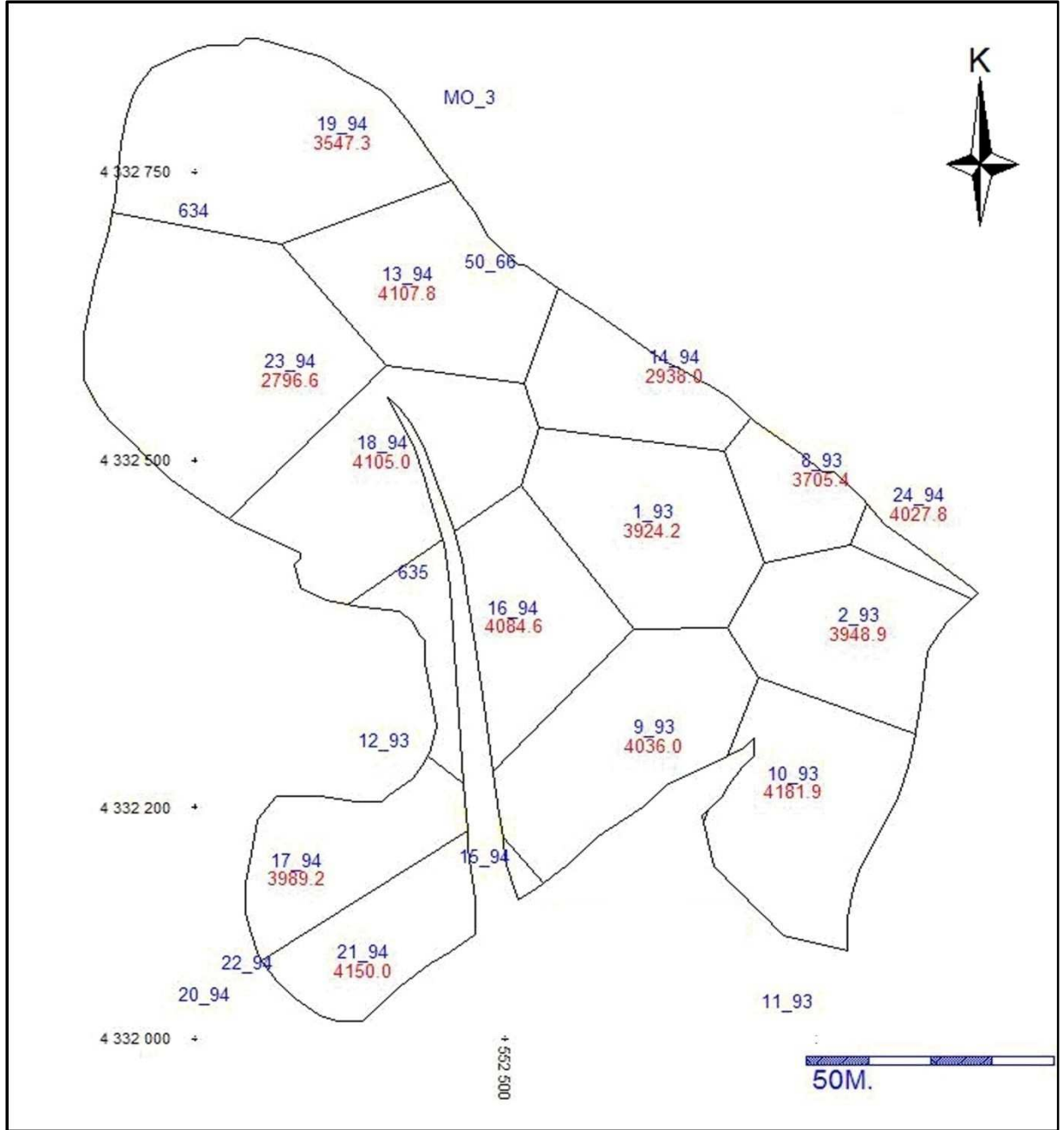
**Tablo 7.2:** Yayılım sınırının güney kısmındaki belirli bir alanın işletme dışı bırakılmasından sonra tasarlanan 2. projedeki veriler ve 1. projeye ait verilerle karşılaştırılması.

