

**SONDAJ VERİLERİNE GÖRE  
KOYUNAĞILI KÖMÜR HAVZASI  
E SEKTÖRÜNÜN AÇIK OCAK PLANLAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Aygün TÜRE

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SONDAJ VERİLERİNE GÖRE KOYUNAĞILI KÖMÜR**  
**HAVZASI E SEKTÖRÜNÜN AÇIK OCAK PLANLAMASI**

**Aygün TÜRE**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Ocak, 2014**

## TEZ ONAY SAYFASI

**Aygün TÜRE** tarafından hazırlanan “**Sondaj Verilerine Göre Koyunağlı Kömür Havzası E Sektörünün Açık Ocak Planlaması**” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 22 / 01 / 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** :Yrd. Doç.Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK

**Başkan** :Doç. Dr. Ahmet YILDIZ İmza  
AKÜ Mühendislik Fakültesi,

**Üye** :Yrd. Doç.Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK İmza  
AKÜ Afyon Meslek Yüksek Okulu,

**Üye** :Yrd. Doç. Dr. Metin ERSOY İmza  
AKÜ Afyon Meslek Yüksek Okulu

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../..... tarih ve  
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

22/01/2014

İmza

Aygün TÜRE



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### **Sondaj Verilerine Göre Koyunağlı Kömür Havzası E Sektörünün Açık Ocak Planlaması**

Aygün TÜRE

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK

Bu çalışma; ülkemizin kömür üretim bölgelerinden birisi olan Koyunağlı (Mihalıççık-Eskişehir) havzasında, özel sektör tarafından kurulmakta olan 2x145 MW kapasiteli Yunus Emre Termik Santrali'nin ihtiyaç duyduğu kömürün üretimi için E Sektörü açık ocak işletme şartlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

E Sektöründe yapılan 24 adet sondaj verilerine göre kömür tabakalarına giriş derinliği 40 metre, çıkış derinliği ise 43 metre olarak belirlenmiştir. E Sektöründe ortalama kömür tabakalarının kalınlığı 1,80 metre olarak tespit edilmiştir. Sondajlardan elde edilen numunelerin analiz sonuçlarına göre, orijinal kömürde ortalama ısı değeri 2 170 kcal/kg olarak belirlenmiştir. E Sektörü bölgesinde yapılan sondaj ve diğer ön etütler sonucunda elde edilen bilgiler değerlendirilip, yeni bir açık ocak planlaması yapılmıştır. Maden yatağının işletilmesi aşamasına geçilmeden önce; coğrafya, hukuki durum, jeoloji, rezerv, madencilik şartları, kazı-yükleme makine ekipmanı, maliyet gibi etkenler incelenmiştir. Sondajlar yardımıyla elde edilen verilerden rezerv hesapları yapılmıştır. Bu amaç için yapılan jeolojik etütler ve sondaj çalışmaları sonucu dikkate alınarak, E Sektörü açık ocak işletme projesi hazırlanmıştır.

Sonuç olarak; yeni sahaların üretime geçmesiyle bölgede kurulmakta olan Yunus Emre Termik Santrali'ne kömür verilecek, ülke ekonomisine katkı da bulunulacaktır. Ayrıca sahaların işletmeye alınmasıyla bölgede istihdam yaratılacaktır.

**2014, xiii + 155 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kömür, Açık Ocak, Sondaj, Koyunağlı

**ABSTRACT**  
M.Sc Thesis

**Koyunağılı Coal Basin E Sector Open Pit Planning According to Data From Drilling**

Aygün TÜRE

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

**Supervisor:** Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK

This study is prepared to determine the terms of open pit mine at Koyunağılı (Mihaliççık-Eskişehir) coal basin E sector for meet the coal need of Yunus Emre Thermal Power Plant, which is being established by private sector, with a capacity of 2x145 MW.

According to 24 pcs drilling, made in E sector, the coal layer input depth is designated 40 meters and output depth 43 meters. The average thickness of the coal layer in the sector was determined to be 1.80 meters. According to results of the analysis of samples obtained from the drillings, the average calorific value of coal was determined 2170 kcal / kg. Result of information obtained from the drilling and other pre-studies was assessed and a new open pit planning has been performed. Before start to operate mine, some factors such as geography, legal status, geology, reserve, mining conditions, excavation-loading machines and cost were studied. Reserve calculation was conducted with the aid of the data obtained from drilling results. E sector open-pit mine project was prepared, taking into consideration results of geological surveys and drilling.

As a result, necessary coal for Yunus Emre Thermal Power Plant will be provided with the start of production of these coal mines and will contribute to the country's economy. By this way, project will provide employment opportunities to the areas in the region.

**2014, xiii + 155 pages**

**Key words:** Coal, Open-Pit Mine, Drilling, Koyunağılı

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarında dolay tez danışmanım Sayın Yrd. Do.Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK'e, araştırma ve yazım sresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Eyüp SABAH'a, kız kardeşim Sayın Öğr. El. Aysun TÜRE YILMAZ'a ve Jeoloji Mühendisi olan arkadaşım Sayın Dilek CÖMERT'e, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolay anneme ve babama teşekkür ederim.

Aygün TÜRE

AFYONKARAHİSAR, 2014

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanı.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı .....	3
1.3. Çalışmanın Önemi .....	3
1.4. Önceki Çalışmalar .....	3
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	6
2.1. Enerji Kaynakları.....	6
2.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
2.1.1.1. Rüzgar Enerjisi.....	7
2.1.1.2. Güneş Enerjisi.....	8
2.1.1.3. Jeotermal Enerji .....	10
2.1.1.4. Hidrolik Enerji .....	12
2.1.1.5. Biyokütle .....	13
2.1.1.6. Hidrojen Enerjisi .....	15
2.1.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları .....	16
2.1.2.1. Petrol ve Doğalgaz .....	16
2.1.2.2. Kömür .....	18
2.1.3. Nükleer Enerji.....	21
2.2. Türkiye'de Kömürün Enerji Üretimindeki Yeri ve Önemi .....	22
2.3. Kömür .....	28
2.3.1. Kömürleşme Olayı .....	29
2.3.2. Kömür Türleri ve Sınıflamaları .....	30
2.3.2.1. Taşkömürü .....	33

2.3.2.2. Linyit .....	33
2.3.2.3. Bitümlü Şist .....	34
2.3.2.4. Asfaltit .....	34
2.3.3. Kömürlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	34
2.4. Maden (Kömür) İşletme Metotları .....	35
2.4.1. Açık Ocak Maden İşletmeleri.....	36
2.4.2. Yer altı (Kapalı) Maden İşletmeleri .....	39
2.5. Rezerv Hesaplama Yöntemleri.....	40
2.5.1. Jeostatistik Yöntemler .....	42
2.5.2. Klasik Yöntemler .....	43
2.5.2.1. Üçgen Yöntemi .....	43
2.5.2.2. Poligon Yöntemi .....	44
2.5.2.3. Kesit Yöntemi .....	45
2.5.2.4. İzopak Yöntemi.....	47
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	49
3.1. Materyal .....	49
3.1.1. Çalışma Alanının Konumu .....	49
3.1.1.1. Yol Durumu .....	49
3.1.1.2. Elektrik Durumu.....	49
3.1.1.3. Su Durumu.....	49
3.1.1.4. İklim Durumu.....	49
3.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi .....	50
3.1.2.1. Stratigrafi .....	50
3.1.2.2. Yapısal Jeoloji.....	56
3.1.3. Koyunağılı Havzası Linyit Jeolojisi.....	56
3.1.4. Kullanılan Cihazlar .....	60
3.2. Yöntem .....	62
3.2.1. Bölgesel Sondaj Çalışmaları ve Verileri .....	62
3.2.2. Sondajlarda Karşılaşılan Sorunlar.....	65
3.2.3. Kömür Örnekleri.....	65
4. BULGULAR.....	67
4.1. Sondaj Verileri ve Değerlendirilmesi .....	67
4.2. Kömür Analizleri.....	76
4.2.1. Kömürlerin Kalori Değeri .....	76
4.2.2. Kömürlerin Kül Değeri .....	78

4.2.3. Kömürlerin Nem Değeri.....	79
4.2.4. Kömürlerin Uçucu Madde Değeri .....	81
4.3. Kömürlerin Özellikleri.....	82
4.3.1. Kömürlerin Nem-Kalori İlişkisi.....	83
4.3.2. Kömürlerin Kül-Kalori İlişkisi .....	84
4.3.3. Kömürlerin Kükürt-Kalori İlişkisi .....	86
4.3.4. Kömürlerin Uçucu Madde-Kalori İlişkisi .....	88
4.4. Rezerv Hesaplamaları.....	89
4.4.1. Poligon Yöntemi ile Rezerv Hesabı.....	90
4.5. Açık İşletmenin Planlaması .....	100
4.5.1. Örtü Kazı Oranı.....	104
4.5.2. Basamak Geometrisi .....	104
4.5.3. E Sektörü Açık Ocak Projesi .....	106
4.5.4. Delme-Patlatma ve Delik Geometrisi .....	108
4.5.4.1. Delme-Patlatma Tasarımı .....	108
4.5.4.2. Delik Düzeni .....	114
4.5.4.3. Patlayıcı Madde Hesabı.....	116
4.5.5. Döküm (Pasa) Sahası .....	117
4.5.6. İş Makinelerinin Seçimi ve Hesapları .....	119
4.5.6.1. Üretim Planlaması.....	119
4.5.6.2. Yükleyici Seçimi.....	120
4.5.6.3. Kamyon Seçimi.....	121
4.5.6.4. Delik Delme Makine Seçimi.....	122
4.5.7. Ocak İçi ve Ocak Dışı (Döküm Sahası) Yolları.....	123
5. SONUÇLAR.....	125
6. KAYNAKLAR .....	128
7. EKLER.....	136
8. ÖZGEÇMİŞ .....	156

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

---

bin tep	Bin ton eş değeri petrol
CO <sub>2</sub>	Karbondiyoksit
cm	Santimetre
GWh	Gigawattsaat
kcal/kg	Kilokalori
kep	Kilogram petrol eşdeğeri enerji
kg	Kilogram
km	Kilometre
kWh	Kilowattsaat
MW	Megawatt
lt	Litre
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
mm	Milimetre
mtep	Milyon ton eş değeri petrol
sn	Saniye
TL	Türk Lirası
TWh	Terrawattsaat
v/g	Varil/Gün
\$	Amerikan Doları

### Kısaltmalar

---

ANFO	Amonyum Nitrat Fuel Oil
ASTM	Amerikan Standardı Kömür Sınıflaması
D-B	Doğu-Batı
DEK-TMK	Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
ELİ	Ege Linyitleri İşletmesi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GELİ	Güney Ege Linyitleri İşletmesi
GLİ	Garp Linyitleri İşletmesi
GMM	Gevşetilen Malzeme Miktarı
K-G	Kuzey-Güney
K-G fayı	Kuzey-Güney Fayı
MARKA	Doğu Marmara Kalkınma Ajansı
MTA	Maden Tetkik ve Arama
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı
SLİ	Seyitömer Linyitleri İşletmesi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TÇV	Türkiye Çevre Vakfı
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TMMOB	Türkiye Makine Mühendisleri Odası
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu

---



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Yer bulduru haritası .....	2
Şekil 2.1 Türkiye kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları.....	23
Şekil 2.2 Ülkemiz birincil enerji arzının kaynaklara dağılımı .....	24
Şekil 2.3 Ülkemiz birincil enerji üretiminin kaynaklara dağılımı.....	24
Şekil 2.4 Üçgen yönteminin kullanımının tek bir üçgen üzerindeki şematik olarak gösterimi .....	44
Şekil 2.5 Poligon kullanılarak bir sondaj noktasının etki alanını gösteren şematik yapı .....	45
Şekil 2.6 Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan poligonlar ve poligonların temsil ettiği kalınlık değerleri.....	46
Şekil 2.7 Bir kömür damarının eğim yönü boyunca alınmış enine kesiti.....	47
Şekil 2.8 Kömür taban eşyükselti haritası.....	47
Şekil 2.9 Belirli bir alan için yaratılan kömür eş kalınlık eğrileri.....	48
Şekil 3.1Eskişehir-Mihalıççık-Koyunağlı linyit sahası jeolojik haritası .....	50
Şekil 3.2Yaşlıdan gence doğru stratigrafik dizilim .....	55
Şekil 3.3 Kömür tabakası genel kesiti .....	57
Şekil 3.4 Tüm sahaları ve sondajları gösterir vaziyet planı .....	64
Şekil 4.1 E Sektörü açık ocak 1'nci ve 2'ncikömür tabakaları yanal korelasyonu .....	68
Şekil 4.2E Sektörü açık kömür tabakası taban kontur haritası.....	69
Şekil 4.3 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabakası kömür tavan kontur haritası .....	72
Şekil 4.4 E Sektörü 1'nci (A)kömür tabakası kömür taban kontur haritası.....	72
Şekil 4.5 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabakası tavan kontur haritası .....	73
Şekil 4.6 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabakası taban kontur haritası.....	74
Şekil 4.7 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabaka kalınlık dağılımının kontur haritası.....	75
Şekil 4.8 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabaka kalınlık dağılımının kontur haritası .....	75
Şekil 4.9 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabakası kalori dağılımının kontur haritası .....	77
Şekil 4.10 E Sektörü 2'nci (B)kömür tabakası kalori dağılımının kontur haritası .....	77
Şekil 4.11 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabakası kül dağılımının kontur haritası .....	78
Şekil 4.12 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabakası kül dağılımının kontur haritası .....	79

Şekil 4.13 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabakası nem kontur haritası .....	80
Şekil 4.14 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabakası nem kontur haritası .....	80
Şekil 4.15 E Sektörü 1'nci (A) kömür tabakası uçucu madde kontur haritası .....	81
Şekil 4.16 E Sektörü 2'nci (B) kömür tabakası uçucu madde kontur haritası .....	82
Şekil 4.17 Havada kuru bazdakinem (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	83
Şekil 4.18 Orijinal bazdanem (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	84
Şekil 4.19 Havada kuru bazdaki kül (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	85
Şekil 4.20 Orijinal bazdakül (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	85
Şekil 4.21 Havada kuru bazdakikükürt (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	86
Şekil 4.22 Orijinal bazdakükürt (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	86
Şekil 4.23 Havada kuru bazdakiuçucu madde oranı (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	88
Şekil 4.24 Orijinal bazdauçucu madde oranı (%) - kalori (kcal/kg) değerlerinin ikili değişim diyagramları .....	89
Şekil 4.25 Sondaj yerleşim planı .....	91
Şekil 4.26 Sondajlar arası etki alanının gösterimi .....	92
Şekil 4.27 Etki alanlarında orta dikmeler çizimi .....	93
Şekil 4.28 Belirlenen poligon alanlarının gösterimi .....	94
Şekil 4.29 Poligon alanlarının rezerv hesabının gösterimi .....	99
Şekil 4.30 E Sektörü açık ocağın güneybatıdan 3D görünümü .....	102
Şekil 4.31 Topoğrafya ve ocak taban konturları .....	102
Şekil 4.32 E Sektörü açık ocağa güneybatıdan 3D bakış .....	103
Şekil 4.33 E Sektörü açık ocağının sondalarla birlikte 3D görünümü .....	103
Şekil 4.34 Ocak eşyüksekti haritası .....	105
Şekil 4.35 Ocak kesit görünümü .....	105
Şekil 4.36 E Sektörü açık işletme alanı .....	107

<b>Şekil 4.37</b> Patlatma tasarımı.....	109
<b>Şekil 4.38</b> Deliklerin deliniş dizaynı .....	114
<b>Şekil 4.39</b> Eşyükseklik (izohips)haritasında ocak plan görünümü .....	118
<b>Şekil 4.40</b> Açık ocak-Döküm yolu-Döküm alanı .....	118
<b>Şekil 4.41</b> Döküm yolu-Döküm alanı .....	119
<b>Şekil 4.42</b> Açık ocak alanı .....	124
<b>Şekil 4.43</b> Açık ocak basamak gösterimi .....	124

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Türkiye’de kömüre dayalı termik santraller .....	26
Çizelge 2.2 TKİ Kurumu kömür üretimleri .....	27
Çizelge 2.3 TKİ Kurumu kömür satışları.....	28
Çizelge 2.4 Uçucu madde ve kalori değerini esas alan kömür sınıflaması.....	32
Çizelge 3.1 Sondaj makinelerinin teknik özellikleri .....	61
Çizelge 3.2 Kömür analizleri .....	66
Çizelge 4.1 E Sektörü projesi içinde kalan sondaj veri tablosu .....	70
Çizelge 4.2 Sondaj verileri ve rezerv hesap tablosu .....	95
Çizelge 4.3 Tasarım bilgileri ve değerleri.....	111
Çizelge 4.4 Basamak patlatması tasarım sonuçları .....	115
Çizelge 4.5 Basamak patlatması birim delik patlayıcı madde sarfiyatı.....	115

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Resim 3.1</b> Çalışma alanı kuzeydoğu görünümü.....	58
<b>Resim 3.2</b> Çalışma alanı güneybatı görünümü 'Beyköy Mevkii' .....	58
<b>Resim 3.3</b> Çalışma alanı genel görünümü .....	59
<b>Resim 3.4</b> 'LONGYEAR' marka LF-90 D sondaj makinesi.....	60
<b>Resim 3.5</b> Karot sandıklarında muhafaza altına alınan karotlar .....	61
<b>Resim 3.6</b> 'PİMAKS' marka PO - 1 000 sondaj makinesi .....	63

## 1.GİRİŞ

Açık ocak madenciliği; yer altında bulunduğu saptanmış ya da mostra vermiş madenin ekonomik olarak, yer altına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılarak kazanılması işlemini anlatan, bilinen en eski madencilik yöntemidir.

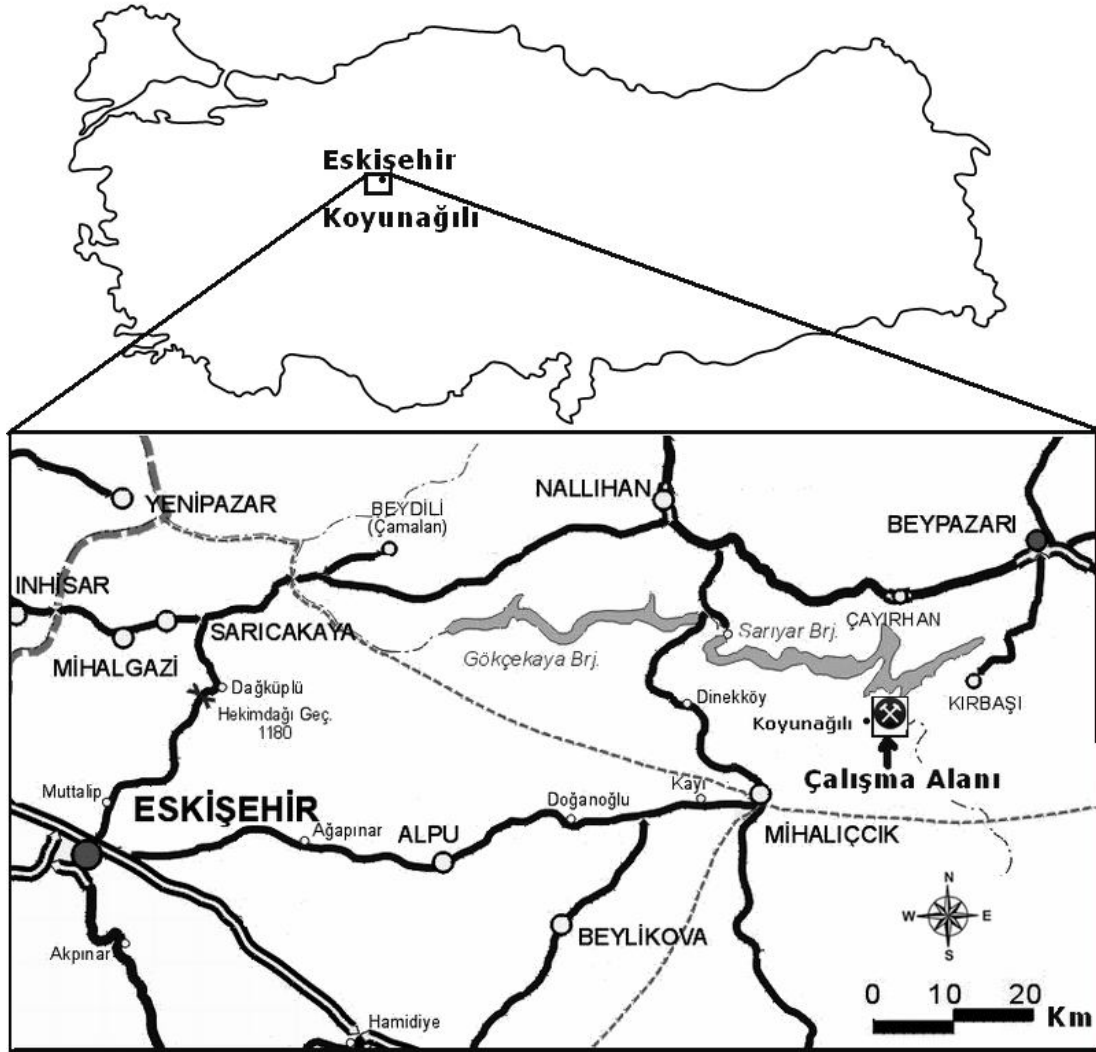
Mostra veren her işletilebilir yatakta açık ocak işletmeciliği uygulanmıştır. Ancak 20'nci yüzyıl öncesi dönemde, uygun ve verimli teknik donatımın yetersizliğinden dolayı yeraltı madenciliği çok daha yaygın bir konuma gelmiştir. 20'nci yüzyıl ile birlikte gelen kaçınılmaz teknolojik gelişmeler, açık ocak işletme yöntemin yeniden gündeme gelmesine yol açmıştır.

Mekanizasyondaki ilerlemeler ve başta fosil yakıtlar olmak üzere, madensel hammaddelerin kıtlığı, açık ocak madenciliğindeki maksimum derinlikleri (bunlar daha önceleri yeraltı yöntemlerinin sınırları içinde kalmaktaydı) artmıştır. Üretim kayıplarının çok düşük olması, son yıllarda açık ocakların olanaklı görülen her yerde tercih edilmelerinde, doğal olarak en önemli etken olmaktadır. Temelde, her türlü cevherin açık ocak yöntemi ile üretimi olanaklı görülmektedir.

Açık işletme yöntem seçimini etkileyen etmenler, üretimin ekonomisi ve yatağın kısmen ya da bütünüyle işletilebilmesidir. Yöntemin planlamasında; maden alanını etkileyen etmenlerin belirlenmesi, sondaj planı, yıllık üretimin belirlenmesi, zaman faktörünün ve maden makinelerinin gerçek randımanlarının belirlenmesi, arama sonuçlarının sunulduğu, optimum alan boyutlarının belirlenmesi, malzemelerin üst toprak, örtü ve işletilebilir cevher ayırımına göre yerinde hesabı, şev açısının belirlenmesi, madencilik işlemlerinin ve yıllık kazı miktarlarının belirlenmesi, ana makinelerin seçimi, stoklama, taşıma yönteminin belirlenmesi, drenaj, ocağın başlangıç yerinin saptanması, ocağın başlangıcında kazılacak malzemelerin belirlenmesi, ana taşıma basamaklarının saptanması, madencilik evrelerinin belirlenmesi, üretimi tamamlanan ocakların güvenliği, işletme alanının yeniden düzenlenmesi, yatırımın yıllık üretime oranının belirlenmesi ve bütçe planlamasıdır.

## 1.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı; Eskişehir il merkezinin yaklaşık 100 km kuzeydoğusunda, Mihaliççik ilçe merkezinin 17 km kuzeyinde, Koyunağılı köyünün ise 3 km güneybatısında, Ankara-Eskişehir il sınırına 5 km uzaklıkta yer almaktadır. Ulaşım yönünden Koyunağılı köyünden Mihaliççik ilçesine ve Ankara ili Beypazarı ilçesine yol bağlantısı bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Koyunağılı (Mihalıççık-Eskişehir) havzası, ülkemizin önemli kömür üretim alanlarından biri olup, bölgede özel sektör tarafından 2x145 MW kapasiteli bir termik santral kurulması planlanmaktadır. Santralin ihtiyaç duyduğu yıllık 2,5 milyon ton kömür, havzadaki kamu ve özel sektör ocaklarından, açık ve yer altı işletme yöntemleri uygulanarak karşılanacaktır.

Bu çalışmada, havzadaki sektörlerden birisi olan, E sektöründe yapılan sondaj ve diğer ön çalışmalarda elde edilen veriler ışığında, yeni bir açık ocak planlaması yapılması, sonuçların mevcut durumla karşılaştırılarak, optimum işletme şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **1.3 Çalışmanın Önemi**

Koyunağılı (Mihalıççık-Eskişehir) havzasında küçük ölçekli çok sayıda yer altı ve orta ölçekli açık ocak işletmeleri faaliyetlerini yürütmektedir. Mevcut termik santral projesi ile bölgenin kömür potansiyelinin daha ekonomik bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla çalışmalar yürütülmektedir. Bu amaçla yapılacak olan yeni bir açık ocak işletmesi de önümüzdeki yıllarda faaliyete geçecektir. Bu amaç için yapılan jeolojik etütler ve sondaj çalışmaları da dikkate alınarak yeni bir açık ocak sahası için işletme planı yapılacaktır. Böylelikle çalışmayan yeni sahaların üretime geçmesiyle hem bölgede kurulacak olan termik santrale kömür verilecek hem de ülke ekonomisine katkıda bulunulacaktır. Yeni sahaların işletmeye alınmasıyla bölgede çalışan insan sayısında da önemli miktarlarda artış sağlanacaktır. Bu durumda enerji üretimi açısından önemli olan termik santrali yatırımı ve santral için gerekli olan kömür üretimi açısından yeni projeler geliştirilmeye devam edilecektir.

## **1.4 Önceki Çalışmalar**

Eşmeliler (1993), Koyunağılı yeraltı işletmelerindeki kayaçların jeomekanik özellikleri ve davranışı tespiti için yerinde ölçümler ve laboratuvar çalışmaları yapmıştır. Kayacın jeomekanik özellikleri ve davranışı ile oluşturulan kaya sınıflamasından hareket ile



sınır elemanları bilgisayar programı kullanılarak -50 ve -60 kotlarında açılacak olan galeriler etrafında oluşacak gerilme ve deformasyonların analizi ve değerlendirilmesini yapmıştır.

Kadir (1995), çalışma sonuçlarına göre; çalışma sahasında ve yakın çevresinde Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler yüzeylemiştir. Litostratigrafik birim esasına göre yapılan çalışmada, temeli Paleozoyik yaşlı mavişist, glokofanlıyeşilşist ve kloritşistten oluşan Belen metamorfitle ve bu birimin üzerine bindirmeli olarak gelen Mesozoyik yaşlı serpantinit birimleri oluşturmuştur. Metamorfitle ve serpantinitler çalışma sahasının güneyinde ve doğusunda geniş bir yayılım göstermiştir. Temel birimler üzerinde uyumsuz olarak orta-üst Miyosen yaşlı, sırasıyla aşağıdaki formasyonlar yer alır. Bunlar; Çoraklar formasyonu (çakıltaşı, kumtaşı, çamur taşı, silttaşı ve tuf), Hırka formasyonu (tüfler), Karadoruk formasyonu (silisifiye dolomit ve dolomitler), Akpınar formasyonu (silisifiye tuf, kristal tuf ve karbonat arabantlı kil, kiltası aralanması), Bozcayır formasyonu (alacalı killeri) ve en üstte Acısu formasyonu (kiltası-kireçtaşı aralanması)'dur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Mihaliççık sepiyolitli killerin Na, K ve Sr değerlerinin yüksek olması, bu neoformasyon minerallerinin oluşumunda etken kaynağın volkanik tuf olduğunu göstermiştir. Mihaliççık sepiyolitinin teknolojik inceleme sonuçlarına göre; seramik sanayinde, sondaj çamuru katkı maddesi, absorbant, kedi toprağı, ağartma toprağı, deterjan sanayinde dolgu maddesi ve boya katkı maddesi olarak kullanılabilme alanlarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Varol (1999), çalışma sonuçlarına göre linyit tabakası, Orta Miyosen yaşlı tüflü sedimanter kayalar içeren Çoraklar formasyonunun en üstünde bulmuştur. Linyitlizon, 120-130 cm tavan linyiti, 50-55 cm'lik tüflü killi kireçtaşı ve 40 cm taban linyiti şeklindedir. Çoğunlukla yeraltı ocaklarında tavan linyiti işletilmiştir. Çalışma kapsamında ilk kez tavan linyiti içinde kalınlığı 1-2 cm olan analsimleşmiş tuf saptamıştır. İşletilen linyitten alınan örneklerde yapılan XRD ve SEM-EDX çalışmaları sonucunda, analsimin en önemli minerali oluşturduğunu belirtmiştir. Alınan 28 adet linyit örneğinde havada kuru baz da ortalama %14 nem, %23 kül, %31 uçucu madde, %2,9 toplam kükürt ve 4167 kcal/kg üst ısıl değeri bulmuştur. Seçilen 20 adet linyit örneğinde kuru-külsüz baz da ortalama %69,7 karbon, %4,9 hidrojen, %2,7 azot

değerleri saptamıştır. Petrografik incelemeler sonucunda hacimce yüzde oluşturabilen maserallerihüminit grubunda tekstinit, ülminit, atrinit, densinit, geiinit ve korpohüminit; liptinit grubunda sporinit, kütinit, resinit ve liptodetrinit; inertinit grubunda semifüsinit, sklerotinit ve inertodetrinit oluşmuştur. Linyit sahasında ortalama hüminit yansıtması %0,35 olarak bulunmuştur. Koyunağılı linyit sahasında üçgen yöntemi kullanılarak toplam 88 milyon ton linyit rezervi hesaplanmıştır.

Özkan (2011), çalışmasında maden yataklarında kaynak/rezerv sınıflaması ve güvenilirlik ölçümü, jeostatistiksel bir tahmin yöntemi olan kriging tahmincisi ile hesaplanan kriging varyansı veya interpolasyon varyansı kullanılarak yapmıştır. Kriging tahmincisi olarak ise genellikle ordinary kriging yöntemini kullanmıştır. Ordinary kriging varyansı sadece örneklerin yerleşim düzenine bağlıdır. Bu amaçla çalışmada; Eskişehir-Mihalıççık-Koyunağılı sahasındaki linyit kalınlığı verileri kullanılarak kaynak/rezerv sınıflandırmasındaki farklılıkların ortadan kaldırılması amacıyla, girdi değişkenleri ordinary kriging hatası ve interpolasyon hatası olan ve çıktı değişkeni kaynak/rezerv sınıfı olan bir bulanık sistem oluşturmuştur. Çalışma sonucunda bulanık sistem, kaynak/rezerv sınıflarındaki kesin sınırların yumuşatılmasını ve her bir bloğun belirli bir üyelik derecesiyle sınıflandırılmasını sağlamıştır.

## **2. LİTERATÜR BİLGİLERİ**

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli gereksinimi enerjidir. Her ne kadar tam bir ölçüt olmasa da ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, üretilen ve tükettikleri enerji ile ölçülür. Enerji üretim ve tüketiminin çok farklı yöntemleri olsa da, tüm ülkelerin ucuz, bol ve temiz enerji kaynaklarına gereksinimleri vardır.

Primer enerji de denilen birincil enerji (kişi başına düşen enerji) tüketimi (petrol, kömür, linyit, doğalgaz, hidrolik, jeotermal, elektrik vs tüketimi), kalkınmanın bir ölçütü olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde kişi başına tüketilen enerji miktarı 2011 yılında 1 555 kep'tir (Anonim 2012a).

2012 verilerine göre ise; petrol ve doğalgazda yüksek oranda dışa bağımlı olan Türkiye, kişi başı birincil enerji tüketiminde 1 551 kep enerji ile Dünyada 65'inci, Avrupa'da ise sonuncu sırada yer alıyor. Kişi başı 17 983 kep tüketimi ile jeotermal ve hidro kaynak zengini İzlanda, dünyada 213 ülke arasında başı çekiyor. ABD ise 7 069 kep enerji tüketimi ile listenin 11'inci sırasında yer almaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda, artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte enerji ihtiyacı oldukça artmıştır. Halen dünyanın en önemli sorunlarından biri, enerjinin bulunması ve sürekliliğinin sağlanmasıdır (Anonim 2012a).

Bir işin yapılabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, ekonominin temel girdilerinden biri olup, sağlıklı bir kalkınma; ucuz, yeterli, kaliteli ve güvenilir enerji kaynaklarına sahip olmakla mümkündür (Coşkun 1982).

### **2.1 Enerji Kaynakları**

#### **2.1.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgar, güneş, jeotermal, hidrolik enerji, biyokütle ve hidrojen enerjisi olarak sınıflandırılabilir.

### 2.1.1.1 Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi; sıcaklık, basınç ve yoğunluk farkı gibi sebeplerden oluşan çeşitli hava akımlarının yol açtığı enerji transferlerinin kullanılabilir hale getirilmesini öngören bir teknoloji türüdür.

Güneş denizleri, karaları ve atmosferi farklı miktarlarda ısıtmaktadır. Buna bağlı olarak yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eden, yatay hava hareketlerine rüzgar denir. Rüzgarın yönü, sıklık ve hızı gibi faktörler rüzgar enerjisinin potansiyelini belirlemede kullanılmaktadır (Yamak 2006).

Rüzgar enerjisinin temel kaynağı güneş enerjisidir. Rüzgar enerjisi güneşle sınırlı ve tükenmeyen bir kaynaktır (Şipar 2011).Rüzgarın kinetik enerjisinden, rüzgar gücü türbini aracılığıyla elektrik enerjisi elde edilmektedir. Ancak; bu yolla enerji elde edebilmek için, enerji elde edilecek bölgede; rüzgarın hızı, yönü ve esme sıklığı gibi coğrafi özellikler bulunması gerekir. Rüzgarın hızı, kurulacak rüzgar türbininden elde edilecek enerjinin ekonomik olup olmayışı bakımından büyük önem taşır. Rüzgarın gücü, basınç merkezleri arasındaki gradyan farkının yüksek oluşuna, bu da o bölgedeki ısınma farklarının şiddetine bağlıdır (Doğanay 1998).

Rüzgar santrallerinin ortalama maliyeti, kurulum ve şebeke bağlantısı maliyetleri ülkeler arasında farklılık göstermektedir (Özcan 2009).

Danimarka, Almanya ve ABD’de başta olmak üzere dünyada lider konumda olan rüzgar türbin üreticilerinin çoğu 1970’li yılların sonlarında başlayan rüzgâr enerji teknolojisi araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu üreticiler ilk yıllarda kendi iç pazarlarına türbin üretmiş, deneyim kazandıkça yurt dışı piyasalara büyümüşür. İspanya, Hindistan ve Çin gibi rüzgâr potansiyeli daha büyük olan ve daha yüksek elektrik talebi olan ülkelerde de rüzgar enerjisi uygulamalarını teşvik eden kararlı ve destekleyici hükümet politikalarının, hem rüzgâr enerjisi için bir pazar yaratılmasında hem de dünya pazarına rüzgar türbini sağlayan yerli üreticilerin meydana çıkmasında kritik öneme sahip olduğunu göstermiştir. Halen Türkiye’de belli markalarla sınırlı olsa da yapılan bazı türbin bileşenlerinin yerli üretimi büyük oranda

türbin üreticisine bağlıdır. Örneğin kule üretiminde kullanılan çelik, merdiven, kablo vb. gibi tedarik zinciri ara malzemelerinin belli kalitede ve sertifikalı olması türbin üretici firmalar tarafından istenmektedir. Ülkemizde bu nitelikte ara malzemelerin de ithal edildiği belirtilmektedir. Bu sebeple ülkemizde maliyeti yüksektir. Bu tür ara malzemelerin istenen kalitede yerli üretimi konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Uluslararası standartlara karşılık gelen test ve sertifikasyon programları yeni ortaya çıkan ürüne karşı tüketici güvenini oluşturarak yerli üretimi yapılan türbinlerin kalite ve güvenilirliğini sağlayacaktır (Anonim 2012b).

Bugünkü teknik koşullarda, coğrafik ve sosyal yapı da dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda, ülkemizin toplam rüzgar enerjisi potansiyeli 37 386,16 MW'ı karasal alanlarda, 10463,28 MW'ı ise denizlerde olmak üzere toplam 47 849,44 MW olup, 2012 yılı sonu itibariyle rüzgar kurulu gücümüz 2 261 MW düzeyine ulaşmıştır (Anonim 2013).

48 000 MW'lık rüzgara dayalı elektrik üretim kapasitesinin, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) verilerine göre işletmede olan bölümü 172 820 MW, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre lisans alıp yatırıma başlayan projelerin kurulu gücü ise 4 660,60 MW'dir. Lisans sürecindeki 72 projenin kurulu gücü ise 306 610 MW'dir. Toplam 945 490 MW'lık mevcut, inşa halinde ve lisans sürecindeki kapasite, toplam potansiyelin ancak beşte birinin değerlendirilmesinin söz konusu olduğunu ve potansiyelin % 80'inin hala değerlendirmeyi beklediğini ortaya koymaktadır (Anonim 2012b).

### **2.1.1.2 Güneş Enerjisi**

Güneş hem dünya için vazgeçilmez bir yaşam kaynağı hem de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde temel bir enerji kaynağıdır (Acaroğlu 2003).Güneş, enerji kaynaklarının en güçlüsüdür (Doğanay 1998).

Güneş enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre birçok avantajları vardır. Bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağı güneştir. Hiçbir atığı olmayan temiz bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazını helyuma

dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan çok güçlü bir enerji kaynağıdır (Görgün 2008).

Gereksinim duyulan hemen hemen her yerde güneş enerjisinden yararlanmak mümkündür. Enerji konusunda dışa bağımlığı azaltan yerli bir kaynaktır (Anonim2008).Güneş ışınlarından yararlanmak amacı ile pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Geliştirilen teknolojilerden bazıları güneş enerjisini ışık ya da ısı olarak doğrudan kullanmakta bazıları ise elektrik elde etmektedir (Yerebakan 2010).

Güneş enerjisinin bir takım avantajları olsa da aynı zamanda bazı dezavantajları da içinde barındırmaktadır. Güneş ışınlarının birim yüzeye düşen ışınımı az olması dolayısıyla büyük alanlara gereksinim duymaktadır. Güneş ışınımı mevsimler arasında ve gece gündüz boyunca farklı olmaktadır. Bu durum enerjinin depolanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Anonim 2009a). Sınırlı olan enerji depolama olasılığı, hem sistemin verimini düşürmekte hem de enerji üretim maliyetini arttırmaktadır. Güneş enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyeti yüksektir. Güneş enerjisi sistemleri, ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasına karşın işletme masrafının az olması ve enerji maliyetinin çok az ya da hiç olmamasından dolayı, uzun vadede klasik sistemlere göre daha ekonomik olmaktadır (Anonim 2008).

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı konumdadır. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi  $m^2$  de 2 640 saat (günlük toplam 7,2 saat) olup, ortalama toplam ışınım şiddeti  $m^2$  de yılda 1 311 kWh (günlük ortalama 3,6 kWh) olduğu hesaplanmıştır. Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışınımı ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgesel dağılımına bakıldığında en fazla güneş enerjisi alan bölge Güneydoğu Anadolu olup, bunu Akdeniz Bölgesi takip etmektedir. Türkiye'nin eğimi üç dereceden düşük ve yıllık güneşlenme süresi  $m^2$  de 1 650 kWh'den yüksek ve santral kurulabilmeye uygun alanlar ( $4\ 600\ km^2$ ) göz önüne alınarak Türkiye'nin termik güneş enerjisi potansiyeli Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından yılda 380 Milyar kWh olarak hesaplanmıştır (Anonim 2012b).

Günümüzde, Avrupalı firmaların Türkiye pazarındaki satışları birkaç bin adete sınırlı olmakla birlikte, Çin'den ithal edilen güneş kolektörleri Türkiye pazarının yaklaşık

olarak % 15-20'sine hakim olma boyutlarına gelmiştir. Türkiye'nin çoğunluğu Akdeniz ve Ege bölgesinde olmak üzere yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'nin kurulu güneş kolektörü miktarı yaklaşık 12 milyon m<sup>2</sup>'dir. Yıllık üretim hacmi ise 750000 m<sup>2</sup>'dir (Anonim 2011).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde, yıllık ortalama ışıınım şiddeti 1460 kWh/m<sup>2</sup>ve güneşlenme süresi yıllık 2993 saattir. Işıınım şiddeti ve güneşlenme süresi bakımından değerlendirildiğinde Güneydoğu Anadolu Proje (GAP) bölgesi, Türkiye'de lider konumdadır (Yeşilata vd. 2010).

Ülkemizde güneş enerjisinden faydalanılan güç 0,42mtep'dir. Oysa aynı yıl ülkemizin toplam enerji tüketimi 107,6mtep'dir. Faydalanılan güneş enerjisi miktarı toplam enerji tüketimimizin %0,4 mertebesinde (Anonim 2008).

### **2.1.1.3 Jeotermal Enerji**

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinden gelen ısının doğal olarak yeraltındaki sulara aktarılması ve ısınan suyun yeryüzüne ulaşması sonucu ortaya çıkan bir enerji türüdür. Jeotermal sular tüketildikçe, kendi kendine yeniden oluşmakta, yani kendini yenilemektedir. Jeotermal ısısından yararlanmada yaygın olarak kullanılan uygulamalar, yeraltı sıcak su ve kayaç haznelerindeki ısının doğal ya da insanoğlunun geliştirdiği sistemlerle yeryüzüne çekilerek bu ısının değerlendirilmesi prensibine dayanmaktadır (Anonim 2003).

Optimum koşullar sağlanarak, yararlanılan jeotermal enerjinin konvansiyonel enerji türlerine göre birçok avantajları vardır: Potansiyel zengini olduğumuz ulusal bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Diğer enerji türlerine göre daha ucuz ve çevre dostudur. Jeotermal sahalarda, üretimde beslenme-boşalım dengesinin gözetilmesi ile jeotermal kaynağın yenilenebilirliğinin korunması mümkündür. Yine, üretilen ve enerjisi alınan sıcak suyun re-enjekte edilmesi ile hem çevre kirliliğinin önlenmesi, hem de rezervuara beslenme katkısı sağlanarak bu kaynaklarımızın sürekliliği ve verimliliğinin korunması gerçekleştirilebilir (Anonim 2008).

Dünyada, 21 ülkede jeotermal buhardan elektrik üretilmektedir. Düşük ısılı jeotermal enerji birçok ülkede ısı oluşturma amacıyla kullanılır (Demirbaş vd. 2004).

Jeotermal enerjinin en önemli kullanım alanları elektrik üretimi ile konut ve sera ısıtıcılığıdır (Kılıç 1998). Türkiye'de jeotermal enerji; elektrik üretiminde, ısıtıcılıkta, kimyasal madde üretimi ve deri işleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bugüne kadar başlıca tüketim alanı konut-sera ısıtıcılığı ve sağlık turizmi olmuştur.

Jeotermal enerjide enerji üretim maliyetleri kaynak yerine ve derinliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kuyu açma maliyetleri kaynak yeri de dahil olmak üzere derinlik arttıkça artış göstermektedir.

Doğrudan kullanım uygulamaları nedeniyle açılan kuyuların %90'ının derinlikleri 550 metreden daha büyüktür. Bu tip kuyularda kuyu açma maliyetleri 100-650 \$/m aralığında değişir. En yaygın karşılaşılan aralık ise 170-350 \$/m aralığıdır (Dağdaş 2005).

Türkiye'nin yoğun tektonik hareketliliği nedeniyle önemli bir yerli ve yenilenebilir enerji kaynağımız jeotermal enerjidir. Yurdumuzun jeotermal potansiyelinin belirlenmesi için gerekli araştırmalar ve incelemeler Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 50 yıl önce başlatılmıştır. Günümüze kadar MTA tarafından 198 jeotermal alan tespit edilmiştir. 2000 yılından günümüze kadar doğrudan kullanım ve elektrik üretim amaçlı 900 jeotermal sondaj kuyusu açılmıştır. Ülkemizdeki jeotermal sahalar daha çok Batı Anadolu'da yer almaktadır (Örneğin, Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Uşak, Yalova). Jeotermal sahaların % 95'i orta ve düşük entalpili sahalar olup, doğrudan kullanıma yani bölgesel konut ısıtılması, seracılık ve kaplıca turizmine uygundur (Anonim 2012b).