	1. proje'ye ait veriler	2. proje'ye ait veriler
Dekapaj miktarı (m <sup>3</sup> )	47 500 000	42 011 000
Açılacak kömür miktarı(ton)	3 666 500	3 632 550
Örtü-kazı oranı	13	11.6

2. projeye göre açılacak olan kömürün kalitesine dair bilgileri elde etmek için, poligon yöntemi kullanılarak sahayı temsil eden ortalama bir değer bulunmuştur (Tablo 7.2-Tablo 7.4). Bunun için sahada kömür kesen ve aynı zamanda kalite değeri belirlenmiş sondajlar kullanılmıştır (Şekil 7.10). 11/93, 50/66, 635, 634 nolu sondajların kalitesi ile ilgili bir veri bulunmadığından bunlar değerlendirmeye alınmamıştır. Rezervi hesaplarken kömürün yataklanmasından (havza kenarlarında çok ince seviyeler) kaynaklanan durumlardan ötürü bazı belirsizliklerin olabileceği Bölüm 6.3’de bahsedilmiştir (Şekil 7.10). Aslında benzer bir durum kalite anlamında da söz konusu olabilmektedir. Çünkü kömür havza kenarlarında kalite olarak istenilen seviyelerde olmamaktadır. Her ne kadar bazı belirsizlikler olmasına rağmen poligon yöntemi ile kabul edilebilir neticeler almak mümkündür. Yapılan hesaplamalar sonucunda inceleme alanında üretilecek kömürün ortalama kalori değeri 3 769 kkal/kg, ortalama nem değeri %20.88 ve ortalama kül değeri %16.37 olarak bulunmuştur (Tablo 7.2-Tablo 7.4).

**Tablo 7.3:** Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama kalori değerleri ve inceleme alanı için ortalama kalori değeri.

Sondaj Adı	Etki Alanı	Etki Değeri	Ort. Kalori
1/93	23 582	310	3924
10/93	24 577	344	4181
13/94	22 831	314	4107
14/94	13 776	136	2938
16/94	6 019	82	4084
16/94	18 562	254	4084
17/94	16 163	216	3989
18/94	28 380	390	4104
19/94	33 413	397	3547
2/93	19 432	257	3948
21/94	13 990	195	4150
21/94	702	10	4150
23/94	40 718	382	2796
24/94	2 281	31	4027
8/93	8 236	102	3705
9/93	25 774	349	4036
9/93	15	0	4036
Ortalama kalori			3 769



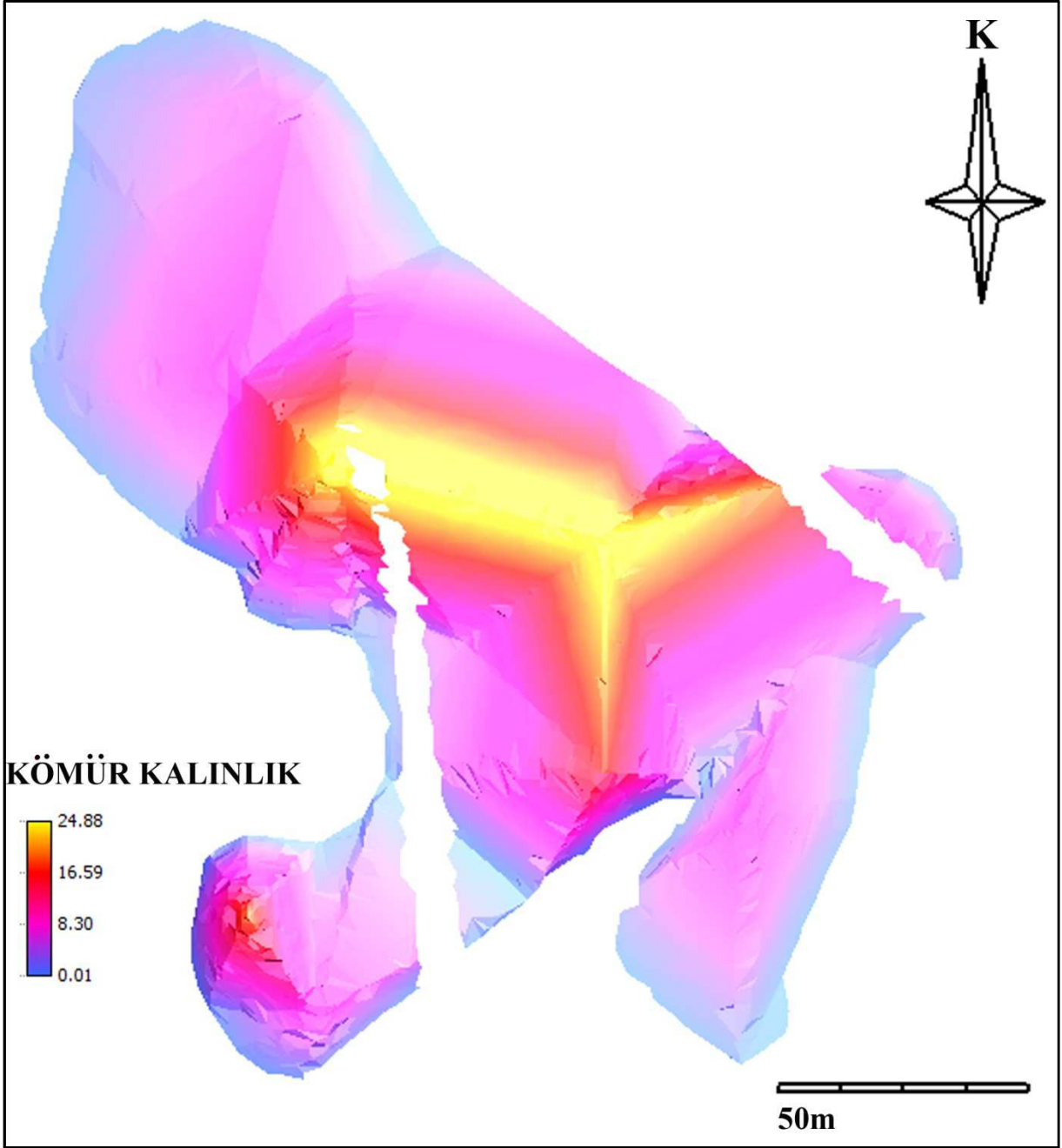
Şekil 7.10: Kömür kesen sondajlardan kalite verisi mevcut olanların oluşturduğu poligonlar.

**Tablo 7.4:** Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama nem değerleri ve inceleme alanı için ortalama nem değeri.