Jeotermal enerji için ilk yatırım maliyeti 2500 \$/kWh, üretim maliyeti ise 3-4 cent/kWh'tir (Ertuğrul ve Kurt 2009).



Ülkemiz jeotermal enerji aramalarında, teorik potansiyel açısından dünya sıralamasında 7'nci uygulamalar açısından Dünya'da 5'nci ve Avrupa'da 1'nci sırada yer almaktadır. Türkiye'de Aralık 2011 itibarıyla mevcut yedi jeotermal elektrik santralının toplam kurulu gücü 114 MW' dir (Anonim 2012b).

Türkiye'nin 2012 yılı sonu itibari ile jeotermal enerji kurulu gücü 162,2 MW düzeyine ulaşmıştır (Anonim 2013).

Ayrıca toplam yaklaşık 400 MW Kurulu gücünde, 13 jeotermal santral fizibilite ve proje aşamasındadır. 30' un üzerinde firma, jeotermal projeleri için etüt arama ve sondaj çalışmalarına devam etmektedir (Anonim 2012b).

#### **2.1.1.4 Hidrolik Enerji**

Nehirler ve akarsulardaki sular tutularak hidroelektrik güç olarak adlandırılan su enerjisine dönüştürülebilmektedir. Su toplama havzalarında bırakılan su akar ve türbinleri döndürür, türbinlere bağlı bulunan jeneratörler vasıtasıyla elektrik üretilmektedir Hidroelektrik enerjisi, doğal veya yapay baraj gölleri önüne ve su düşüş düzeyine göre bir hayli alçakta kurulmuş olan hidroelektrik santralleri yoluyla üretilmektedir (Görgün 2008).

Hidroelektrik enerjisi, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan enerji olup, enerji miktarı düşüş yüksekliğine ve debi değişkenlerine bağlıdır. Belli bir düşüş düzeyiyle cebri boru ile türbine gelen suyun potansiyel enerjisi türbinde kinetik enerjiye, türbine bağlı jeneratörde ise; elektrik enerjisine dönüşmektedir. Türbine gelen suyun düşüş yüksekliği ve debisi, üretilecek gücü belirlemektedir (Doğanay 1995).

Hidroelektrik santraller düşülerine (alçak, orta, yüksek), ürettikleri enerjinin karakter ve değerine, kapasitelerine(küçük, düşük, orta ve yüksek kapasiteli), yapılaşlarına, üstünde kuruldukları suyun özelliklerine (nehir, kanal, baraj, pompaj rezervuarlı) göre sınıflandırılır (Akdoğan 2006).

Ülkemizin; yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımız bakımından incelendiğinde, Türkiye’de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh olarak ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 140 milyar kWh/yıl’dır. Türkiye hidrolik enerji potansiyelinin yüzde 37’lik kısmı işletmede, % 15’lik kısmı (özel teşebbüs tarafından yapımı sürdürülen projeler dahil) ise inşa halindedir. Bu santrallerin 2012 yılı sonu itibarıyla; kurulu güçleri toplamı 20 000 MW’ dır (Anonim 2013).

### **2.1.1.5 Biyokütle**

Biyokütle 100 yıllık periyottan daha kısa bir sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan atıkları, gıda endüstrisi ve orman yan ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak tanımlanmıştır (Olgun vd. 1999).

Biyokütle terimi ile belli bir zaman, alan ya da hacim ölçüsünde toprak üstü ve altındaki yasayan bitkisel ve hayvansal maddelerin miktarı anlaşılır (Saraçoğlu 2002).

Biyokütle yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Fotosentez yapan her canlı organizma biyokütledir. Ana bileşeni karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı ve bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır (Şeker 2007).

Dünyada biyokütleden elde edilebilecek yıllık enerji, 1 120 000 MW’ı samandan, 500 000 MW’ı hayvan atıklarından, 1 360 000 MW’ı orman atıklarından, 2 400 000 MW’ı çöplerden ve 17 700 000 MW’ı şeker kamışı ve odunsu bitkiler gibi enerji tarlalarından olmak üzere, toplamda yaklaşık 23 080 000 MW civarında büyük bir potansiyele sahiptir (Anonim2006).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında, özellikle gelişmekte olan ülkeler için uygulama alanı en geniş olan enerji kaynaklarından birisi de biyokütledir. Biyokütle yalnız yenilenebilir olması ile değil, her yerde yetiştirilebilmesi, sosyo-ekonomik gelişme sağlaması, çevrenin korumasına katkısı, elektrik enerjisi üretimi, kimyasal

madde ve özellikle içten yanmalı motorlu taşıtlar için yakıt elde edilebilmesi nedeni ile stratejik bir enerji kaynağı sayılmaktadır. Dünyada fosil enerji kaynaklarının ömürlerinin kısıtlı olması ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle biyokütle giderek önem kazanmaktadır (Anonim 2008).

Biyokütle her ne kadar bir enerji kaynağı ise de erozyon, çölleşme, biyo çeşitliliğin korunması, ekosistem, toprak ıslahı, kırsal kalkınma konuları ile iklim değişikliği ve kuraklaşma ile savaşımında da önemli faktörlerden biridir.

Enerji üretimi amaçlı yapılan bitkisel üretime enerji tarımı adı verilmektedir. Küresel ısınma tarım alanları üzerinde kuraklık etkisi yaratmakta ve mevcut olan verimli toprakları verimsizleştirmektedir. Enerji tarımı ile verimsizleşen topraklar ve kuraklığa dayanabilen özellikteki bitkilerin yetiştirilmesine önem verilerek hem tarım alanları değerlendirilmekte hem de yetiştirilen bitkilerle biyoyakıt elde edilmektedir. Enerji tarımı ile yetiştirilen bitkiler ise mısır, soya, şeker kamışı, şeker pancarı, tatlı darı, kanola, ayçiçeği, aspir, pamuk, yonca vb.'dir (Gülay 2008).

Biyokütle üretimi kırsal alanda işgücüne ihtiyaç duymaktadır ve bu durum bölgesel kalkınmanın gerçekleştirilmesi ile köyden kente göçün önlenmesine olanak sağlanmaktadır (Saraçoğlu 2006).

Biyoenjerji ürünleri arasında biyogaz, biyodizel ve biyoetanol sayılmaktadır.

Biyogaz, biyokütle materyallerden anaerobik fermantasyonla yanıcı metan gazının (CH<sub>4</sub>) ayrışmasıdır. Biyogaz içerisinde %55-65 metan (CH<sub>4</sub>), %30-40 karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve az miktarlarda azot (N), hidrojen sülfür (HS<sub>2</sub>), oksijen (O<sub>2</sub>) ve diğer gazlar vardır (Özsabuncuoğlu 2002).

Bugün için biyogaz üretim potansiyeli olan atık maddeler; kırsal atıklar, yüksek kirlilik içeren endüstriyel atıklar, atık su arıtma tesislerinden biyolojik arıtma süreci sonunda elde edilen çamurlar, katı atıkların organik özellik taşıyan bileşenleri ve bu atıklara benzer özellikteki diğer atıklar şeklinde sıralanabilir. Ülkemizin biyogaz kurulu gücü 147,73MW'dir (Anonim 2013).

Biyodizel; kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağların veya hayvansal yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir. Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. Dünyada 2005 yılı biyodizel üretimi 3,762 milyon litre'dir. Türkiye'nin biyodizel kurulu kapasitesi 1,5 milyon ton'dur. Toplam akaryakıt tüketimi 22 milyon ton, dizel ve fuel-oil tüketimi ise 16 milyon ton'dur (Çelik vd. 2008).

Biyoetanol hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Biyoetanol berrak, renksiz ve karakteristik bir kokuya sahip sıvıdır. Türkiye'de 56'sı lisanslı olmak üzere, 200'den fazla biyodizel tesisi kurulmuştur. Kurulan biyodizel tesislerinin toplam kapasiteleri 1,5 milyon ton civarında olmakla birlikte yerli hammadde bulunmaması nedeniyle pek çok tesisin kapandığı bilinmektedir (Anonim 2013).

#### **2.1.1.6 Hidrojen Enerjisi**

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrojenin önemi her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Hidrojen bir doğal yakıt olmayıp, birincil enerji kaynaklarından yararlanılarak su, fosil yakıtlar ve biyokütle gibi değişik hammaddelerden üretilebilen sentetik bir yakıttır (Ün 2003a).

Birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle elde edilen ikincil enerjilere 'enerji taşıyıcılar' da denilir. Hidrojen, 21'nci yüzyıla damgasını vuracak bir enerji taşıyıcısıdır. Kolayca ve güvenle her yere taşınabilen, taşınmasında çok az enerji kaybı olan, her yerde (sanayide, evlerde ve taşıtlarda) kullanılabilen, tükenmez, temiz, kolaylıkla ısı, elektrik ve mekanik enerjiye dönüşebilen, karbon içermeyen, ekonomik ve hafif olan hidrojenin yalnız 21'nci yüzyılın değil, güneş ömrü olarak kestirilen

gelecek 5 milyar yılın da yakıtı olacağı söylenebilir (Ün 2003b).

## **2.1.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

Yenilenemeyen enerji kaynakları petrol, doğalgaz ve kömür olarak sınıflandırılır.

### **2.1.2.1 Petrol ve Doğalgaz**

Petrol, dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biridir. Günümüzde, toplam enerji kaynaklarının %90'ını fosil kaynaklı yakıtlar teşkil etmekte ve bunların %45'i petrole dayanmaktadır. Petrolün fosil kaynaklı yakıtlar içindeki payının artması ve 2030 yılına gelindiğinde %58'e çıkması beklenmektedir. Sanayileşme ve gelişme ile birlikte tüketimi artan petrol, Orta Doğu ülkelerinin elinde bulunmakta ve petrol fiyatları yine Orta Doğu ülkelerinin çoğunlukta bulunduğu bir kartel tarafından belirlenmektedir. Bu, farklı ekonomik ve kültürel yapılarıdaki ülkeleri birbirine bağımlı hale getirmektedir. Böylece, petrol, herhangi bir maden olmanın ötesinde, uluslararası siyasi ve ekonomik stratejilerin şekillenmesinde önemli bir role sahiptir (Selçuk 2006).

Doğalgazın birincil enerji kaynakları içindeki payı, 1965'den, 2011 yılına kadar %16,4'den, %32'ye çıkmıştır. Kömür tüketim paylarında azalan bir eğilim olmasına rağmen doğalgazda sürekli artan bir eğilim görülmektedir (Anonim 2012c).

Birincil enerji kaynakları arasında stratejik konuma sahip olan ham petrol 2011 yılında dünya enerji talebinin %33,1'ini doğalgaz ise % 23,8'ini karşılamıştır (Anonim 2012c).

20'nci yüzyılın ikinci yarısından itibaren özellikle hızlı sanayileşme ile artan çevre kirliliği, nispeten temiz bir yakıt olan doğal gaz talebinin artmasına neden olmuştur. Uluslararası enerji ajansının 2030 yılı birincil enerji projeksiyonuna göre kömür ve doğal gaz talebinde önemli artışlar beklenmektedir (Anonim 2012d).

2011 yılı dünya enerji tüketim dağılımında 2010 yılına oranla; petrolde %0,7, doğalgazda %2,2, kömürde %5,4, hidroelektrikte %1,6 ve yenilenebilir

enerjide%17,7artış gerçekleşirken, nükleer enerjide %4,3 düşüş yaşanmıştır (Anonim 2012d).

2010 yılında 1,622 milyar varil olan dünya petrol rezervi 2011 yılında %1,9'lik artışla 1,653 milyar varil olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012d).

2010 yılında 188,2 trilyon m<sup>3</sup> olan doğalgaz rezerv miktarı, 2011 yılında %1,5'lik artışla 191 trilyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012d).

2010 yılında 82,5 milyon v/g olan dünya petrol üretimi 2011 yılında 1,1 milyon v/g (%1,3) artarak 83,6 milyon v/g olarak gerçekleşmiştir. Petrol İhraç Eden lkeler Teşkilatı(OPEC) retimi 1,08 milyon v/g (%3,1) artarken, OPEC yesi olmayan ülkelerin üretim miktarında önemli bir değişiklik olmamıştır (Anonim 2012c).

2010 yılında 2880,9 mtep olarak gerçeklesen doğal gaz üretimi, 2011 yılında %3 artmış ve 2975,7 mtep olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012d).

Ülkemizde ise 2011 yılında, 47,56 adam/ay jeolojik saha çalışması tamamı Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)tarafından, 72,19 ekip/ay jeofizik saha çalışması gerçekleştirilmiş, 101 adet arama kuyusu, 35 adet tespit kuyusu, 60 adet üretim kuyusu, 5 adet doğal gaz depolama kuyusu olmak üzere toplam 201 adet kuyu açmış olup, 324689 metre sondaj yapılmıştır. Türkiye'nin toplam üretimi 2010 yılına göre % 8'lik bir artışla 2011'de 20,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012d).

Ortalama olarak yıllık petrol ihtiyacımız 25 milyon ton'dur. 2011 yılında ise 2,4 milyon ton üretim gerçekleşmiştir (Anonim 2012c).

Türkiye bugün tükettiği enerjinin üçte ikisini ithal etmekte olup, bunun yaklaşık %80'ini petrol ve doğalgaz oluşturmaktadır. Günümüzde alınan tüm tedbirlere rağmen, petrol ve doğalgaza yurtdışından ithal edilip büyük dövizler ödenmektedir. Bugün ham petrol talebinin %92'si, doğalgaz talebinin ise %96'sı ithal ile karşılanırken, bu oranların 2020 yılında sırasıyla %99 ve %100 olması beklenmektedir. Türkiye'de, petrol gereksiniminin yaklaşık %87'sini ithal yolu ile karşılayan bir ülke olarak, yüksek

petrol fiyatlarından olumsuz etkilenen ülkeler arasındadır (Anonim 2012c).

Ülkelerin kalkınmasında ekonomik ve siyasal politikaları yönlendirmesi açısından, önümüzdeki yıllarda da petrol ve doğalgazın önemini sürdürmesi beklenmektedir. Her ne kadar hidrokarbon olarak adlandırılan petrol ve doğalgazın tüketiminin gittikçe artacağı varsayımı ile dünya rezervlerinin kısa sürede tükeneceği düşünülmekte ise de, arama teknolojilerindeki yeni gelişmelerle bu rezervlere yenilerinin katılacağı kuşkusuzdur. Bu nedenle, petrol ve doğalgazın daha uzun yıllar başlıca birincil enerji kaynakları olarak dünya ülkelerinin gündeminde kalacağı yadsınamaz bir gerçektir (Anonim 2012c).

### **2.1.2.2 Kömür**

Nüfus artışı ve teknolojik gelişmenin dünya enerji talebini hızla artırması sonucunda, kömür ve petrol gibi yakıtların kullanımı günümüze kadar önemini korumuştur. Petrol rezervlerinin dünyanın belli başlı yerlerinde ve kömüre göre sınırlı olması, zaman zaman dünya ekonomisinde politik pazarlıklara ve dolayısıyla krizlere neden olmuş, buda haklı olarak dünya milletlerinin daha güvenilir enerji kaynaklarına veya kendi öz kaynaklarına yönelmelerine neden olmuştur. Bu çerçevede ülkemizde de enerji taleplerini önemli ölçüde karşılayabilecek olan kömür, en yaygın doğal kaynak olarak ekonomik biçimde işletilebilmelidir (Anonim 1996).

Kömürün tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Bazı tarihçilere göre ilk kez ticari olarak M.Ö. 1000 yıllarında Çin'in kuzeydoğusunda bulunan bir ocaktan üretilen kömürlerin, bakır eritme ve döküm işlerinde kullanıldığı bilinmektedir (Anonim 2001).

Kömüre yoğun talep 18'nci ve 19'ncü yüzyıllarda gerçekleşen sanayi devrimi sırasında ve sonrasında olmuştur. Kömür kullanımındaki bu artışın sebebi 1769 yılında James Watt tarafından icat edilen buhar makinesindeki gelişmelerdir. Sanayi devrimi ile demir-çelik üretiminde, demiryolu taşımacılığında ve buharlı gemilerde kömür kullanımı artmıştır (Anonim 2001).

Ayrıca kömürden gaz üretimi gerçekleştirilmiş, bu gaz şehirlerin aydınlatılmasında

kullanılmıştır. 19'ncü yüzyılda Londra gibi bazı metropol şehirlerde şehir aydınlatma lambaları için kömürden gazyağı üretimi büyük gelişme göstermiştir. Sokak aydınlatması için kömür gazı kullanımı modern elektrik çağı ile yerini elektriğe bırakmıştır (Anonim 2001).

19'ncü yüzyılda elektrik üretimindeki gelişmeler ile kömürün geleceği elektrik üretimine bağlanmıştır. Evlerin aydınlatılması amacıyla elektrik üretimi ilk kez 1882 yılında, Thomas Edison tarafından geliştirilen kömür yakıtlı elektrik jeneratörü ile başlamıştır (Anonim 2001).

1960'lı yıllarda özellikle taşıma sektöründeki büyük ilerleme sonucunda petrol, dünya birincil enerji tüketiminde kömürü geride bırakmıştır. Ancak kömür hala dünya birincil enerji kullanımında hayati öneme sahiptir. 2005 yılında dünya toplam birincil enerji tüketiminin %27,5'i, toplam elektrik enerjisi üretiminin %40'ı kömürden elde edilmiştir. Çelik üretiminin % 66'lık kısmı kömüre bağımlıdır (Anonim 2001).

Kömürün kullanım alanları ağırlıklı olarak elektrik üretimi, demir-çelik sanayi, çimento sektörü, ısınma ve diğer endüstri tesisleridir. Diğer önemli kömür kullanıcıları ise alümina rafinerileri, kağıt fabrikaları, kimya ve ilaç fabrikalarıdır (Anonim 2001).

Birçok kimyasal madde kömürün yan ürünlerinden elde edilmektedir. Rafine kömür katranı; kreozet yağı, naftalin, fenol ve benzen gibi kimyasalların üretiminde kullanılmaktadır. Kok fırınlarından elde edilen amonyak gazı; amonyak tuzları, nitrik asit ve tarımsal gübre üretiminde kullanılmaktadır. Binlerce değişik ürün kömür ve kömür yan ürünlerini içerir; bunlar arasında sabun, aspirinler, solventler, boyalar, plastik ve fiberler örneğin rayon ve naylon vb. sayılabilir. Kömür ayrıca özel ürünlerin üretiminde gerekli bir katkı maddesidir; aktif karbon, karbon fiber, silikon metal çeşitleri bunlara örnektir (Anonim 1996).

Kömür, var olan olumsuzlukları yanında diğer birincil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında önemli avantajlara da sahiptir. Kömür rezervleri diğer fosil yakıtlar gibi (petrol ve doğalgaz) dünyanın sadece belli bölgelerinde yoğunlaşmış değil, her tarafına yayılmış durumdadır ve 70'den fazla ülkede üretilmektedir. Kullanımı,



depolanması ve nakliyesi açısından en emniyetli fosil yakıttır. Elektrik enerjisinin rekabetçi fiyatlarla ve güvenilir olarak temini açısından dünyada yaygın olarak bulunması ve birçok ülkede üretiliyor olması tedarik güvenilirliği sağlamaktadır. Temiz kömür teknolojileri kullanımı ile de doğayı kirletmeden kullanım imkanı bulunmaktadır (Anonim 2001).

Asıl linyit arama faaliyetlerine 1935 yılında Maden Tetkik ve Arama (MTA)'nın kurulmasıyla başlanmıştır. Etüt çalışmaları, 1950 yılına kadar genel jeolojik etütler şeklinde yürütülmüş olup, bu tarihten sonra çalışmalar, sondajlı aramalarla, sistemli ve uzun vadeli projeler şeklinde yürütülmüştür. 1967 yılına kadar nispeten iyi kaliteli kömürlerin etüt ve arama çalışmaları yapılmıştır. 1967 yılında ülkemizin en büyük kömür yatağı olan Elbistan havzasının ortaya çıkması, düşük kaliteli kömürlerin termik santrallerde kullanılmasının gündeme gelmesi ile kömür arama çalışmaları hız kazanmıştır. Sondaj çalışmaları 1965 ve 1984 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde artarak devam etmiştir. 1985 yılında yayınlanan 3213 sayılı Maden yasasının yürürlüğe girmesiyle sondaj faaliyetlerinde hızla düşüş olmuş ve bu durum 2005 yılına kadar devam etmiştir. Linyit rezervlerimizin büyük bölümü 1975-1990 yılları arasında bulunmuştur. 3213 sayılı yasanın bazı maddelerini değiştiren 5717 sayılı yasanın getirdikleri ile arama faaliyetleri canlanmıştır. 2005 yılı itibariyle başlatılan 'Linyit Rezervlerinin Geliştirilmesi Projesi' çerçevesinde sondaj çalışmaları yeniden hız kazanmaya başlamış ve bu çalışmalar 2006 yılı başı itibariyle 'Türkiye Maden ve Jeotermal Kaynak Rezervlerinin Geliştirilmesi ve Yeni Sahaların Bulunması Projesi' kapsamında sürdürülmektedir (Anonim 2009b).

Ülkemizde de fosil kaynaklar içinde en büyük rezerve sahip olan kaynak kömürdür. Kömür rezervimiz içindeki en büyük pay 10,6 milyar ton ile linyite ait olup, linyit rezervlerimizin de ağırlıklı olarak düşük ısı değerinde olması, bu kaynaklarımızın daha çok termik santrallerde elektrik üretimi amaçlı tüketilmesine olanak sağlamaktadır. Buna göre, 2007 yılında üretilen satılabilir linyitin %75'i termik santrallerde tüketilmiştir (Anonim 2008).

Dünya kömür rezervi 519,1 milyar ton taşkömürü (antrasit ve bitümlü kömürler dahil), 465,4 milyar ton linyit (subbitümlüler dahil) olmak üzere toplam 984,5 milyar ton

olarak bilinmektedir. Taşkömürü rezervinin %36'sı Asya ve Okyanusya ülkelerinde yer alırken, linyit rezervinin %30'u Kuzey Amerika'da bulunmaktadır. Kömür rezervlerinin ülkeler bağlamındaki dağılımına bakılacak olursa; toplam rezervin %25,4'ünün ABD'de, %15,9'unun Rusya Federasyonu'nda, %11,6'sının Çin, %8,4'ünün Hindistan ve %8,3'ünün Avustralya'da olduğu görülür. Ülkemiz rezervleri ise toplam rezervin %0,8'ini oluşturmaktadır (Anonim 2009b).

### **2.1.3 Nükleer Enerji**

Atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Fizyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen bu enerjiye 'çekirdek enerjisi' veya 'nükleer enerji' adı verilmektedir. Nükleer reaktörler nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Temel olarak fizyon sonucu açığa çıkan nükleer enerji nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine, bu ısı enerjisi de kinetik enerjiye ve daha sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür. 1 000 MW gücündeki bir nükleer reaktör, yılda yaklaşık olarak 27 ton (7 m<sup>3</sup>) kullanılmış yakıt üretmektedir (Anonim 2013).

Nükleer yakıt olarak kullanılan uranyum yakıt teknolojisi, pek çok ülkede mevcuttur. Yerli kaynaklarımızdan uranyumun (yaklaşık 9 000 ton) günümüz koşullarında yakıt olarak kullanılması, dünya piyasalarıyla karşılaştırıldığında, ekonomik gözükmemektedir. Ayrıca, ülkemizde 380000 ton toryum bulunmaktadır. Ancak mevcut rezervin tenör ortalaması (yaklaşık %2) düşüktür. Günümüzde toryum tabanlı yakıt çevrimi ticari olarak kullanılmaktadır. Ekonomikliği bugün için sorgulansa bile uranyum ve toryum yerli kaynaklarımızın varlığı gelecekte nükleer enerji kullanımında ülkemiz için bir güvencedir (Anonim2008).

Ülkemizde henüz bir nükleer güç santrali bulunmadığından uranyum cevher çıkarılması, işletilmesi ve sarı pasta üretimi de söz konusu değildir. Ancak nükleer yakıt teknolojisi çalışmalarına 1970'li yıllarda başlanmıştır. 1974-1982 yılları arasında MTA'nın Köprübaşı ve Uşak-Fakılı cevherini işlemek için kurduğu pilot tesiste 1200 kg kadar sarı pasta üretilmiştir. Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde kurulmuş olan nükleer yakıt pilot tesisinde sarı pastadan başlayarak son ürün olan

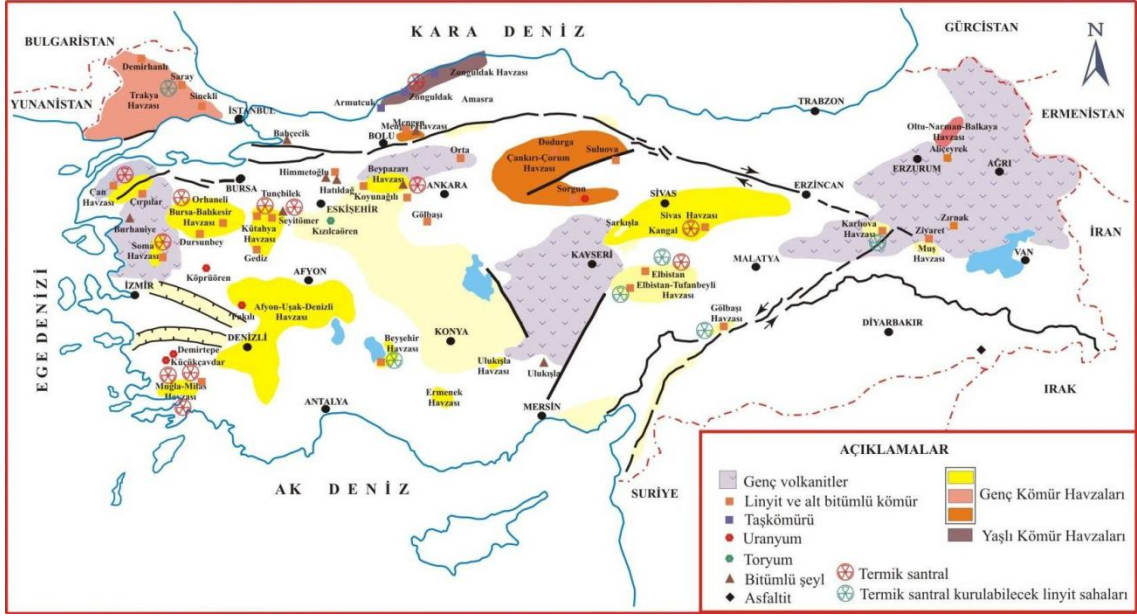
sinterlenmiş UO2 peletleri elde edilmiştir (Anonim2008).

2006 yılında TBMM’de kabul edilen Nükleer Yasası ile ülkemizde nükleer santral kurulabilmesi için yatırımcılara, alım garantisi, kamu ile ortaklık gibi bazı kolaylıklar ve ayrıcalıklar tanınmıştır. Ülkemizde nükleer santral kurulmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu bağlamda, Mersin-Akkuyu’da 4000 MW kurulu gücünde nükleer santral kurulması için 2008 yılında ihale yapılmış olup, ihale sonucuna ait değerlendirmeler halen devam etmektedir (Anonim 2008).

## **2.2 Türkiye’de Kömürün Enerji Üretimindeki Yeri ve Önemi**

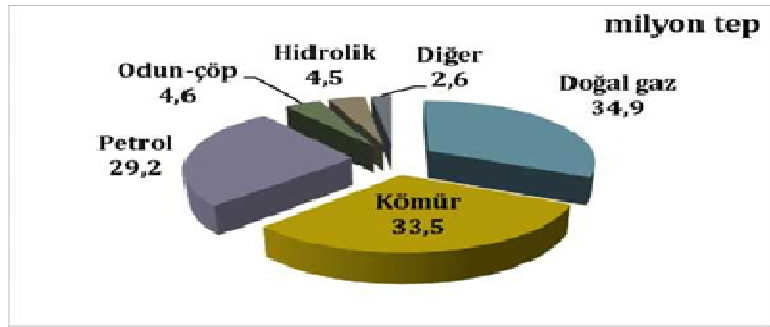
Ülkemizde enerji gereksinimi esas olarak petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarından karşılanmakta olup, özellikle petrol ve doğalgazda dışa bağımlılık yaşanmaktadır. Üstelik nihai enerji tüketimimiz yıllara göre hızla artarken, artan talebi karşılayacak üretimin tamamı yerli kaynaklardan elde edilememektedir. Böylelikle her geçen yıl, enerji tüketimimiz içerisindeki yerli üretimin oranı düşmekte ve dışa bağımlılığımız artarak devam etmektedir.

Türkiye kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları Şekil 2.1’ de gösterilmiştir. Türkiye 515 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü (kömür) ve 10,8 milyar tonu görünür rezerv niteliğinde toplam 11,8 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Bu miktar dünyada kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervlerinin %1,5’ini oluşturmaktadır. Türkiye’de linyit rezervleri ise dünya linyit rezervinin %6’sı kadardır. 2011 yılında 70 milyon ton linyit, 2,6 milyon ton taşkömürü ve yaklaşık 1,2 milyon ton asfaltit olmak üzere yaklaşık 73,8 milyon ton kömür üretilmiştir (Anonim2013).



Şekil 2.1. Türkiye kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları (Anonim 2013).

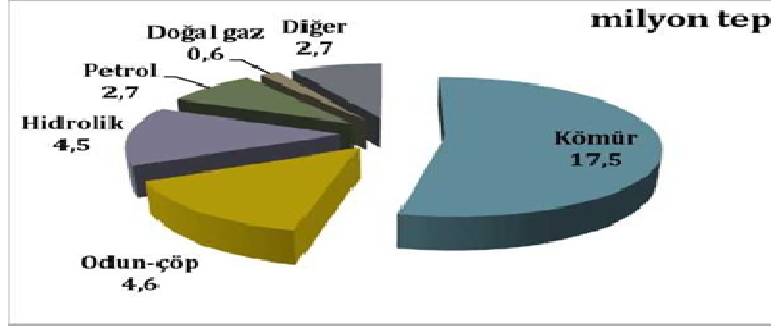
Ülkemizde 2010 sonu itibariyle toplam birincil enerji arzı 109,3 mtep'dir. Bu arzın kaynaklara dağılımı Şekil 2.2'de verilmiştir ve ilk sırayı 34,9 mtep ile doğal gaz alırken bunu sırasıyla 33,5 mtep ile kömür, 29,2 mtep ile petrol, 4,6 mtep ile odun, hayvan ve bitki artıkları, 4,5 mtep ile hidrolik ve 2,6 mtep ile jeotermal, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklar izlemektedir (Anonim2013).



Şekil 2.2. Ülkemiz birincil enerji arzının kaynaklara dağılımı (Anonim 2013)

2010 sonu itibariyle Türkiye'nin birincil enerji üretimi ise 32,5 milyon tep olmuştur. Söz konusu yerli üretimin kaynaklara dağılımı Şekil 2.3'de verilmiştir ve 17,5 milyon tep ile kömür ilk sırayı alırken, bunu 4,6 milyon tep ile odun, hayvan ve bitki artıkları, 4,5 milyon tep ile hidrolik, 2,7 milyon tep ile petrol, 2,7 milyon tep ile jeotermal,

rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ve 0,6 milyon tep ile doğal gaz izlemektedir (Anonim 2013).



**Şekil 2.3.** Ülkemiz birincil enerji üretiminin kaynaklara dağılımı (Anonim 2013)

Dolayısıyla, ülkemizdeki enerji tüketiminin %30'u yerli enerji kaynaklarından sağlanırken, %70 gibi önemli bir kısmı ise ithal kaynaklardan sağlanmaktadır. İthal kaynakların dağılımı 36,6 milyon tep petrol, 34,8 milyon tep doğal gaz ve 15,9 milyon tep kömür şeklindedir (Anonim 2013).

Türkiye'nin 2010 yılı taşkömürü arzının yaklaşık %30'luk kısmı elektrik üretimi ve %29'luk kısmı ısınma amaçlı tüketilmiştir. Kalan %40'luk bölüm ise kok fabrikaları ve diğer sanayi arasında neredeyse eşit olarak paylaşılmıştır. Linyit arzının ise %80'lik bölümü elektrik üretimi amaçlı kullanılmıştır. Sanayi amaçlı tüketim %7,5 ve ısınma amaçlı tüketim %8,6 düzeyindedir. Asfaltitlerin %45'i elektrik üretimi ve %46'sı ısınma amaçlı tüketilmiş, kalan kısmı ise sanayi amaçlı kullanılmıştır.

Türkiye'nin 2011 sonu itibariyle kömüre dayalı santral kurulu gücü 12 356 MW olup toplam kurulu gücün yaklaşık %23'üne karşılık gelmektedir. Yerli kömüre dayalı kurulu güç ise 8855 MW düzeyindedir. 2011 yılında kömüre dayalı santrallerden toplam 66,2 TWh brüt elektrik üretilmiş olup toplam elektrik üretimi içerisindeki payı %28,8'dir. Bu miktarın 43,4 TWh kısmı yerli kömüre aittir. Yerli kömürün toplam brüt elektrik üretimindeki payı %18,9'dur. Ülkemiz 2010 yılı satılabilir kömür üretimi; 69,7 milyon ton linyit, 2,5 milyon ton taşkömürü ve 1,2 milyon ton asfaltit olmak üzere toplam 73,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2013).

2011 yılında ise 70 milyon ton linyit, 2,6 milyon ton taşkömürü ve yaklaşık 1,2 milyon ton asfaltit olmak üzere yaklaşık 73,8 milyon ton kömür üretilmiştir. 2011 yılındaki taşkömürü; 2,6 milyon ton düzeyindedir. 2011 yılında özel sektör tarafından üretilen taşkömürü, toplam üretimin yaklaşık %40'ı oranındadır (Anonim 2012e). Ülkemiz linyit üretimleri ise 2011 yılında 70 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012f).

Ülkemizde 1980'li yıllardan önce son derece düşük miktarlarda başlayan kömür ithalatı, 1990'lı yıllarda 10 milyon tonun ve 2000'li yıllarda ise 20 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 2011 yılı itibariyle toplam kömür ithalatımız yaklaşık 24 milyon ton düzeyindedir (Anonim 2012f).

2011 yılı itibariyle, ithalatın yaklaşık %60'ı Rusya Federasyonu ve Kolombiya'da yapılmıştır. Bu ülkeleri Amerika Birleşik Devletleri ve Güney Afrika Cumhuriyeti izlemektedir (Anonim 2012f).

Ülkemizde yerli kömüre dayalı 15 büyük santral Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bunlardan 300 MW gücündeki Çatalağzı Santrali taşkömürü ve Ciner Grubu'nun mülkiyetindeki Silopi Santrali ise asfaltit kullanmaktadır. Diğerleri düşük ısıl değer linyit tüketmektedir.

**Çizelge 2.1** Türkiye'de Kömüre Dayalı Termik Santraller (Anonim 2012f)

Santralin Adı	Santral Mülkiyeti	Kömür Ruhsatı	Yakıt	Kurulu Güç (MW)
Seyitömer	EÜAŞ	TKİ	Linyit	600
Orhaneli	EÜAŞ	TKİ	Linyit	210
Tunçbilek A ve B	EÜAŞ	TKİ	Linyit	365
Soma A ve B	EÜAŞ	TKİ	Linyit	1 034
Çan	EÜAŞ	TKİ	Linyit	320
Yatağan	EÜAŞ	TKİ	Linyit	630
Yeniköy	EÜAŞ	TKİ	Linyit	420
Kemerköy	EÜAŞ	TKİ	Linyit	630
Afşin-Elbistan A	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	1 355
Afşin-Elbistan B	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	1 440
Kangal	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	457
Çayırhan	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	620
Silopi	Ciner Grubu	TKİ	Asfaltit	135
Çatalağzı	EÜAŞ	TTK	Taşkömürü	300
<b>Toplam</b>				<b>8 516</b>

Son yıllarda, çeşitli girişimlerde bulunulmasına karşın yerli kömüre dayalı termik santral yatırımları konusunda önemli bir gelişme sağlanamamıştır. Bu konuda, belirli ölçüde yol alabilmiş sadece iki örnek mevcuttur. Bunlardan, Bolu-Göynük Sahası Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kurumu tarafından özel bir firmaya termik santral kurma şartıyla ve rodövens ihalesiyle verilmiştir. Firma tarafından proje çalışmalarına başlanılmış ve 2x135 MW gücündeki santral için elektrik üretim lisansı alınmış olup santralin kuruluş çalışmaları sürdürülmektedir (Anonim 2012f).

Eskişehir-Mihalıççık'ta bulunan kömür rezervinden elektrik üretimine ilişkin proje de yine aynı model kapsamında bir özel firma tarafından yürütülmektedir. 2x145 MW gücündeki santralin kuruluş çalışmaları devam etmektedir (Anonim 2012f).

TKİ, Türkiye rezervinin %22'sine (2,6 milyon/ton) sahiptir. 2012 yılında üretilen satılabilir kömürün %80,1'si açık ocak ve %19,9'u ise yeraltı işletmecilik yöntemleriyle elde edilmiş olup, üretimin %83'ü TKİ imkanlarıyla ve %17'si ise özel sektör firmalarından hizmet alınmak suretiyle yapılmıştır. TKİ, açık ocak üretimlerinin hemen tamamını kendi imkanlarıyla yaparken, yeraltından üretimin ise %96'sı özel sektör firmalarına yaptırılmaktadır. TKİ Kurumu tarafından 2011 yılında yapılan kömür üretimleri Çizelge 2.2'de verilmektedir (Anonim 2012f).

2000 yılında 39,2 milyon ton düzeyinde olan TKİ Kurumu satılabilir üretimi 2004 yılında 24,3 milyon ton ile son 12 yılın en düşük seviyesini görmüş, ancak daha sonra tekrar yükseliş eğilimine girmiştir. TKİ Kurumu Ocaklarından 2011 yılında 43,7 milyon ton tüvenan kömür üretilmiş olup, satılabilir kömür üretimi ise 33,4 milyon ton düzeyinde olmuştur. Söz konusu üretim hacmi rezerv miktarıyla orantılandığında kurumun yaklaşık 60 yıllık kömür rezervine sahip olduğu görülmektedir (Anonim 2012f).

**Çizelge 2.2** TKİ Kurumu Kömür Üretimleri (2011, ton) (Anonim 2012f)

				<b>Tüvenan</b>	<b>Satılabilir</b>
<b>ELİ</b>	Soma	Açık ocak	Kurum	5 424 326	4 416 801
			İhale	2 619 301	1 091 511
		Yeraltı	Rodövans	7 367 338	4 126 344
			Toplam	9 986 639	5 217 855
			Toplam	15 410 965	9 634 656
<b>GELİ</b>	Milas	Çan	Açık ocak	2 054 989	2 022 141
			Toplam	17 465 954	11 656 797
		Yatağan	Açık ocak	4 107 869	4 107 869
			Kurum	7 177 196	6 489 632
			Toplam	11 289 296	6 601 732
<b>GLİ</b>	Tunçbilek	Açık ocak	Kurum	5 440 000	3 201 704
			Kurum	256 000	230 783
		Yeraltı	İhale	984 471	464 503
			Toplam	1 240 471	695 286
			Toplam	6 680 471	3 896 990
<b>SLİ</b>	Orhaneli	İlgın	Açık ocak	161 394	161 394
			Toplam	6 841 865	4 058 384
		Seyitömer	Açık ocak	7 055 971	6 041 494
			Toplam	935 745	934 484
			Toplam	7 991 716	6 975 978
<b>TKİ</b>	<b>Açık ocak</b>		<b>32 469 590</b>	<b>27 487 619</b>	
	<b>Yeraltı</b>		<b>11 227 110</b>	<b>5 913 141</b>	
	<b>Toplam</b>		<b>43 696 700</b>	<b>33 400 760</b>	

TKİ Kurumu, 2011 yılı satılabilir üretiminin en büyük kısmı %29 ile Soma'dan yapılmıştır. Soma'yı %19,7 ile Milas ve %18,1 ile Seyitömer izlemektedir. Bu üçünün toplam satılabilir üretim içindeki payı %67 düzeyindedir.

TKİ, 2011 yılında ürettiği ya da ürettirdiği kömürlerden toplam 35,3 milyon tonunun satışını yapmış olup, bu miktarın 27,7 milyon tonunu (%78) termik santrallerde kullanılmak üzere Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ)'a ya da bağlı ortaklıklarına ve 7,6 milyon tonunu (%22) ise ısınma ya da sanayide kullanılmak üzere piyasaya satmıştır. TKİ, 2011 yılı kömür satışları Çizelge 2.3'de verilmiştir.



**Çizelge 2.3** TKİ Kurumu Kömür Satışları (2011, ton) (Anonim 2012f)

	Piyasa			Termik	Toplam Satış	
	Sanayi	Isınma	Toplam			
ELİ	Soma	1 962 635	1 545 341	3 507 976	6 212 924	9 720 900
	Çan	193 765	32 850	226 615	1 761 157	1 987 772
	Toplam	2 156 400	1 578 191	3 734 591	7 974 081	11 708 672
GELİ	Yatağan	16 897	47 716	64 613	4 403 810	4 468 423
	Milas	0	0	0	6 480 508	6 480 508
	Toplam	16 897	47 716	64 613	10 884 318	10 948 931
GLİ	Tavşanlı	1 567 674	604 248	2 171 922	1 627 620	3 799 542
	Ilgın	91 155	20 191	111 346	0	111 346
	Toplam	1 658 829	624 439	2 283 268	1 627 620	3 910 888
SLİ	Seyitömer	0	263 191	263 191	5 778 450	6 041 641
	Orhaneli	0	19 756	19 756	1 429 430	1 449 186
	Toplam	0	282 947	282 947	7 207 880	7 490 827
Diğer		0	1 262 620	1 262 620	0	1 262 620
Kompanse(-)		0	5 469	5 469	0	5 469
<b>TOPLAM</b>	<b>3 832 126</b>	<b>3 790 444</b>	<b>7 622 570</b>	<b>27 693 899</b>	<b>35 316 469</b>	

2011 yılında gerçekleştirilen satışların %27,5 oranındaki kısmı Soma'dan, %13,3'ü Milas'dan, %12,7'si Yatağan'dan ve %10,8'i ise Tavşanlı'dan gerçekleştirilmiştir.

## 2.3 Kömür

Kömür, bitki kökenli ana elemanı karbon olan, hidrojen, oksijen ve azottan oluşan, kükürt ve mineral maddeler içeren, fiziksel ve kimyasal olarak farklı yapıya sahip bir maddedir. Bitkilerin, zamanla ve sıcaklık-basınç altında, değişim geçirmesi sonunda oluşmuştur. En yaşlı kömür teşekkülünün 600 milyon yıllık olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 1996).

Kömürlerin kömürleşme süreci, jeolojik, fiziksel kimyasal ve termik özellikleri ile içerdikleri nem, kül, sabit karbon miktarı kükürt ve mineral madde gibi belirleyici nitelikler açısından çeşitlilik gösterir (Ablabekova 2008).

Kömürler; bataklık ortamlarda, uygun (nemli ve sıcak iklimin bulunması, yeterli organik maddenin ortama gelmesi, bataklık suyunun Ph şartlarının 4-5 civarında bulunması, bataklığın malzeme gelimi ile birlikte aşağı doğru çökmesi, bataklığın zamana bağlı olarak örtülmesi gibi) şartların sağlanması durumunda, bitki parçalarının

bozuşması, parçalanması, bataklık suyu ile bir jel haline gelmesi, bazı kimyasal reaksiyonlar sonucu bu organik malzemenin fiziksel ve kimyasal değişiklere uğraması sonucu meydana gelirler (Anonim 2012e).

Kömürleri Meydana Getiren Bataklıkların Geliştiği Ortamlar;

- \* Deltalar (en kalın kömür damarlarının oluştuğu ortamlardır),
- \* Göller (göl kıyıları, kalın kömür damarlarının meydana geldiği uygun bataklık ortamlarıdır),
- \* Lagünler (deniz etkisinin olduğu ince kömür damarcıklarını meydana getirirler),
- \* Akarsu taşma ovaları (ince kömür damarcıklarını oluştururlar) (Karaman 2006).