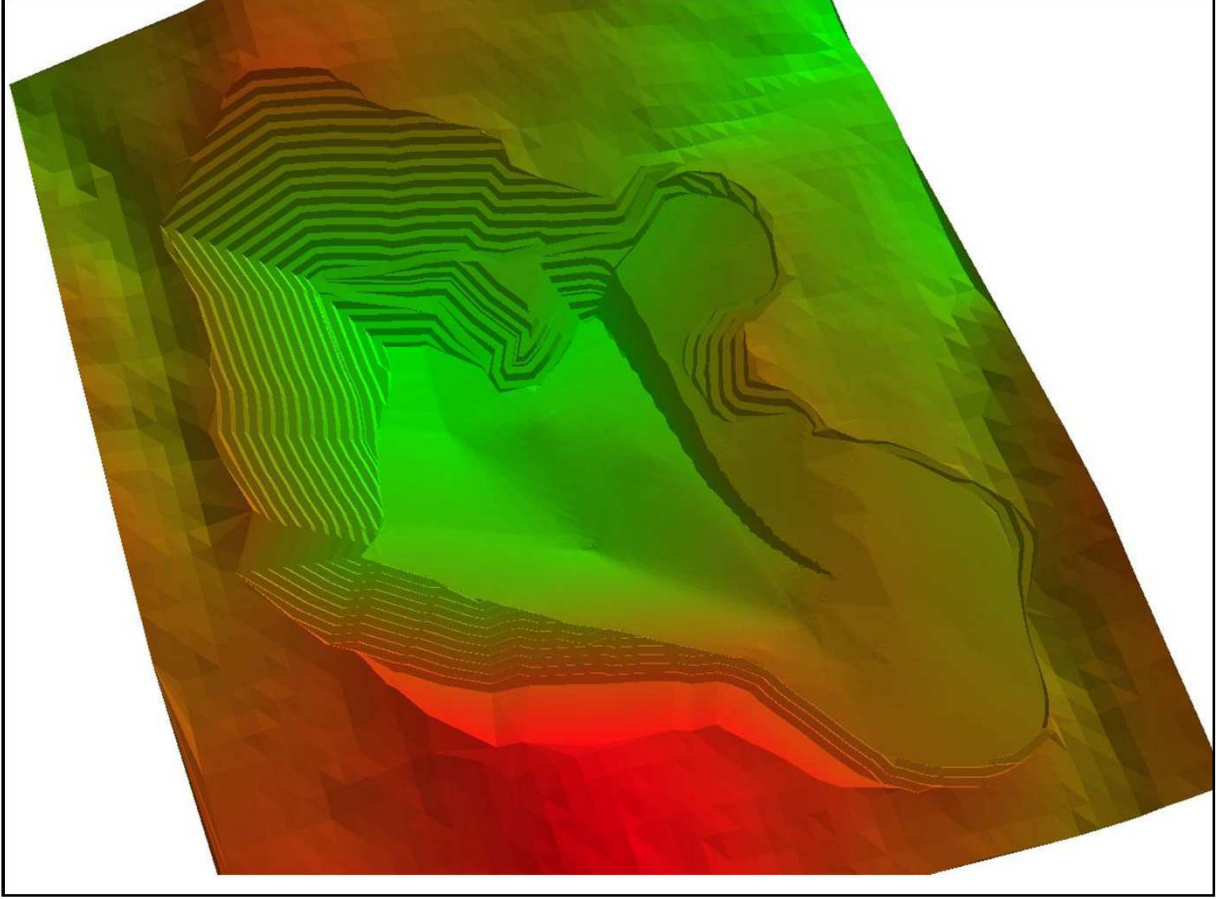
Sondaj Adı	Etki Alanı	Etki Değeri	Ortalama Nem
1/93	23 582	1.21	15.35
10/93	24 577	0.96	11.69
13/94	22 831	1.46	19.11
14/94	13 776	1.45	31.38
16/94	6 019	0.34	16.99
16/94	18 562	1.06	16.99
17/94	16 163	1.03	19.05
18/94	28 380	1.86	19.58
19/94	33 413	2.66	23.78
2/93	19 432	1.17	17.99
21/94	13 990	0.80	17.11
21/94	702	0.04	17.11
23/94	40 718	4.74	34.77
24/94	2 281	0.12	15.64
8/93	8 236	0.57	20.83
9/93	25 774	1.39	16.09
9/93	15	0.00	16.09
Ortalama nem			20.88

**Tablo 7.5:** Poligon etki alanları, her bir sondajın ortama kül değerleri ve inceleme alanı için ortalama kül değeri.

Sondaj Adı	Etki Alanı	Etki Değeri	Ortalama Kül
1/93	23 582	1.41	17.82
10/93	24 577	1.82	22.11
13/94	22 831	1.42	18.60
14/94	13 776	0.65	14.00
16/94	6 019	0.37	18.50
16/94	18 562	1.15	18.50
17/94	16 163	0.76	14.09
18/94	28 380	1.37	14.40
19/94	33 413	1.87	16.67
2/93	19 432	1.00	15.40
21/94	13 990	0.76	16.19
21/94	702	0.04	16.19
23/94	40 718	1.99	14.58
24/94	2 281	0.10	13.28
8/93	8 236	0.40	14.42
9/93	25 774	1.26	14.61
9/93	15	0.00	14.61
Ortalama kül			16.37



Şekil 7.11: Hazırlanan açık ocağın kömür kalınlık değişimlerini gösterir plan.