### 2.3.1 Kömürleşme Olayı

Çoğunlukla bitkisel maddeler veya bitki parçaları uygun bataklık ortamlarda birikip, çökeler ve jeolojik olaylarla birlikte yer altına gömülürler. Yerin altında, bu organik kütleler, gömüldükten sonra, önceleri gömülmenin oluşturduğu basınç şartları, daha sonra da ortamın ısasal şartlarından etkilenirler. Bu etkilenme sonucu bu organik maddenin bünyesinde fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Önceleri turba olarak adlandırılan ve kömürlerin ataları olarak bilinen bu organik maddeler, zamanla daha koyu renklere ve daha sert yapıya sahip olurlar (White vd. 1976).

Sıcaklık ve basınç şartlarının bu kütlelere etkimesi sonucu, bu ortamdan sırasıyla, önce (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 H<sub>2</sub> (antrasit aşamasında) uzaklaşır. Tabii ki bu süreçte ideal şartlar ve ortamın ısasal şartlarının uzun bir dönem içerisinde (binlerce yıl) baskın olması ve artması gerekmektedir. Yer ısısı her 30 metrede, 1°C artmaktadır. Şüphesiz sıcaklık artışı ideal ve normal şartlar için geçerlidir. Bu şartların dışında (volkanik faaliyet, fay hareketleri, radyoaktif elementlerin bulunduğu ortamlarda) yerin ısısı olağanüstü bir şekilde ve normalden çok fazla bir şekilde artmaktadır. Yerin ısısı arttıkça önceleri 'Turba' olarak adlandırılan ama kömür sayılmayan bu organik madde, önce 'Linyit', daha sonra 'Alt bitümlü Kömür', sonra 'Taşkömürü', 'Antrasit' ve en

sonunda şartlar uygun olursa ‘Grafit’e dönüşür. Bu ilerleyen olgunlaşma sürecine ‘Kömürleşme (Coalification)’ denmekte, her seviyeye de ‘Kömürleşme Derecesi (rank)’ denmektedir (Teichmüller 1979).

Kömürleşme süreçleri ise yaklaşık 3,5 milyon yıl ile 350 milyon yıl kadar sürebilmektedir (Ünalın 2010).

Kömürler içlerinde kil, silt, kum, ve değişik oranlarda inorganik (mineral) madde bulundurlar. Kömürlerin içerisinde bulunan bu inorganik maddeler kömürün kalitesini direkt olarak negatif yönde etkilerler. Kömürleşme ortamları, coğrafik, jeolojik, biyokimyasal ve fiziksel etmenlere bağlıdır (Anonim 1996).

### **2.3.2 Kömür Türleri ve Sınıflamaları**

Özellikleri birbirinden çok farklı olan kömürleri sınıflayabilmek için esas alınabilecek çok sayıda değişken vardır. Bu yüzden, genellikle birbirine bağlı, bazen birbiriyle çakışan birçok sınıflama sistemi ortaya çıkmıştır.

Stratigrafik durumuna göre kömürleri Karbonifer, Permian, Jura ve Tersiyer kömürleri gibi sınıflandırmak mümkündür. Ancak bu sınıflandırma kömürün özelliklerini belirtmemektedir. Her ne kadar turbalar Kuvaterner’de, linyitler Tersiyer’de, taşkömürleri Paleozoyik’te oluşmuşlarsa da, bu durum her yerde geçerli değildir. Görünüm ve bazı fiziksel özelliklere göre kömürler; turba, linyit, taşkömürü ve antrasit olarak sınıflandırılabilir (Salman 2010).

Bu sınıflama, kolay ve pratik olduğundan günlük hayatta çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Salman 2010).

1. Turba
2. Linyit
  - Yumuşak Linyit
  - Toprağımsı Linyit
  - Şisti Linyit
  - Sert Linyit

- Mat Linyit
- Parlak Linyit
- 3. Taşkömürü
- 4. Antrasit

Son zamanlarda kömürlerin nem, uçucu madde oranlarına bağlı olarak karbon ve kalorifik değerlerini esas alan birkaç tane endüstriyel sınıflama geliştirilmiştir.

Bu sınıflamalarda kömürlerin makroskopik özellikleri de göz önünde bulundurulmaktadır. Kömürler birçok değişik sınıflamalara tabii tutulurlar. Avrupalılar kömürü ‘sert kömür (linyitin üzerindeki kaliteli kömürler)’, ‘kahverengi kömür’ olarak sınıflandırırılar.

En yaygınca kullanılan sınıflama şüphesiz, Amerika’da geliştirilen aşağıdaki çizelgede bulunan Amerikan Standardı Kömür Sınıflaması’na (A.S.T.M.)(1983) ve uçucu madde, kalori değerini esas alan sınıflamadır (Anonim 2001). Bir organik maddeyi iyi tanımlayabilmek için bazen bu sınıflamalar yetmemekte ve organik petrografik incelemeleri de dikkate alınmaktadır. Ancak kömürlerin kömürleşme dereceleri de; Amerikan Standardı Kömür Sınıflaması’na (1983) göre en doğru şekilde yansıma değerleri ile ortaya konabilmektedir (Anonim 2001).

Amerika'da geliştirilen ASTM kömür sınıflaması Çizelge 2.4’de görülmektedir.

**Çizelge 2.4** Uçucu Madde ve Kalori Değerini Esas Alan Kömür Sınıflaması(Anonim 2001).

SINIF	ALT GRUP	Sabit Karbon Sınırları (%)		Uçucu Mineral Madde Sınırları (%)		Isıl Değer (kcal/kg)	
		>=	<	>	<=	>=	<
ANTRASİT	1. Meta- Antrasit	98			2	7780	
	2. Antrasit	92	98	2		7780	
	3. Semi- Antrasit	86	92	8	14	7780	
BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	1. Düşük Uçuculu	78	86	14	22	7780	
	2. Orta Uçuculu	69	78	22	31	7780	
	3.Yüksek Uçuculu-A		69	31		7780	
	4.Yüksek Uçuculu-B		69	31		7220	7780
	5.Yüksek Uçuculu-C		69	31		5835	7220
ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	1. Alt Bitümlü-A		69	31		5835	6390
	2.Alt Bitümlü-B		69	31		5275	5835
	3.Alt Bitümlü-C		69	31		4610	5275
LİNYİT	1.Linyit-A		69	31		3500	4610
	2.Linyit-B		69	31			3500

### 2.3.2.1 Taşkömürü

Ülkemizin en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak ve civarındadır. Zonguldak havzasında bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda 1,4 milyar ton rezerv saptanmıştır. Bu rezervin yaklaşık 150 milyon tonu görünür niteliktedir. Havza, Karadeniz Ereğli'den başlayarak Kandilli, Zonguldak, Amasra, Pelitovası, Azdavay ve Söğütözü'ne kadar uzanan bölgeyi kapsamaktadır. Bölge karbonifer devrinde çökelmiş, Hersiniyen ve Alpin Orojenezlerinin etkisiyle kıvrılmış, kırılmış ve çok karmaşık bir yapı kazanmıştır. Havzada çok sayıda kömür damarı olmakla beraber 22 damar işletilebilmektedir. Damar eğimleri 0-90 derece arasındadır. Üretim, +284 ve -560 kotlarında tamamen yeraltı işletmeciliğiyle yürütülmektedir. Ortalama kimyasal özellikleri %55 sabit karbon, %26 uçucu madde, %11 kül, %8 nem, ısıl değeri ise, 6000 kcal/kg düzeyindedir (Anonim 2001).

### 2.3.2.2 Linyit

Türkiye'de linyit yatakları Alp Orojenezinin etkisiyle oluşmuş dağ silsilesinin arasındaki havzalarda gelişmiştir. Linyit sahaları ülkemizde bütün bölgelere yayılmış olup ısıl değerleri 1000-5000 kcal/kg arasında değişmektedir (Anonim 2001).

Ülkemizdeki toplam linyit rezervinin yaklaşık %68'i düşük kalorili olup %23,5'i 2000-3000 kcal/kg arasında, %5,1'i 3000-4000 kcal/kg arasında, %3,4'ü 4000 kcal/kg üzerinde ısıl değerdedir. Türkiye'nin toplam linyit rezervi 12,4 milyar ton seviyesinde olup işletilebilir rezerv miktarı ise 3,9 milyar ton düzeyinde bulunmaktadır (Anonim 2001).

Mevcut yataklar; Afşin-Elbistan, Elbistan, Konya-Karapınar, Konya-Beyşehir, Konya-İlgin, Manisa-Soma-Eynez, Eskişehir-Alpu, Adana-Tufanbeyli, Ankara-Beypazarı, Afyon-Dinar, Balıkesir-Balya, Bingöl-Karlıova, Bolu-Göynük, Bursa-Keles, Bursa-Orhaneli, Çanakkale-Çan, Çorum-Alpagut, Çorum-Osmancık, İstanbul-Çatalca, Kütahya-Seyitömer, Kütahya-Tavşanlı, Malatya-Yazıhan, Muğla-Milas, Muğla-Yatağan, Tekirdağ-Çerkezköy, Tekirdağ-Merkez, Tekirdağ-Saray, Sivas-Kangal' dadır (Anonim 2012b).

Türkiye’de farklı nem, kül, sülfür, kalorik değer gibi özelliklere sahip linyit çeşitleri bulunmaktadır. Linyit rezervlerinin büyük bir bölümü düşük kalitededir. Rezervlerin yalnızca %14’ü, %20’den büyük nem oranına sahiptir. Ortalama nem oranı ise %40 civarındadır. Sülfür oranı ise %1-6 arasında değişmektedir (Anonim 2001).

### **2.3.2.3 Bitümlü şist**

Bitümlü şistler veya bitümlü şeyller, kerojen kapsayan ince taneli tortul kayalardır. Kerojen, kömür ile petrol arasında yer alan organik bir madde olup hidrojen, oksijen, azot ve kükürt içerir. Oluşumları belirli bir jeolojik zamana bağlı değildir. Yaşları Paleozoik, Mesozoik ve Senozoik olabilir (Anonim 2001).

Yurdumuzda Bolu-Göynük, Ankara-Bey pazarı, Niğde-Ulukışla, Kütahya-Seyitömer, İzmit-Bahçecik ve Bilecik-Gölpazarı’nda toplam 5 milyar ton rezerv tahmin edilmektedir. Ortalama ısı değerleri 800-1100 kcal/kg. arasındadır (Anonim 2001).

### **2.3.2.4 Asfaltit**

Asfaltit, petrol kökenli bir kayaç olup, derinlerde bulunan sıvı veya yarı sıvı durumdaki asfalt maddesinin hidrostatik basınç, gravitasyon, sıcaklık gibi etkenlerle taşınarak yarık, çatlak ve boşluklara yerleşmesiyle oluşmuştur. Ekonomik kalınlıkta filon tipi yataklar Şırnak ve Silopi bölgelerindedir. Yapılan etüd ve sondajlarla 82 milyon ton asfaltit rezervi belirlenmiştir. Bu rezervin 45 milyon tonu görünür niteliktedir (Anonim 2001).

### **2.3.3 Kömürlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Kömürün özellikleri, oluşum şartlarına, bileşimine, kömürleşme derecesine göre değişmektedir. Kömürlerin fiziksel özellikleri; gözeneklilik (porozite), gaz emme (adsorpsiyon), özgül ağırlık, mikro sertlik ve yansıtma (refleksiyon) olarak sıralanabilir. Kömürlerin kimyasal özellikleri oksidasyon, çözücülerde erime, hidrojenasyon ve koklaşma olarak sıralanabilir (Nakoman 1971).

## 2.4 Maden (Kömür) İşletme Metotları

Yeraltı zenginliklerinin buldukları yerden kazılıp çıkarılması işlemleri maden işletme yöntemleri olarak tanımlanmaktadır. Maden işletme, yeraltı zenginliklerinin doğada buldukları yerden çıkarılması ile ilgili tüm işlemleri kapsamakta olup ana hatları ile kazı, delme, patlatma, yükleme ve ocak dışına taşıma işlemlerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla insan gücü yanında bu işlemleri yapacak makine ve ekipmanlara da gereksinim duyulmaktadır.

Maden işletme sırasında kullanılan yöntemler, açık ve kapalı işletme yöntemleri şeklinde iki gruba ayrılmaktadır.

Açık işletme yöntemleri, yüzeyde mostra vermiş veya yüzeye yakın seviyelerde yataklanmış yeraltı zenginliklerinin işletilmesinde kullanılmakta olup yeraltı zenginliğinin üzerinde bulunan örtü malzemesi kaldırılarak üstü açılmakta ve işletilmektedir.

Kapalı işletme yöntemlerinde ise yeraltı zenginliğinin üzerinde bulunan örtü kaldırılmadan cevherin içine girilerek kazı işlemleri yapılmaktadır (Gökçe 2005).

Maden işletme yönteminin seçimine etki eden fiziksel ve ekonomik başta olmak üzere birçok faktör vardır.

Fiziksel faktörler arasında en önemli faktör, yeryüzünden olan derinlik olup açık işletme ve yer altı işletme yöntemi ayırımı yapılır. Her cevherin değerine ve topoğrafyaya göre bir ayırım derinliği mevcuttur. Tabaka halinde (kömür, fosfat, borasit) olan yataklar ve damar halinde olan yataklara uygun sistemler birbirinden farklıdır. Zengin tenör, fakir tenör durumu da işletme yöntemine yön verir. Yatağın, yan taşının, kayaç sağlamlığı da önemli bir faktördür (Türkmen 2011).

Ekonomik faktörlerde işletme yöntemine yön veren faktörlerden biridir. Maden işletme, cevher hazırlama, idare, finansman masrafları ve pazarlama stratejileri önemli ekonomik etkenlerdir.



Emniyet faktörleri yine çok önemlidir. Madencilik tehlikeli bir meslek olup kaza payı yüksektir. Dolayısıyla kaza sigortaları masrafa katılmalıdır. Buna tozun meydana getirdiği meslek hastalıkları da ilave edilmelidir. Madenin çevreye etkisi, canlıların yaşamına etkisi asgariye indirilmelidir. Maden işçisi başlangıçta bilgisiz olup eğitilmesi ve yetiştirilmesi gerekir. Bütün bu faktörler işletme yönteminin seçimine etki yapar (Anonim 2001).

#### **2.4.1 Açık Ocak Maden İşletmeleri**

Açık ocak madenciliği, ekonomik amaçlı ve madencilik sektörüne hammadde temini amaçlı yapılan maden işletmeciliğidir. Günümüzde dünya maden üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır (Akyol 2009).

Açık ocak madenciliği; yeraltında bulunduğu saptanmış ya da mostra vermiş madenin ekonomik olarak, yeraltına inilmeden ve yer altı zenginliği üzerindeki örtünün kaldırılarak işletildiği yöntemlerdir. Bu işletmelerde kaldırılacak örtü iki nedenle ortaya çıkmaktadır. Birincisi, yer altı zenginliğinin üzerindeki örtü kayacı veya toprak örtüsüdür. İkincisi ise işletme sırasında oluşan yan kenarların duyarlı olabilmesi için yapılacak eğim nedeniyle yan kayacın kazılmasıdır.

Açık ocak madenciliğinde maden yatağı ve yatağın morfolojisine bağlı olarak üretim yöntemleri de değişmektedir. Maden yatağının mineral veya tabaka halinde olması, arazi yüzeyinin şekli ve işletme yöntemini belirler, uygulanacak yöntemdeki değişikliklere temel olur.

Açık ocak madenciliğinde en önemli işlem, madencilikle dekapaj denilen maden cevherinin üzerinde bulunan örtü tabakasının kaldırılması ve cevherin çıkarılmasıdır.

Açık ocak madencilik yönteminde faaliyetler;

- ✓ Bitki örtüsü ve üst toprağı kaldırarak yüzeyi hazırlamak,
- ✓ Kaya tabakalarını kırmak veya patlayıcılar yardımıyla parçalamak,

- ✓ Örtü tabakasını yükleyerek araziden uzaklaştırmak,
- ✓ Madeni çıkartarak araziden uzaklaştırmak olarak sıralanabilir (Dizdar 1993).

Açık işletmelerin birçok avantajları vardır. Bunlar;

- Maden yatağındaki faydalı mineralin hemen hemen tamamı üretilmektedir.
- Randıman yüksektir.
- Maliyet yeraltına nazaran daha düşüktür. (Yüksek kapasiteli ekipmanlar)
- Üretim istenilen zamanda artırılabilir veya azaltılabilir.
- Yeraltında karşılaşılan zorluk ve tehlikelerin büyük bir kısmı ortadan kalkmaktadır.
- Havalandırma sorunu yoktur.
- İş kazaları çok azdır.
- Ocağın kontrolü çok kolaylıkla yapılabilir (Anonim 1996).

Açık işletmelerin avantajları yanında bazı dezavantajları da vardır. Bunlar;

- Arazinin satın alınması zorunludur.
- Tarihi değeri olan yapılar veya doğal değerler kaybolacaktır.
- Arazi doğal güzelliğini kaybedecek ve görsel kirlilik oluşacaktır.
- İklimin müsait olmadığı yerlerde veya mevsimlerde açık işletme faaliyetleri aksayacaktır (Anonim 1996).

Açık işletme yöntemi ve teknolojisine bakıldığında;

a) Sürekli Madencilik Sistemi: Bu sistemde hem örtü kazısı hem de kömür kazısı döner kepçeli ekskavatörler ve/veya zincirli kovalı ekskavatörlerle yapılmaktadır. Örtü malzemeleri ve kömür nakliyatı ise bantlı konveyör, demiryolu veya nadiren

kamyonlarla yapılmaktadır. Bant konveyör nakliyatında uç noktalarda dökücü makinalar kullanılmaktadır. Demiryolu ve kamyon uygulamasında ise, doğrudan döküm yanında, işletme yakınında ara tumbalar oluşturulmakta ve buradan tekrar bant konveyörle nakliyat da yapılmaktadır (Anonim 2001).

b) Süreksiz İşletme Sistemi: Sistemin ana makinaları dragline, elektrikli ve hidrolik ekskavatör, yükleyici ve kamyonlardır. Dragline uygulaması daha çok örtü kalınlığı ince olan açık işletmelerde yaygın olup bu amaçla geliştirilmiştir. ABD, Avustralya ve Güney Afrika'daki uygulamalar bu türdendir. Süreksiz açık işletme yönteminde dragline ekskavatör kamyon ve yükleyici kamyon sistemleri kombine olarak da kullanılmaktadır. Açık işletmecilik faaliyetlerinde sistem ve uygun makina ekipman seçiminde; yıllık kazı ve kömür üretim miktarları, topoğrafya, kömür damarının eğimi, yapısı ve kalınlığı, örtü tabakası ve ara kesme tabakalarının kalınlığı ve mekanik özellikleri, iklim (yağış ve sıcaklık) ve drenaj durumu belirleyicidir. Kazı planına uygun basamak boyutları, şev açıları, döküm sahası yeri seçimi ve kapasitesi, yolların maden planlaması aşamasında mutlaka dikkate alınması gerekmektedir (Anonim 2001).

Açık işletmecilikte verimlilik gün geçtikçe artmaktadır. Verimlilikteki bu artış, yüksek kapasiteli makina ve ekipmanların geliştirilmesi ve işletme faaliyetlerine bilgisayarlı ölçme, izleme, kontrol sistemlerinin uygulanmasıyla gerçekleşmiştir. Bu uygulamalarda ekskavatörlerin ve kamyonların kazı, yükleme ve taşıma boşaltma süreleri optimum şekilde düzenlenmekte, çalışan makinalardan yağ numuneleri alınarak analizler yapılmakta ve makinaların bakım onarım süreleri ile yağ tüketiminde önemli tasarruflar sağlanmaktadır (Anonim 2001).

#### **2.4.2 Yeraltı (Kapalı) Maden İşletmeleri**

Açık işletme metodu uygulaması ekonomik olmayan maden yataklarına tavanın göçertilmesi, açılan boşluğun doldurulması veya topuklar bırakılması esaslarına göre uygulanan üretim sistemine yeraltı madenciligi denir.

Yeraltı madenciligi maden yatağının üzerindeki örtü tabakasının çok kalın olduğu

durumlarda uygulanan bir yöntemdir. Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın madenciliğin temel hedefi yer kabuğunun farklı katmanlarında bulunan madenin yeryüzüne çıkarılmasıdır. Yer altı maden işletme yöntemleri, yer altı zenginliklerinin üzerinde bulunan örtü malzemesi kaldırılmadan yer altı zenginliği içine girilerek işletildiği işletme yöntemleridir (Anonim 1996).

Yer altı zenginliklerini aramak, incelemek veya işletmek amacıyla yer içinde ulaşılmış tünel tipi yollara galeri denilmektedir. Galeriler dik eğimli ise kuyu, 24 dereceden az eğimli olarak aşağıya doğru gidiyorsa desandre, 24 dereceden daha fazla eğimli olarak aşağıya doğru gidiyorsa baş aşağı, yukarı doğru gidiyorsa başyukarı olarak isimlendirilmektedir. Yeraltında çalışılırken açılan boşluğun veya tavanın göçmemesi için oluşturulan desteklere tahkimat denilmektedir. Tahkimatlar doğru olarak yan kayaç veya cevher kütleleri yerinde bırakılarak yapılabileceği gibi ağaç, demir veya dışarıdan taşınmış dolgu malzemeleri kullanılarak yapay olarak da yapılabilmektedir (Gökçe 2005).

Yeraltı işletme yöntemleri de, açık işletmecilikte olduğu gibi, kömür damarının yapısı (kalınlık, eğim, sertlik, uzunluk vb.), yan kayaçların yapısı, tektonizma, hava sıcaklığı, metan gazı içeriği, günlük üretim, drenaj vb. kriterler yönünden çeşitlilik gösterir. En yaygın olarak kullanılan yer altı işletme yöntemlerini şöyle sıralayabiliriz;

- a. Uzun kazı arınlı üretim yöntemi,
- b. Kısa kazı arınlı üretim yöntemi,
- c. Topuklu üretim yöntemi,
- d. Oda üretim yöntemi.

Bu yöntemler de kendi aralarında alt gruplara ayrılmakta veya bunların kombinasyonları olarak uygulanabilmektedir. Dünya yeraltı madenciliğinde en yaygın olarak uzun kazı arınlı üretim yöntemleri uygulanmaktadır. Yeraltında kömür kazısı, şartlara göre konvansiyonel kazı (kazma, delme, patlama ve martopikör) ve mekanize kazı (hidrolik burgu, pnömatik kazma, saban ve tamburlu kesici, yükleyici) şeklinde yapılmaktadır. Nakliye ise, ayak içinde zincirli konveyörlerle, taban ve anayollarda bant konveyörlerle ve duruma göre vagonlarla yapılmaktadır. Diğer yaygın yeraltı

işletme yöntemi oda yöntemi olup, A.B.D’ de çok yaygındır. Yeraltı işletmelerinde verimlilik ve günlük üretim kapasiteleri kazı, nakliyat ve tahkimat ünitelerindeki mekanizasyon ve otomasyona bağlı olarak artmıştır. Taban yollarının hazırlanmasında galeri açma makinaları, kömür kazı ve yüklemeye çift tamburlu kesici yükleyiciler, ayak içi tahkimatında kalkan tipi yürüyen tahkimatlar, ayak içi kömür nakliyatında panzer tip zincirli konveyörlerin yaygınlaşması, daha geniş ayak boylarında daha uzun panolar hazırlanarak üretim yapılmasını sağlamıştır (Anonim 1996).

## **2.5 Rezerv Hesaplama Yöntemleri**

Rezerv, varlığı arama çalışmaları ile belirlenmiş, günümüz teknik ve ekonomik koşullarında işletilebilirliği saptanmış olan kaynaktır (Ünalın 2010).

Bir maden sahasının planlanmasındaki ilk adım sahanın toplam rezervinin hesaplanması ya da en azından madencilik işlerine başlamayı garanti edebilecek rezerv miktarının önceden saptanmasıdır (Nasuf 1983).

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 (Nasuf 1983).

Bir maden yatağının ekonomik bir şekilde işletilip işletilemeyeceği konusunda karar vermek için, yapılan inceleme ve hesaplamalar bir yatağın fiziksel boyutlarının dışında birçok faktörleri içerir, ilk etapta sahanın jeolojisi hakkında yeterli bilgi edinilmesi ile yatağın bulunduğu taştaki metamorfik, fiziksel ve kimyasal değişmelerin derecesi, ana mineral ile ikincil mineralin sahaya dağılımı ve birbirilerine etkileri incelenebilir. Bu sayede de üretilen mineralin fiyatı, piyasadaki rekabet şansı ve eldeki olanaklar çerçevesinde sahanın ekonomikliği konusunda bir karar verilebilir (Nasuf 1982).

Değişik rezerv sınıflamaları yapmak mümkündür;

a) Prognostik Rezerv: Bir yörenin veya bir bölgenin yahut bir kıtanın belirli bir cevher

için çok değişik kaynaklardan yararlanılarak bulunan rezervdir. Doğruluğu %1 gibi çok düşüktür (Karapınar 2011).

b) Muhtemel Rezerv: 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).

c) Jeolojik Rezerv: Bir maden yatağının jeolojik harita ve kesit gibi bulgular doğrultusunda elde edilen verilere dayanılarak belirlenen rezervdir. Hata oranı  $\pm$  %90-99,9 arasında değişmektedir (Karapınar 2011).

d) Mümkün Rezerv: Boyutları hakkında pek bilgi edinilemeyen, ancak varlığı ümit edilen bir cevher kütesini belirtir. Hata Oranı  $\pm$ %50-80 arasındadır (Ayhan 1986).

e) Görünür Rezerv: Kesin hesabı üç 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 (Karapınar 2011).

Yaygın olarak kullanılan birçok rezerv hesaplama yöntemlerini genel olarak; geometrik yöntemler ve jeostatistik yöntemler olarak iki ana başlıkta incelemek mümkündür.

### **2.5.1 Jeostatistik Yöntemler**

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 rastlantısaldır.

Jeoistatistiksel yöntemlerde ise değişkenler birbirleriyle ilişkilidir (Kırmanla ve Nasuf 1998).

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  $(z) \times (a+h)$  olarak gösterdiğimizde bu iki noktadaki tenör değerleri arasındaki fark,  $f(h) = ((z) \times (a)) - ((z) \times (a+h))$  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 (Karapınar 2011).

Aslında tenörler arasında uzaklığa bağlı olan bu ilişkinin aynı yatak içinde bile farklı yönlerde 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 (Karapınar 2011).

Jeoistatistiksel 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 kullanabilmesi için dağılımların normal dağılım özelliği göstermesi gereklidir (Kırmanla ve Nasuf 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 değiştiği izlenebilir. Variogram

analizleri ilgili jeostatistik'in temel uygulama alanından birisi de rezerv-tenör ilişkisinin belirlenmesi, yani belirli bir tenör aralığında veya belirli bir tenörden itibaren (ekonomik tenör) sahada ne kadar rezerv olduğunun belirlenmesidir. Böyle bir araştırma sahanın tenör dağılımını çıkartmakta ve cevher hazırlama işlemi için bilgi vermektedir.

## 2.5.2 Klasik Yöntemler

Madencilik uygulamalarının bilinen en eski yöntemidir. Bu yöntem geometrik yöntem olarak da bilinmektedir. Geometrik yöntem, her sondaj ya da her örnekleme noktası etrafındaki etki alanının bulunması esasına bağlıdır. Eski uygulamalar tamamen adından 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.

### 2.5.2.1 Üçgen yöntemi

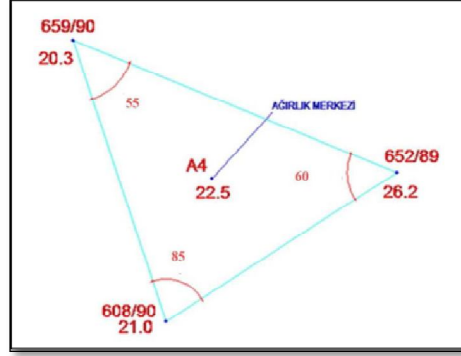
Bu yöntemde sondajlar birleştirilerek üçgenler oluşturulur. Üçgenlerin eşkenar üçgen olmasına dikkat edilir. Genellikle sondaj aralıkları düzensiz olduğundan bu mümkün olmamaktadır. Yine de üçgen açılarının dar açı oluşturması sağlanmalıdır.

Şekil 2.4'deki örnekte sondajların kömür kalınlıkları verilmiştir. Bu üçgende anlatılan ifadenin formülü:  $\frac{20,3+26,2+21}{3} = 22,5$  metre 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.

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 yöntemde eksik kalan yanıdır (Karapınar 2011).



**Şekil 2.4.** 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 (Karapınar 2011).

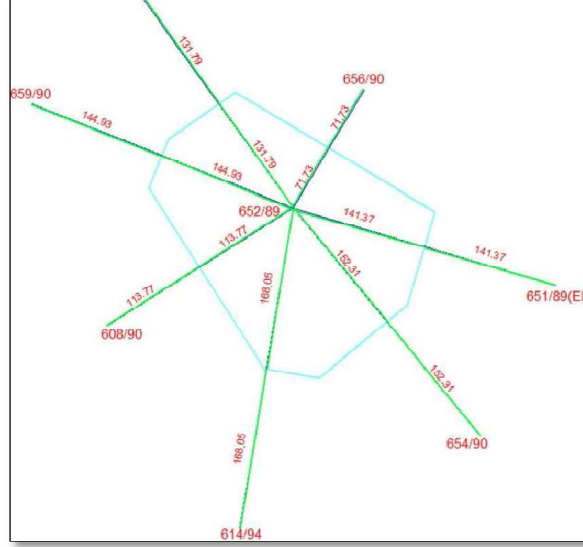
### 2.5.2.2 Poligon yöntemi

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 yapıyorsa 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 2.5).

Aynı şekilde çalışma alanı içerisinde tüm örnekler için etki alanları bulunarak toplam rezerv ya da kalite Şekil 2.6'da gösterildiği gibi hesaplanır. Sondajların etki alanı olan poligon alanlarının belirlenmesi, günümüzde bilgisayar destekli olarak çalışan sayısallaştırıcı aletlerle yapmak mümkündür. Bu yöntemde de yeterli veri olması

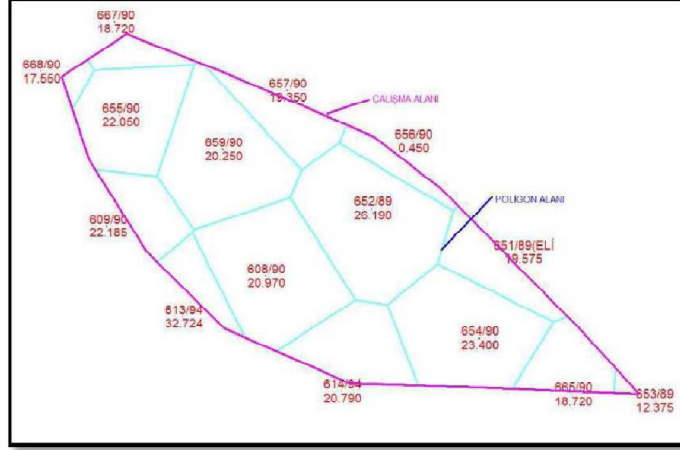
halinde belirsiz alanların azalması anlamına geleceği için daha doğru neticeler verecektir (Karapınar 2011).



**Şekil 2.5.** Poligon kullanılarak bir sondaj noktasının etki alanını gösteren şematik yapı (Karapınar 2011).

### 2.5.2.3 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 (Karapınar 2011).

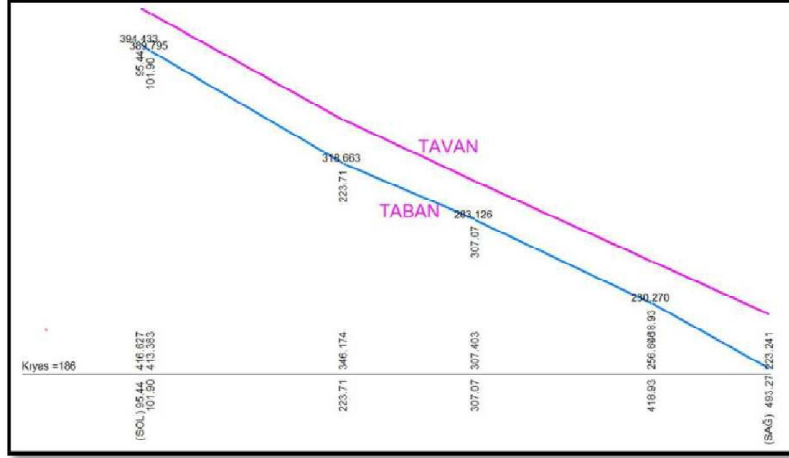


**Şekil 2.6.** Belirli bir alanda yapılan sondaj noktaları, oluşturulan poligonlar ve poligonların temsil ettiği kalınlık değerleri(Karapınar 2011).

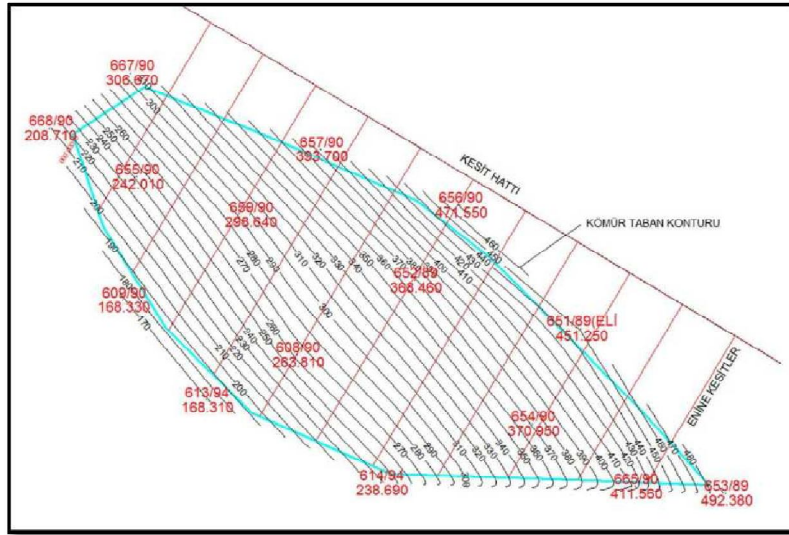
Şekil 2.7’de görülen enine kesit, yaklaşık doğrultuya paralel bir kesit hattı üzerinde yaklaşık eğim yönünde, kesit hattına dik ve belirli aralıklarla alınmış kesitlerden birisidir. Bunun için öncelikli olarak mevcut sondajlar kullanılarak kömüre ait tavan ve tabanı temsil eden eş yükselti eğrileri hazırlanır. 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 Şekil 2.8’de gösterildiği gibi belirlenir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus kesitlerin sahayı yansıtacak biçimde ve mümkün olabilecek sıklıkta hazırlanmasıdır (Karapınar 2011).



Şekil 2.7. Bir kömür damarının eğim yönü boyunca alınmış enine kesiti. Kırmızı renkli çizgi tavan, mavi renkli kısım ise tabanı oluşturmaktadır (Karapınar 2011).



Şekil 2.8. Belirli bir alandaki sondaj noktaları kullanılarak 10 m değişim değerleri kullanılarak hazırlanan kömür taban eşyükselti haritası (Karapınar 2011).

#### 2.5.2.4 İzopak yöntemi

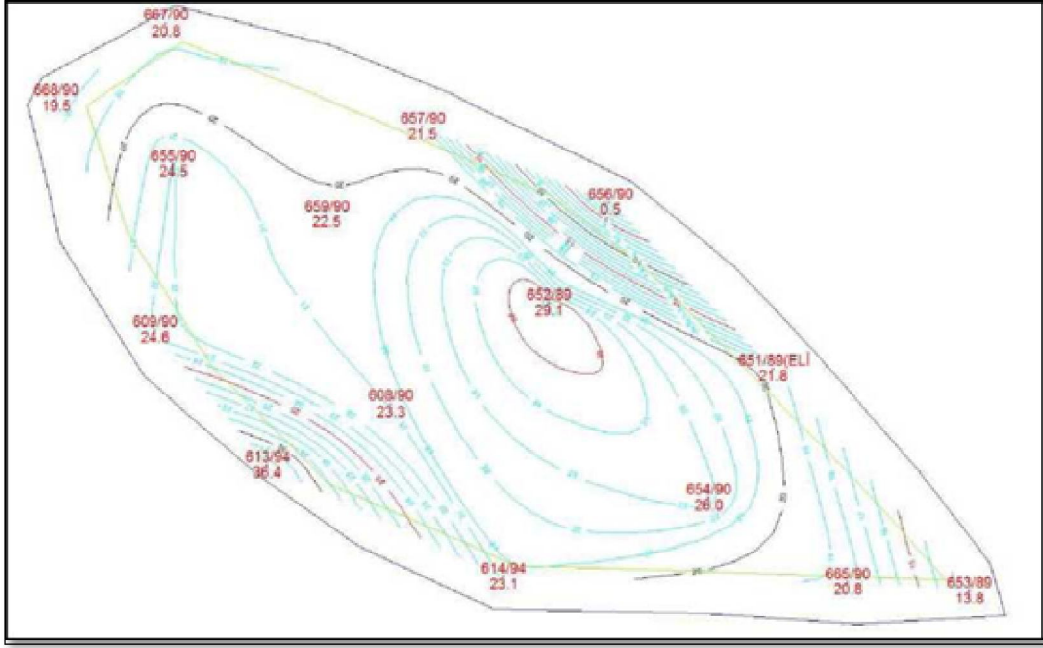
Bu yöntemde, öncelikle üzerinde çalışılan kömürün kalınlıklarını belirli bir artış ile gösteren eş kalınlık eğrileri Şekil 2.9'da olduğu gibi oluşturulur. Bu eğrilerin içinde kalan alanlar hacim hesabının yapılacağı kapalı alanlar olacaktır.

Kesik koni formülü;  $V = \frac{1}{3} \times h \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2})$  kullanılarak kömür hacmi m<sup>3</sup>

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 uygulanışı bilgisayar destekli olarak yapıldığında daha hızlı ve güvenilir çözümler sunmaktadır (Karapınar 2011).



**Şekil 2.9.** Belirli bir alan için yaratılan kömür eş kalınlık eğrileri. Kırmızı renkte yazılar sondaj adını ve kalınlık değerini, çizgilerse 1m aralıklı kalınlık değişimlerini göstermektedir(Karapınar 2011).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Çalışma Alanının Konumu**

###### **3.1.1.1 Yol Durumu**

Çalışma alanı; Eskişehir ili, Mihaliççık ilçesi, Koyunağılı köyü civarında yer almaktadır. Sahanın Mihaliççık (Eskişehir) ve Beypazarı'na (Ankara) ulaşımını sağlayan karayolu ve alt yapısı mevcuttur.

###### **3.1.1.2 Elektrik Durumu**

Faaliyet alanında elektrik ve alt yapısı mevcuttur. Osmangazi Elektrik Dağıtım A.Ş.'den trafo vasıtasıyla elektrik alınmıştır.

###### **3.1.1.3 Su Durumu**

Faaliyet alanı yakınında, Adularya Enerji Elektrik Üretimi ve Madencilik A.Ş. tarafından yapılan su sondajı kaynaklarından yararlanılmıştır. Yeraltı suyu kullanma konusunda T.C DSİ Genel Müdürlüğü III. Bölge müdürlüğünün 18.11.2008 tarih III.K.ES.04.59 ve III.K.ES.04.60 sayılı yazılarıyla kullanma belgesi alınmıştır.

###### **3.1.1.4 İklim Durumu**

Eskişehir ili çevresi ilk bakışta Batı Anadolu ve İç Anadolu iklimleri arasında bir geçiş iklimi gösteriyorsa da genellikle sert ve karasal İç Anadolu iklimi hakimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar daha ziyade yağmur şeklinde olmaktadır. Çalışma sahası yakınında yer alan Sarıyer baraj gölünün etkisi ve yükseltinin az olması nedeni ile kış aylarındaki kar yağışı çok kısa süre örtü oluşturmaktadır (Anonim 2012g).

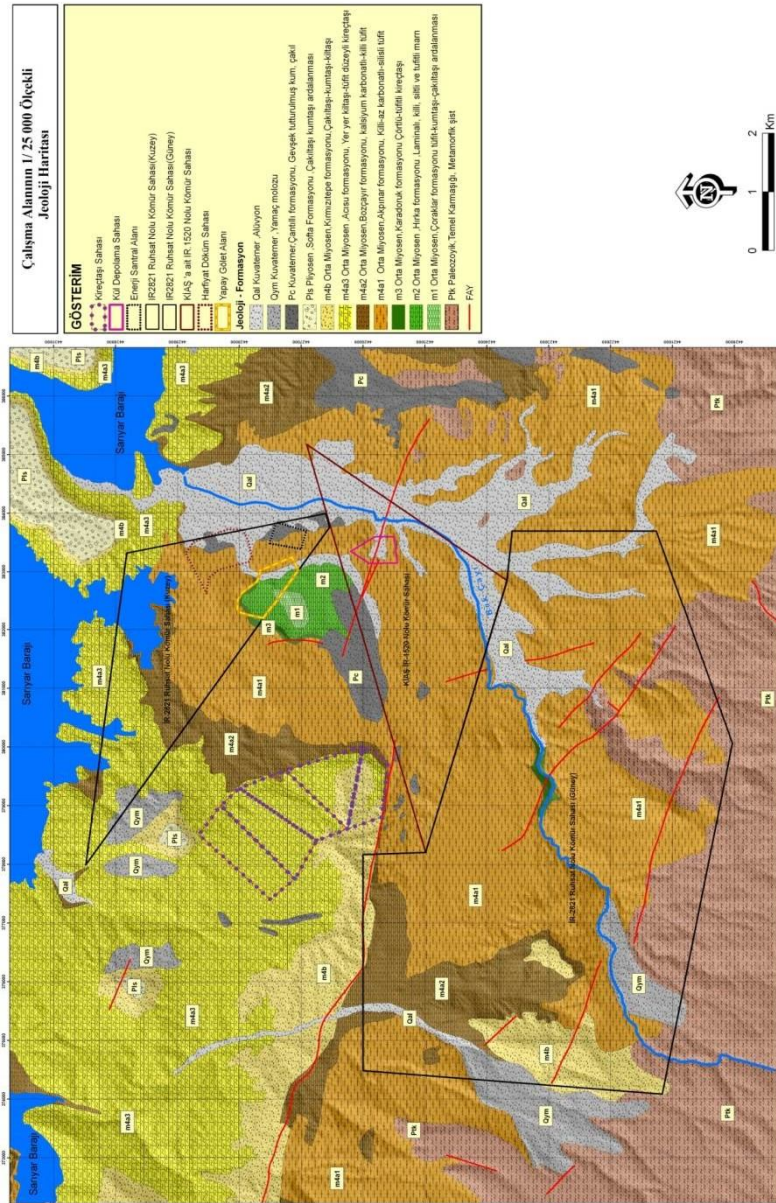


### 3.1.2 Çalışma Alanının Jeolojisi

#### 3.1.2.1 Stratigrafi

Genel Jeoloji;

Koyunağlı Havzasının genel jeolojisi; tortul, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalar yaş sıralarına göre stratigrafide açıklanmıştır. Şekil 3.1'de ise Eskişehir, Mihaliççık-Koyunağlı linyit sahası jeolojik haritası görülmektedir (Anonim 2012e).



Şekil 3.1. Eskişehir Mihaliççık Koyunağlı linyit sahası jeolojik haritası (Anonim 2012e)

Saha tümüyle Miosen, Pliosen ve Kuvaterner yaşlı formasyonlarla kaplıdır. Sahanın stratigrafik kesiti Şekil 3.2’de verilmiştir. Ayrıca Alt Miosen birimleri ve temeli oluşturan Paleozoik yaşlı birimler sondajlarda izlenebilmektedir.

Litoloji;

Metamorfik Şist-Mermer: Genellikle serisit şist, glakofan şist ve kristalize kireçtaşlarının ardalanmasından oluşur. Ofiolitk melanaj ile tektonik dokanaktır. Şistlerin kalınlığı bilinmemektedir (Anonim 2012e).

Ofiyolitik Melanj: Bu kaya birimi serpantin, radyolarit, kireçtaşı bloklarından oluşmuştur. Yer yer kırmızı, kahve renkli radyolaritler, çamurtaşları, serpantinler oldukça yaygındır. Yeşil renkli, serpantinler arasında cevherleşme (krom) mevcuttur ve bölgede krom işletmeciliği yapılmaktadır. Ayrıca bölgede peridotit ve gabrolar mostra vermiştir. Bu birimlerin kalınlığı bilinmemektedir. Yaşı muhtemelen Triyas’dır (Anonim 2012e).

Konglomera, Kumtaşı ve Kireçtaşı: Yaşı Eosen’dır. Tabanında şarabi renkte konglomera ve kumtaşı yer alır. Çakılları mermer, serpantin ve radyolaritlerden oluşmuştur. Üstte doğru kirli sarı, yeşil renkte kilitaşı ve killi kireçtaşı gelmektedir. Kalınlığı 60 metreyi bulan kireçtaşlarında bol miktarda Nummulites bulunur. Konglomera’ya ait çakıl boyutları değişkendir. Tabaka kalınlıkları 0,50-2,00 m. arasındadır. Bu, Eosen çökellerini, daha genç olan Miyosen açısız diskordansla örtmektedir. Bölgede üst seviyelere doğru çökelen kireçtaşları, sıcak ve sakin bir ortamın varlığını göstermektedir (Anonim 2012e).

Volkanik Kaya Birimleri: Andezit, andezitik tuf, aglomera ve bazalt bulunmaktadır. Gri ve açık sarı renklindedir. Kaya birimleri yer yer çok yumuşak, yer yer çok serttir. Eosen yaşlı birimleri açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Yaklaşık kalınlığı 60 metredir (Anonim 2012e).

Konglomera, Kilitaşı, Marn, Tuf, Kireçtaşı: Üst Miosen yaşlıdır. Birim şist, serpantin, mermer, tuf ve radyolarit çakıllarından oluşan konglomera ile başlar. Bunun üzerine



gri, beyaz ve tabaka kalınlığı 1-2 m. arasında değişen kil taşı-marn-tüf seviyeleri gelmektedir. En üstte açık renkli 1-10 m kalınlığında tabakalara sahip yer yer silisifiye olmuş kireçtaşları bulunur. Yatay ve yataya yakın tabakalı yer yer 20 cm ile 60-70 cm ye kadar değişen tabakalara sahip sedimanter oluşumlar tüf kökenlidir. Üst seviyelerde daha ziyade az tutturulmuş ve gevşek haldedir. Bu akımdan üst seviyeleri alüvyon olarak değerlendirilmiştir. Bu birim gri-bej ve yeşilimsi renklere sahip tabakalardan oluşmuştur. Yatay ve az eğimlidir. Sahada Eosen çökelleri üzerine gelen bu birimin üzerindeki Pliosen'e ait bazalt ve çökellerinin ortalama kalınlığı 100-300 metre olarak saptanmıştır (Anonim 2012e).

Bazalt ve Tüfler: Pliosen yaşlıdır. Koyu yeşil, siyah, kahve renkli bazaltlar akma yapısı gösterirler. Bu kaya birimleri Eosen ve Miosen çökelleri üzerinde dik şevler oluşturur (Anonim 2012e).

Eski Alüvyon: Karasalfasiyeste olan Pliokuvaterner, genelde ovaların çevrelerindeki yüksekliklerde teraslar şeklinde bulunmaktadır. Daha ziyade, kumlu ve çakıllıdır. Çukurhisar civarında ise çakıllı killere geçiş gösterirler. Pleyistosen yaşlı olarak bilinirler. Yer yer çapraz tabakalanma gösterirler. Daha yaşlı kayaçların elemanlarından meydana gelmiştir. Kum ve çakılların elemanları genelde volkanik, şist, kireçtaşı, konglomera, kumtaşı ve yer yer killi kireçtaşı elemanlarından oluşmuştur. Çakılların tane çapı 5 cm'ye kadardır. Kum ebatları inceden kabaya kadar değişmektedir. Eskişehir civarında terasların görünür kalınlıkları 30 metredir (Anonim 2012e).

Alüvyon: Başlıca dere yataklarında gözlenir. Kum, silt, kil, çakıldan oluşmuştur. Kalınlığı değişiklik gösterse de 3-10 m. arasındadır (Anonim 2012e).

Alpu Ovasında, genel istikametleri doğu-batı olan ovanın kuzey ve güneyinde paralel faylar müşahede edilir. Ayrıca ovada doğu-batı istikametinde uzanan kuzey ve güney olmak üzere iki gömülü fay mevcuttur (Anonim 2012e).

Sonuç olarak Mesozoik sonunda Alpin Orojenez ile bölgedeki seriler kıvrılma ve kırılmaya maruz kalmıştır. Orojenez sonunda deniz bölgeden çekilmiş, şiddetli bir aşınım safhası başlamıştır. Aşınma Paleosende de devam etmiş, devre sonunda

meydana gelen transgresyonla havzadaki Neojen tabanı şarap rengi konglomeraları meydana gelmiştir. Neojenin karasal formasyonlarını oluşmasında ve daha sonraki devrelerde volkanik faaliyetler devam etmiştir. Bu safhada Neojen seri içinde andezitler, tüfitler ve aglomeralar oluşmuştur. Jeolojik jeoteknik etüdün yapıldığı sahada, yaygın olan litolojik birim alüvyondur.

Miyosen birimleri;

Çoraklar Formasyonu (m1): Temel kayalar üzerine uyumsuz olarak gelir. Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, kiltası, tüffit ve killerden oluşur. Üst ve alt düzeyleri linyitlidir. Bej, açık kahve ve yeşil renklidirler. Orta katmanlıdır. Tane boyları çakıldan kile kadar değişir. Üst seviyeleri orta ve sıkı, alt seviyeleri zayıf ve çok zayıf pekişmiştir. Kalınlığı 150 metredir (Anonim 2012e).

Hırka Formasyonu (m2):Şeyl, bitümlü şeyl ve marnlardan oluşur. Çoraklar formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirler. Birim içinde silisifiye kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı, tüffit ara seviyeleri yer alır. Açık-koyu bej-kahve renklidir. Katmanlanması laminalıdır. Kalınlığı 100 metredir (Anonim 2012e).

Karadoruk Formasyonu (m3): Kireçtaşlarından oluşur. Hırka formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Çatlaklı, erime boşluklu ve çoğu yerde silisleşmişlerdir. Beyaz, bej, gri renklidirler. Kalın katmanlı veya tabakasızdırlar. Kalınlığı 50 metredir (Anonim 2012e).

Akpınar Formasyonu (m4a1): Tüf-tüffit, kil-kiltaları ile marn ve sileksit ara seviyelerinden oluşurlar. Karadoruk formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alırlar. Mavimsi yeşil-yeşil renklidirler. Orta-kalın katmanlıdırlar. Sahada büyük alanlar kaplarlar. Kalınlığı 170 metredir(Anonim 2012e).

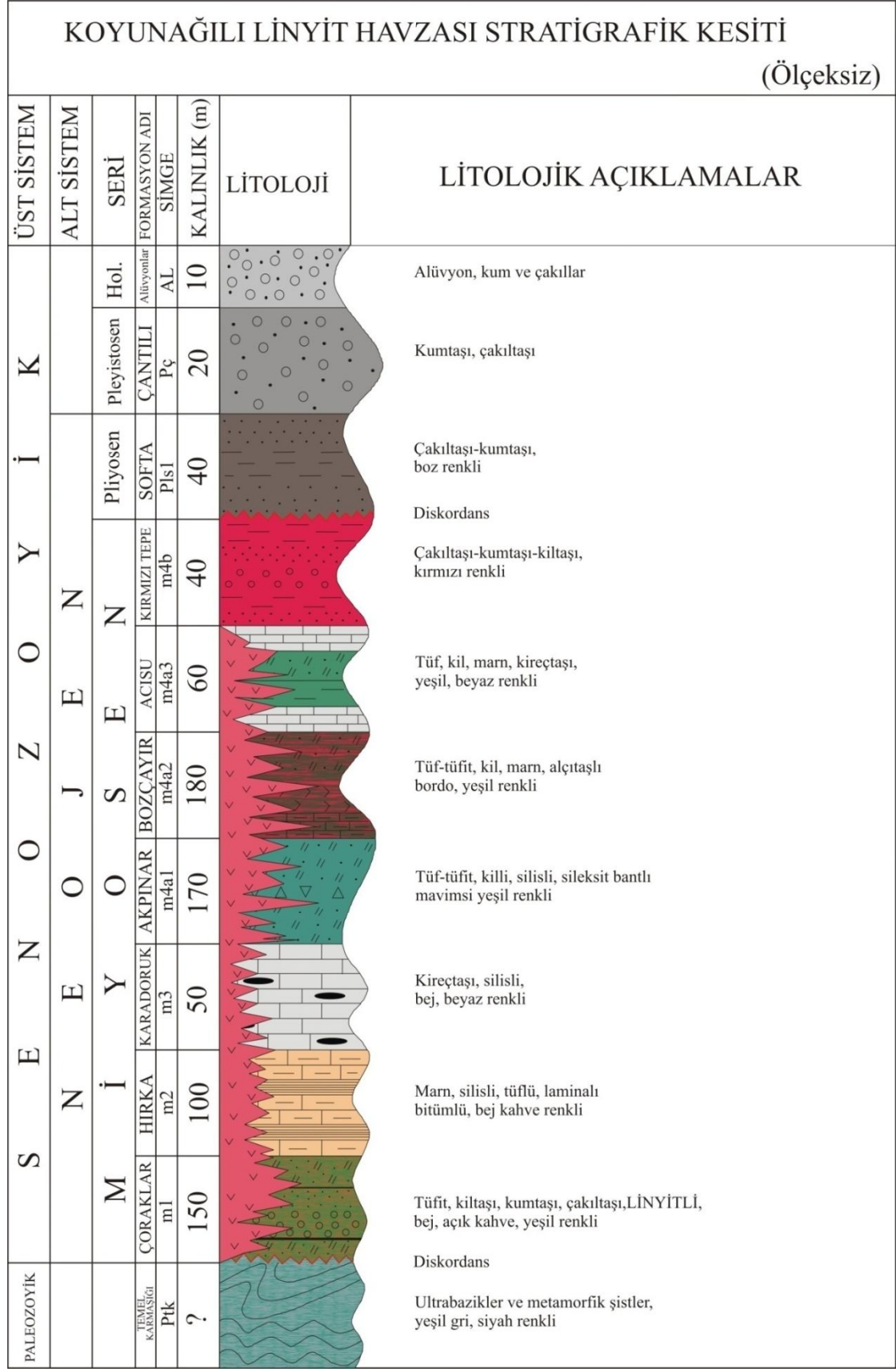
Bozçayır Formasyonu (m4a2): Tüf-tüffit, kil-kiltaları ve marnlardan oluşur. Alçıtışı bantları içerirler. Akpınar formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirler. Bordo-kahve, ve yeşil renklidirler. Çok kalın katmanlı veya tabakalanmasızdırlar. Sahanın batısında yüzeylenirler. Kalınlık 180 metredir(Anonim 2012e).

Acısu Formasyonu (m4a3): Tüf, kil-kiltaşları ve marn-kireçtaşlarından oluşurlar. Bozcayır formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirler. Kireçtaşları beyaz renkli, kiltaşları yeşil renklidirler. Alanın batısındaki yamaçlarda yüzeylenirler. Kalınlık 60 metredir (Anonim 2012e).

Kırmızıtepe Formasyonu (m4b): Miosenin en üst birimini oluştururlar. Acısuformasyonu üzerine uyumlu olarak gelirler. Çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşından oluşmuştur. Orta-zayıf derecede pekişmiştir. Kırmızı renklidir. Kalın-çok kalın katmanlıdır. Alanın batısındaki yükseltilerde yüzeylenirler (Anonim 2012e).

Pliyosen birimleri;

Softa Formasyonu (Pls1): Altta çakıltaşları ile başlar üste doğru çakıltaşı-kumtaşı ardalanması ile devam eder. Miosen birimleri üzerine uyumsuz olarak gelir. Kalın katmanlıdır. Orta-zayıf pekişmiştir. Boz renklidir. Alanın kuzeybatı ucundaki tepelerde yüzeylenir (Anonim 2012e).



Şekil 3.2. Yaşlıdan gence doğru stratigrafik dizilim (Anonim 2012e).

### 3.1.2.2 Yapısal Jeoloji

Koyunağılı linyit havzası, Türkiye'nin tektonik birliklerinden Anatolit kuşağı içerisinde yer almaktadır. Kuzeyde, Kuzey Anadolu Fayı (KAF), güney-güneybatıda ise Eskişehir faylarından oluşan önemli tektonik yapılar arasında yer alır. Ayrıca kuzeydeki Nallıhan, Mihalgazi(Gümele) bindirmesi de bölgenin önemli tektonik yapılarından (Anonim 2012e).

Alandaki Miosen birimlerinin doğrultuları genel olarak kuzeydoğu-kuzeybatıdır. Eğimler ise 5-15°'lik düşük açılarla genellikle kuzeybatı-güneydoğu yönündedir. Miosen sonuna kadar etkili olan tektonik hareketlilik alanda K-G ve buna dik D-B yönünde gelişen iki önemli kırık hattı oluşturmuştur. Faylanmalar, Miosen birimlerini yoğun olarak etkilemiştir. K-G yönlü kırık hattı 'Kuzey- Güney Fayı', D-B yönlü kırık hattı ise 'Kırmızı Tepe Fayı' olarak adlandırılmıştır. 'Kırmızı Tepe Fayı' yüzeyden izlenebilmektedir. 'Kuzey-Güney Fayı' gömülüdür. Varlığı, sondajlı çalışmalarda geçilen seviyelerle belirlenmiştir. Her iki kırık hattı da doğrultuları boyunca değişik düşey atımlar gösterebilmekte(20-120m) ve birkaç parçadan oluşan kollara ayrılabilir. K-G fayı 'reze fayı' (hingefault) özelliği gösterir. Güney bölümünde düşen blok doğuda, kuzeyde ise tam tersine batıda yer alır. K-G fayının özellikle kuzeydeki bölümü henüz tam aydınlatılamamıştır. (Anonim 2012e).

Faylanmalar, Miosen birimlerinin temel kayaların paleo topoğrafyalarına uyumlu konumlarında farklılıklar geliştirmiştir. Birimlere fay yakınlarında 25°'ye varan eğimler kazandırmıştır. Kırık hatları dışında Akpınar Formasyonuna(m4a1) ait killi birimler içindeki ve sileksit ara seviyelerinde gelişen eklem sistemlerine de çok sık rastlanmaktadır. Bu eklem sistemleri sahada kolayca izlenirler (Anonim 2012e).

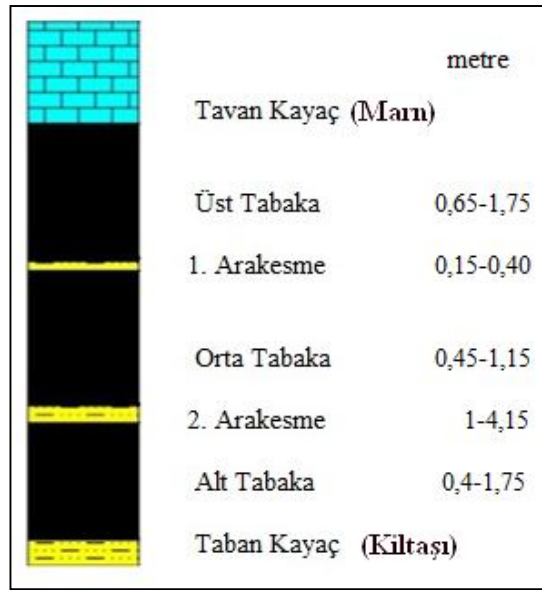
### 3.1.3 Koyunağılı Havzası Linyit Jeolojisi

Havzadaki linyit oluşumları temel kayalarını uyumsuz olarak örten Alt-Orta Miosen yaşlı Çoraklar (m1) formasyonunda yer alır. Değişik kalınlıklarda oluşan bir zon içinde linyit üst, orta ve alt tabaka olarak tanımlanmıştır.

Tavan kayaçları dayanımlı, ince, çok ince katmanlı çok ince taneli bitümlü şeyl içeren marn ve silt taşlarından oluşmaktadır. Üst tabaka parlak, sert ve kırılmandır. Isıl değeri 3000 kcal/kg civarındadır. Yanal devamlılığı olup kalınlık değışimi diğer tabakalara göre daha az değışkendir.

Orta tabaka ısıl değeri üst tabakadan düşüktür ve kalınlık değışimi daha fazladır. Yanal devamlılığı düzensizdir, çoğu kez ara kesmeli iki parçalı damar şeklindedir.

Alt tabaka ise orta tabakayı yaklaşık 1 metre kalınlığındaki ara kesme ile izler, ısıl değeri düşüktür. Tabakalar koyu kahve-siyah renkli, yer yer pirit, kil, silt ve kum içeriklidir. Şekil 3.3' de kömür tabakasının genel kesiti gösterilmiştir (Anonim 2012e).



Şekil 3.3. Kömür tabakası genel kesiti (Anonim 2012e).

Çalışma alanının kuzeydoğudan görünümü Resim 3.1'de, güneybatıdan görünümü ise Resim 3.2'de, çalışma alanının genel görünümü ise Resim 3.3'de gösterilmiştir.



**Resim 3.1.** Çalışma Alanı Kuzeydoğu Görünümü



**Resim 3.2.** Çalışma Alanı Güneybatı Görünümü 'Beyköy Mevkii'





**Resim 3.3.** Çalışma Alanının Genel Görünüm



### 3.1.4 Kullanılan Cihazlar

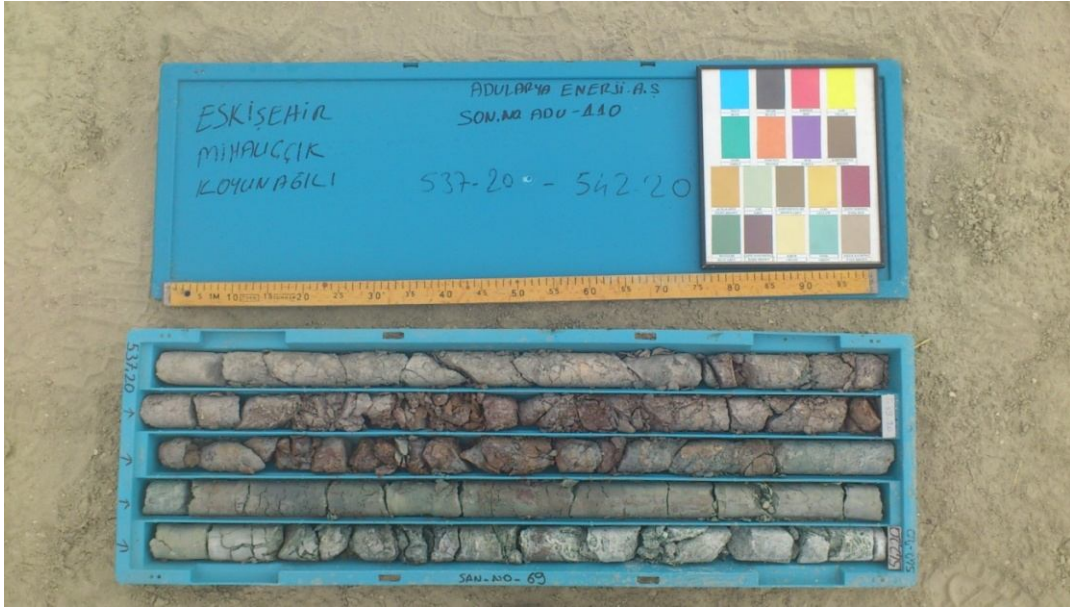
Bölgede sondaj biriminin kullanmakta olduğu makineler; LONGYEAR marka, iki adet LF-90 D serisiyle; Pimaks marka bir adet PO-1000 sondaj makineleridir. Toplamda bölgede çalışan üç adet sondaj makinesi bulunmakta ve çalışmalarına devam etmektedir. Çizelge 3.1'de bölgedeki sondajlarda kullanılan sondaj makinelerinin teknik özellikleri verilmiştir. Resim 3.4'de 'LONGYEAR' marka LF-90D Sondaj Makinesi, Resim 3.5'de ise karot sandıklarında muhafaza altına alınan karotlar verilmiştir.



Resim 3.4.'LONGYEAR' marka LF-90D Sondaj Makinesi

**Çizelge 3.1** Sondaj Makinelerinin Teknik Özellikleri

MAKİNA ADI	DERİNLİK KAPASİTESİ (m)	TAMBUR KAPASİTESİ (kg)	MORSET ÇEKME KAPASİTESİ (kg)	MOTOR TİPİ ve GÜCÜ
PO-1000	PQ: 350 HQ: 600 NQ: 800	7500	12000	Beldeyama Türk TraktörNew Holland TTF-97 kW
LF-90D	PQ: 417 HQ: 631 NQ: 930	7258	11400	Cummins Model, QSB 6,7 L -153 kW



**Resim 3.5.** Karot sandıklarında muhafaza altına alınan karotlar

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Bölgedeki Sondaj Çalışmaları ve Verileri

Koyunağılı havzasında ilk sondajlar 1974 yılında yapılmış olup, 1976 yılına kadar devam etmiştir. Daha sonraki yapılan sondajlar, 1981 yılının Ağustos ve Aralık aylarında gerçekleştirilmiştir.

Maden Teknik Arama (MTA) tarafından 1974-1975 yılları arasında 28 adet, 1976 yılında ise 10 adet daha sondaj yapılmıştır. 1979 yılında bölgeye ilişkin hazırlanan raporlara göre havzada 60 milyon ton görünür, 48 milyon ton da üretilebilir kömür rezervi mevcut olduğu belirtilmektedir. 1981 yılında yapılan 18 adet sondajın da katkısı ile sahanın kömür yayılımı daha iyi tespit edilmiş, Koyunağılı linyit sahası kömür yayılım alanı yaklaşık 292 km<sup>2</sup> olup toplam görünür linyit rezervi ise 86 milyon ton olarak hesaplanmıştır.

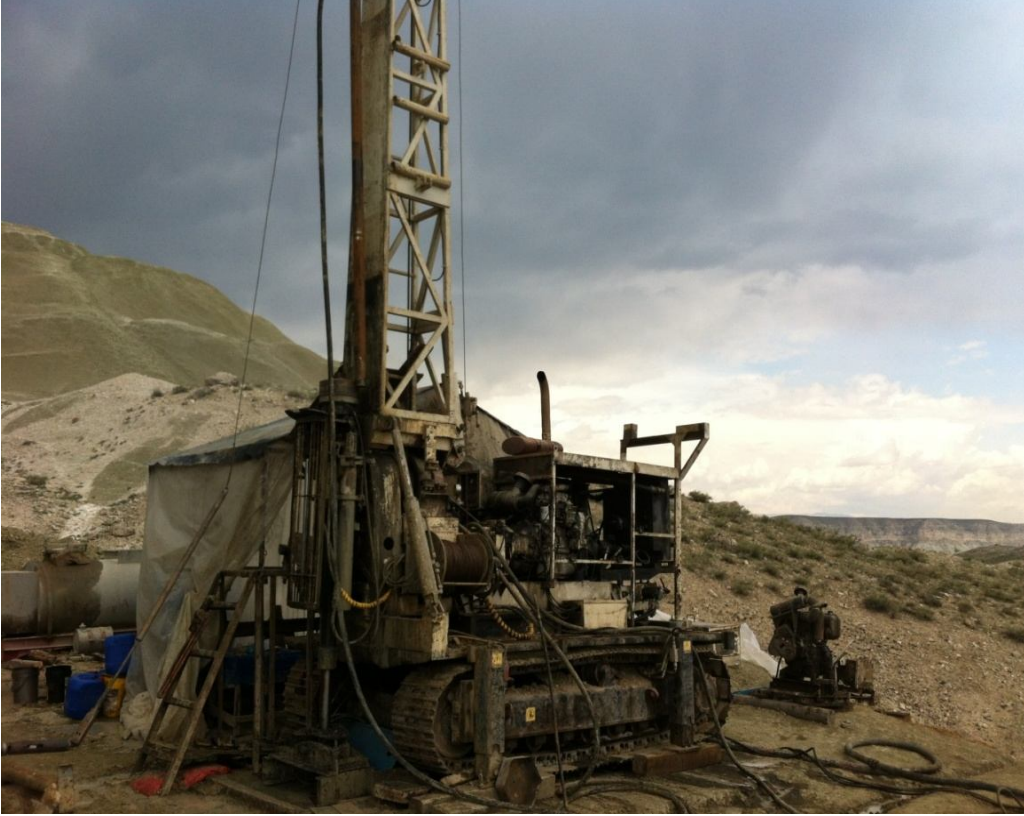
1974-1981 yılları arasında MTA tarafından yapılan toplam sondaj sayısı; 56'dır. Ortalama kuyu derinliği 190,30 m'dir. Yapılan toplam metraj; 10 656 metredir.

Adularya Enerji, Elektrik Üretimi ve Madencilik şirketi tarafından hizmet alımı gerçekleştirilerek, 2008-2010 yılları arasında, özel firmalara sondajlar yaptırılmıştır. 2010 yılı itibariyle, Adularya Enerji ve Madencilik A.Ş. kendi bünyesinde 'Arama, Değerlendirme' ve 'Sondaj' birimlerini kurmuştur. Bu birimler kapsamında, alınan sondaj makineleriyle Koyunağılı havzasında sondaj çalışmalarına halen devam edilmektedir.

Resim 3.6'da 'PİMAKS' marka, PO-1000 sondaj makinesi gösterilmiştir. Gerçekleştirilen sondaj çalışmalarının bölgedeki yer planı ve sondaj alanları Şekil3.4' de gösterilmiş olup, NETCAD 5.2 programı yardımı ile çizilmiştir.

Ek 1'de havzada yapılan ve yaptırılan 298 adet karotlu sondaj sonuçları verilmiş olup toplam metraj, 82 073,02 metredir.2013 yılı itibariyle; arama, etüd ve sondaj çalışmalarına devam edilmektedir.

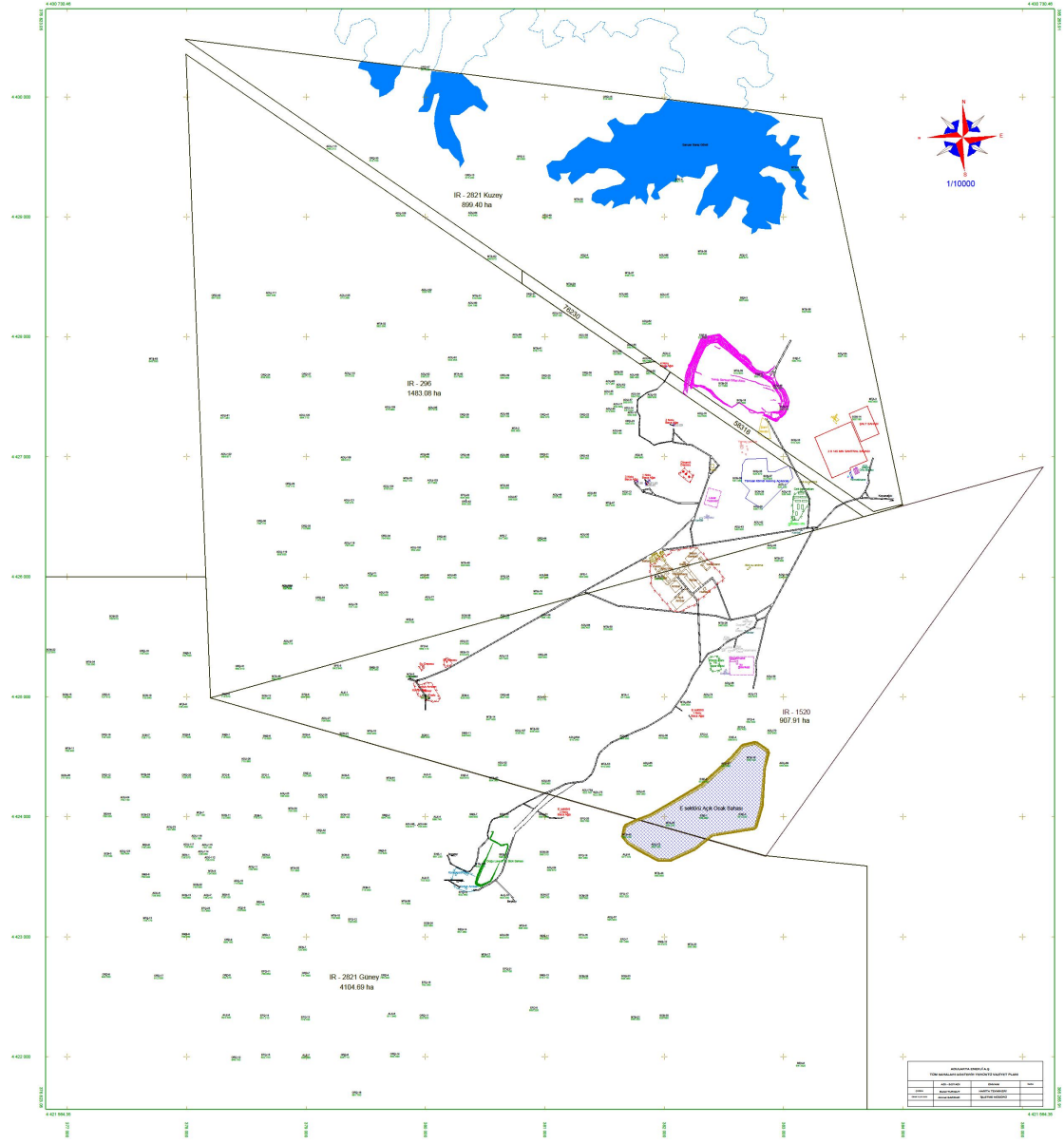
Koyunağılı havzasında gerçekleştirilen sondaj çalışmalarında; sondaj derinlik kapasiteleri, formasyona, çatlak sistemlerine, boşluklu yapı, yıkıntı durumuna göre farklılıklar gösterebilmektedir.



**Resim 3.6.** 'PİMAKS' marka PO-1000 sondaj makinesi

Koyunağılı kömür havzası sondaj tekniği açısından sorun yaratacak özelliklere sahiptir. Havzayı oluşturan birimlerden Bozayır, Akpınar, Karadoruk ve Çoraklar formasyonları yıkıntılı, boşluklu, erime özelliklidir. Oluşan sondaj problemleri genellikle bu formasyonlarda olmaktadır. oraklar formasyonu dışındaki birimleri muhafaza borusu ile kontrol altına almak mümkün olmaktadır. Ancak, 2'nci kömür zonunu barındıran Çoraklar formasyonunun tamamını muhafaza altına almak teknik olarak imknsızdır. Bu birim oldukça yıkıntılı, sulu ve zemin davranışı gösteren akıcı bir özelliğe sahiptir. Karşılaşılan sondaj problemlerinin tamamına yakını bu birimden kaynaklanmaktadır. Hizmet alımı yoluyla sondaj yapan bazı firmalar bu formasyonda sorunlar yaşayarak ekonomik ömürlerini tamamlamışlardır. Birçok büyük firma ise havzadan çekilmişlerdir.





**Şekil 3.4.** Adularya Enerji, Elektrik Üretimi ve Madencilik A.Ş. tüm sahaları ve sondajları gösterir vaziyet planı(Anonim 2012e).

### 3.2.2 Sondajlarda Karşılaşılan Sorunlar

Sondajlarda karşılaşılan sorunlar uygun çamur sistemi, borulama ve teknik çalışma ile büyük oranda giderilmektedir.

a) Çamur Kaçakları: Koyunağılı kömür havzası formasyonları çoğunluklu kil olmasına rağmen kaçaklar meydana gelmektedir. Akpınar formasyonundan başlayan kaçaklar, Karadoruk formasyonunda devam etmektedir. Bu kaçakları engellemek için muhafaza borusu indirilmektedir.

b) Alt Kömür Zonu: Sorunların tamamına yakını bu zonda meydana gelmektedir. Çoraklar formasyonu olarak adlandırılan ve yaklaşık 150 metre kalınlığa sahip olan bu zon oldukça yıkıntılı, akıntılı birimlerden oluşmaktadır. Boru ile muhafaza altına almak teknik olarak imkansızdır. Herhangi bir nedenle takım çekildiğinde taban bulunamamaktadır. Hatta bu zonun girişinde bulunan muhafaza borusunun tabanına dahi ulaşamamaktadır.

Bu sorunları gidermek için uygun çamur sistemi, takım çekmeden sürekli ilerleme yapılmaktadır. Bunun için, sondaj biriminin geliştirdiği özel matkap kullanılmaktadır. Bu matkap üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

c) Karadoruk Formasyonu: Üst kömür zonunun üzerindeki kireçtaşlarından oluşur. Kalınlığı 50 metredir. Bu zonda erime boşlukları, silisleşme olduğundan çamur kaçakları, blok düşmeleri meydana gelmektedir. Takım sıkışmalarının yarısı bu zonda meydana gelmektedir. Sorunları gidermek için kuyu genişletilerek muhafaza borusu indirilmektedir.

### 3.2.3 Kömür Örnekleri

Koyunağılı havzasında yapılmış olan sondajlardan, alınan kömür numunelerinin, MTA tarafından ve Adularya Enerji ve Madencilik A.Ş. 'nin mevcut laboratuvarlarında analizleri yapılmıştır.

Laboratuvar sonuçları ışığında Eskişehir, Mihallıççık-Koyunağılı linyit sahası kömürlerinin genel analiz sonuçları; Çizelge 3.2’de görülmektedir.

**Çizelge 3.2** Kömür Analizleri (Anonim 1982).

<b>Analiz</b>	<b>Kuru</b>	<b>Havada Kuru</b>	<b>Orijinal</b>
Su(%)		9,54	2,73
Kül(%)		37,14	30,90
Uçucu madde(%)	40,76	27,33	21,98
Külde kükürt(%)		1,34	1,09
Yanar kükürt(%)		1,73	1,42
Sabit C(%)		22,44	18,02
Alt kcal/kg		3,27	2,53

## 4. BULGULAR

### 4.1 Sondaj Verileri ve Değerlendirilmesi

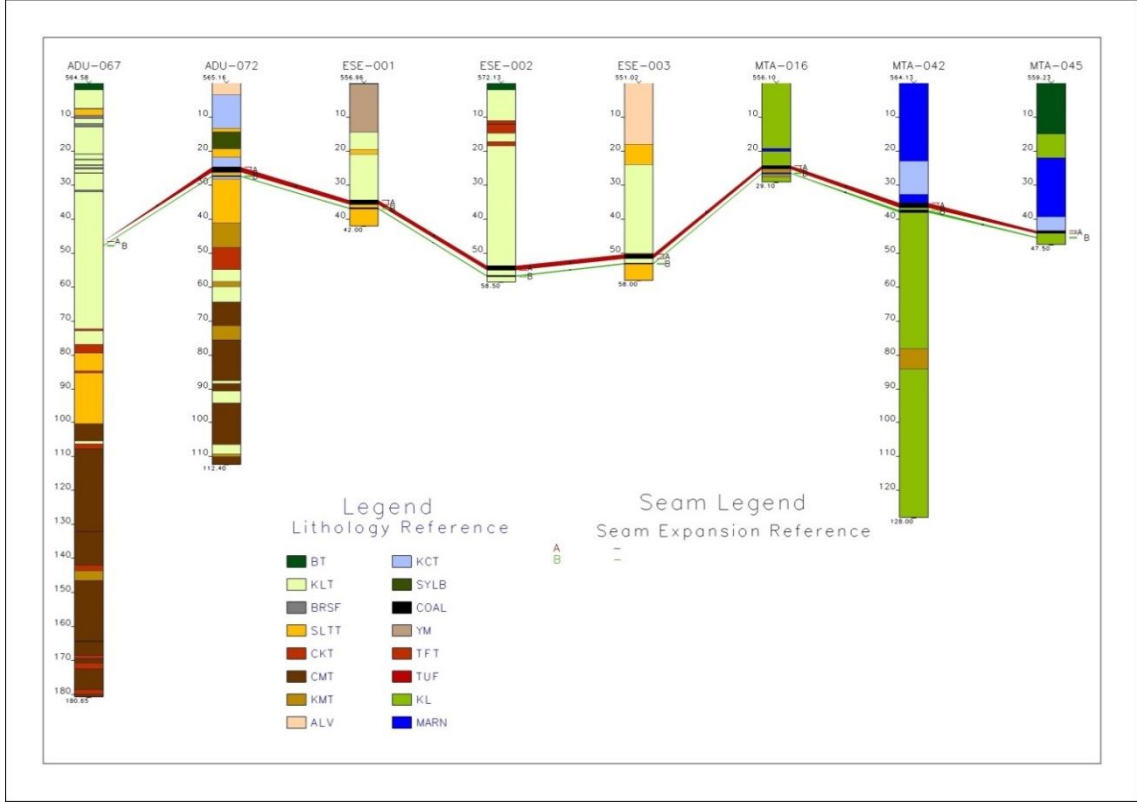
E sektörü kapsamında, farklı kesimlerde yapılan arama sondajları ile rezerve yönelik yapılmış sondajlarda farklı kömür kalınlıkları, derinlikleri ve kömür tabaka sayısı gözlemlenmiştir. Sondajlarda belirlenen kömür tabakalarına göre havzadaki kömür durumu belirlenmiştir. Çalışma alanında yapılmış, sondaj sonuçlarına bakıldığında; çalışma alanının güney batısından, kuzey doğusuna doğru uzanan noktalarda, kömür oluşumu ortalama derinliğin yer yer artış göstermekle birlikte 25 metre olduğu saptanmıştır.

Bölgedeki kömür oluşumları, temel kayaçları uyumsuz olarak örten Alt-Orta Miyosen yaşlı Çoraklar formasyonunda yer almaktadır. Çalışma alanının, güneybatısında gerçekleştirilmiş ADU-72 kodlu sondaj, bölgedeki kömüre 25 metrede ulaşmıştır. Alanın kuzeyinde ve doğusunda yapılan, ESE-002 ve ESE-003 kodlu sondajlarda kömür derinlikleri 50 metrelere ulaşmıştır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda gerçekleştirilmiş olunan ADU-67 ve MTA-16 kodlu sondajlarda ulaşılan kömür derinliği 25 metredir. Bu parametreler ışığında çalışılacak alanın nihai sınırları belirlenmiştir. Kömür tabakası için ortalama dekapaj derinliğinin 40 metre olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen sondajlarda ulaşılan kömür, tabakalarına göre; 1'nci (A) tabaka ve 2'nci (B) tabaka olarak isimlendirilmiştir.

Şekil 4.1'de, E sektörü açık ocak çalışma alanındaki mevcut; 1'nci (A) ve 2'nci (B) kömür tabakalarının yanıl korelasyonu çizimi verilmiştir. Yanıl korelasyon çiziminde, yapılan sondajların kömüre ulaşma derinlikleri baz alınarak, sondaj derinlik eğrileri çizilmiştir. Eğrilerdeki alçalıp yükselme durumu, çalışma alanındaki kömür tabakasının yeryüzüne olan mesafesiyle ilişkilidir.

EK 1'de; Havzada yapılan sondaj çalışmaları, Çizelge 4.1 ve EK 2'de; yapılmış olan bu sondajlara ait veriler mevcuttur. EK 3'de ise, E sektörü içinde kalan sondajlara ait sondaj logları verilmiştir.

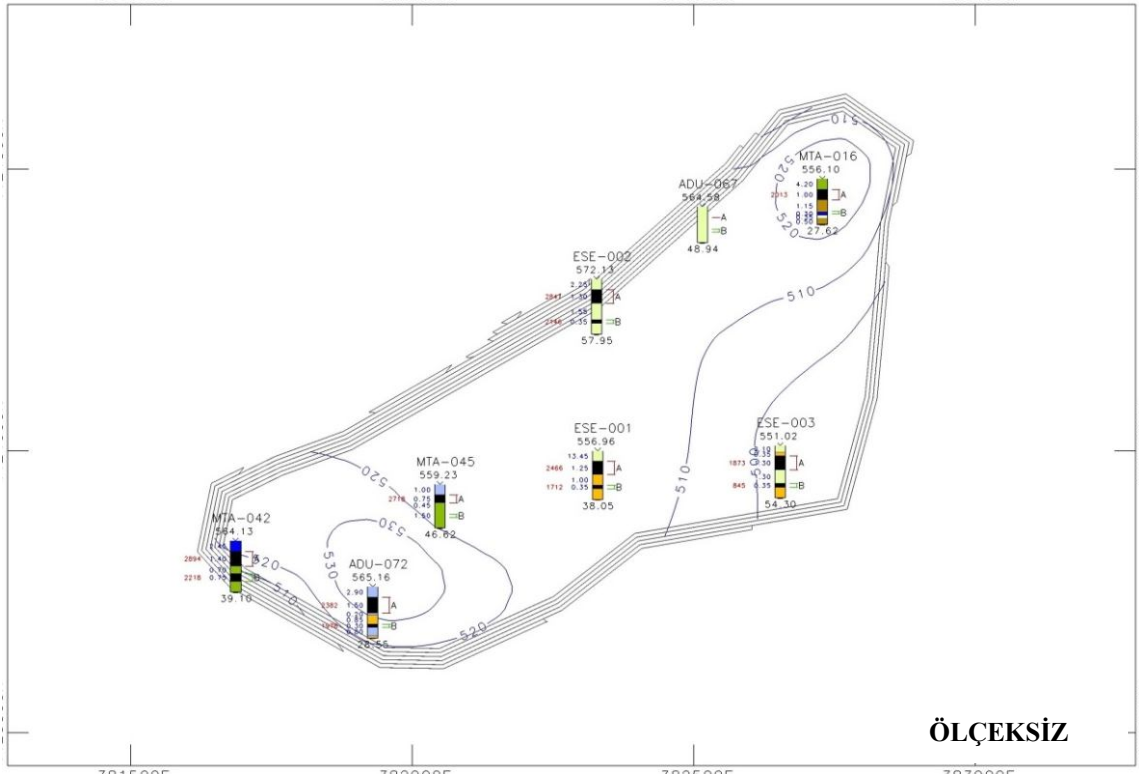




**Şekil 4.1.** E Sektörü Açık Ocak 1'nci(A) ve 2'nci (B) Kömür Tabakaları Yanal Korelasyonu (Açıklamalar: BT: bitüm, KLT: kıltaşı, BRSF: fay breşi, SLTT: silt taşı, CKT: çakıl taşı, CMT: çamur taşı, KMT: kum taşı, ALV: alüvyon, KCT: kireç taşı, SYLB: bitümlü şeyl, COAL: kömür, YM: yüzey molozu, TFT: tüfit, TUF: tuf, KL: kil, MARN: marn)

Sondajlardan elde edilen verilerin ışığında, yapılmış olunan çizimler MINEX 6.2 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kömür tabakalarındaki belirlenmiş yanar korelasyon durumu, değerlendirilerek 1'nci(A) ve 2'nci (B) kömür tabakalarının, kontur haritaları çizilmiştir. Şekil 4,2'de E sektörü açık ocak alanında belirlenmiş kömür tabakalarının taban konturları görülmektedir.