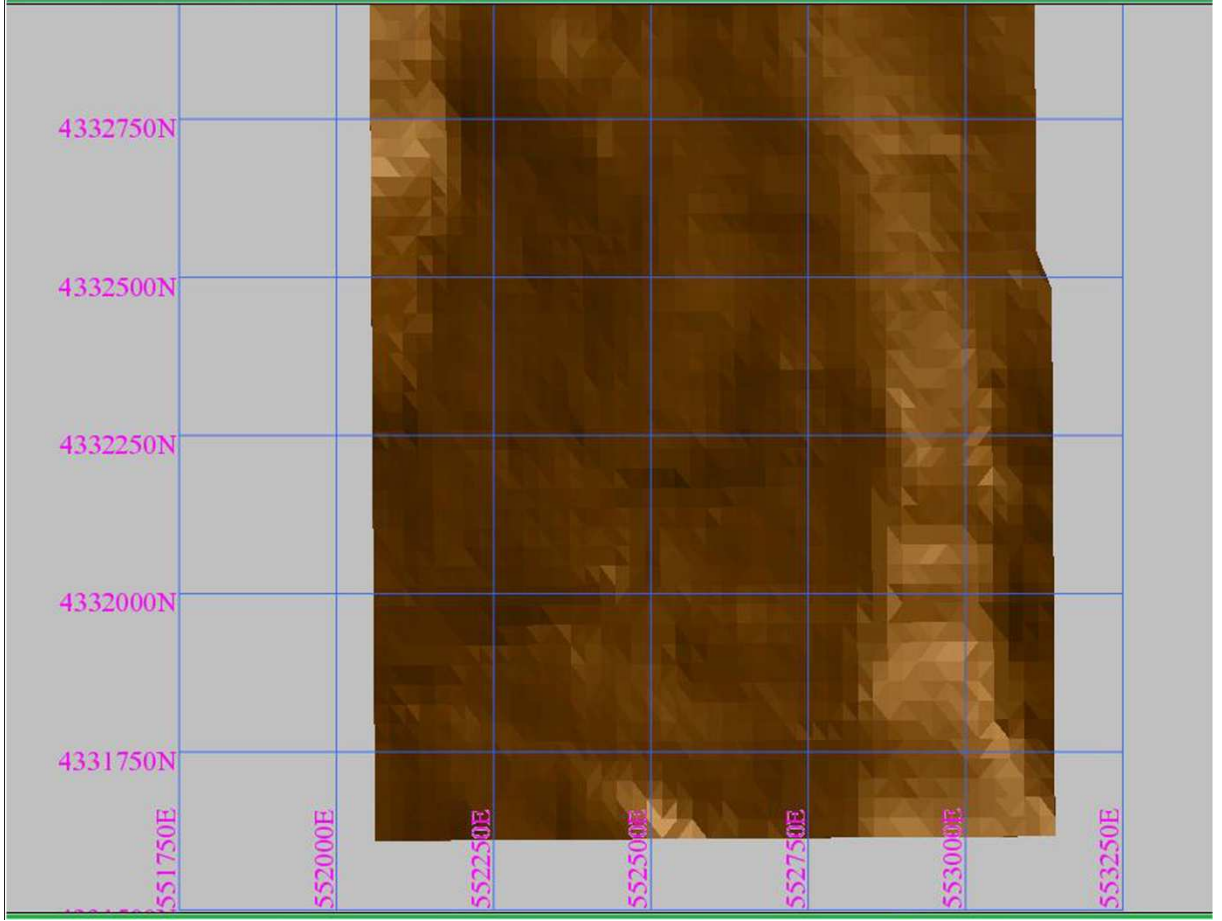


**Şekil 7.12:** Hazırlanan açık ocağın 3 boyutlu görüntüsü.

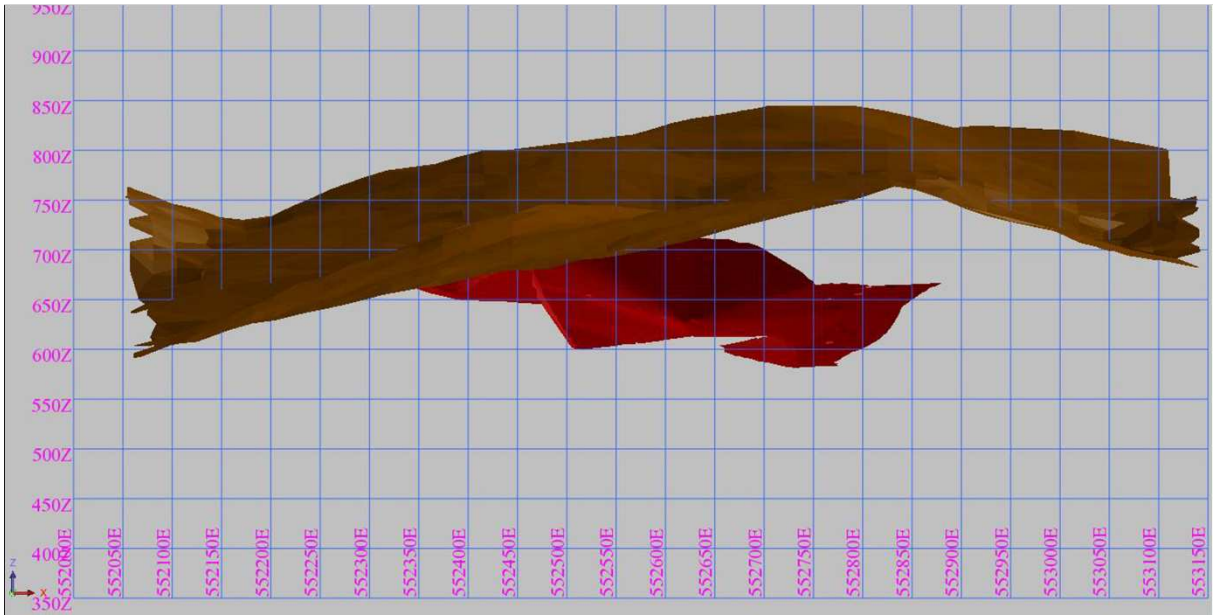
Hazırlanan bu veriler Surpac adı verilen bilgisayar programı kullanılarak, çoğunlukla Netcad programı ile yapılan hesapların kontrolü yapılmıştır.

Öncelikle topografya verisinin tamamını 2 boyutlu (x ve y) (Şekil 7.13), yükseklik (z) verilerinin ise en büyük ve en küçük değerini düşey olarak (Şekil 7.14) kapsayacak şekilde blok model hazırlanmıştır. Hazırlanacak olan blok'un, projelendirilen açık işletmeyi, açılacak kömürü ve kısmen topografya verilerini de içerecek büyüklükte olması gerekmektedir.





Şekil 7.13: Hazırlanan blok modelin yatay karelağı.



Şekil 7.14: Hazırlanan blok modelin düşey karelağı.

Blok sınırları belirlenirken aynı zamanda da blok kendi içinde daha küçük boyutlara ayrılır. Blok büyüklüğü rezervin teknik boyutunu ifade eder. Blokların boyularında kullanıcının tercihleri söz konusudur. Blok büyüklüğü, kazılabilir en küçük boyuttan pano boyutuna kadar çıkabilir. Kazılabilir en küçük boyut, açık ocakta genellikle bir kazı makinesi (ekskavatör ya da dragline)'nin kepçe büyüklüğüne yani kullanılan maden ekipmanlarına (Tercan vd., 2005) ve bilgisayarın kapasitesi gibi daha bir çok kriter gözetilerek yapılır. Bu çalışmadaki model için 6.75x6.75x1.25 m'lik bloklar belirlendi. Burada belirlenen 6.75 m boyutu, yatay olarak bir blok'un alabileceği en küçük boyut olurken, 1.25 m ise en küçük bloğun alabileceği minimum yüksekliktir. Seçilen bu değerlere göre 1.25 m'den daha küçük kalınlıklı kömürler, bu model oluşturulurken ihmal edileceği anlamına gelmektedir. Blok boyutlarının bu seçilen değerlerden daha küçük olması hesapların daha doğru neticeler vermesini sağlayabilir ancak hesaplama işlemlerinin uzun zaman almasına sebebiyet verir.

Blok model ile hesapların yapılabilmesi için; topografya, yaratılan açık işletme projesi, kömür tavanı, kömür tabanı, mevcut sondajlardan elde edilen bazı formasyonların sayısal arazi modelleri kullanılmıştır (Tablo 7.6). Blok model ile 2 483 984 m<sup>3</sup> (3 725 977 ton) kömür açılacak, yaklaşık 42 000 000 m<sup>3</sup> dekapaj yapılacaktır.

**Tablo 7.6:** Surpac programı kullanılarak hazırlanan blok model ve açık ocak tasarımındaki sonuçlar.

	Formasyon	<i>(yoğunluk=1.5gr/cm<sup>3</sup> olarak alınmıştır)</i>	
Açılacak kömür miktarı	Kömür (KM2)	2 483 984 m <sup>3</sup> (3 725 977 ton)	
Yapılacak dekapaj miktarı	Marn-kireçtaşı (M2+M3)	26 673 145	
	Kumtaşı-kiltaşı (P1)	12 879 150	
	Marn-tüf(P2)	2 489 111	
Örtü-kazı oranı	11.3	Toplam dekapaj	42 041 406 m <sup>3</sup>

İki farklı hesaplama yöntemi kullanılarak bulunan sonuçların aralarında ihmal edilebilir bir fark bulunmaktadır (Tablo 7.7).

**Tablo 7.7:** Sayısal arazi modeli (Tablo 7.2) ve blok model (Tablo 7.6) ile bulunan sonuçların karşılaştırılması.

Yöntem	Dekapaj (m <sup>3</sup> )	Kömür (ton)
Sayısal arazi modeli	42 011 000	3 632 550
Blok model	42 041 406	3 725 977

## 8. SONUÇLAR

Soma havzasını, Neojen öncesi, Neojen ve Neojen sonrası olarak 3 farklı zaman diliminde çökelmiş birimler oluşturmaktadır.

Türkiye linyit üretiminde önemli bir yeri olan Soma linyit kömürü (KM2) Neojen havzasında Soma formasyonunun, taban kili (M1) ile marnları (M2) arasında yer almaktadır.

Soma yaklaşık 15 milyon ton linyit kömürü üretimi ile Türkiye’de en fazla üretimin gerçekleştirildiği yerdir.

Kuzey Kısrakdere bölgesindeki kömürün rezerv hesaplamaları üçgen ve poligon yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Üçgen yöntemi ile poligon yöntemleri arasındaki sonuçlar ihmal edilemeyecek büyüklüktedir (Üçgen yönteminde yaklaşık 3666 000 ton, poligon yönteminde ise yaklaşık 4 840 000 tondur).

Açık ocak, yaklaşık 30° genel şev açısı alınarak projelendirilmiş ve 11.6 örtü-kazı oranı elde edilmiştir.

Açık işletme sonunda açılması düşünülen kömür ortalama 3768 kkal/kg, %20.88 nem ve %16.37 kül değerlerine sahip kaliteli olarak nitelendirilebilecek bir linyittir.

Açık işletmeye dair hesaplar blok model ve sayısal arazi modeli (SAM) kullanılarak kontrol edilmiş ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

## 9. KAYNAKLAR

Akyürek, B. ve Soysal Y.,(1981). Biga Yarımadası Güneyinin (Savaştepe- Kırkağaç- Bergama/Ayvalık) Temel Jeoloji Özellikleri. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 95/96, 1-13.

An, B. ve Erkaya. H, (2005). Açık İşletmelerde Jeodezik Çalışmalar, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ, İstanbul:447-455

Ayhan, A., (1986). *Maden Jeolojisi Arama ve Etüd Teknikleri*. Konya: 233-259.

Bozoğlan, M., (2010). “Ülkemizdeki Kömür Madenciliğinde İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının Gelişimi”. Korza Yayıncılık. Ankara: 2-5.

Brinkmann, R., Feist, R, Marr, W.U.,Nickel, E, Schlimmve ve W.,Walter,H.R., (1970). Soma Dağlarının Jeolojisi. *Maden Tekkik Arama Dergisi*, 74, Ankara, 41-57.