Şekil 4.2. E Sektörü Açık Ocak Kömür Tabakası Taban Kontur Haritası

E sektörü açık ocak planlanmasında; ADU-67, ADU-72, ESE-1, ESE-2, ESE-3, MTA-16, MTA-42, MTA-45 kodlu karotlu sondajlardan alınan numuneler ve bu numunelerden elde edilen analiz sonuçları baz alınmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 E Sektörü Projesi İçinde Kalan Sondaj Veri Tablosu

Sondaj Adı	Kömür Giriş Derinliği (m)	Kömür Çıkarış Derinliği (m)	Kalınlık (m)	Orjinal (kcal)	Havada Kuru (kcal)	Orjinal Nem (%)	Havada Kuru Nem (%)	Orjinal Kül (%)	Havada Kuru Kül (%)	Orjinal Kükürt (%)	Havada Kuru Kükürt (%)	Orjinal Uçucu Madde Oran (%)	Havada Kuru Uçucu Madde Oran (%)	Orjinal Karbon (%)	Havada Kuru Karbon (%)
ADU-067															
ADU-067															
ADU-072	24,70	26,20	1,50	2 382	3429	28,64	3,38	30,70	41,56	1,40	1,89	21,27	28,93	19,30	26,13
ADU-072	27,25	27,55	0,30	1 978	2707	24,70	3,22	38,80	49,87	2,28	2,93	20,22	25,99	16,28	20,92
ESE-001	34,45	35,70	1,25	2 466	3070	27,01	12,56	31,95	38,27	1,23	1,47	23,66	28,34		
ESE-001	36,70	37,05	0,35	1 712	2326	25,04	4,99	44,26	56,09	1,80	2,28	17,59	22,29		
ESE-002	53,75	55,05	1,30	2 841	3267	22,66	13,02	31,48	35,40	2,53	2,84	23,84	26,82		
ESE-002	56,60	56,95	0,35	2 146	3054	28,24	4,39	35,87	47,80	2,08	2,77	20,54	27,37		
ESE-003	50,35	51,65	1,30	1 873	2277	24,25	11,80	43,39	50,52	1,01	1,17	18,69	21,76		
ESE-003	52,95	53,30	0,35	845	1150	20,18	3,14	59,63	72,36	1,39	1,69	12,70	15,41		
MTA-016	24,30	25,30	1,00	2 013	2580	25,37	9,20	37,27	45,35						
MTA-016	26,75	27,10	0,35												
MTA-042	35,25	36,65	1,40	2 894	3571	26,33	12,67	23,89	28,52						
MTA-042	37,35	38,10	0,75	2 218	2653	23,47	11,67	38,32	44,23						
MTA-045	43,50	44,25	0,75	2 718	3494	28,69	12,00	22,77	28,10						

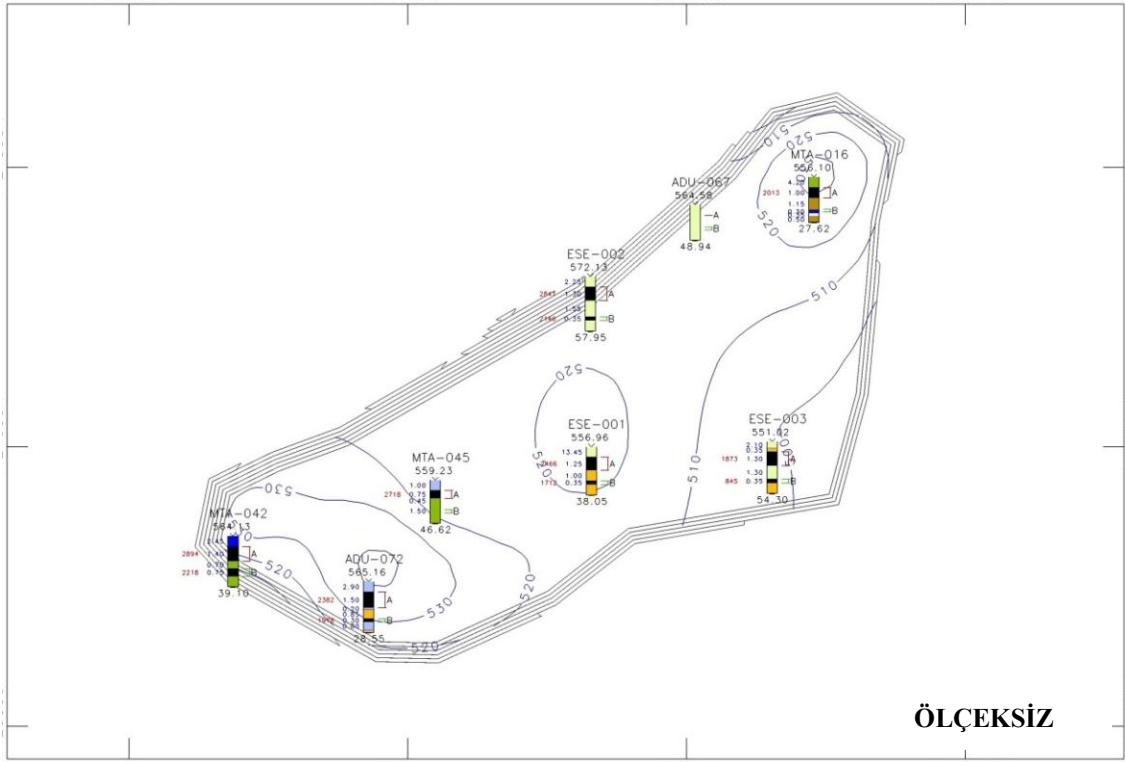
ADU-67 kodlu sondaj belirlenmiş çalışma alanı sınırları kapsamında, alanın kuzey bölgesine düşmektedir. Sondaj bölgedeki faylı zona denk geldiği içinkömüre ulaşılammıştır. ADULARYA tarafından gerçekleştirilen,ADU-72 kodlu sondaj ve MTA tarafından yapılmış, MTA-42 kodlu sondaj ve bu sondajlardan elde edilen veriler; çalışma alanının güneybatı sınırının belirlenmesinde etkili olmuştur. Sondaj verilerine bakıldığında, çalışma alanının güneybatısındaki ADU-72 sondajı; 1'nci(A) tabakakömüre giriş derinliği 24,70 metre, 1'nci(A) tabaka kömürden çıkış derinliği 26,20 metredir. 1'nci (A) tabaka kömür kalınlığı yaklaşık 1,50 metredir.MTA-42 kodlu sondajın ise, 1'nci (A) tabaka kömüre giriş derinliği 35,25 metre, 1'nci (A) tabaka kömürden çıkış derinliği 36,65 metredir. Yaklaşık 1,40 metre kömür kalınlığına tespit edilmiştir.

Çalışma alanının kuzeydoğu sınırının belirlenmesinde MTA-16 kodlu, MTA tarafından bölgede yapılmış sondajın verileri etkili olmuştur. MTA-16 kodlusondajın, 1'nci (A) tabakakömüre giriş derinliği 24,30 metre, 1'nci(A) tabakakömürden çıkış derinliği 25,30 metredir. Alandaki kömür kalınlığı; 1 metredir.

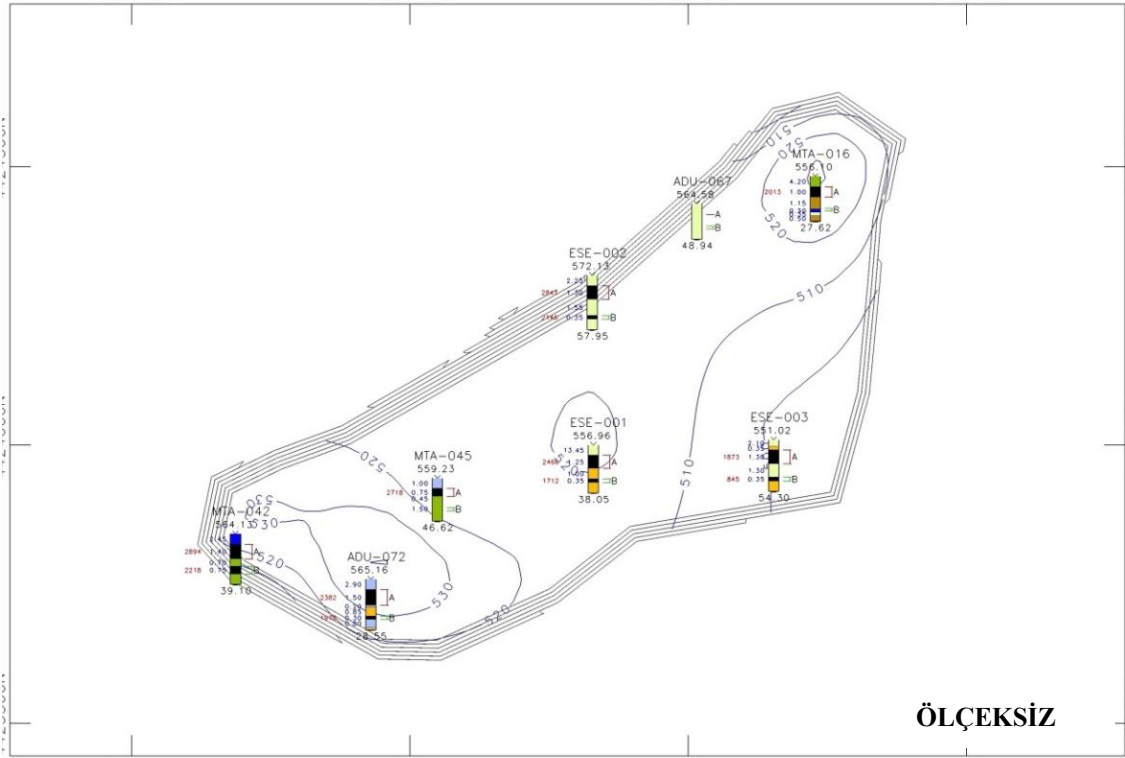
Bölgede tespit ve değerlendirme çalışmaları için, ADULARYA tarafından yaptırılan sondajlardan; ESE-1 kodlu sondajın, 1'nci(A) tabaka kömüre giriş derinliği 34,45 metre, 1'nci(A) tabaka kömürden çıkış derinliği 35,70 metredir. ESE-2 kodlu sondajın; 1'nci(A) tabaka kömüre giriş derinliği 53,75 metre, 1'nci (A) tabaka kömürden çıkış derinliği 55,05 metredir. ESE-3 kodlu sondajın, 1'nci(A) tabaka kömüre giriş derinliği 50,35 metre, 1'nci(A) tabaka kömürden çıkış derinliği 51,65 metredir. Yaklaşık 1,30 metre kömür kalınlığı mevcuttur.

MTA tarafından yapılmış MTA-45 kodlu sondajın, 1'nci(A) tabakakömüre giriş derinliği 43,50 metre, 1'nci (A) tabaka kömürden çıkış derinliği 44,25 metredir.

Yapılmış olan bu sondajların 1'nci(A) kömür tabakasıgiriş derinliklerine bağlı kalınarak Şekil 4.3'te, 1'nci(A) kömür tabakasıtavan konturları; sondajların 1'nci(A) kömür tabakasından çıkış derinliklerine bağlı kalınarak da Şekil 4.4'te, 1'nci(A) kömür tabakasıtaban konturları oluşturulmuştur.



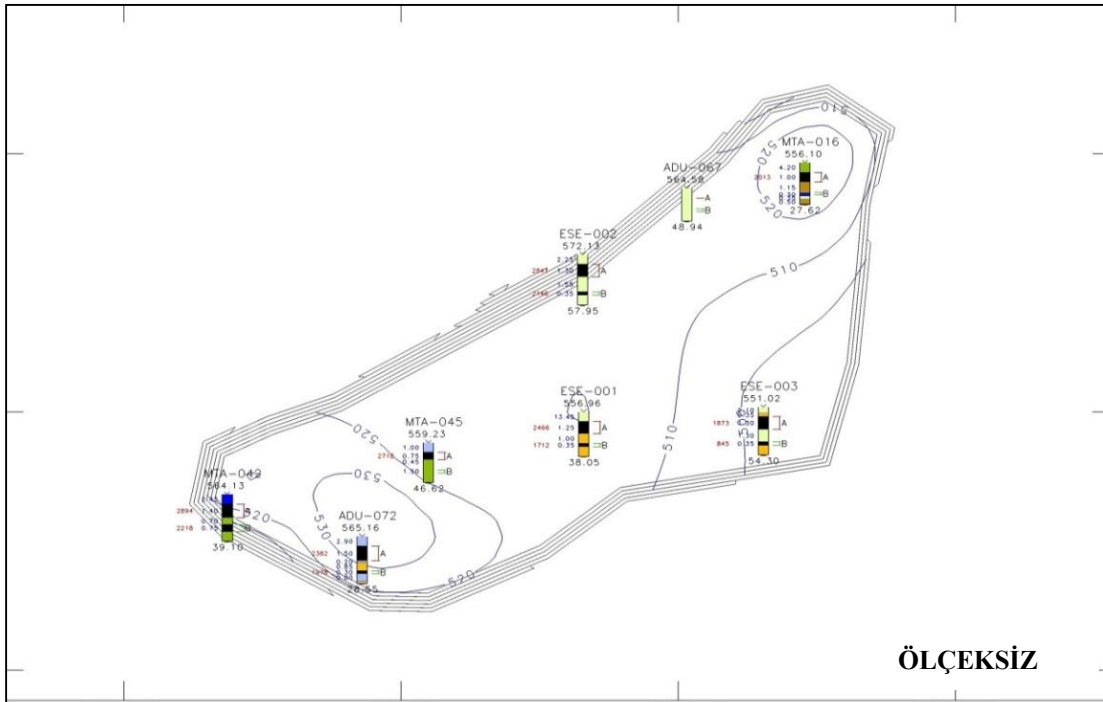
Şekil 4.3. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakasının Tavan Kontur Haritası



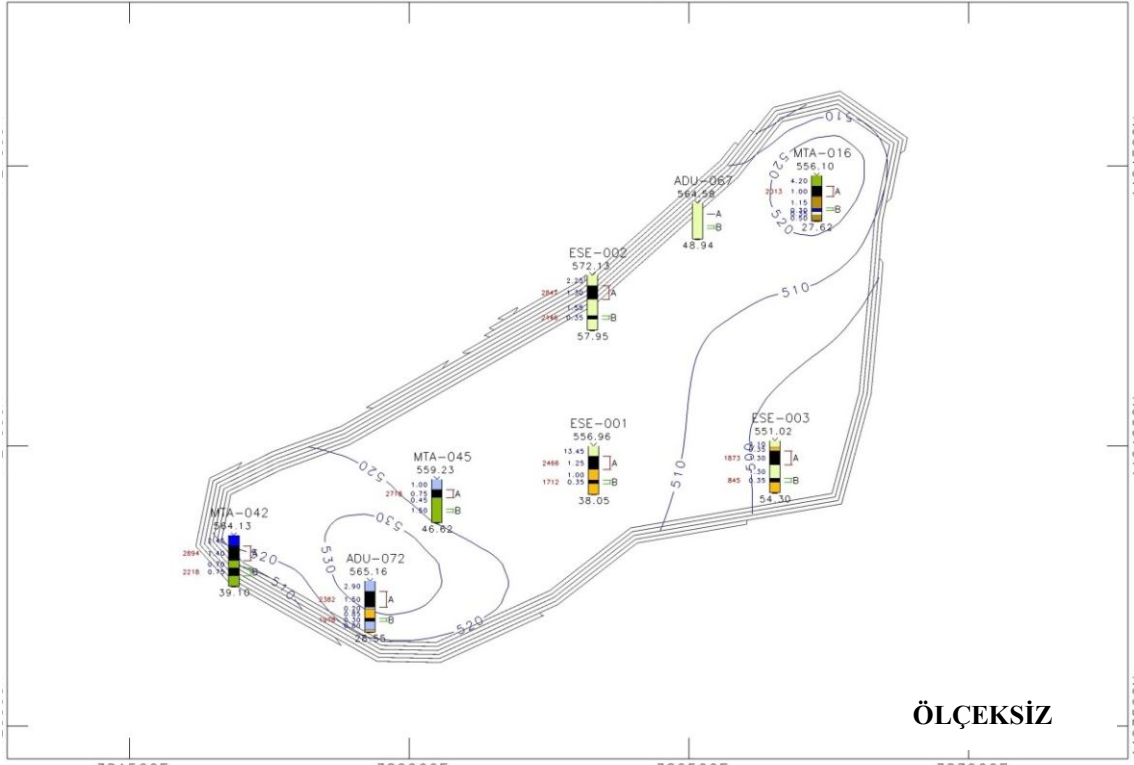
Şekil 4.4. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakasının Taban Kontur Haritası

ADU-72 kodlusondajın; 2'nci (B) tabaka kömüre giriş derinliği 27,25 metre, 2'nci (B) tabakakömürden çıkış derinliği 27,55 metredir. ESE-1 isimli sondajın; 2'nci (B) tabakakömüre giriş derinliği 36,70 metre, 2'nci (B)tabakakömürden çıkış derinliği 37,05 metredir. ESE-2 kodlu sondajın; 2'nci (B) tabaka kömüre giriş derinliği 56,60 metre, 2'nci (B) tabaka kömürden çıkış derinliği 56,95 metredir. ESE-3 kodlu sondajın, 2'nci (B) tabakakömüre giriş derinliği 52,95 metre, 2'nci (B) tabakakömürden çıkış derinliği 53,30 metredir. MTA-16 kodlu sondajın, 2'nci (B) tabaka kömüre giriş derinliği 26,75 metre, 2'nci (B) tabaka kömürden çıkış derinliği 27,10 metredir. MTA-42 kodlu sondajın, 2'nci (B) tabaka kömüre giriş derinliği 37,35 metre, 2'nci (B) tabakakömürden çıkış derinliği 38,10 metredir. MTA-45 kodlu sondaj da 2'nci (B)tabaka kömüre ulaşılmeden sondaj sonlandırılmıştır.

E sektörü çalışma alanı kapsamına giren sondajların Şekil 4.5'de, 2'nci (B) kömür kömür tabakası tavan konturları gösterilmiştir. Tavan konturları kömür tabakasına giriş derinliklerine göre oluşturulmuştur.Şekil 4.6 ise bölgedeki yapılmış olan sondajların 2'nci(B) kömür tabakasından çıkış derinliklerine göre oluşturulmuş, çalışma alanındaki 2'nci(B) kömür tabakasınınmtaban konturları verilmiştir.



Şekil 4.5. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Tavan Kontur Haritası



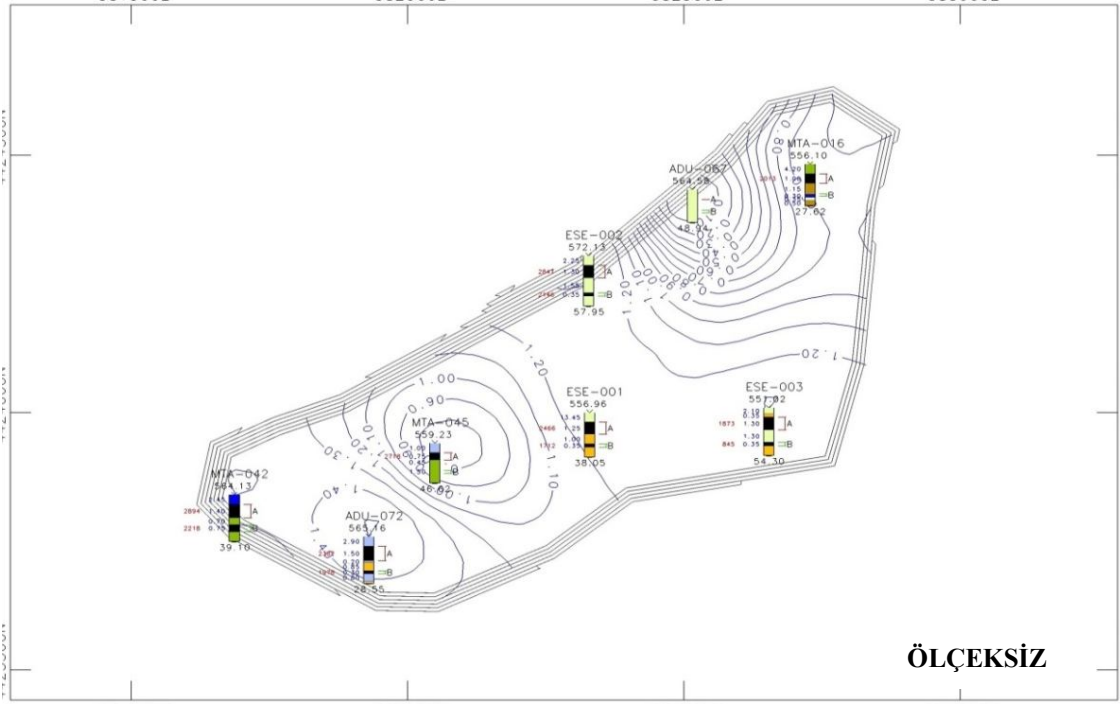
Şekil 4.6. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Taban Kontur Haritası

Yapılmış olan sondajlardan alınan verilere göre, kömür tabakalarının kalınlıkları da belirlenmiştir.

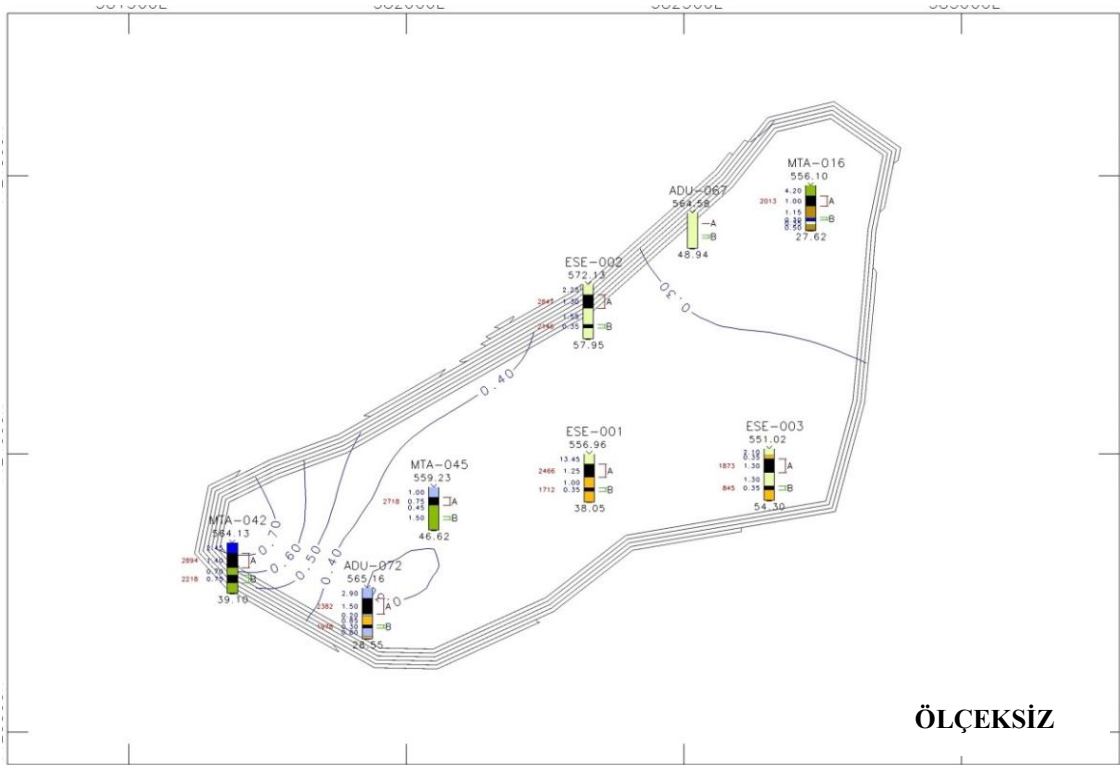
1'nci(A) kömür tabakasının, kalınlık konturları Şekil 4.7'de görülmektedir. ADU-72 kodlu sondaj da 1'nci(A) kömür tabaka kalınlığı 1,50 metre, ESE-1 kodlu sondaj da 1,25 metre, ESE-2 kodlu sondaj da 1,30 metre, ESE-3 kodlu sondaj da 1,30 metre, MTA-16 kodlu sondaj da 1,00 metre, MTA-42 kodlu sondaj da 1,40 metre, MTA-45 kodlu sondaj da ise 1'nci (A) kömür tabaka kalınlığı 0,75 metre olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.8'de ise, sondajlardan elde edilen verilere bağlı olarak 2'nci (B) kömür tabakasının, kalınlık konturları verilmiştir. 2'nci (B) kömür tabakası kalınlıkları; ADU-72 kodlu sondaj da 0,30 metre, ESE-1 kodlu sondaj da 0,35 metre, ESE-2 de 0,35 metre, ESE-3 de 0,35 metre, MTA-16 kodlu sondaj da 0,35 metre, MTA-42 kodlu sondaj da ise 2'nci(B) kömür tabaka kalınlığı 0,75 metre olarak tespit edilmiştir.





Şekil 4.7. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabaka Kalınlık Dağılımının Kontur Haritası



Şekil 4.8. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabaka Kalınlık Dağılımının Kontur Haritası



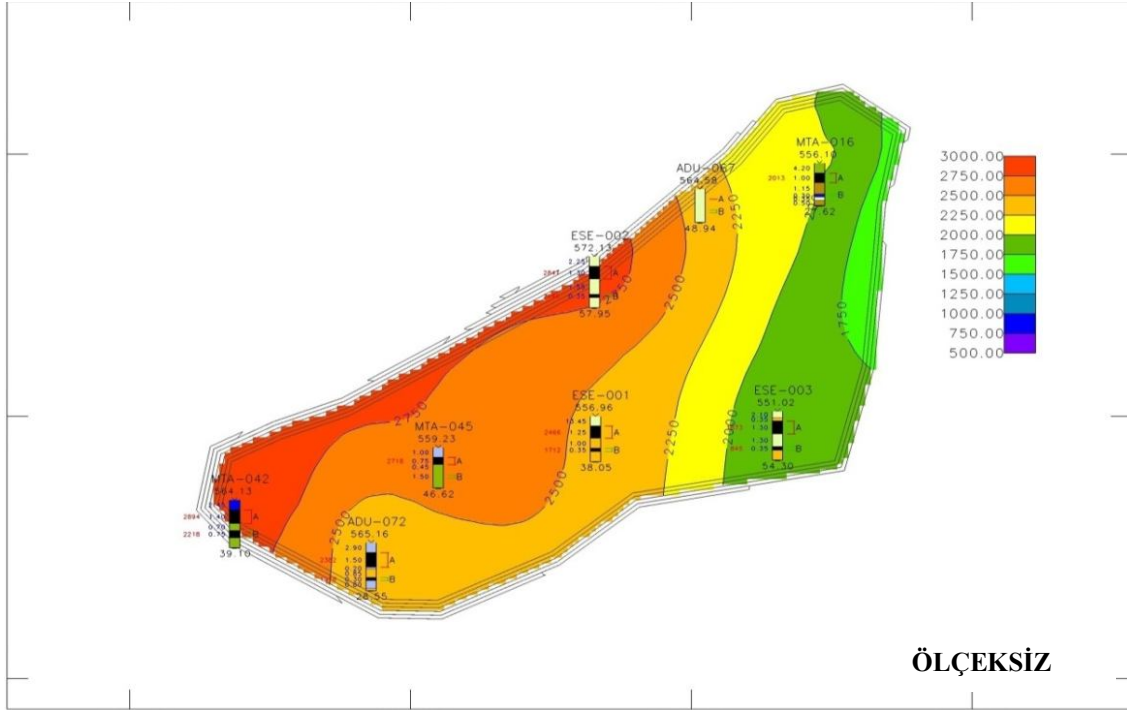
## 4.2 Kömür Analizleri

Karotlu sondajlardan elde edilen numunelerin analizleri, Adularya Enerji ve Madencilik AŞ. laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Laboratuvarda yapılan analizlerde, orjinal ve havada kuru kalori, orjinal ve havada kuru nem, orjinal kül ve havada kuru kül, orjinal kükürt ve havada kuru kükürt, orjinal uçucu madde ve havada kuru uçucu madde, orjinal karbon ve havada kuru karbon değerleri belirlenmiştir. Alınan numuneler ZÜBEYİR marka (ZM-09 modeli) çeneli kırıcı ve RETSCH marka (AS-200 modeli) öğütücü kullanılarak analiz yapılabilecek -30 mm boyutlara düşürülmüştür. Deneyle normal kimyasal analiz yöntemi kullanılarak, PROTHERM marka (PLF-110/10 modeli) kül fırınında, LECO marka (AC-500 modeli) kalorimetrede, AND marka (MX-50 modeli) nem ölçme cihazı, MEMMERT ve BINDER marka (100-800 modeli ve 09-03853 modeli) etüv cihazlarında yapılmıştır.

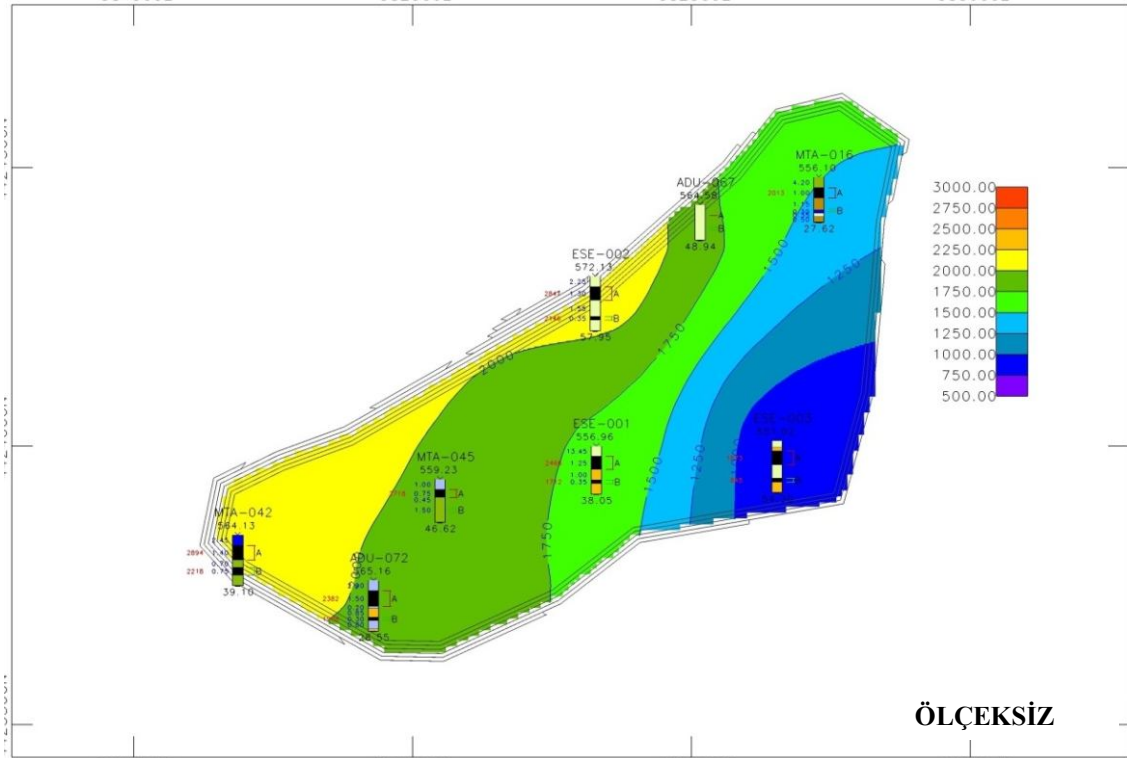
### 4.2.1 Kömürlerin Kalori Değeri

Yapılan sondajlardan alınan kömür numunelerinin analizinde, kömürün damar yapısına göre kömür kalori değerleri elde edilmiştir. Elde edilen 1'nci (A) kömür tabakası kalori değerleri orijinal bazda; ADU-72 kodlu sondaj da 2382 kcal, ESE-1 kodlu sondaj da 2466 kcal, ESE-2 kodlu sondaj da 2841 kcal, ESE-3 kodlu sondaj da 1873 kcal, MTA-16 kodlu sondaj da 2013 kcal, MTA-42 kodlu sondaj da 2894 kcal, MTA-45 kodlu sondaj da 2718 kcal olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.9'da, 1'nci (A) kömür tabakasının kalori konturları, ısı renk skalası ile birlikte gösterilmiştir.

Orijinal bazda tespit edilen 2'nci (B) kömür tabakasının kalori değerleri ise; ADU-72 kodlu sondaj da 1978 kcal, ESE-1 kodlu sondaj da 1712 kcal, ESE-2 kodlu sondaj da 2146 kcal, ESE-3 kodlu sondaj da 845 kcal, MTA-42 kodlu sondaj da 2218 kcal olarak tespit edilmiştir. MTA-16 ve MTA-45 kodlu sondajların 2'nci (B) kömür tabaka analizleri bulunmamaktadır. Şekil 4.10'da ise 2'nci (B) kömür tabakasının kalori kontur dağılımı, ısı renk skalası ile birlikte verilmiştir.



Şekil 4.9. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakası Kalori Dağılımının Kontur Haritası

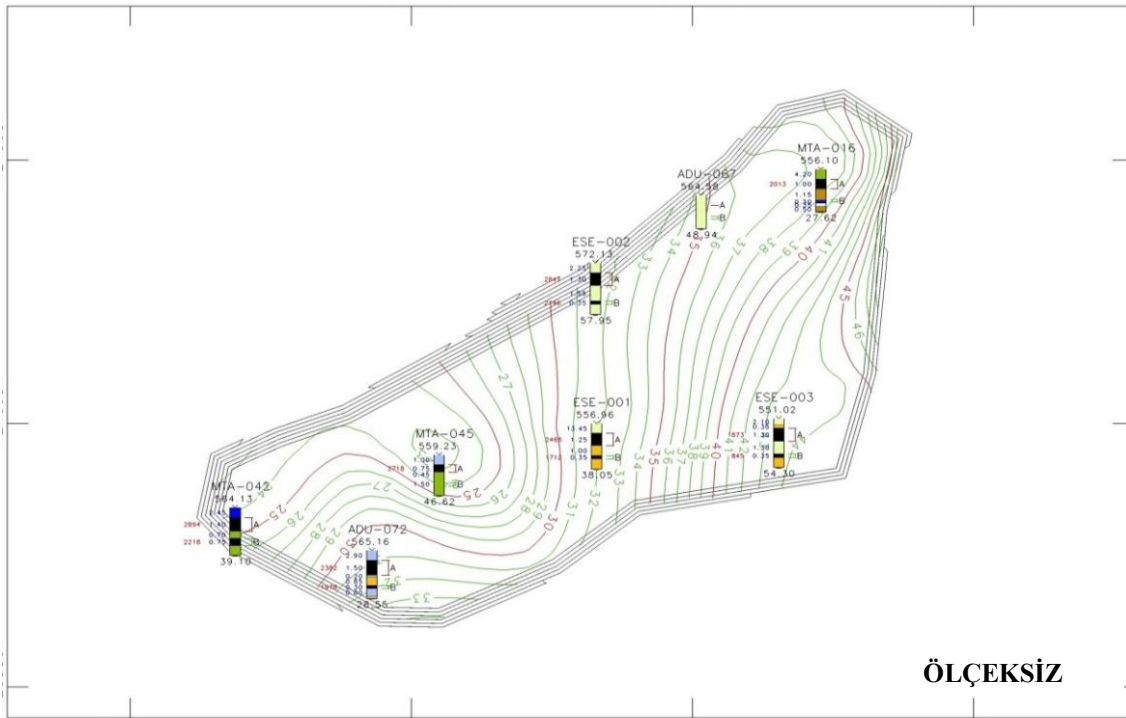


Şekil 4.10. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Kalori Dağılımının Kontur Haritası

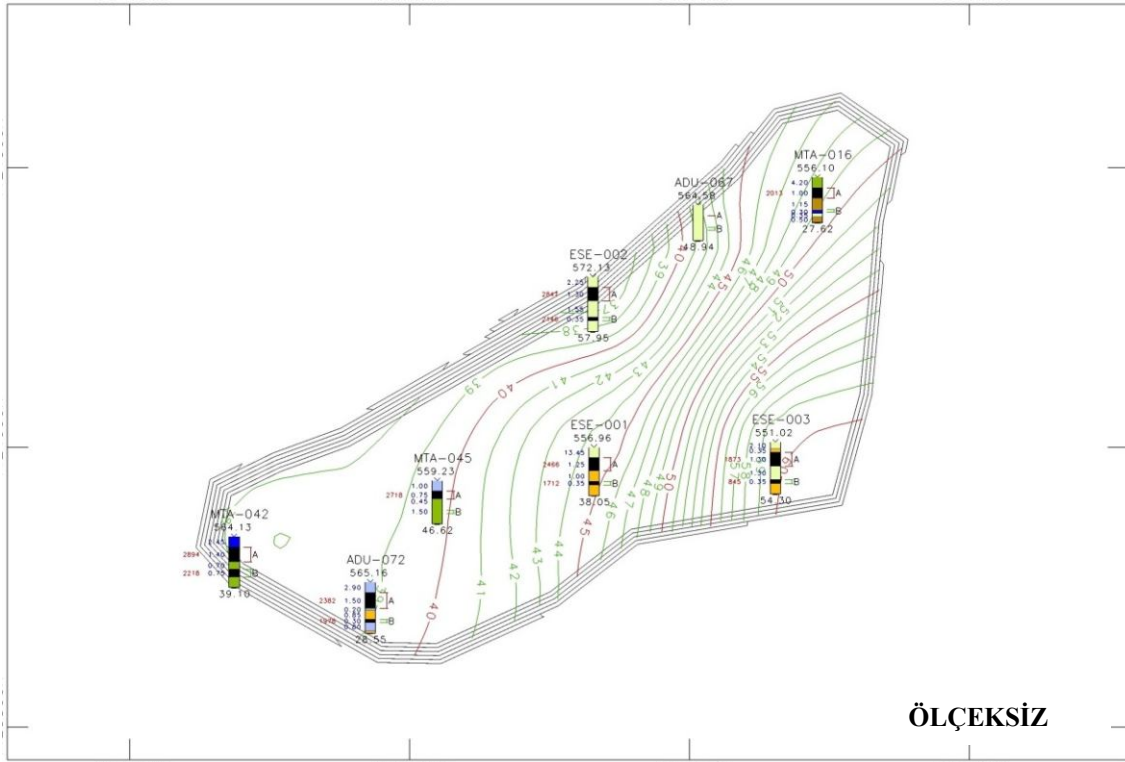
#### 4.2.2 Kömürlerin Kül Değeri

E sektörü çalışma alanında yapılmış olan; ADU-67, ADU-72, ESE-1, ESE-2, ESE-3, MTA-16, MTA-42, MTA-45 isimli kodlu sondajlardan alınan numuneler ve yapılan analizler sonucu kömür tabakalarının sahip olduğu kül değerleri belirlenmiştir. 1'nci (A) ve 2'nci (B) kömür tabakası kül değerleri, % olarak; ADU-72 kodlu sondaj da 1'nci(A) kömür tabakasında %30,70'e, 2'nci (B) kömür tabakasında %38,80, ESE-1'de %31,95'e %44,26, ESE-2'de %31,48'e %35,87, ESE-3'de %43,39'a %59,63, MTA-42 kodlu sondaj da %23,89'a %38,32 olarak tespit edilmiştir. MTA tarafından yapılmış MTA-16 ve MTA-45 kodlu sondajların 2'nci (B) kömür tabakası numune analiz sonuçları bulunmamakla beraber, 1'nci kömür (A) tabakası kül değerleri MTA-16'da %37,27, MTA-45'de %22,77 olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen bu veriler ışığında Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de, 1'nci (A) kömür tabakası ve 2'nci (B) kömür tabakası kül dağılımları kontur haritası verilmiştir.



Şekil 4.11. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakası Kül Dağılımının Kontur Haritası

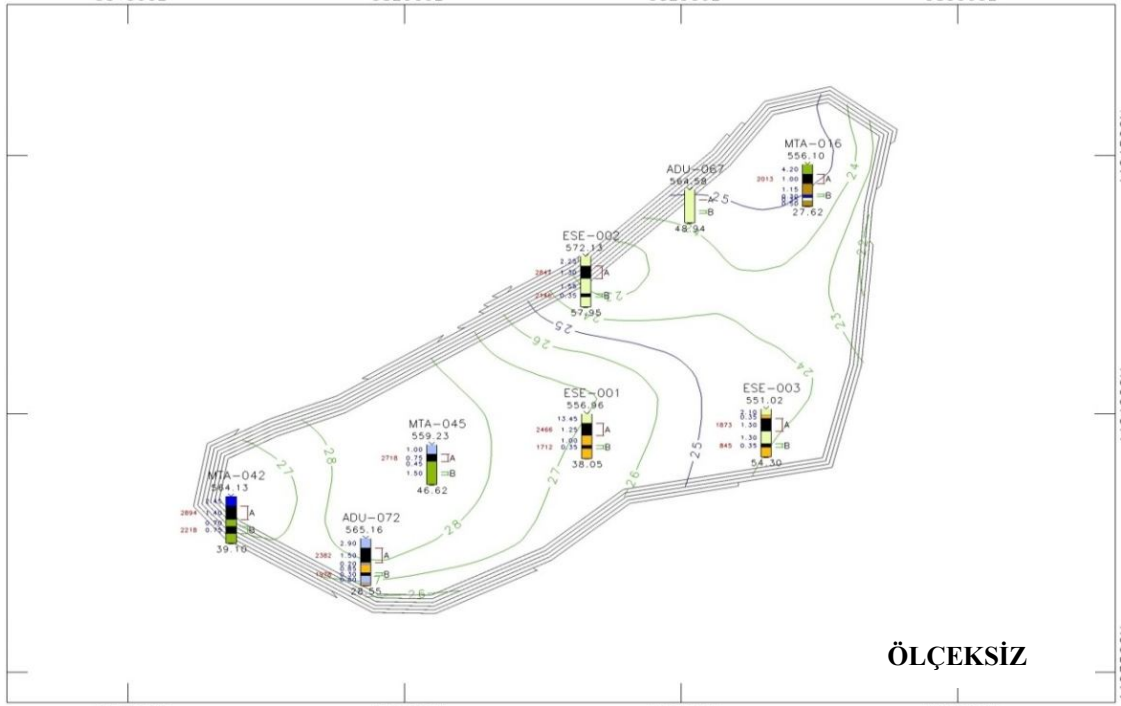


Şekil 4.12. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Kül Dağılımının Kontur Haritası

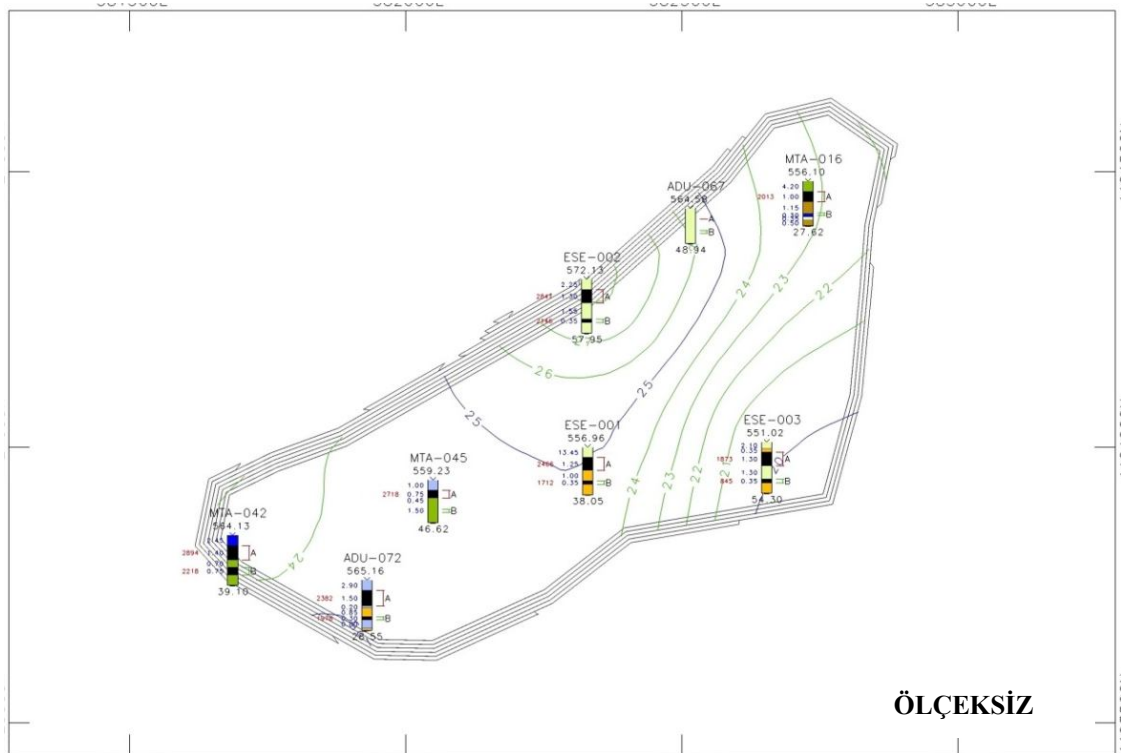
#### 4.2.3 Kömürlerin Nem Değeri

Sondajlardan alınan numuneler ve yapılan analizler sonucunda 1'nci (A) kömür tabakası ve 2'nci(B) kömür tabakası nem değerleri, % olarak; ADU-72 kodlu sondaj da 1'nci (A) tabakada %28,64, 2'nci (B) kömür tabakasında %24,70, ESE-1'de %27,01'e %25,04, ESE-2'de %26,66'ya %28,24, ESE-3'de %24,25'e %20,18, MTA-42 kodlu sondaj da %26,33'e %23,47 olarak tespit edilmiştir. MTA-16 ve MTA-45 kodlu sondajların 2'nci (B) tabaka numunekömür analiz sonuçları bulunmamakla beraber, 1'nci (A) tabakanem değerleri; MTA-16'da %25,37, MTA-45'de %28,69 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de 1'nci (A) ve 2'nci (B) kömür tabakalarının nem konturları verilmiştir.



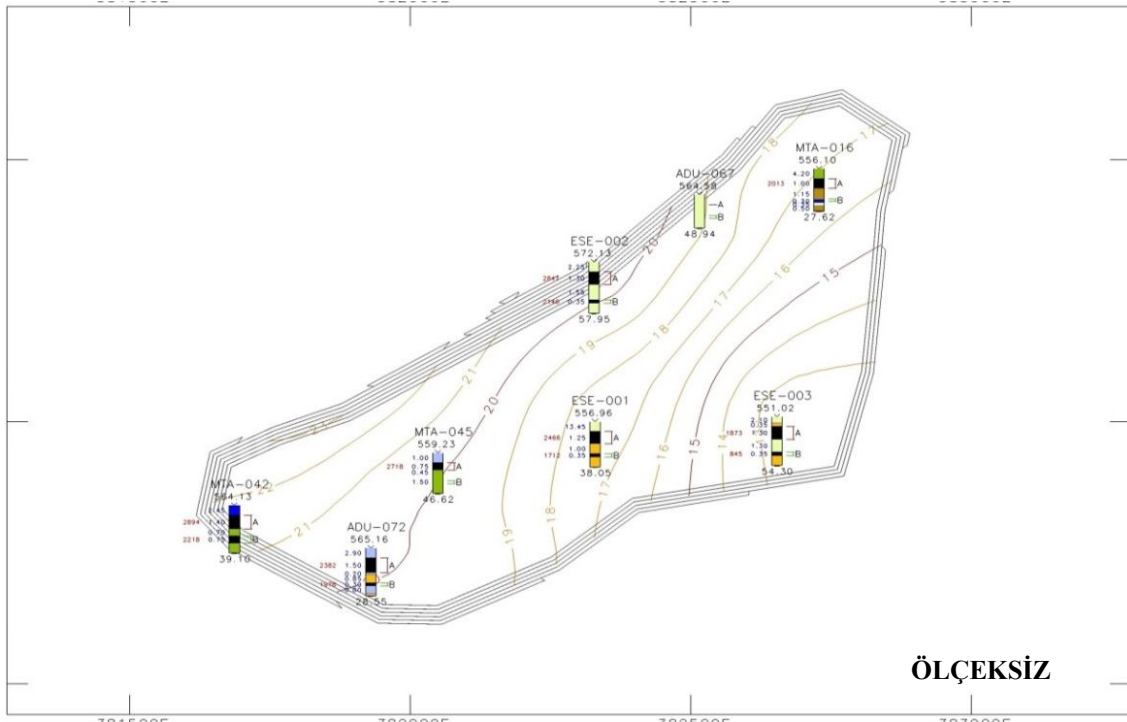
Şekil 4.13. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakası Nem Kontur Haritası



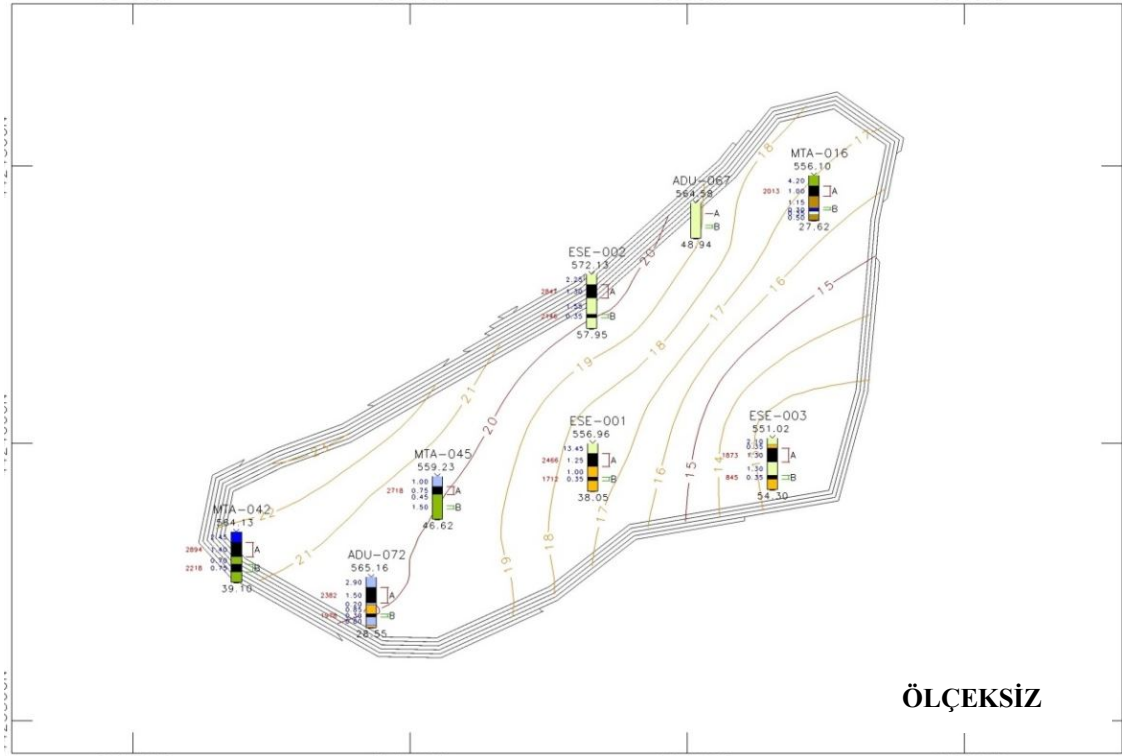
Şekil 4.14. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Nem Kontur Haritası

#### 4.2.4 Kömürlerin Uçucu Madde Değeri

Sondajlardan alınan numuneler ve yapılan analizler sonucunda 1'nci (A) kömür tabakası ve 2'nci (B) kömür tabakası orijinal uçucu madde değerleri, % olarak; ADU-72 kodlu sondaj da 1'nci (A) tabakada %21,27, 2'nci(B) kömür tabakasında %20,22, ESE-1'de %23,66'ya %17,59, ESE-2'de %23,84'e %20,54, ESE-3'de %18,69'a %12,70 olarak tespit edilmiştir. MTA tarafından bölgede gerçekleştirilmiş; MTA-42, MTA-16 ve MTA-45 kodlu sondajların orijinal uçucu madde oranı tespitleri bulunmadığından, değer belirtilmemiştir. Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da 1'nci (A) ve 2'nci (B) kömür tabakalarının uçucu madde konturları belirlenmiştir.



Şekil 4.15. E Sektörü 1'nci (A) Kömür Tabakası Uçucu Madde Kontur Haritası



Şekil 4.16. E Sektörü 2'nci (B) Kömür Tabakası Uçucu Madde Kontur Haritası

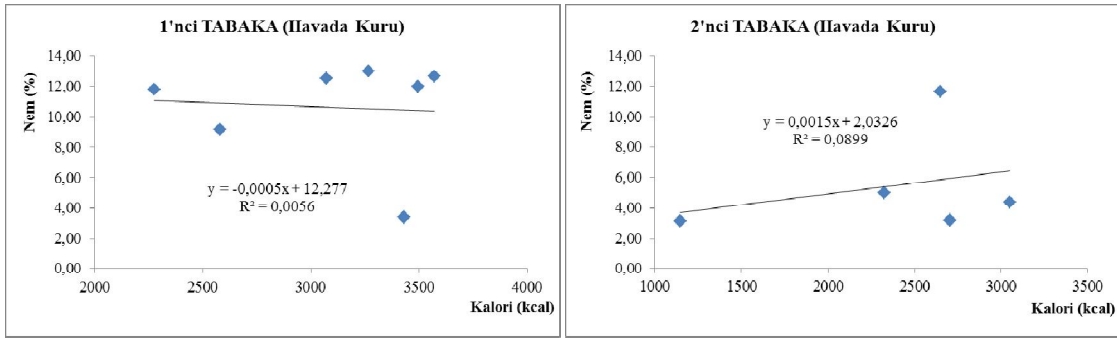
### 4.3 Kömürlerin Özellikleri

Kömürün düşük kalorili olması, bünyesinde yüksek oranda nem, kül, kükürt bulundurması gibi özelliklere bağlıdır. Bu nedenlerden dolayı düşük kalorili kömürler daha çok elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Kömür kullanım amacına yönelik olarak kırma/öğütme, eleme/boyutlandırma, susuzlaştırma ve yıkama gibi birtakım işlemlerden geçirilmektedir. Bu işlemler ile, oluşum sürecinde ve üretim esnasında kömüre karışan inorganik maddelerin (kül yapıcı mineraller ve piritik kükürt) bir kısmını kömürden ayırarak azaltmak veya nem oranını düşürerek kalori değerini yükseltmek mümkün olabilmektedir. Alınan numunelerin havada kuru bazda ve orijinal bazdaki değerler arasındaki ikili değişim diyagramları verilmiştir. Orijinal bazda veriler toplam nem içeriğini içerecek şekilde verilir, havada kuru bazda ise veriler havada kurutulmuş örneğin nem içeriğini de kapsar. Havada kurutma açıkta 40°C'de gerçekleştirilir. Kısa analiz açısından da uçucu madde, kül, sabit karbon ve nem kömürü karakterize eden parametreler arasında yer almaktadır. Laboratuvarında yapılan analizler sonucunda havada kuru bazda ve orijinal bazda olmak üzere kömür numunelerinin tabaka durumlarına göre ayrı ayrı kalori-nem, kalori-kül,

kalori-kükürt, kalori-uçucu madde değerleri arasındaki ilişkiler bulunmuştur(Çizelge 4.1).

#### 4.3.1 Nem - Kalori İlişkisi

Sondajlardan alınan numunelerdeki havada kuru ve orijinal bazdaki, nem ve kalori değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de,1'nci tabaka ve 2'nci tabaka için ayrı ayrı belirtilmiştir. Havada kuru bazdaki kömüre ait nem - kalori değerleri;  $R^2 = 0,0056$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,0899$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur. Orijinal bazdaki kömüre ait nem-kalori değerleri;  $R^2 = 0,0162$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,5835$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur.

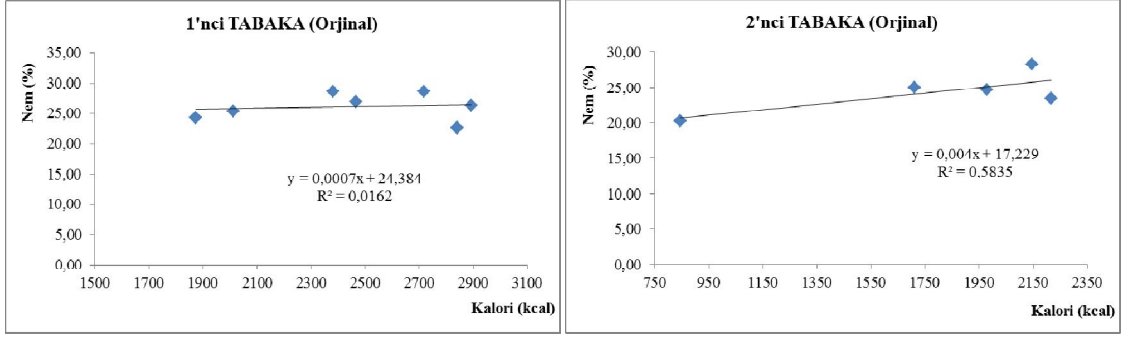


Şekil 4.17. Havada kuru bazdaki nem (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

Orijinal kömürde nem oranları % 20,18 ile % 28,69 oranında değişirken, kuru kömürde bu oranlar % 3,14 ile % 13,02 oranında değişmektedir. Özellikle havada kuru kömürdeki nem oranının çok geniş bir aralıkta (% 3,14 ile % 13,02) olması nedeniyle korelasyon ilişkisi çok zayıf çıkmıştır.

Beklenen durum nem miktarının artması ile doğru orantılı olarak kalori miktarının azalmasıdır. Ancak alınan numunelerin bazılarında nem değerlerinin çok düşük olması, beklenen sonucu yansıtmamıştır.





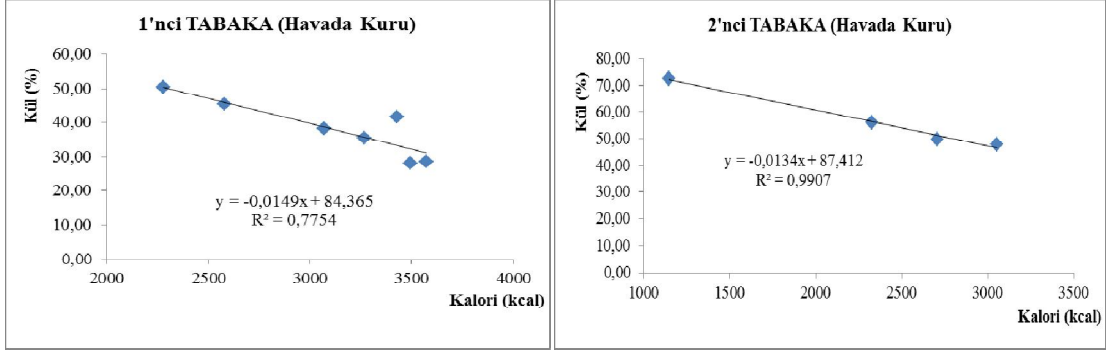
**Şekil 4.18.** Orjinal bazdaki nem (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

Kömürün yapısında bulunan nem, kömürün kimyasal ve fiziksel özellikleri ile kömürün kullanımı açısından en önemli parametrelerden birisidir. Kömürleşme derecesi düştükçe kömür içerisindeki nem miktarı artmakta ve bazı genç kömürlerin yapısı ağırlıklı olarak sudan oluşmaktadır (Sondreal vd. 1995). Nem, kömürü kimyasal, fiziksel ve ekonomik açıdan çok önemli ölçülerde etkilemektedir. Suyun varlığı kömür reaktivitesini (Sondreal vd. 1974), gazlaşma mekanizmalarını, kuruma ve uçucu madde çıkışını (Agarwal vd. 1986), tutuşma sıcaklığını (Prins 1987), ufalama eğilimini, taşıma ekonomisini, briketlenebilme özelliklerini, yakılabilme sınırlarını ve diğer bazı özelliklerini etkileyebilmektedir.

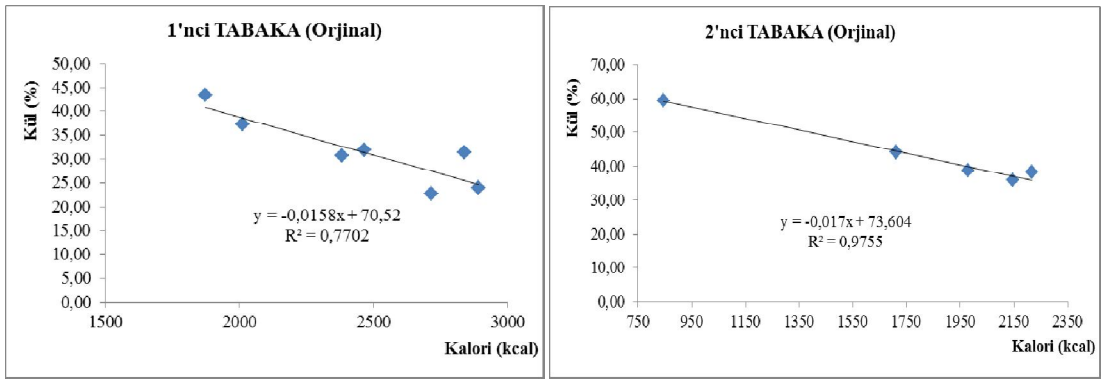
#### 4.3.2 Kül - Kalori İlişkisi

Numunelerdeki havada kuru ve orjinal bazdaki % kül ve kalori değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları, 1'nci tabaka ve 2'nci tabaka için ayrı ayrı Şekil 19 ve Şekil 20'de belirtilmiştir. Havada kuru bazdaki kömüre ait kül-kalori değerleri;  $R^2 = 0,7754$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,9907$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur. Orjinal bazdaki kömüre ait kül-kalori değerleri;  $R^2 = 0,7702$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,9755$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur.

İkili değişim grafiklerine bakıldığında, kül-kalori değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişki görülmüştür. Kömürdeki % kül değeri arttıkça, kalori değerinin azaldığı görülmektedir.



**Şekil 4.19.** Havada kuru bazdaki kül (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları



**Şekil 4.20.** Orjinal bazdaki kül (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

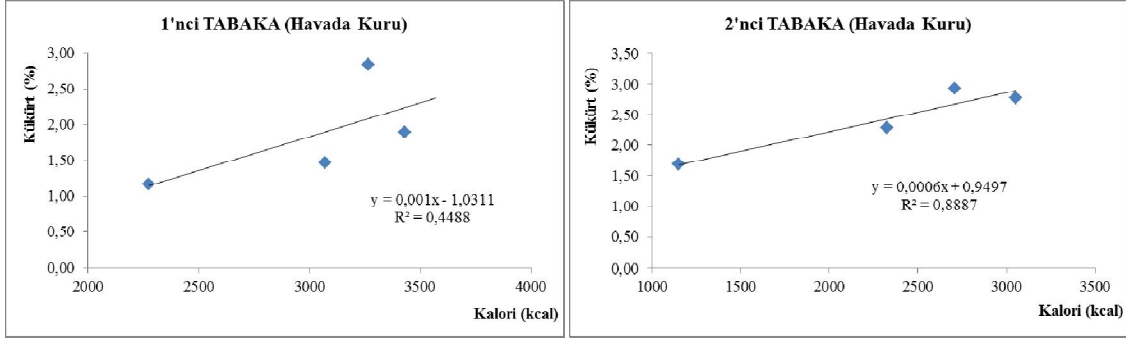
Kalori değerinin azalması kömürün kalitesini de düşürmektedir. Yüksek kül içeriği tercih edilen bir özellik değildir. Yakma sonrası atık problemleri açığa çıkarmaktadır. Kül, inorganik maddelerden yüksek sıcaklıkta uçucu olan bileşiklerin (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O gibi) uzaklaşmasıyla geriye kalan maddeyi temsil eder.

Kül, kömürlerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve kömür yakma sistemleri ile diğer kömür proseslerinde önemli sorunlara yol açmaktadır. Sinterleşme, aglomerasyon, ısı değiştirici yüzeylerinde görülen kirlenme ve korozyon bunlar arasında yer almaktadır (Sondrealvd. 1974, Sondrealvd. 1995).

### 4.3.3 Kükürt - Kalori İlişkisi

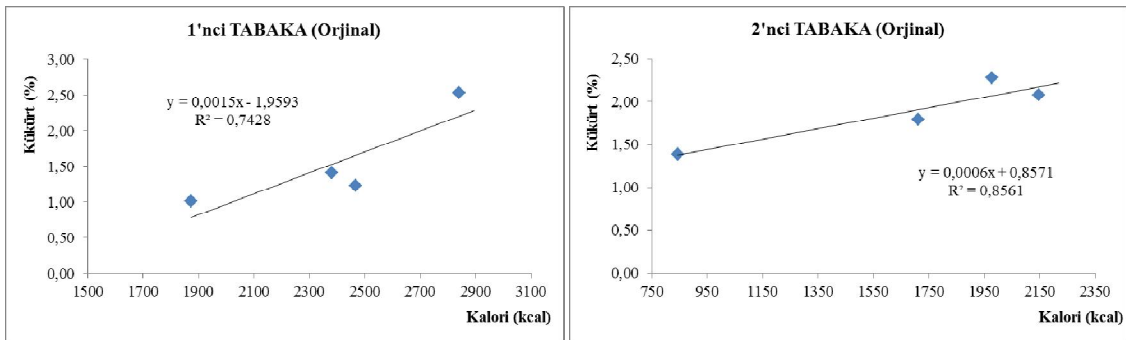
Numunelerdeki havada kuru ve orijinal bazdaki % kükürt ve kalori değerleri arasındaki

ikili değişim diyagramları 1'nci tabaka ve 2'nci tabaka için ayrı ayrı, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de belirtilmiştir. Havada kuru bazdaki kömüre ait kükürt-kalori değerleri;  $R^2 = 0,4488$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,8887$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur. Orjinal bazdaki kömüre ait kükürt-kalori değerleri ise;  $R^2 = 0,7428$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,8561$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur.



**Şekil 4.21.** Havada kuru bazdaki kükürt (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

İkili değişim grafiklerine bakıldığında, aralarında pozitif doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür. Kömürdeki, % kükürt değeri arttıkça kalori değerinin de arttığı görülmektedir.



**Şekil 4.22.** Orjinal bazdaki kükürt (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

Kül ve kükürt içeriği yüksek kömürlerin doğrudan yakılması çevre kirliliği açısından önemli problemlere sebep olmaktadır. Kömürlerin temizlenerek kalitelerinin yükseltilmesi amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik esaslara dayalı çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Uygun bir yöntem kullanılarak kömürün nem, kül ve kükürt içeriklerini

azaltmak suretiyle kalitelerinin yükseltilmesi mümkündür (Kamçıcı 1982).

Hangi temizleme yönteminin hangi kömüre uygulanabileceği, kömürün yapısına ve kullanılacağı yere bağlı olarak değişmekte ve her kömür için ayrı bir araştırmayı gerektirmektedir. Cevher hazırlama yöntemiyle de kükürdün azaltılması mümkündür. Kömürün yapısında kükürt üç formda bulunur.

- Piritik kükürt: Sülfat minerallerinin (özellikle pirit ve markazit) bünyesindeki kükürttür. Deniz suyu, nehir veya ortalama göl suyuna göre çok daha yüksek oranlarda sülfat içerdiğinden, denizle bir şekilde ilişkili olan turbaların çok yüksek oranlarda piritik kükürt içerdiği saptanmıştır.
- Sülfat kükürdü: Sülfat minerallerinin bünyesinde bulunan kükürttür.
- Organik kükürt: Kömürün organik yapısında bulunan kükürttür.

Kömürdeki kükürt içeriğine göre cevher hazırlama yöntemleri ile kükürdün uygun bir düzeye düşürülebilmesi ancak hammaddelerin belirli koşullara uygun olması ile olasıdır. Bu koşullar şunlardır;

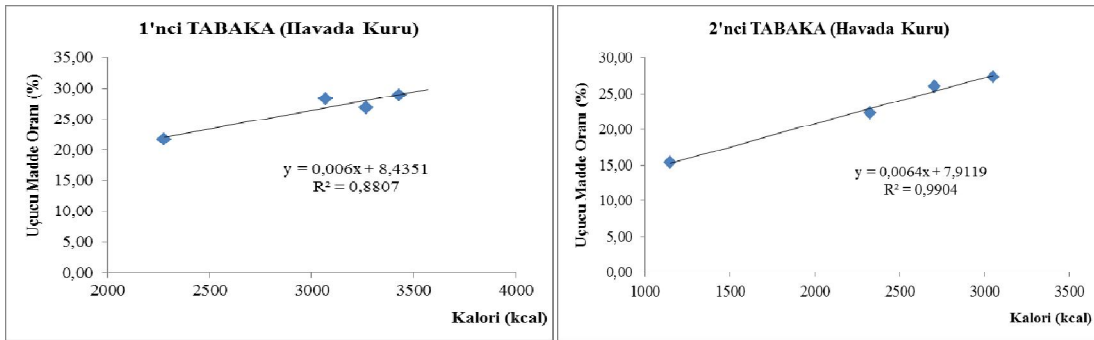
- a) Toplam kükürt içeriğinin (kömüre bağlı organik kükürt denilen kısım dahil) piritte bağlı bölümünün nispeten yüksek olması,
- b) Piritin serbest (uncombined) veya kömürle çok az birleşmiş (combined) olması,
- c) Piritin çok ince olmaması.

Cevher hazırlama yöntemlerini içeren herhangi bir önlemin planlanmasına başlamadan önce tamamen yeni bir tesis kurulması düşünüldüğünde ham kömürün özelliklerini incelemek veya ham kömür ve olumlu gözükten değişik kükürtsüzleştirme olanaklarının dikkatli bir araştırmasını yapmak gerekir. En güvenilir yöntem, değişik tane büyüklüğü ve yoğunluk fraksiyonları kül ve toplam kükürt içeriğinin belirlenmesidir (Lemke 1978). Kalori değerinin artmasıyla kömürün içerisindeki kükürdün çevreye verdiği zarar da artmaktadır. Çevre kirliliğini önlenmesi için belirtilmiş olunan yöntemler değerlendirilmelidir.

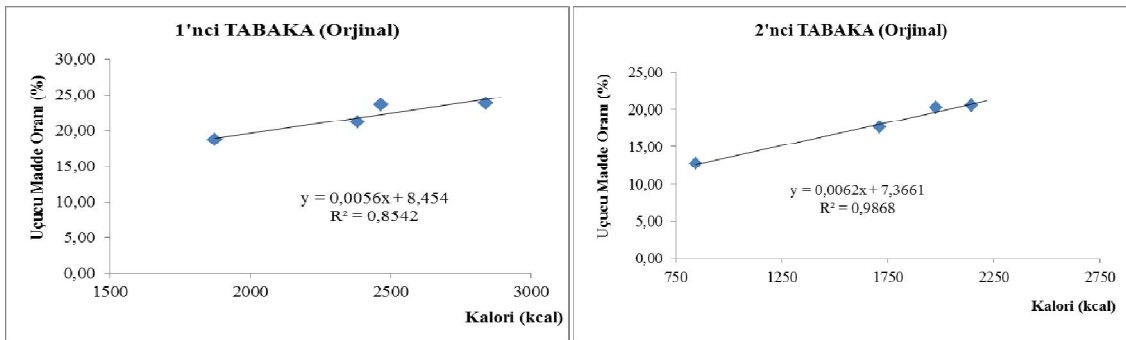
#### 4.3.4 Uçucu Madde - Kalori İlişkisi

Numunelerdeki havada kuru ve orijinal bazdaki uçucu madde oranı ve kalori değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları, 1'nci tabaka ve 2'nci tabaka için ayrı ayrı Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de belirtilmiştir. Havada kuru bazdaki kömüre ait uçucu madde oranı-kalori değerleri;  $R^2 = 0,8807$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,9904$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur.

Orijinal bazdaki kömüre ait uçucu madde oranı-kalori değerleri;  $R^2 = 0,8452$  (1'nci tabaka için),  $R^2 = 0,9868$  (2'nci tabaka için) bulunmuştur. Aralarında pozitif doğrusal bir ilişki görülmüştür. Kömürdeki % uçucu madde oranı arttıkça kalori değerinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.23. Havada kuru bazdaki uçucu madde oranı (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları



Şekil 4.24. Orijinal bazdaki uçucu madde oranı (%) ve kalori (kcal) değerleri arasındaki ikili değişim diyagramları

Kömürün oksijensiz ortamlarda ısıtılmasıyla oluşan karbon buharları ile karbondioksit

ve su buharı gibi gazların toplamına uçucu madde denir. Uçucu madde, nem dışında yüksek sıcaklıkta serbestleşen maddelerin tamamıdır. Bunlar organik maddelerden veya inorganik maddelerden türeyebilirler.

Kömürde uçucu madde oranının azaltılıp kömürün kalitesi artırılmalıdır. Kömürde uçucu madde oranının azaltılması sabit karbon miktarını arttırır. Sabit karbon miktarının artmasıyla kömürün kalitesini de arttırmış oluruz.

#### **4.4 Rezerv Hesaplamaları**

Bir cevher yatağının değerlendirilmesi; jeolojik özelliklerinin tespitinden, ocağın işletmesine kadar geçireceği bütün safhaları, üretim planlamasından ekonomik analizlere kadar bütün hesaplamaları kapsar. Arama çalışmaları ve sondaj veri tabanının oluşturulması bütün değerlendirme çalışmalarının da temelini oluşturur. Cevher yatağının, öncelikle, sınırları, boyutları, hacmi, kapladığı alan, rezerv miktarı bulunmalıdır. Maden değerlendirme de klasik ve gelişmiş hesaplama yöntemleriyle bilgisayar destekli sistemler birlikte yer almaktadır.

Çalışma alanının rezerv miktarı klasik yöntemlerden poligon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem de; 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.

##### **4.4.1 Poligon Yöntemi ile Rezerv Hesabı**

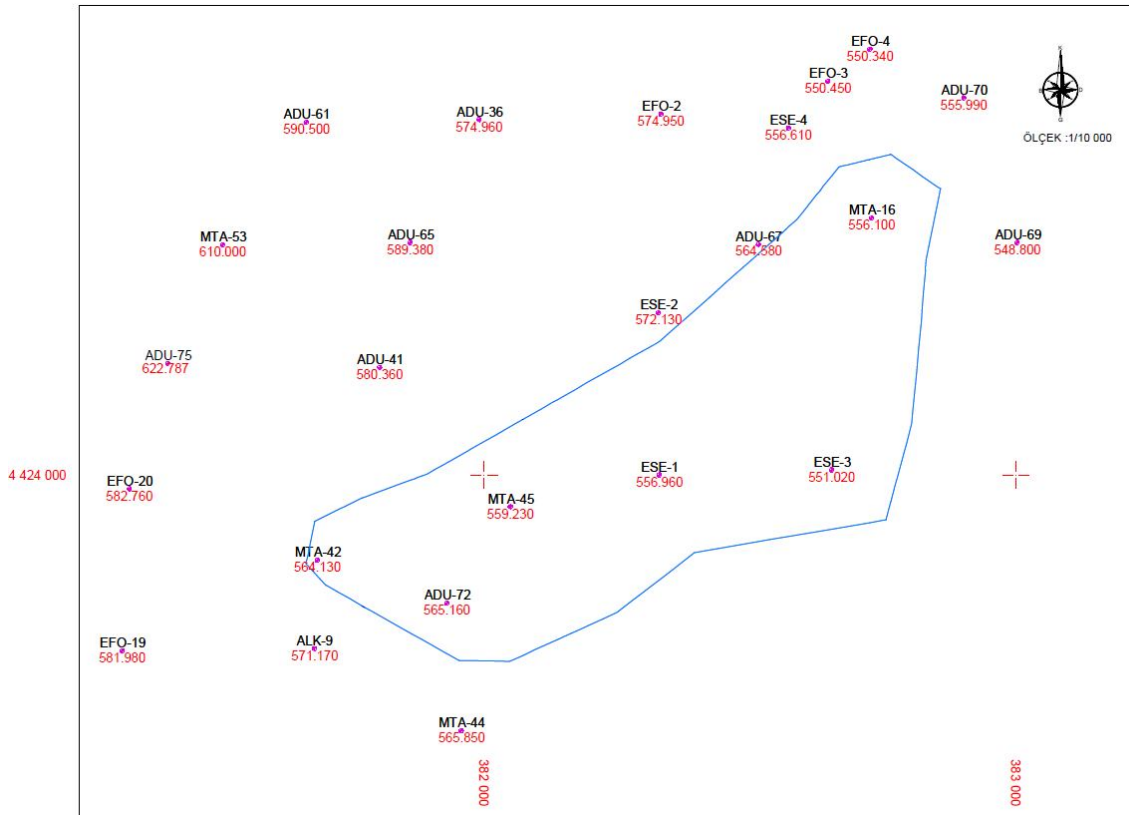
Sahada yapılan etüt ve aramalar (sondaçlar) doğrultusunda, görünür rezerv miktarı hesaplanmıştır. Rezerv hesabında dikkate alınan hususlar şunlardır;

- Alan hesapları 1/10 000 ölçekli haritadan yararlanılarak yapılmıştır.
- Yerinde kömür yoğunluğu 1,45 ton/m<sup>3</sup> alınmıştır.
- Jeolojik faktör kullanılmamıştır.

Koyunağılı kömür havzasında toplam 298 adet sondaj yapılmıştır. Açık ocak olarak planlanan E sektörü alanında (içinde + dışında), 24 adet sondaj bulunmaktadır. Sondaj verilerine göre, poligon yöntemi kullanılarak rezerv hesabı yapılmıştır.

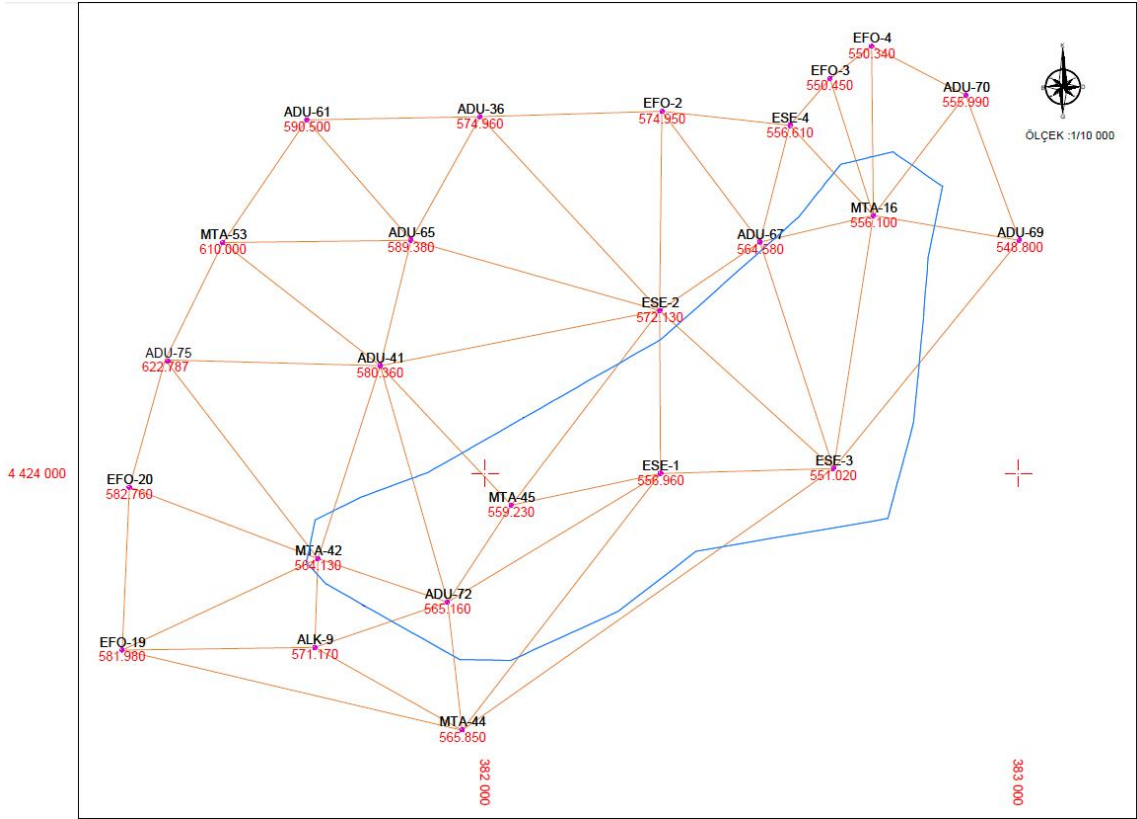
Poligon yöntemine göre rezerv hesabı sedimanter oluşumlarda, özellikle kömür sahalarında kullanılan ve doğru sonuçlar veren bir hesaplama yöntemidir. Sahada yapılan sondajların sıklığına bağlı olarak bu yöntemin güvenilirliği artar. Bu yöntemle yapılan rezerv hesabında, sondajların etki alanları poligon olarak kabul edilir.

Çalışma sahasındaki kömürün rezervini poligon yöntemiyle hesaplamak için, sahada yapılan ve üretilebilir özellikte kömür kesen, dolayısıyla değerlendirmeye alınan sondajlar ile varsa mücavir ruhsatta yapılan ancak etki alanı bu ruhsatta devam eden sondajlar koordinatlarına göre belirli ölçekte harita üzerine yerleştirilir. Etki alanı bulunacak olan sondaj noktası ve komşu sondaj noktaları ile birleştirilir. Şekil 4.25'de sondaj yerleşim planı gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Sondaj yerleşim planı

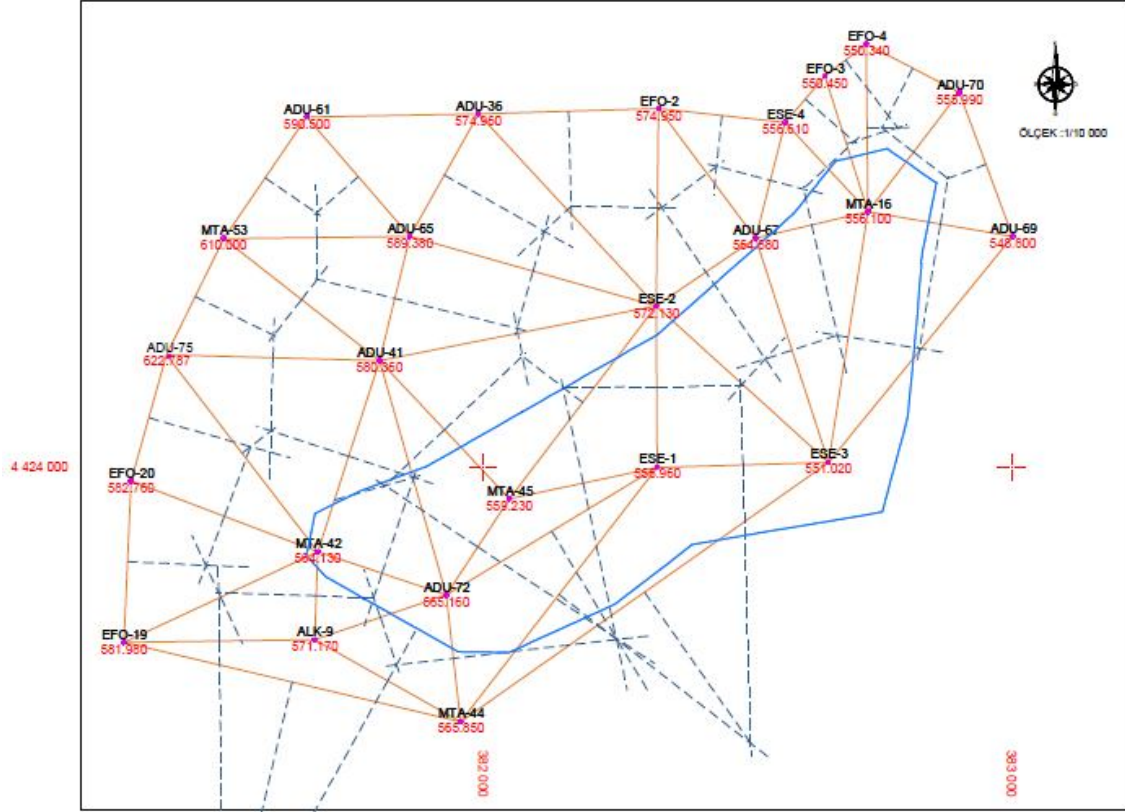
Sondajları birleştiren doğru parçalarının orta dikmeleri çizilerek poligonlar oluşturulur. Çizilen doğruların orta noktalarından çıkılan dikmelerin belirlediği kapalı alan, bu sondaja ait etki alanıdır ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Sondajlar arası etki alanının gösterimi

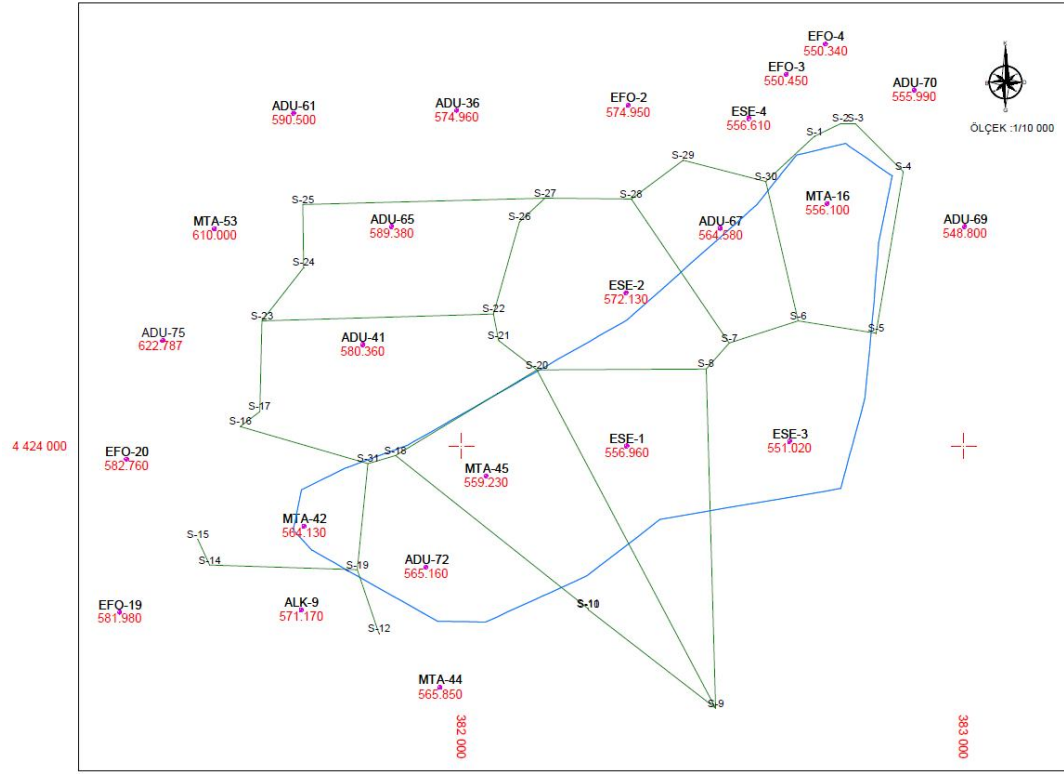


Ruhsat sahasının mücavirindeki ruhsatlarda da kömür yayılımı devam ediyorsa, Şekil 4.27'de gösterildiği gibi orta dikmeler ruhsat sınırına kadar uzatılarak poligonlar kapatılmalıdır.



Şekil 4.27. Etki alanlarında orta dikmeler çizimi

Şekil 4.28’de belirlenen poligon alanları gösterilmiştir. Her bir poligon alanı, poligonu temsil eden ve poligonun merkezinde bulunan sondaja ait kömür kalınlığı ile çarpılmakta bu da o poligon ait kömür hacmini vermektedir.



Şekil 4.28. Belirlenen poligon alanlarının gösterimi

İstatistiksel olarak kömür sahasını temsil edebilecek aralıklarla çeşitli sondajlardan elde edilen kömür karot numunelerinden, tüm kömür sahasına ait ortalama kömür yoğunluğu hesaplanır. Daha önce hesaplanmış poligon hacmi ile ortalama yoğunluk çarpıldığında ise o poligona ait kömür rezervi hesaplanmış olur.

Poligonların alanları, kendilerine ait sondaj değerleriyle (kalınlık) çarpılarak her poligonun rezervi bulunur. Belirtilen hesaplama yöntemi ile ruhsat sahasındaki bütün poligonlardaki rezervlerin toplanmasıyla o sahaya ait toplam rezerv hesaplanmış olur.

Şekil 4.29’da poligon alanında rezerv hesabının nasıl yapılacağı gösterilmektedir. Poligonların alanları; E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>, E<sub>6</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>8</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>10</sub> olacak şekilde isimlendirilmiş ve NETCAD 5.2 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Kömür kalınlığı; sondaj

loglarından elde edilen bilgiler ışığında, 1'nci kömür tabaka kalınlığı artı2'nci kömür tabaka kalınlığı, kömür yoğunluğu ise 1,45 ton/m<sup>3</sup> olacak şekilde alınmıştır. Çizelge 4.2'de sahada yapılmış sondajların verileri ve etki alanlarına göre hesaplanmış rezerv miktarları görülmektedir.