Dirik, K., Özsayın, E. ve Kahraman B., (2009). ELİ Işıklar-Güney Kısırakdere Sahasının Yapısal Özellikleri (yayınlanmamış). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1-22.

ELİ, (1960). Sondajlı arama programı (arşiv-yayınlanmamış). Soma.

ELİ, (2010), Faaliyet Raporu (yayınlanmamış). Soma: 1-113.

Gökçe, A., (2005). *Maden Arama ve Değerlendirme Yöntemleri*. Sivas: 151.

Gürsoy, M.E., (1990). MTA Genel Müdürlüğü, Soma Eynez Çalışma Raporu. MTA, Ankara, 1-23.

İnci, U., (1998). Miocene Synvolcanic Alluvial Sedimentation in Lignite-bearing Soma Basin,Western Turkey. *J. of Earth sciencesi*, 63-78.

İnci, U., (2002). Depositional evolution of Miocene Coal Successions in the Soma Coalfield, Western Turkey. *Int. Jour. Coal Geology*, 51, 1-29.

İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E. ve Arpalıyığıt İ., (2003). Soma ve Kırkağaç Grabenlerinin Kuvaterner Jeolojisi, Batı Anadolu, *İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Kuvaterner Çalıştayı IV*, 84-100.

Kavuşan, G., (2007). Jem 408 Kömür Jeolojisi-Rezerv [online]. (5 Eylül 2011), [www.80.251.40.59/eng.ankara.edu.tr/kavusan/coal/coalindex.html](http://www.80.251.40.59/eng.ankara.edu.tr/kavusan/coal/coalindex.html).

Kırmanla, C. ve Nasuf, E., (1998). Denizli-Tavas-Ulukent Manganez Açık İşletmesinin Jeostatistik Yöntemle Rezerv-Tenör İlişkisinin Belirlenmesi. *Madencilik*, 37/3, 1-12.

Kleinsorge, H., (1939). Manisa Vilâyetinin Soma Civarındaki Linyitli Tersiyerin Jeolojik Tetkikine Mütedair İhzarı Rapor. M.T.A. Rapor No. 937 (yayınlanmamış), Ankara.

Kleinsorge, H., (1940), Manisa Vilâyetinde Soma Civarında Bulunan Linyiti Muhtevi Tersiyerin Jeolojik Etütlerine Müteallik Rapor. M.T.A. Rapor No. 1080 (yayınlanmamış), Ankara.

Kleinsorge, H., (1941). Manisa Vilâyeti, Soma Linyit Zuhuru ve Civarının Jeolojisi. MTA, Seri no. A. 5, 57, Ankara.

Kural, O., (1991). *Kömür*. Kurtiş Matbaası, İstanbul: 153-187.

Nebert, K. (1978). Linyit İçeren Soma Neojen Bölgesi Batı Anadolu. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 90, 20-70.

Sarı, İ., (2008). Armutlu (Suluova-Amasya) Linyitlerinin Bazı Özellikleri ve Ekonomik Önemi, Yüksek Lisans Tezi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-97.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2011). Kömür [ online ]. (5 Eylül 2011), [www.enerji.gov.tr/enerji/kömür](http://www.enerji.gov.tr/enerji/kömür).

Tercan, A.E., Akcan, E., (2005). Linyit Kalitesi-Rezerv Eğrilerindeki Belirsizliğin Jeostatistiksel Benzetimle Değerlendirilmesi. *Madencilik*, 44 (2), 1-16.

Uyar, H., (2005). Jeostatistiksel Variogram Analizleri ve Kriging Teknikleri Bilgisayar Yazılımı, Yüksek Lisans Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-93.

Ünalın, G., (2010). *Kömür Jeolojisi*. MTA Genel Müdürlüğü, Eğitim Serisi-41, Ankara: 2-5.

Yüksek, S., (1996), Divriği Demir Yatağının 3 Boyutlu Jeolojik Blok Modelinin Çıkarılması ve Rezerv Hesabı. Doktora Tezi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas, 1-132.