Çizelge 4.2 Sondaj Verileri ve Rezerv Hesap Tablosu

Sondaj No	Sondaj Eftisi Alanı (m <sup>2</sup> )	Örtü Kalınlığı (m)	1'nci Tabaka Kömür Kalınlığı (m)	2'nci Tabaka Kömür Kalınlığı (m)	Toplam Kömür Kalınlığı (m)	Örtü Hacmi (m <sup>3</sup> )	Kömür Rezervi (ton)
MTA-16	67 138,393	24,3	1	0,35	1,35	1 631 462,94	131 432,404
MTA-42	21 516,482	35,25	1,39	0,75	2,14	758 455,99	66 765,644
MTA-45	96 845,268	43,5	0,75	X	0,75	4 212 769,15	105 319,229
ALK-9	176,982	88,15	1,15	X	1,15	15 600,96	295,117
ADU-41	1 529,477	71,7	1,46	1,29	2,75	109 663,50	6 098,789
ADU-67	38 521,650	71,3	FAY	FAY	1,6	2 479 545,36	89 370,228
ADU-72	75 623,691	24,7	1,5	0,3	1,8	1 867 905,16	197 377,833
ESE-1	79 514,399	34,45	1,25	0,35	1,6	2 739 271,04	184 473,405
ESE-2	34 911,996	53,75	1,3	0,35	1,65	1 876 519,78	83 526,950
ESE-3	99 505,309	52,95	1,3	1	2,3	5 268 806,11	331 850,205
<b>TOPLAM</b>						<b>21 230 000</b>	<b>1 196 500,804</b>

$$\text{Rezerv (ton)} = \text{Poligon Alanı (m}^2\text{)} \times \text{Kömür Kalınlığı (m)} \times \text{Kömür Yoğunluğu (ton /m}^3\text{)} \quad (4.1)$$

$$E_{\text{Toplam}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9 + E_{10} \quad (4.2)$$

MTA-42 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,39\text{m} + 0,75\text{m} = 2,14\text{m}$$

Rezerv miktarı ( $E_1$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_1 = 21\,516,482\text{m}^2 \times 2,14\text{m} \times 1,45\text{ton/m}^3$$

$$E_1 = 66\,765,644\text{ ton}$$

ALK-9 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,15\text{m}$$

Rezerv miktarı ( $E_2$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_2 = 176,982\text{ m}^2 \times 1,15\text{m} \times 1,45\text{ ton/m}^3$$

$$E_2 = 295,117\text{ ton}$$

ADU-72 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,80\text{m}$$

$$1,50\text{m} + 0,30\text{m} = 1,80\text{m}$$

Rezerv miktarı ( $E_3$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_3 = 75\,623,691\text{ m}^2 \times 1,80\text{m} \times 1,45\text{ ton/m}^3$$

$$E_3 = 197\,377,833\text{ ton}$$

ADU-41 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 2,75\text{m}$$

$$1,46\text{m} + 1,29\text{m} = 2,75\text{m}$$

Rezerv miktarı ( $E_4$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_4 = 1\,529,477\text{ m}^2 \times 2,75\text{m} \times 1,45\text{ ton/m}^3$$

$$E_4 = 6\,098,789\text{ ton}$$

MTA-45 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 0,75\text{m}$$

Rezerv miktarı ( $E_5$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_5 = 96\,845,268 \text{ m}^2 \times 0,75 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_5 = 105\,319,229 \text{ ton}$$

ESE-1 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,60 \text{ m}$$

$$1,25 \text{ m} + 0,35 \text{ m} = 1,60 \text{ m}$$

Rezerv miktarı ( $E_6$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_6 = 79\,514,399 \text{ m}^2 \times 1,6 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_6 = 184\,473,405 \text{ ton}$$

ESE-2 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,65 \text{ m}$$

$$1,30 \text{ m} + 0,35 \text{ m} = 1,65 \text{ m}$$

Rezerv miktarı ( $E_7$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_7 = 34\,911,996 \text{ m}^2 \times 1,65 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_7 = 83\,526,950 \text{ ton}$$

ESE-3 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 2,30 \text{ m}$$

$$1,30 \text{ m} + 1,0 \text{ m} = 2,30 \text{ m}$$

Rezerv miktarı ( $E_8$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_8 = 99\,505,309 \text{ m}^2 \times 2,30 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_8 = 331\,850,205 \text{ ton}$$

ADU-67 sondajı fayı kestiğinden dolayı kömür kalınlığı ortalama 1,60 metre alınmıştır.

Rezerv miktarı ( $E_9$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_9 = 38\,521,650 \text{ m}^2 \times 1,60 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_9 = 89\,370,228 \text{ ton}$$

MTA-16 sondaj logundan alınan verilere göre;

$$1\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} + 2\text{'nci kömür tabaka kalınlığı} = 1,35 \text{ m}$$

$$1,00 \text{ m} + 0,35 \text{ m} = 1,35 \text{ m}$$

Rezerv miktarı ( $E_{10}$ ), formül 4.1'deki gibi hesaplanmıştır.

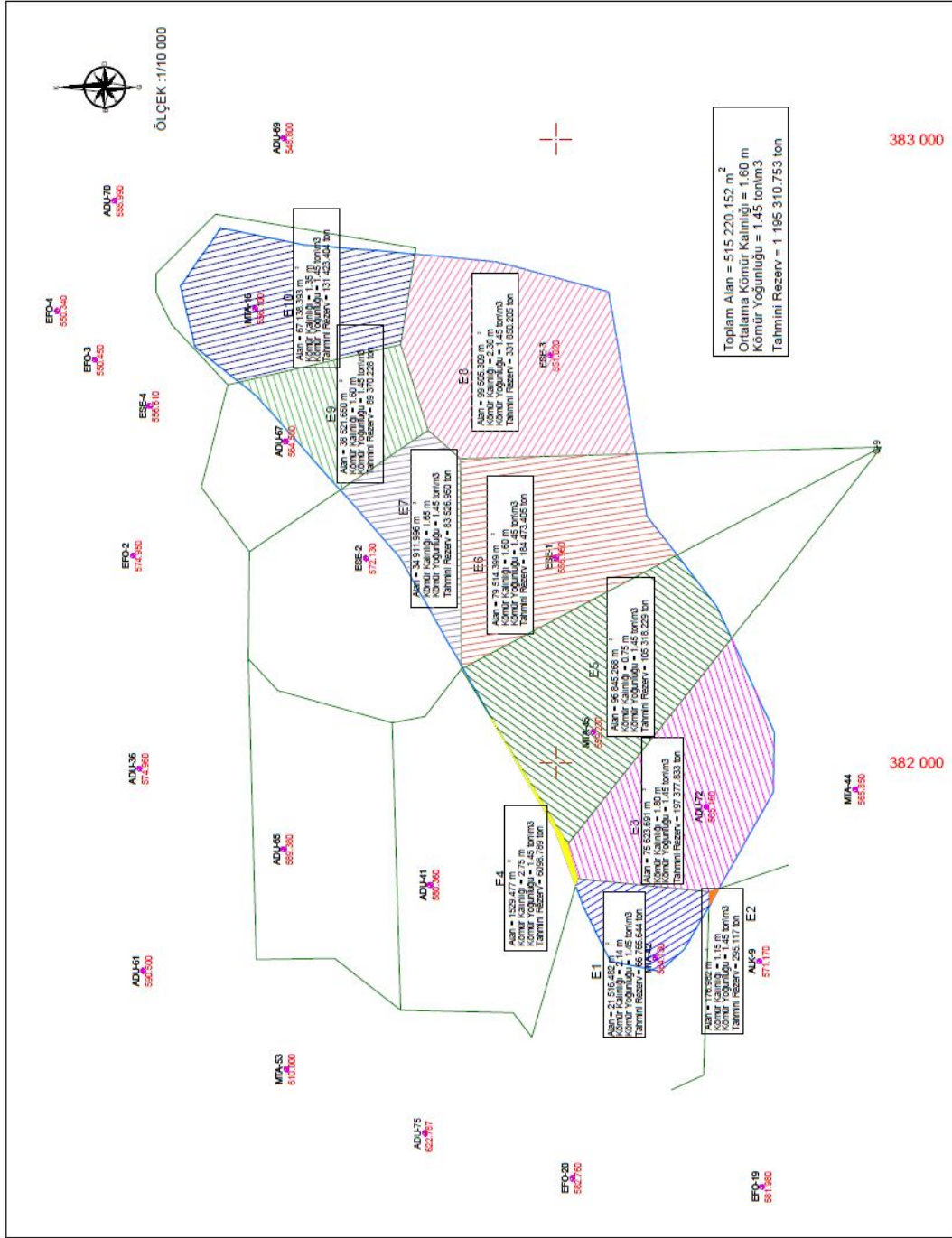
$$E_{10} = 67\,138,393 \text{ m}^2 \times 1,35 \text{ m} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$E_{10} = 131\,423,404 \text{ ton}$$

Toplam Rezerv Miktarı; formül 4.2'deki gibi hesaplanmıştır.

$$E_{\text{Toplam}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9 + E_{10}$$

$$E_{\text{Toplam}} = 1196500,804 \text{ ton}$$



Şekil 4.29. Poligon alanlarının rezerv hesabının gösterimi



#### 4.5 Açık İşletmenin Planlaması

Kömür tabakasına derinlik; yaklaşık 25 metreden başlayıp, 50 metreye varan farklı derinlikler içermektedir. Kömür tabakası için ortalama dekapaj derinliğinin 40 metre olduğu tespit edilmiştir. Kömür tabakaları irili ufaklı farklı sayılarda mevcut olup, proje kapsamında ilk iki tabaka değerlendirilecektir. 1'nci kömür tabakasının kalınlığı 0,75 den başlayıp 1,50 metreye uzanmaktadır. Ortalama olarak 1,30 metre kalınlık söz konusudur. 2'nci kömür tabakasının ortalama kalınlığı 0,50 metredir. Toplamda (1'nci+2'nci tabaka), yaklaşık 1,80 metrelik kalınlığa sahip kömürün üretimi gerçekleştirilecektir.

E Sektörü açık ocak projesinde, jeolojik yapının modellenmesini ve ocak planlanmasını sağlayan SURPAC 6.3 programı kullanılmıştır. Çalışma sahasının geometrik olarak modellenmesi için, programa arazinin koordinatları ve kot farkları; saha üzerinde yapılmış 8 adet sondaj verisinden hareketle, sondajların koordinat ve kot farkı değerleri, sahanın alanı, açılacak ocakta basamak sayıları ve basamakların genişlikleri, sondajların kömür tabakasını kestikleri noktalar ve kömür tabakalarının kalınlıkları gibi veriler girilmiştir. Sahanın mevcut sınırları, linyit ve örtü tabakası kalınlıklarına ait haritalar ve üretim sonrası meydana gelecek nihai açık ocak çukuru oluşturulmuştur. Programa girilen veriler sonucunda; Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33 çizilmiştir.

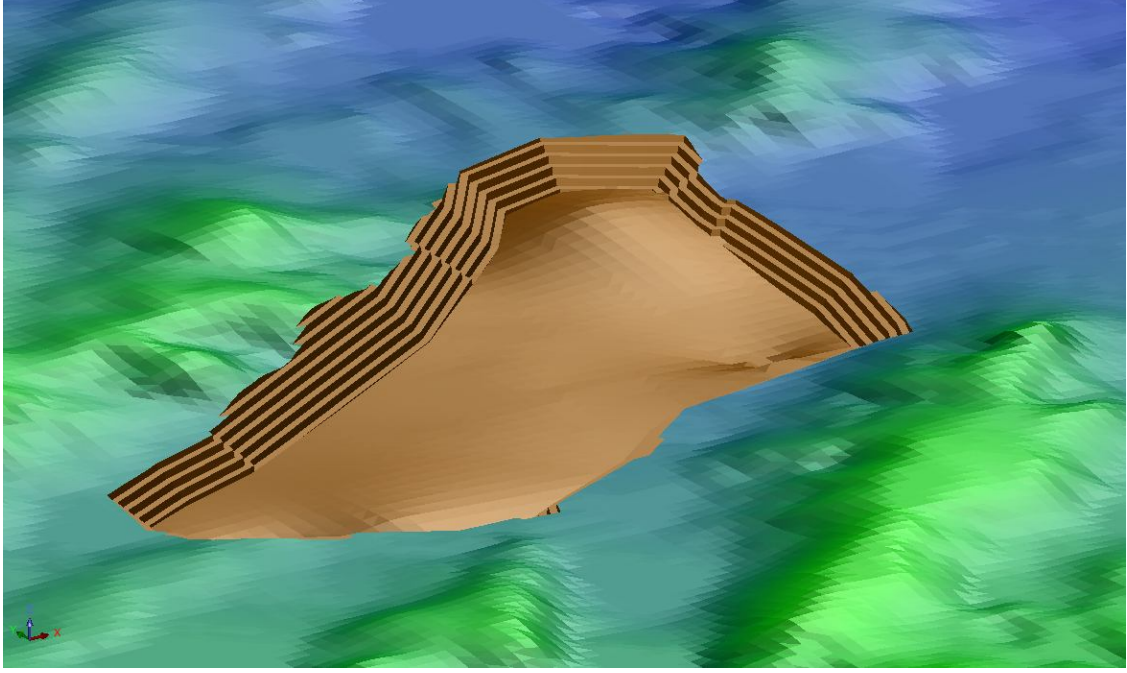
Kurulan makine parkındaki kazıcı-yükleyici makinelerin, kesme yüksekliği ve kazı derinliği yaklaşık 10 metre olduğundan dolayı basamak yükseklikleri 10 metre olacak şekilde planlanmıştır. Bu şekilde gerçekleştirilecek projede, en üstte kalacak basamağın taban kotu 570 metre, ocak taban kotu 520 metredir. Kot farkı 50 metredir. Basamak sayıları 4 ile 5 arasında değişmektedir. Örtü tabakası kalınlığı sahanın güneybatısından iç kesimlere doğru artmaktadır. Sahanın kuzey doğusuna doğru yaklaştıkça örtü tabakası kalınlığı azalmaktadır. Daha güney ve güney doğusunda kalınlaşan örtü tabakasının altında kömür bulunmayıp, bu alan döküm alanı olarak kullanılacaktır. Ocağın kuzeyinde, kuzeybatısında ve güneydoğusunda kalan yamaçlarda oluşturulacak basamak sayısı 5 iken; güney, güneybatısı ve kuzeydoğusundaki yamaçlarında oluşturulacak basamak sayısı 4 'dür. Oluşturulacak basamak sayıları kömür tabakasına olan kalınlıkla ve yeryüzü şekilleri ile ilişkilidir. Her bir basamağın genişliği 10 metre

bırakılacak şekilde planlanmıştır. Bir basamağın ocak çevresi boyunca toplam uzunluğu 3400 metreye karşılık gelmektedir. Çalışma alanında açılacak kömür alanı; 515 196 m<sup>2</sup>'dir.

Bölgede kömür üstü örtü tabakası, marn-kil ağırlıklı orta sertlikteki kayaç yapısından oluşmaktadır. Çalışma delme-patlatma işlemi yapılarak sağlanacaktır. Çalışma alanındaki dekapaj derinliğinin düşük ayrıca yeterli sayıda ve genişlikte (10 m-10 m) basamak bırakılacak olması, ve oluşturulacak şevlerin ağırlıklı olarak tabaka eğimine ters yönde olması sebebiyle; açılacak ocak büyük ölçekte bir heyelan tehlikesi barındırmamaktadır.

Madencilik sektörü büyük yatırımlar gerektiren bir sektördür. Maden işletme projeleri kazançlarını, ürettikleri ürün miktarı ile doğru orantılı olarak elde etmektedirler. Bölgede yapılmış olan hesaplamalara göre toplam; 827 586 m<sup>3</sup> kömür rezervi mevcuttur. Ortalama kömür yoğunluğu 1,45 ton/m<sup>3</sup> varsayıp, projedeki mevcut rezerv miktarı 1 200 000 ton kömüre karşılık gelmektedir. Yapılması gereken kömür üstü dekapaj miktarı, örtü hacmi toplamına eşittir. Örtü hacmi toplamı; 21 230 000 m<sup>3</sup>'dür. Sahanın dekapaj oranı 1/18 ton/m<sup>3</sup> 'e denk gelmekte olup, proje termin süresi 4 yıl olarak planlanmıştır.

E sektörü açık ocak projesinin; Şekil 4.30 ve Şekil 4.32'de güneybatıdan 3D görünümü, Şekil 4.31'de ocağın topoğrafyası ve taban konturları, Şekil 4.33'de sondajlarla birlikte olan 3D görünümü gösterilmiştir.

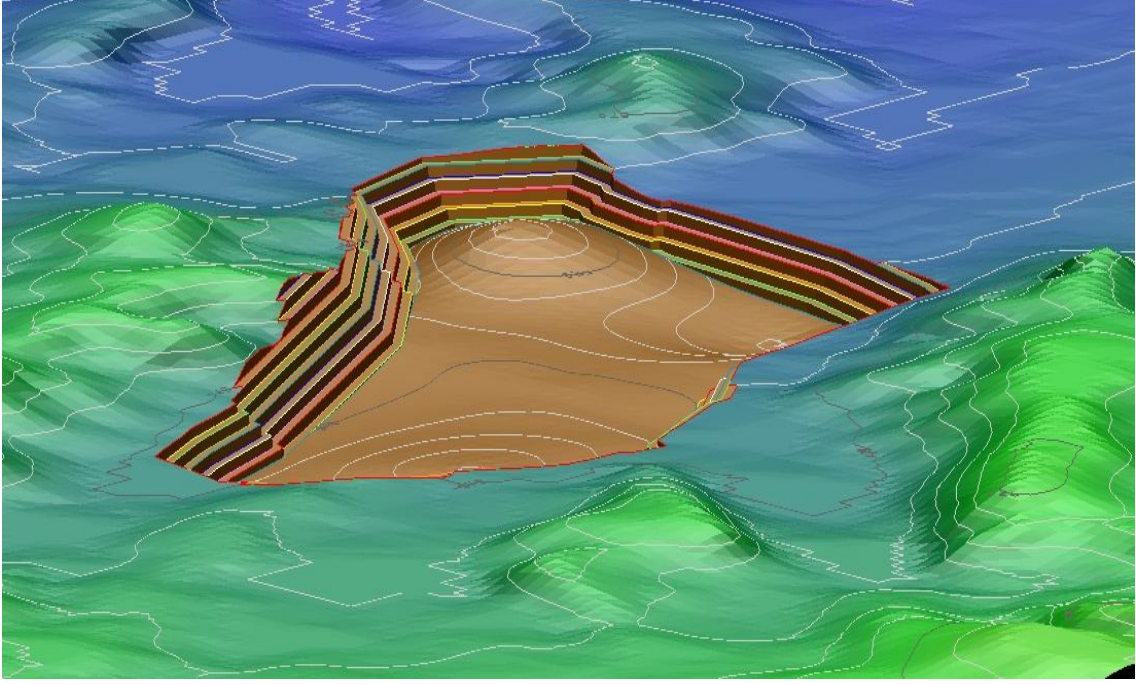


Şekil 4.30. E Sektörü açık ocağın güney batıdan 3D görünümü

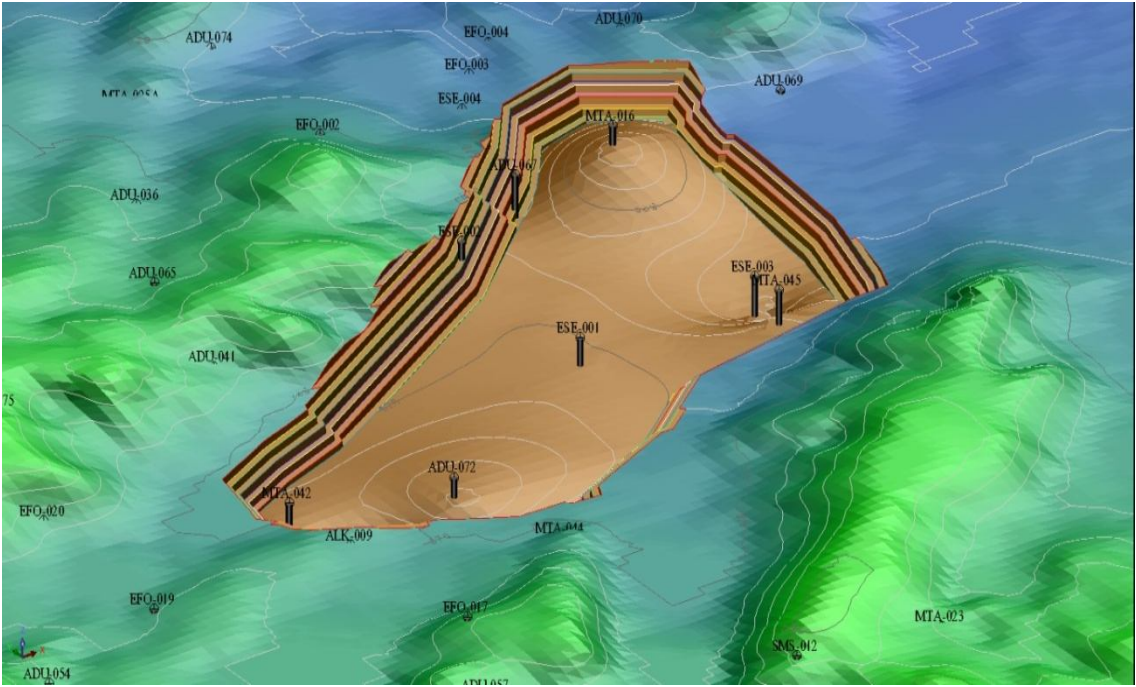


Şekil 4.31. Topoğrafya ve ocak taban konturlar





Şekil 4.32. E Sektörü açık ocağa güneybatıdan 3D bakış



Şekil 4.33. E Sektörü açık ocağının sondajlarla birlikte olan 3D görünümü

#### 4.5.1 Örtü Kazı Oranı

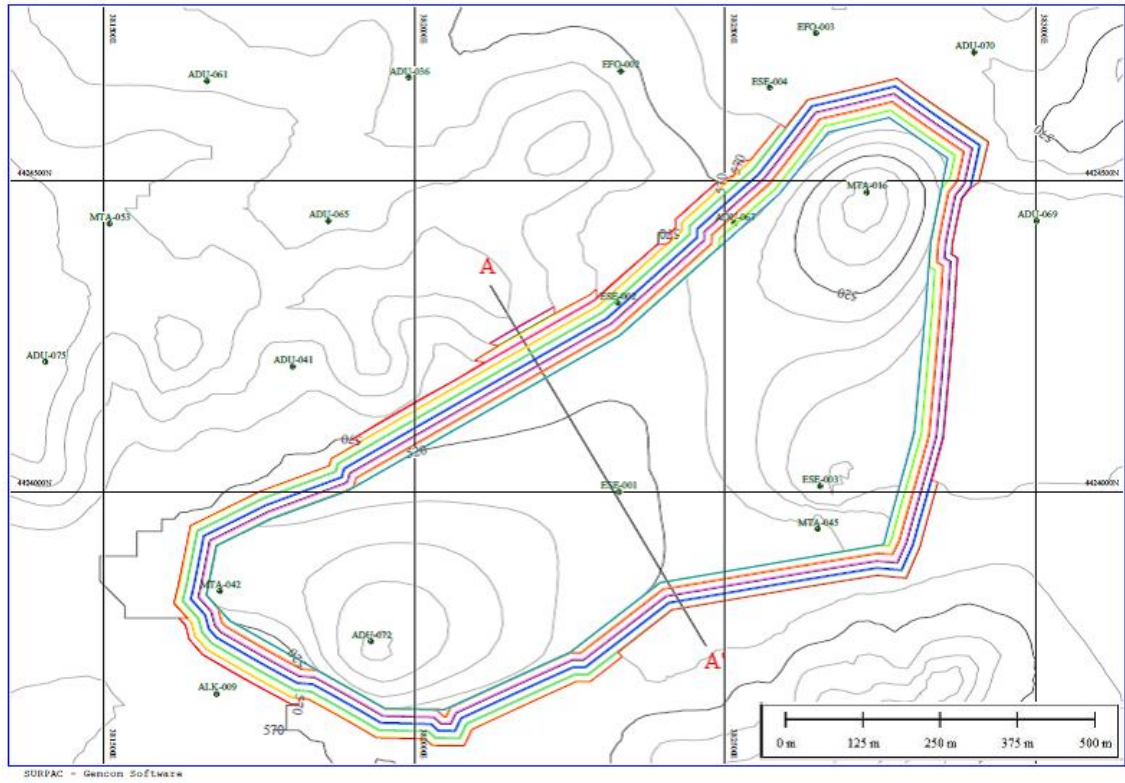
Projesi yapılan sahada açık işletme yöntemi ile çalışılıp, çalışma alanında delme-patlatma yapılacaktır. Bölgedeki kayalar, tuf-tüffit, kil-kiltaşları ile marn ve sileks ara seviyelerinden oluşmaktadır. Karadoruk formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer almaktadırlar. Mavimsi-yeşil, yeşil renklidirler. Orta-kalın katmanlıdırlar ve sahada büyük alanlar kaplarlar, kalınlığı yaklaşık 170 metredir.

Belirlenen çalışma alanında açılacak kömür alanı; 515 196 m<sup>2</sup>'dir. Sondaj çalışmaları ışığında ortalama kömür tabaka kalınlığı 1,80 metre olarak tespit edilmiştir. Toplam; 827 586 m<sup>3</sup> kömür rezervi mevcuttur. 827 586 m<sup>3</sup>'lük rezerv miktarı, ortalama kömür yoğunluğu 1,45 ton/m<sup>3</sup> varsayılarak, 1 200 000 ton kömüre tekabül etmektedir. 4 yıl sürmesi planlanan bir çalışma takvimi oluşturulmuştur. Sondaj verileri baz alınarak, kömürün tabaka derinliği ortalama 40 metredir. Yapılması gereken kömür üstü dekapaj miktarı; 21 230 000 m<sup>3</sup>'dür. Ortalama yoğunluk 2,2 ton/m<sup>3</sup> alındığında, ton cinsinden 46 706 000 ton'luk dekapaj mevcuttur. Sahanın dekapaj oranı 1/18 ton/m<sup>3</sup> olmaktadır.

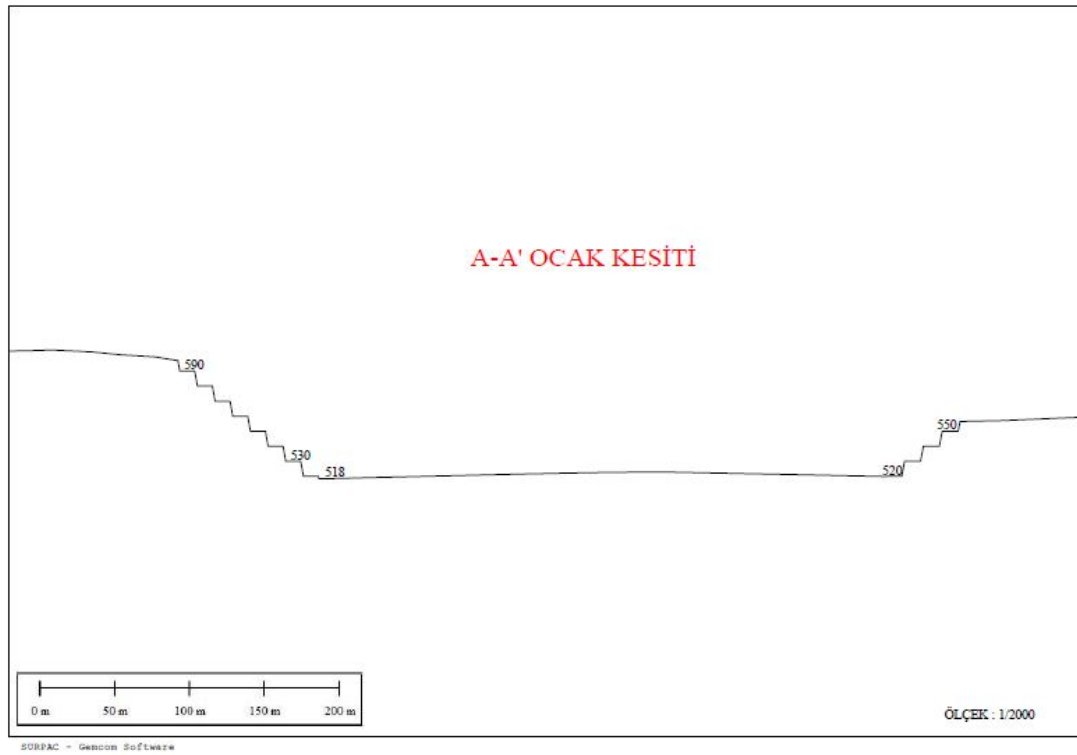
#### 4.5.2 Basamak Geometrisi

Seçilen yatakta yapılacak günlük, aylık ve yıllık üretim miktarlarının hesabı için sahaya ait topografik harita ve kesitlerde verilen rezerv hesaplamaları dikkate alınmıştır.

Ocak tasarımında, basamak yüksekliklerinin 10 m olarak belirlenmesinde; kullanılacak ekipmanın (ekskavatör) güvenli çalışabilme yüksekliği göz önünde bulundurulmuştur. Basamak genişliklerinin 10 m olması planlanmıştır. Gerekli olan genel ocak eğim açısı; yamaç eğimlerinden ve yapılan kısmi çalışmalarda ampirik gözlemlerden 45°, basamak şev açısı ise örtü tabakasının kohezyon şartlarına göre; 80° olarak belirlenmiştir. Bu değerler, bölgede daha önceki yıllarda yapılmış olan açık ocak tasarımları ve bölgenin mevcut jeolojik yapısının şartları baz alınarak kararlaştırılmıştır. Şekil 4.34'de ocak eşyüksekti haritası, Şekil 4.35'de ocak kesit görünümü verilmiştir.



Şekil 4.34. Ocak eşyükselti haritası



Şekil 4.35. Ocak kesit görünümü

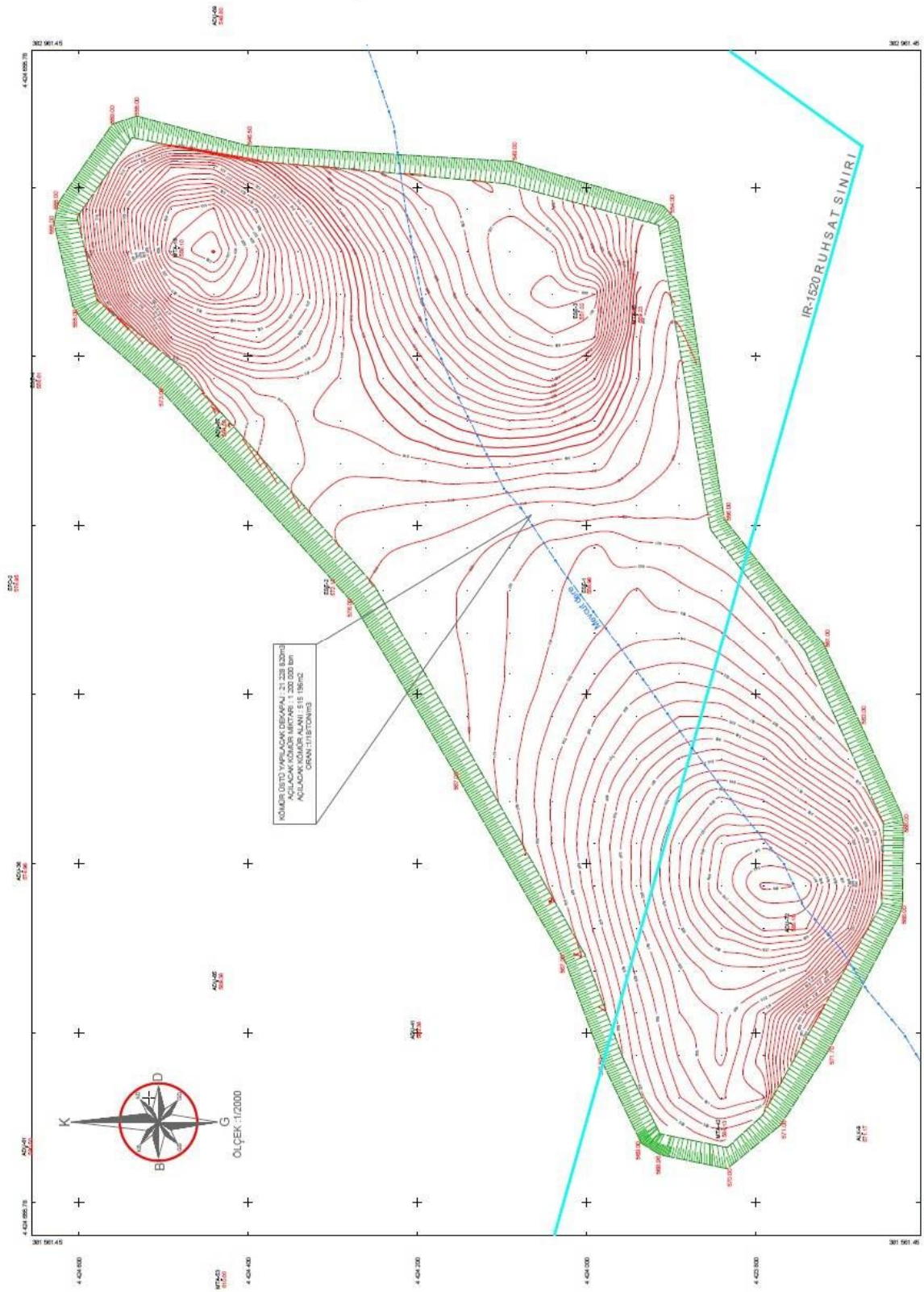
### 4.5.3 E Sektörü Açık Ocak Projesi

Sahada yapılan sondaj faaliyetleri sonucu elde edilen verilerle rezerv hesaplanmıştır. Rezerv miktarı üzerinden yapılan proje çalışmaları sonucunda; elde edilen gelir, giderleri karşılayabilecek ve yapılan yatırımı finanse edebilecek olduğu için; kömür sahası işletilebilir özelliktedir. Sahada öncelikle ortalama 40 metre kalınlıktaki örtü tabakası alınacaktır. Cevher üzerindeki örtü tabakası kazılıp, iç döküm alanı oluşuncaya kadar belirlenen döküm sahasına, yeterli iç döküm sahası açıldıktan sonra işletme faaliyetleri boyunca iç döküme dökülecektir. İşletme esnasında yer altı suyu problemi olması muhtemel değildir, olması durumunda sahanın topografik yapısı suyu drene etmeye oldukça müsaittir.

Sahada açık işletme yöntemiyle çalışılacaktır. Şekil 4.36'da gösterilen E sektörü açık işletme alanı NETCAD 5.2 programı yardımı ile çizilmiştir. Delme-patlatma usulüyle basamaklar oluşturularak üretim yapılması planlanmaktadır. Sahada yapılacak açık işletme çalışmalarında kullanılacak delme-patlatma prensibinin şeması aşağıda basitçe oluşturulmuştur. Kayacın genel karakteristik özelliklerine bağlı olarak delik çapı ve patlayıcı madde şarj miktarı değişecektir. Delik boyunun 2/3'ü kadar patlayıcı madde konulması, kalan kısmın (1/3'ü kadar) sıkılama maddesi ile doldurulması planlanmaktadır.

Açık ocak tasarımı için basamak yüksekliklerinin 10 m, basamak genişliklerinin 10 m, basamak şev açılarının 80 derece, genel şev açılarının ise 45 derece civarında olması planlanmıştır. Patlatma için delinecek deliklerin, delik boylarının basamak yüksekliğine uydurulması planlanmaktadır. Ayrıca 'tırnak'(tabanda sert kısımların oluşmaması) için, 1 metre uzunluğunda ek delik (dip delgi) delinmesi planlanmaktadır. Delik çapı Koyunağılı havzasının jeolojik yapısı ve havzadaki bulunan kayaların genel karakteristik özellikleri dikkate alınarak hesaplamalarda 89 mm alınmıştır. Delikler arası mesafe 4 m, delik sırası aralıkları (dilim kalınlığı) 3,5 m olarak seçilmesi uygun bulunmuştur.





Şekil 4.36. E sektörü açık işletme alanı



#### 4.5.4 Delme Patlatma ve Delik Geometrisi

##### 4.5.4.1 Delme-Patlatma Tasarımı

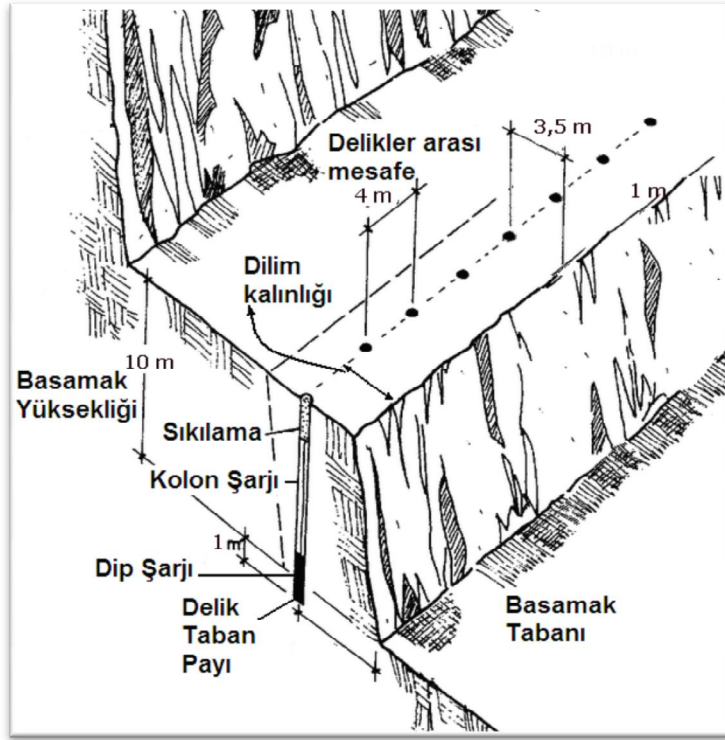
Verimli bir çalışmada, patlatma ile beraber; delik delme, kazı-yükleme ve taşıma gibi faaliyetlerinde göz önüne alınması gerekir. Patlatmanın başarısı uygun patlayıcı madde, uygun delik çapı, uygun delik boyu ve ateşleme yöntemiyle sağlanır. Başarısız patlatma kazı-yükleme, taşıma işleri ve iş hızına etki ederek verim düşüklüğüne yol açar, verim düşüklüğü ise maliyet artışını meydana getirir.

Patlatma tasarım parametrelerinin belirlenmesinde, bu konu ile ilgili araştırmacılar tarafından geliştirilmiş farklı yaklaşımlar mevcuttur. Maliyet analizi yapılırken gerekli olan, tasarım parametrelerinin belirlenmesidir. Tasarımda öncelik kömür ocağına ait mevcut bilgiler ışığında patlatma sonrası yükleyici kapasitesine uygun özellikte malzeme elde edilebilmesidir. Bu yüzden tasarımda patlayıcı madde, kayaç özellikleri ve yükleyici makine kapasitesi gibi parametreler göz önüne alınmıştır.

Sahada patlayıcı madde olarak Teknik Amonyum Nitrat (ANFO) kullanılacaktır. Sahada patlatma işlemlerinin nonel kapsül ile uzaktan, manyeto aracılığı ile yapılması planlanmıştır. Dinamit lokumlarına delik içi gecikmeli nonel kapsüller yerleştirilerek, sıkılama işlemlerinden sonra, gecikmeli yüzey bağlantıları uygulanacaktır. Elektriksiz kapsüllerin bağlandığı ana hat manyetoya bağlanmakta ve voltaj verilme suretiyle patlatmanın gerçekleşmesi tamamlanacaktır.

Sahada delik delme makineleri kullanılarak, delikler delinerek ve patlatma yapılacaktır. Patlatma sonrası, kazı-yüklemeye uygun duruma gelmesi beklenen malzeme, kazıcı-yükleyici ekskavatörlerle kamyonlara yüklenecektir.

Şekil 4.37’de, patlatma tasarımında adı geçen bazı simgelerin, temsili olarak genel gösterimi ve anlatımı söz konusudur.



Şekil 4.37.Patlatma Tasarımı

Patlatma tasarımında belirtilmiş simgelerin açıklamaları şöyledir;

- H : Basamak yüksekliği,
- D : Delik çapı,
- L : Delik boyu,
- d : Patlayıcı sarj çapı,
- B : Nominal dilim kalınlığı,
- S : Nominal delikler arası mesafe,
- Lv : Patlatma alanı boyu,
- Av : Patlatma alanı genişliği,
- Be : Efektif dilim kalınlığı,
- W : Delik sıraları arası mesafe,
- T : Sıkılama Boyu,
- J : Dip delgi boyu,
- l : Sarj boyu,

Daha önce ifade edilen tasarım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak olan yaklaşımlara göre hazırlanmış olan SURPAC 6.3 programı sayesinde patlatma için

gerekli parametreler hesaplanmıştır. Programın baz aldığı hesaplamalar aşağıda sırasıyla açıklanmış ve hesaplamalar için girdi olarak kullanılan veriler Çizelge 4.2'de topluca verilmiştir.

Delik Sayısının Hesaplanması;

Toplam Üretim (4 yıl) Miktarı: 22 057 588 m<sup>3</sup>

Planlanan Yıllık Üretim: 5514397 m<sup>3</sup>/yıl

Çalışılacak Ay: 10 ay/yıl

Ayda Çalışılacak Gün Sayısı: 26 gün/ay

Yıllık Çalışma Günü Sayısı: 10 × 26 = 260 gün/yıl

Günlük Üretim: 5514397 (m<sup>3</sup>/yıl) / 260 (gün/yıl) = 21209 m<sup>3</sup>/gün

Patlatma Sayısı: Haftada 3 kez yapılacaktır (6 çalışma günü içerisinde).

Her patlatma döneminde üretilmesi/çıkarılması gereken malzeme miktarı;

$$21209 \text{ m}^3/\text{gün} \times 2 \text{ gün} = 42418 \text{ m}^3$$

M = Çıkarılmak istenen malzemenin yerinde hacmi = 42418 m<sup>3</sup>

a = Lağım(lar)(delikler) arasındaki mesafe = 4 m

z = Lağım Sayısı

h = Basamak Yüksekliği = 10 m.

V<sub>m</sub> = Ortalama Dilim Kalınlığı = 3,5 m.

Patlatma Döneminde Delinecek Delik Sayısı;

$$M = V_m \times a \times z \times h \quad (4.3)$$

$$z = \frac{M}{a \times V_m \times h} \quad (4.4)$$

$$z = \frac{42,418}{4 \times 3,5 \times 10}$$

z = 302,9 delik  $\cong$  303 deliktir. (Her bir patlatmada

delinmesi gereken delik miktarıdır.)

Yılda Yapılacak Patlatma Sayısı = 260 gün/yıl / 2 gün/patlatma = 130 patlatma/yıl

Formül 4.3 ve 4.4 kullanılarak, her bir patlamada gerekli olan delik sayısı hesaplanmıştır.

$$\text{Yılda Delinecek Delik Sayısı} = 303 \text{ delik/patlatma} \times 130 \text{ patlatma/yıl} = 39390 \text{ delik/yıl}$$

Delikler şeşbeş sistemine göre delinecektir. Gecikmeli nonel kapsüllerle ateşleme yapılacaktır. Patlatma tasarım hesabında belirtilmiş veriler; optimum patlatma ve parça boyutuna etkiyen faktörler göz önüne alınarak ortalama değerleri alınmıştır. Patlatma verimi; patlatma esnasında ortaya çıkacak ve bu değerlerde oynama yapılarak en uygun sistem kabullenilecektir.

- (D) Delik Çapı = 89 mm  
(h) Basamak Yüksekliği = 10 m  
( $\alpha$ ) Basamak Eğim Açısı = 80°  
(G $\alpha$ ) Genel Şev Eğim Açısı = 45°  
(BG) Basamak Genişliği = 10 m  
(BU) Basamak Uzunluğu  $\cong$  3400 m

**Çizelge 4.3**Tasarım Bilgileri ve Değerleri

Parametre	Bilgi veya Değer
Formasyon cinsi	Sert
Yükleyici kepçe hacmi	12 m <sup>3</sup>
Tasarım sonuçlarının kullanımı	İlk atımda
Delik düzeni	Şeşbeş
Patlatma sonrası istenen maksimum parça boyutu	89 cm
Yarım kırılma açısı	73°(orta sert formasyon)
Kolon-Dip şarj	ANFO
Kayanın ortalama özgül ağırlığı	2
Basınç Dayanımı	1071 kgf/cm <sup>2</sup>
Basamak Ayna Yüksekliği;	

Basamak yüksekliği, yükleme makinesinin çalışma karakteristiklerine uygun olarak saptanır. İşletmede basamak yüksekliği 10 metre olarak alınmıştır. Delik çapının belirlenmesiyle ilgili olarak değişik yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlarda basamak yüksekliği baz alınmaktadır. Pratikte kullanışlı olan yaklaşım delik çapının basamak yüksekliğinin yaklaşık olarak %0,5 ile % 1'i arasında alınmasıdır. İşletme için delik çapı 89 mm olarak alınmıştır.

Delik Boyu ve Delik Taban Payı;

Eğer delikler tam basamak yüksekliğinde delinirse, kırılmanın tam 90 derece olmaması nedeni ile tabanda 'tırnak' denilen sert bir kısım kalacaktır. Bu ise yükleyici ve kazıcı makineler için istenmeyen bir olaydır. Bu nedenle delikler, aynayı tam tabandan kesecek gibi biraz derin delinir. Bu fazlalığa 'taban payı' denir. Formül 4.6' ya göre işletmede delik taban payı 1 metre olduğundan, bir delik boyu toplamda 11 metre olmalıdır.

Alt Delme;

$$J = 0,3 \times V_{\max} \quad (4.5)$$

J = Alt delme (m)

$V_{\max}$  = Ortalama dilim kalınlığı

$$U = 0,3 \times 3,5 = 1,05 \text{ m.}$$

Alt delme değer (U) formül 4.5, delik boyu (H) formül 4.6'daki gibi hesaplanmıştır (Anonim 2012g).

Delik Boyu;

$$H = (h+J) \times k \quad (4.6)$$

H : Delik boyu (m)

h : Basamak yüksekliği (m) 10 m.

J : Alt delme boyu (m) 1,05 m.

k : Trigonometrik katsayı 80 derece eğim için 1,02 alınır.

$$H = (10 + 1,05) \times 1,02 = 11,05 \text{ m} \cong 11 \text{ m}$$

Dilim Kalınlığı ve Delikler Arası Mesafe;

Dilim kalınlığı, delik merkezinden aynaya (serbest yüzey) olan en kısa mesafedir. Delikler arası mesafe ise aynaya paralel bir hat üzerindeki iki delik arası uzaklıktır. Dilim kalınlığı, delik çapı ve deliğe şarj edilen patlayıcı miktarı arttıkça büyüyecektir. Pratikte dilim kalınlığının belirlenmesinde yaygın olarak, formül 4.7 kullanılır (Anonim 2012g).

$$B=(25-40) \times D \quad (4.7)$$

D: Delik çapı

B: Dilim kalınlığı

$$B = 39,33 \times 89 \text{ mm} = 3,5 \text{ m.}$$

İşletmede yapılacak olan patlatmanın dilim kalınlığı formül 4.7'ye göre 3,5 metre olarak bulunmuştur. Delikler arası mesafe dilim kalınlığına bağlı olarak formül 4.8 yardımıyla hesaplanabilir (Anonim 2012g).

$$S= (0,8-1,5) \times B \quad (4.8)$$

S: Delikler arası mesafe

B: Dilim kalınlığı

$$S = 1,14 \times 3,5 \text{ m.} = 4 \text{ m.}$$

Formül 4.8'e göre işletmede yapılacak olan patlatmanın delikler arası mesafesi; 3,98 m $\cong$ 4 m olarak bulunmuştur.

Sıkılama Boyu;

Optimum sıkılama boyu dilim kalınlığının 0,6-2 katı arasında değişebilir. İşletmede yapılacak bir patlatmada sıkılama boyu delik ayna uzaklığına eşit olacak şekilde belirlenmiştir bu durumda sıkılama boyu 3,5 metre olarak belirlenmiştir.

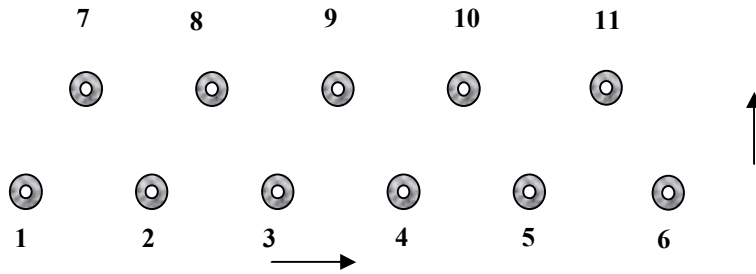
$$T = B = 3,5 \text{ m}$$

#### 4.5.4.2 Delik Düzeni

Patlatmada delikler genellikle, Şekil 4.38'de gösterildiği gibi şaş-beş düzeninde

delinmektedir. Sıralı deliklerin yerlerinin belirlenmesi ve delinmesi daha kolay olmasına karşılık, şeş-beş düzeninde patlayıcı madde enerjisi, kayaç kütlesi üzerinde optimum bir yanal yayılım gösterir ve parçalanmanın eşit boyutta olmasını sağlar. Ayrıca, şeş-beş delik düzeninde patlatma enerjisinden etkilenmeyen alan minimumdur. Bu bilgiler ışığında işletmede deliklerin şeş-beş düzende delinip patlatılması daha uygun görülmüştür, bu sayede patlatmadan sonra yüklemeyi kolaylaştıran bir yığılma sağlanabilmekte ve parçalanma düzgün elde edilebilmektedir.

Delik Sıraları Arası Mesafe; 3,5 m



Delikler Arası Mesafe; 4 m

**Şekil 4.38.** Deliklerin Deliniş Dizaynı (şeşbeş dizayn)

Çizelge 4.3’de verilen basamak patlatması şeklinde planlanan deliklerin boyu basamak yüksekliğinin %10’u kadar fazla alınarak toplam  $10 \text{ metre} \times 1,1 = 11 \text{ metre}$  olarak hesaplanmıştır. Örtü tabakasındaki kayacın sertliği, tabakaların yapısı ve kullanılacak patlayıcı maddenin (ANFO) cinsine göre; delikler arası mesafe 4 m, dilim kalınlığı ise 3,5 m olması planlanmıştır. Delikler şeş-beş düzeninde delinecektir. Şeş-beş düzen ile, patlayıcı maddenin basamak içinde daha iyi dağılımı sağlanacak olup, patlatma sonrası oluşan yığınımın tane dağılımı daha düzgün gerçekleşmesi beklenmektedir.

Yapılacak olan patlatmada, bir delikten gevşetilen malzeme miktarı formül 4.9’a göre;

$$\text{GMM} = \text{Dilim kalınlığı} \times \text{Basamak yüksekliği} \times \text{Delik arası mesafe} \quad (4.9)$$

$$\text{GMM} = 3,5 \times 10 \times 4 = 140 \text{ m}^3/\text{delik olarak hesaplanır.}$$

**Çizelge 4.4** Basamak Patlatması Tasarım Sonuçları

Tasarım Parametresi	Değeri
Delik çapı	89,00 mm
Basamak yüksekliği	10 m
Dilim kalınlığı	3,5 m
Delikler arası mesafe (m)	4,00 m
Dip delgi boyu (m)	1,00 m
Delik boyu (m)	11,00 m
Sıkılama boyu (m)	3,6 m
Sarj kolonu boyu (m)	7,4 m
Dip sarj	ANFO
Kolon sarj	ANFO
Yemleme	Jelatin Dinamit
Ateşleyici	Gecikmeli Elektrikli Kapsül
ANFO yoğunluğu	0,8 t/m <sup>3</sup>

Delik geometrisi ve kullanılacak olan şarja bağlı olarak birim delik başına patlayıcı madde sarfiyatları Çizelge 4.4'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5** Basamak Patlatması Birim Delik Patlayıcı Madde Sarfiyatı

Sarfiyat	İşlem	Sonuç
Kolon Sarjı (ANFO)	$\frac{\pi \times (0.089\text{m})^2 \times 7,4\text{m} \times 800\text{kg/m}^3}{4}$	= 36,8 $\cong$ 37 kg/delik
Yemleme (%3 ANFO)	37 kg/delik $\times$ 0.03	= 1.10 kg/delik
Kapsül		= 2 kapsül/delik

Delik boyu  $\cong$  11 m olduğu için bir delik için tek yemleme yeterli olacaktır. Gecikmeli nonel kapsül 2 adet düşünülmüştür.



Elde edilen basamak ve delik parametreleri göz önüne alındığında; delme işlemi için delik-delme makinesi kullanılacak olup, delici makinenin matkap çapı 89 mm, hızı yaklaşık 40 m/saat olacaktır. Gerçekleştirilecek delme dizaynı ile; patlatma sonucunda kazı-yüklemeye uygun parça boyutu dağılımı ve bir delikten yaklaşık 140 m<sup>3</sup> cevherin gevşetilmesi sağlanmış olacaktır.

Patlatma sırasında kullanılacak patlayıcı maddeler ANFO, jelatinit, gecikmeli elektrikli kapsüller ve ateşleme kablosudur. Bir delikte 37 kg ANFO, 1,10 kg jelatinit, 2 adet gecikmeli nonel kapsülü (bir adet delik içi, bir adette yüzey bağlantısı için) kullanılacaktır.

Kullanılacak patlayıcı malzemeler bölgedeki yer altı sularını besleyen dere ve kaynak sularını olumsuz etkileyecek nitelikte olmayıp 14 Ağustos 1987 ve 12028 sayılı; 'Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük' esaslarına uygun olarak taşınacak, saklanacak ve kullanılacaktır. Patlatma esnasında tozumayı önlemek için aynalar ıslatılacaktır. Patlatma sırasında olası tehlikelere karşı ocak içi ve dışı güvenlik önlemleri alınarak dışarıdan insan veya hayvanların girmesi engellenecek, ikaz lambaları asılacak ve patlatma öncesinde siren sesleri ile sesli uyarı yapılacaktır.

#### **4.5.4.3 Patlayıcı Madde Hesabı**

Proje Kapasitesi;

Toplam Üretim (4 yıllık) Miktarı: 22 057 588 m<sup>3</sup>

Yıllık Üretim/Kazı Miktarı : 5 514 397 m<sup>3</sup>/yıl

Aylık Üretim Miktarı :551 439,7 m<sup>3</sup>/ay

Yıllık Gerekli Patlayıcı Hesabı;

Yıllık Kazı : 5 514 397 m<sup>3</sup>

Yıllık Delinecek Delik Sayısı :39 390 delik/yıl

Bir delikte; 37 kg ANFO kullanılmasının gerekli olduğunu hesaplamıştık.

Bir Delikte Kullanılacak ANFO Miktarı : 37 kg/delik

Bir Yılda Delinen Delikte Kullanılacak ANFO miktarı = 39 390 × 37

= 1 457 430 kg/yıl ANFO

Yıllık Kullanılacak Jelatinit Dinamit Hesabı;

Yıllık Kazı = 5 514 397 m<sup>3</sup>

Yıllık Delinecek Delik Sayısı = 39 390 delik/yıl

Bir delikte; 1,10 kgjelatinit dinamiti kullanılmasının gerekli olduğunu hesaplamıştık.

Bir Delikte Kullanılacak Dinamit Miktarı = 1,10 kg/delik

Bir Yılda Delinen Delikte Kullanılacak Dinamit Miktarı = 39 390 × 1,10

= 43 329 kg/yıl dinamit

Yıllık Gecikmeli Nonel Kapsül Miktarı;

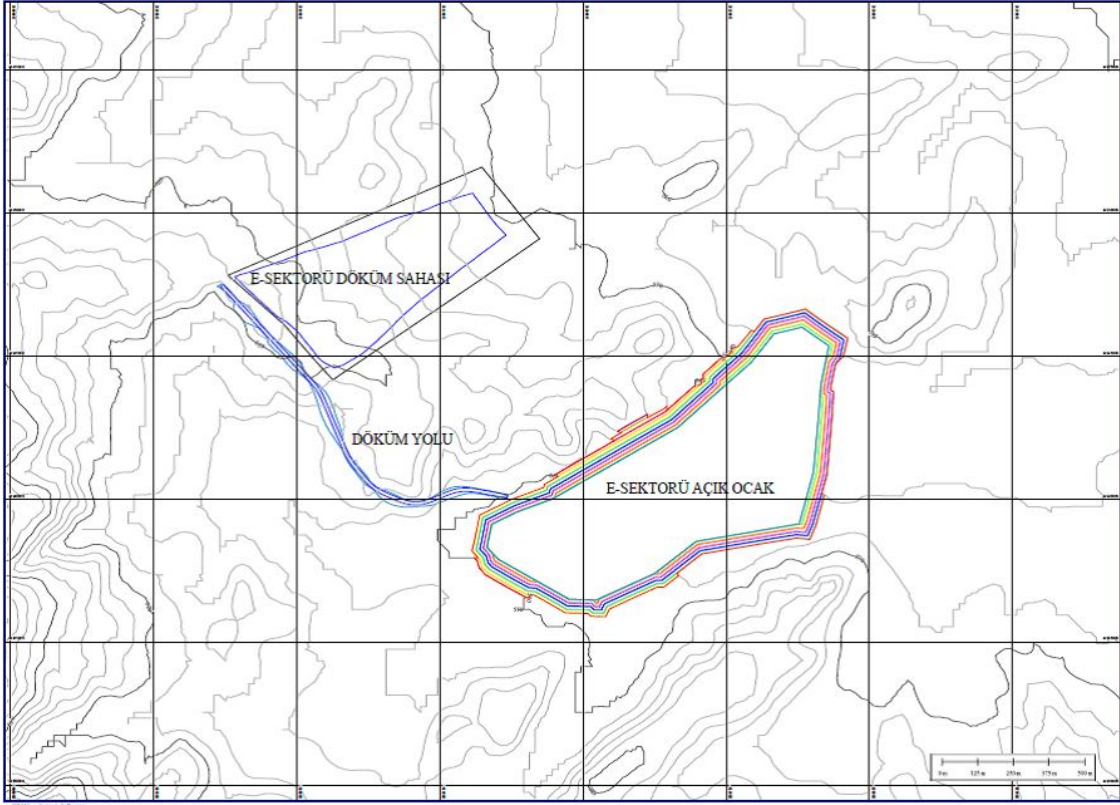
Her delik için iki adet kapsül (delik içi + yüzey bağlantısı) kullanılacağı dikkate alınır;

Kapsül ihtiyacı= 39 390delik/yıl × 2 adet/delik = 78 780 adet/yıl olacaktır.

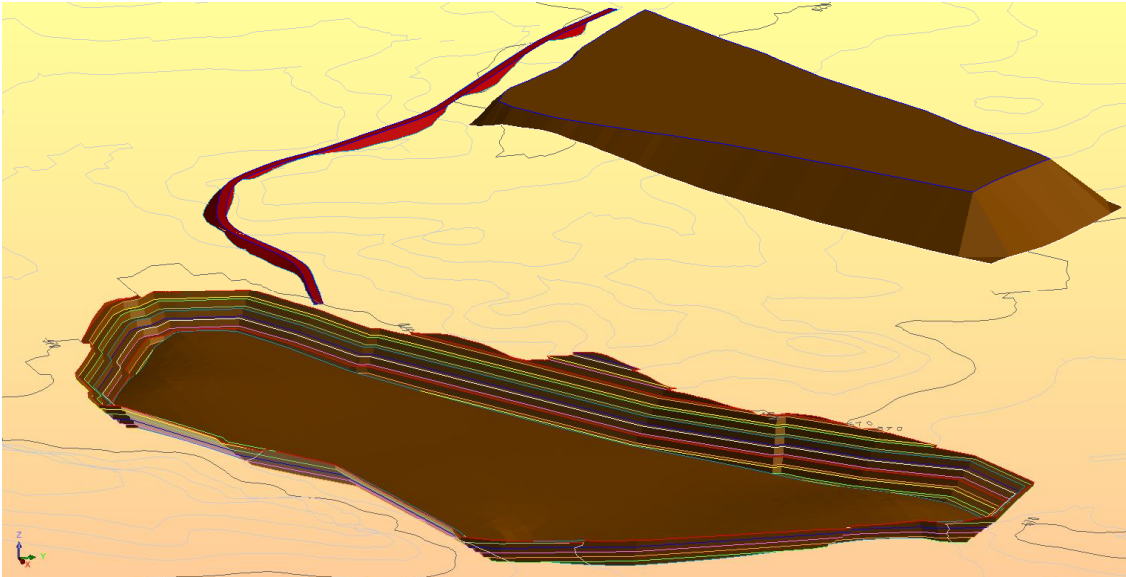
#### **4.5.5 Döküm (Pasa) Sahası**

İşletme projesinde iç döküm ve dış döküm olmak üzere iki ayrı döküm alanı oluşturulacaktır. Dış döküm alanı; proje alanından 1,5 km uzaklıkta oluşturulacak olan bölgeyi, iç döküm alanı ise topoğrafya avantajı ve kazı esnasında aynalarda oluşturulacak basamaklar kullanılarak kömürü alınmış bölgeye yapılacak olan dökümü ifade etmektedir.

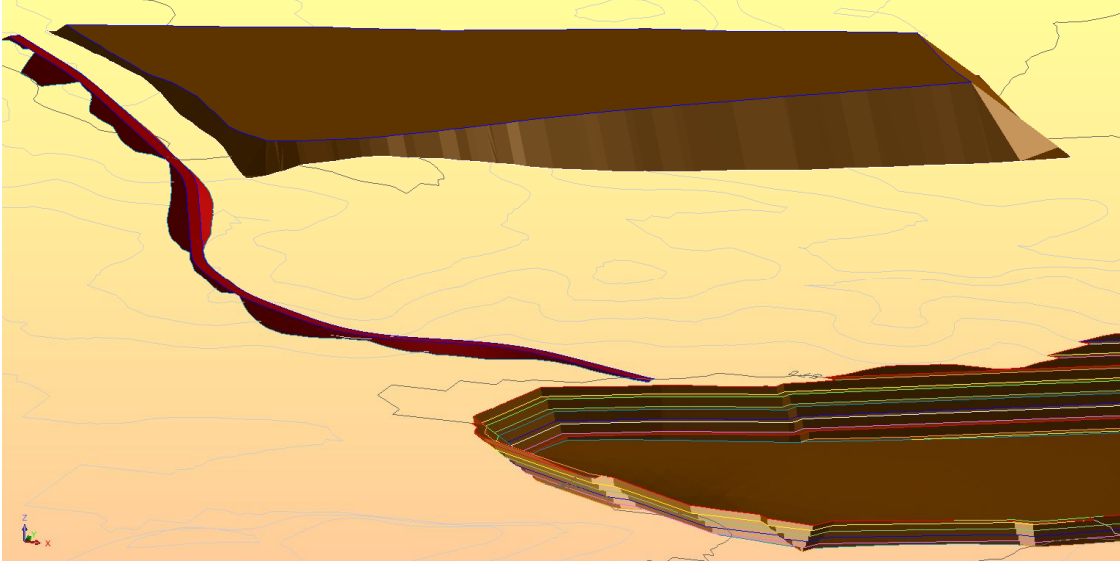
Proje kapsamında, yıllık kazı miktarı 5 514 397 m<sup>3</sup>, Proje bitimine kadar, toplam dört yılda yapılacak kazı miktarı; 22 057 586 m<sup>3</sup>'dür. Pasa kabarma faktörü; 1,4'dür (Atkinson 1971). Proje alanında gerçekleştirilecek kazı sonucunda, pasanın kabarma faktörü göz önüne alındığında 30 880 620 m<sup>3</sup> pasa açığa çıkacaktır. Açığa çıkan pasanın, yaklaşık olarak 15 000 000 m<sup>3</sup>'ü dış döküm alanına, 15 880 620 m<sup>3</sup>'ü iç döküm alanına taşınacaktır. Şekil 4.39'da SURPAC 6.3 programı yardımı ile çizilmiş eşyükseklik (izohips) haritası üzerinde, Koyunağılı linyit sahasının ocak plan ve pasa alan görünümü mevcuttur. Şekil 4.40 ve Şekil 4.41'de ise, SURPAC 6.3 programı ile açık ocak alanı, döküm yolu ve döküm alanının temsili çizimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.39. Eşyükseklik (izohips) Haritasında ocak plan görünümü



Şekil 4.40. Açık Ocak – Döküm Yolu – Döküm Alanı



Şekil 4.41. Döküm Yolu – Döküm Alanı

#### 4.5.6 İş Makineleri Seçimi ve Hesapları

##### 4.5.6.1 Üretim Planlaması

Kömür ocağında iş programı olarak yılda 10 ay, 8'er saatlik, üç vardiya çalışılarak, 4 yıl içerisinde gerekli dekapaj kazısı yapılarak; cevherin (kömürün) üretilmesi planlanmaktadır. 4 yıllık çalışma sonucu toplam 827 586 m<sup>3</sup> cevher elde edilecektir. Ortalama yoğunluk 1,45 ton/m<sup>3</sup> varsayılp, toplamda 1 200 000 ton cevhere ulaşılabacaktır. 4 yıllık çalışma sonucu toplam 21 230 000 m<sup>3</sup> dekapaj yapılacaktır. Ortalama yoğunluk 2,2 ton/m<sup>3</sup> varsayılp, toplamda 46 706 000 ton dekapaja bedeldir.

Toplam cevher:  $827\,586\text{ m}^3 \times 1,45\text{ ton/m}^3 = 1\,200\,000\text{ ton}$

Toplam dekapaj:  $21\,230\,000\text{ m}^3 \times 2,2\text{ ton/m}^3 = 46\,706\,000\text{ ton}$

Toplam yapılacak kazı miktarı:  $827\,586\text{ m}^3 + 21\,230\,000\text{ m}^3 = 22\,057\,586\text{ m}^3$

Yıllık kazı miktarı:  $22\,057\,586\text{ m}^3 / 4\text{ yıl} = 5\,514\,397\text{ m}^3/\text{yıl}$

Aylık kazı miktarı:  $5\,514\,397\text{ m}^3/\text{yıl} / 10\text{ ay/yıl} = 551\,440\text{ m}^3/\text{ay} \cong 550\,000\text{ m}^3/\text{ay}$   
olacaktır.

Bu durumda yapılacak olan (yerinde hacimli) saatlik üretim;

- $M_{\text{ös}}$  : Saatlik yapılacak olan kazı miktarı ( $\text{m}^3/\text{saat}$ )  
 $AK$  : Aylık yapılacak kazı miktarı ( $550\,000\ \text{m}^3/\text{ay}$ )  
 $V_s$  : Vardiya sayısı (3 vardiya/gün)  
 $H$  : Vardiyadaki çalışma süresi (7,5 saat/vardiya)  
 $G$  : Ayda çalışılabilir gün sayısı (26 gün/ay)

$$M_{\text{ös}} = \frac{AK}{G \times V_s \times h} \text{ m}^3/\text{saat} \quad (4.10)$$

$$M_{\text{ös}} = \frac{550\,000}{26 \times 3 \times 7,5} \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$M_{\text{ös}} = 940 \text{ m}^3/\text{saat}$$

1 saatte yapılabilecek kazı miktarı formül 4.10'a göre  $940\ \text{m}^3/\text{saat}$  olarak hesaplanmıştır. Yerinde hacim değeri olan  $940\ \text{m}^3/\text{saat}$  ile kabarma faktörü; 1,4 dikkate alındığında; yapılması gereken kazı miktarı  $940\ \text{m}^3/\text{saat} \times 1,4 = 1316\ \text{m}^3/\text{saat}$ 'dir.

#### 4.5.6.2 Yükleyici Seçimi

Saatte,  $1\,316\ \text{m}^3$ 'lük kazı yapılabilmesi için gerekli yükleyici,

Yapılacak Kazı Miktarı	: $1316\ \text{m}^3/\text{saat}$
Kepçe dolma faktörü	: 0,90
Kepçe hacmi	: $4,5\ \text{m}^3$
İşyeri randımanı	: 0,8
Kepçe çevrim süresi	: 30 sn
Cevher (kömür) yoğunluğu	: $1,45\ \text{ton}/\text{m}^3$
Kabarma faktörü	: 1,4

Bu bilgiler ışığında kullanılacak  $4,5\ \text{m}^3$ 'lük yükleyicilerin saatlik kapasitesi;  $V_{ys}$

$$V_{ys} = ( \text{Kepçe hacmi} \times \text{Dolma fak.} \times \text{Randıman} ) / ( \text{Kepçe çevrim süresi} \times \text{Kabarma fak.} ) \quad (4.11)$$

$$V_{ys} = (4,5 \times 0,90 \times 3600 \times 0,8) / (30 \times 1,4)$$

$$V_{ys} = 277\ \text{m}^3/\text{saat}$$

4,5 m<sup>3</sup> kapasiteli bir adet yükleyici kapasitesi formül 4.11'e göre hesaplanmıştır.

Buna göre 4,5 m<sup>3</sup> kapasiteli beş adet yükleyici ile saatte;

$277 + 277 + 277 + 277 + 277 = 1385 \text{ m}^3$  kazı-yükleme yapılabilmektedir.

Saatte 1034 m<sup>3</sup> kazı-yükleme yapılabilmesi için 4,5 m<sup>3</sup> kapasiteli, beş adet yükleyiciye ihtiyaç bulunmaktadır.

#### 4.5.6.3 Kamyon Seçimi

$$\text{Kepçe Devir Sayısı} = \text{Kamyon Kapasitesi} / \text{Kepçe Kapasitesi} \quad (4.12)$$

$$\text{Yükleyici kapasitesi} \quad : 4,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Kepçe dolma faktörü} \quad : 0,90$$

$$\text{Kamyon kapasitesi} \quad : 18 \text{ m}^3$$

$$\text{Kepçe Devir Sayısı} = 18 / 4,5 \times 0,90 = 4,44 \cong 5 \text{ kepçe}$$

Kepçe devir sayısı formül 4.12'ye göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kepçe Çevrim Süresi: } 30 \text{ sn}$$

$$\text{Kamyon Doldurma Süresi (t}_d\text{)} = \text{Devir Sayısı} \times \text{Kepçe Çevrim Süresi} \quad (4.13)$$

$$\text{Kamyon Doldurma Süresi (t}_d\text{)} = 5 \times 30 = 150 \text{ sn}$$

Kamyon doldurma süresi formül 4.13'e göre 180 sn bulunmuştur.

$$\text{Kamyonun Yüklenmeye Hazır Duruma Gelme Süresi (t}_s\text{)} \quad : 45 \text{ sn}$$

$$\text{Stok Sahası Uzaklık} \quad : 1,5 \text{ km}$$

$$\text{Kamyonun Ortalama Hızı} \quad : 30 \text{ km/saat}$$

$$\text{Kamyon Gidiş-Dönüş Süresi (t}_t\text{)} = \text{Stok sahası uzaklığı} / \text{Kamyon ortalama Hızı} \quad (4.14)$$

$$\text{Kamyon Gidiş-Dönüş Süresi (t}_t\text{)} = (1,5 \times 3600 / 30) \times 2 = 360 \text{ sn}$$

$$\text{Manevra ve Boşaltma Süresi (t}_b\text{): } 60 \text{ sn}$$

$$\text{Kamyon Devir Süresi (T)} = t_d + t_s + t_t + t_b$$

$$\text{Kamyon Devir Süresi (T)} = 150 + 45 + 360 + 60 = 615 \text{ sn}$$

Kamyon devir süresi formül 4.14'e göre 615 sn bulunmuştur.

$$\text{Kamyon Nakletme Kapasitesi} = \text{Kamyon Kapasitesi} \times \text{Verimlilik} / \text{Devir Süresi} \quad (4.15)$$

$$\begin{aligned} \text{Kamyon Nakletme Kapasitesi} &= (18 \times 0,8 \times 3600) / 645 \\ &= 51\,840 / 615 \\ &= 84,29 \cong 85 \text{ m}^3/\text{saat} \end{aligned}$$

Kamyon nakletme kapasitesi formül 4.15'e göre 85 m<sup>3</sup>/saat bulunmuştur.

$$\text{Kamyon Sayısı} = \text{Saatlik Üretim} / \text{Kamyon Nakletme Kapasitesi} \quad (4.16)$$

$$\text{Kamyon Sayısı} = 1\,034 \text{ m}^3/\text{saat} / 85 \text{ m}^3/\text{saat} = 12,16 \cong 13 \text{ adet}$$

Saatte 1 034 m<sup>3</sup>kazı-yükleme yapabilmek için formül 4.16'ya göre 13 adet 18 m<sup>3</sup>'lük damperli, çift çeker kamyon yeterli olacaktır.

#### 4.5.6.4 Delik Delme Makinesi Seçimi

$$\text{Yıllık kazı miktarı} = 5\,514\,397 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Delik makinesi delgi hızı (manevra süreleri dahil)} = 40 \text{ m/saat}$$

Bir delikten gevşetilen malzeme miktarı;

$$\text{GMM} = 3,5 \times 10 \times 4 = 140 \text{ m}^3/\text{delik} \quad (4.9)$$

Gevşetilen malzeme miktarı formül 4.9'a göre 140 m<sup>3</sup>/delik olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yılda delinmesi gerekli delik sayısı; } 5\,514\,397 \text{ m}^3 / 140 = 39\,389 \text{ delik/yıl}$$

$$\text{Delik boyu} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Yıllık ilerlenecek delik metrajı; } 39\,389 \text{ delik/yıl} \times 11 \text{ m/delik} = 433\,279 \text{ m/yıl}$$

Delik makinesi yıllık çalışma saati;

$$7,5 \text{ saat/vardiya} \times 3 \text{ vardiya/gün} \times 26 \text{ gün/ay} \times 10 \text{ ay/yıl} = 5\,850 \text{ saat/yıl}$$

Delik makinesi delgi hızı = 40 m/saat

Bir yılda ilerlenen delgi metrajı; 5 850 saat/yıl  $\times$  40 m/saat = 234 000 m/yıl

Delik delme makine sayısı = 433 279 / 234 000 = 1,85  $\cong$  2 adet

Yılda delinmesi 39 839 adet delik delinebilmesi için 2 adet delik makinesine ihtiyaç vardır.

Üretimde makina parkı; 2 adet delik delme makinesi (40 m/saat), 5 adet ekskavatör (4,5 m<sup>3</sup> kapasiteli paletli, ters kepçe), 13 adet kamyon (18 m<sup>3</sup> lük damperli, çift çeker), 1 adet loder, 1 adet dozer, 1 adet greyder ve muhtelif işletme ekipmanları kullanılacaktır. İhtiyacı karşılamak üzere, planlanan makine parkındaki ekipmanın marka ve modeli; ‘Mercedes Benz 4140’ kamyon, ‘Hitachi Zaxis 870’ ekskavatör, ‘Kawasaki ZV 90’ loder, ‘CAT D8R’ dozer, ‘CAT 12H’ greyder, ‘Atlas Copco F7/F9’ delik delme makinesi şeklinde olacaktır.

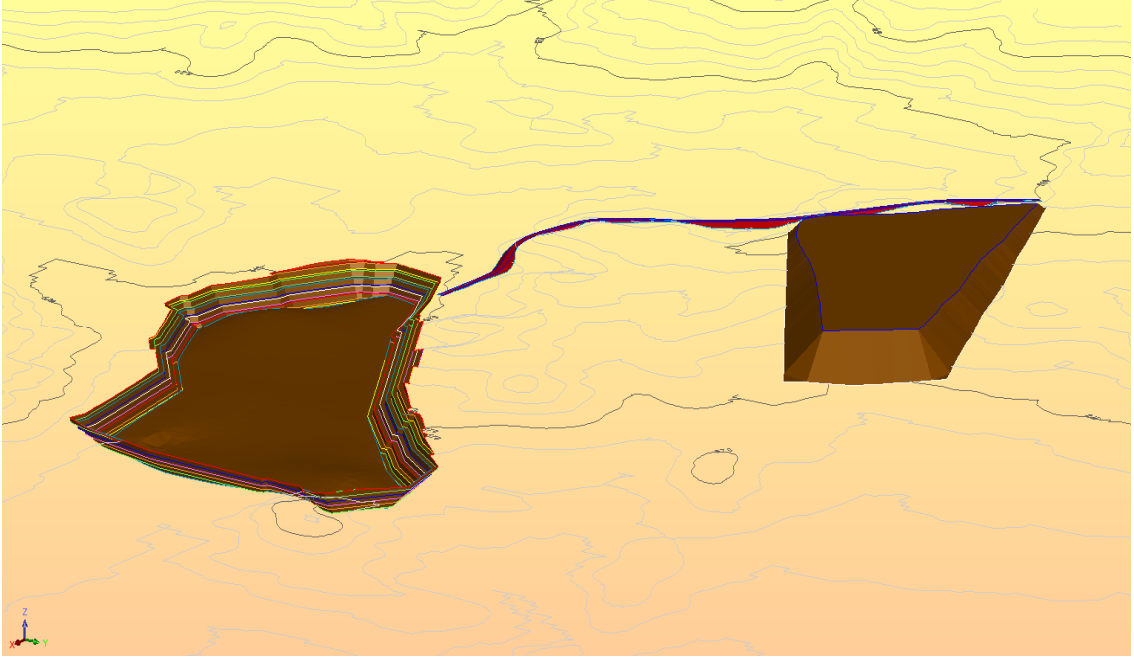
#### **4.5.7 Ocak İçi ve Ocak Dışı ( Döküm Sahası ) Yolları**

Adularya Enerji ve Madencilik yerleşkesinde hali hazırda kullanılmakta olunan Beyköy servis yoluna, E Sektörü proje alanına ulaşım için 2,5 km uzunluğunda bağlantı yolu yapılacak, bu şekilde ocak alanına ulaşım sağlanmış olunacaktır.

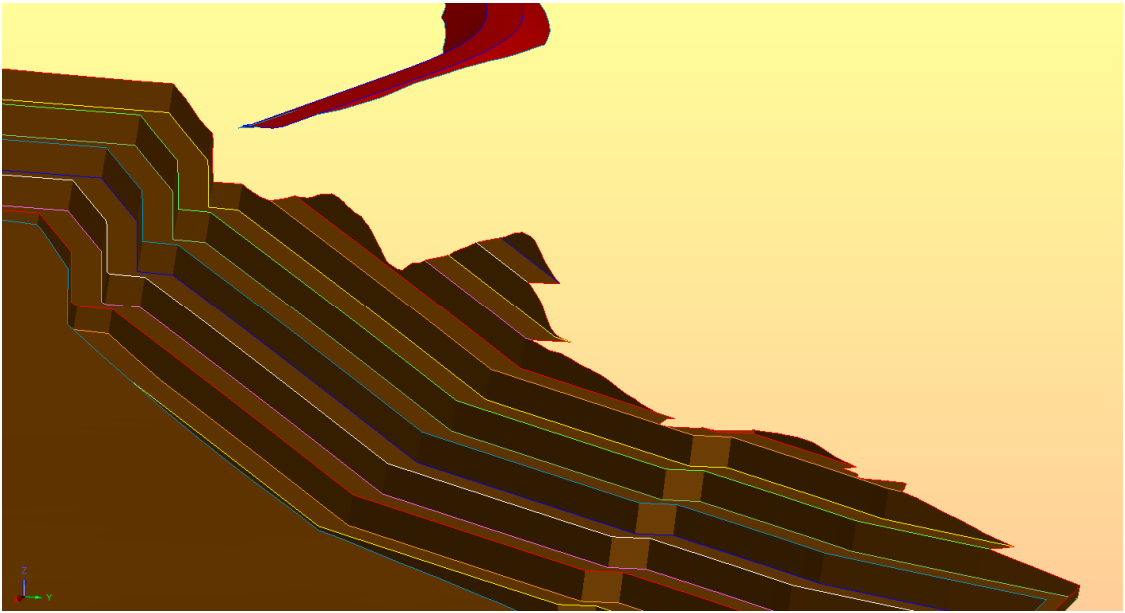
Kazı esnasında ocakta 10 metre yüksekliğinde ve genişliğinde basamaklar oluşturulacak her basamağın bağlanabildiği ana bağlantı yolu olacaktır. Yol eğiminin % 15’i geçmemesi planlanmıştır. Yolların genişliği basamak genişliği ile paralellik sergileyecek olup, 10 metrelik brüt genişliğe sahip olacaktır. Ocak içerisinden döküm alanına ulaşım için ise; ocağın Kuzeybatısından 1,5 km uzunluğunda, 20 metre genişliğinde dış döküm yolu oluşturulup, dış döküm alanına bağlanacaktır. Yolların üstüne dolgu olarak, çakıl malzeme boyutunda kireçtaşı serilecektir.

Şekil 4.42 ve Şekil 4.43’de açık ocak, döküm yolu ve döküm alanının üç boyutlu şekilleri görülmektedir.





Şekil 4.42. Açık ocak alanı



Şekil 4.43. Açık ocak basamak gösterimi

## 5.SONUÇLAR

Koyunağılı havzasında kömür içeren miyosen yaşlı formasyonlar ayrıntılı olarak incelenmiş, yapılan sondajlı çalışmalar ve jeofizik çalışmalar ile diğer birimlerle olan ilişkileri belirlenmiştir.

MTA tarafından Koyunağılı havzasında yapılmış karotlu sondaj sayısı 56 adet olup, toplam metrajı yaklaşık olarak 10494 metredir. Adularya Enerji ve Madencilik AŞ. tarafından ise bölgede 298 adet karotlu sondaj yapılmış olup, toplam metraj ise yaklaşık 82 073,02 metredir. Adularya Enerji ve Madencilik AŞ. tarafından, Koyunağılı havzasında halen sahaya ilişkin çalışmalar yürütülmekte olup; arama, sondaj ve değerlendirme çalışmaları devam etmektedir.

Sondajlı çalışmalar ve alınan numunelerden elde edilen analiz sonuçlarına göre; çalışma sınırları belirlenmiş ve E sektörü adı verilmiş açık ocak proje alanının (içinde ve etrafında) 24 adet sondaj yapılmıştır. E sektörü proje alanı içerisinde yapılmış olunan ADU-67, ADU-72, ESE-1, ESE-2, ESE-3, MTA-16, MTA-42, MTA-45 isimli karotlu sondajlardan; ortalama bir değer olarak kömür tabakalarına giriş derinliği 40 metre, çıkış derinliği ise 43 metre olarak belirlenmiştir. E sektörü kömür horizonundaki ortalama kömür tabakalarının kalınlığı 1,80 metre tespit edilmiştir.

E sektörü konumu itibariyle, bölgedeki ruhsat alanının sınır bölgesinde bulunmaktadır. Sınırlı rezerv durumu ve mevcut kömürün ısıl değerinin düşük olması sebebiyle, proje farklı kazı yöntemlerine veya yer altı işletmesine imkan sağlayamamaktadır. Örtü tabakasının jeolojik yapısı sebebiyle, (çakıltası, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, kiltası, tüffit ve orta-sert kil) arazide direk kazı yapılamamaktadır. Delme-patlatma yöntemi kullanılarak ancak kayaçların gevşetilmesi mümkün olmaktadır.

Alınmış numunelerin analiz sonuçlarına göre çalışma alanında, orijinal bazda kömürün ortalama ısıl değeri 2170 kcal/kg olarak belirlenmiştir.

Sahaya ilişkin sondaj veri sonuçları esas alınarak, sahada hesaplanan görünür rezerv toplamı; 827 586 m<sup>3</sup>'dür. Gerçekleştirilecek 'E Sektörü Açık Ocak Projesi' sonunda,

ton bazında 1200000 ton kömür çıkarılmış olunacaktır.

Bölgede, dekapaj oranı 1/18 ton/m<sup>3</sup> olup, açık ocak işletme yöntemi ekonomik olarak kabul edilebilecek durumdadır.

Ortalama dekapaj kalınlığı 40 metre olup yapılacak toplam dekapaj 21 230 000 m<sup>3</sup>'tür. Ocak tasarımı için basamak genişliği ve yüksekliği 10 metre olarak projelendirilmiş ve ocak şev açısı 45° olarak belirlenmiştir.

Kazı-yükleme için delme patlatma işlemi yapılması öngörülmüştür. Buna göre delikler arası mesafe 4 metre, dilim kalınlığı 3,5 metre, delik boyu 11 metre ve delik çapı da 89 mm olarak belirlenmiştir. Patlayıcı olarak ANFO kullanılacaktır.

İşletmede iç ve dış olmak üzere iki döküm sahası belirlenmiştir. Dış döküm sahası 1,5 km mesafede olup, iç döküm sahası kömürü alınmış alanlarda yapılacaktır.

Yapılan hesaplamalara göre dekapaj işlemi için;5 adet ekskavatör (4,5m<sup>3</sup> kapasiteli), 13 adet kamyon (18 m<sup>3</sup> taşıma kapasiteli çift çeker, damperli), 2 adet delik delme makinesi, 1 adet loder, 1 adet dozer, 1 adet greyder ve muhtelif işletme ekipmanları kullanılacaktır.

Günlük yapılması gereken kazı ve nakliye ihtiyacını karşılamak üzere, planlanan makine parkındaki ekipmanın marka ve modeli; 'Mercedes Benz 4140' kamyon, 'Hitachi Zaxis 870' ekskavatör, 'Kawasaki ZV 90' loder, 'CAT D8R' dozer, 'CAT 12H' greyder, 'Atlas Copco F7/F9' delik delme makinesi şeklinde olacaktır.

MTA ve ADULARYA'ya ait sondajlı çalışmalardan elde edilen numunelerin analiz sonuçlarına incelendiğinde; nem, kül, kükürt, uçucu madde oranlarını bünyesinde yüksek oranda barındırırken, kalori oranı düşüktür.

- Nem oranının orjinal bazda ağırlıklı olarak % 25-30 arasında olduğu görülmektedir.

- Kömürdeki % k l değeri arttıka kalori değerinin azaldığı görülmektedir, kalori değerinin azalması kömürün kalitesini de düşürmektedir.
- Kömürdeki % kükürt değeri arttıka kalori değerinin de arttığı görülmektedir. Ancak kükürt içeriği yüksek kömürlerin doğrudan yakılması evre kirliliği açısından önemli problemlere sebep olmaktadır.
- Kömürdeki % uçucu madde oranı arttıka kalori değerinin arttığı görülmektedir, uçucu madde oranının azaltılıp kömürün kalitesi artırılmalıdır.

Bu nedenlerden dolayı kömürün tamamına yakını bulunduğu yerde daha çok elektrik enerjisi üretmek amacıyla; kurulmakta olan Yunus Termik Santral’inde elektrik üretim amaçlı hammadde olabileceği belirlenmiştir.

MTA’nın yapmış olduğu çalışmalar sonucu, Koyunağılı havzasındaki linyit sahası kömür yayılım alanı; yaklaşık 292 km<sup>2</sup> olup, toplam görünür linyit rezervi ise 86 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Havzadaki toplam rezerv miktarı, kurulmakta olan 2×145 MW’lık Yunus Emre Termik Santrali’nin, 50 yıldan fazla ihtiyaını karşılayabilip, çalıştırabilecek düzeydedir.

## 6.KAYNAKLAR

- Ablabekova A. (2008). İktisadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Kaynaklarla Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Acaroğlu, M. (2003). Alternatif Enerji Kaynakları. Atlas Yayın, İstanbul.
- Agarwal, P.K., Genets, W.E. and Lee, Y.Y. (1986). Coupled Drying and Devoiatilazion of Wet Caol in Fluidized Beds. *Chemical Engineering Science*, **41,9**: 2373-2383.
- Akdoğar M. (2006). Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Akyol M.(2009). Kızıl Yüksek Krom Yatağı'na (Aladağ) Ait Rezerv ve İşletme Yönteminin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Anonim, (1996). Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu, Kömür Çalışma Grubu Raporu. T.C. Başbakanlık DPT Müsteşarlığı, yayın no: DPT: 2440-ÖİK: 496, Ankara.
- Anonim, (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu, Kömür Çalışma Grubu Raporu. T.C. Başbakanlık DPT Müsteşarlığı, yayın no: DPT: 2605-ÖİK: 616, Ankara.
- Anonim, (2003). Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi, Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, yayın no: 07/2003, Ankara.

Anonim, (2006). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Türkiye Çevre Vakfı, yayın no: 129, Ankara.

Anonim, (2008). Türkiye Enerji Raporu 2007-2008. Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, yayın no: 0009/2008, Ankara.

Anonim, (2009a). Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Devlet Su İşleri Su Dünyası Dergisi, yayın no: 43, İstanbul.

Anonim, (2009b). Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Başbakanlık DPT Müsteşarlığı, yayın no:2009, Ankara.

Anonim, (2011). Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, yayın no: 2011, Kocaeli.

Anonim, (2012a). TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Oda Raporu.Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği, yayın no: MMO/589, Ankara.

Anonim, (2012b). TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Oda Raporu.Türkiye'nin Enerji Görünümü, yayın no: MMO/588, Ankara.

Anonim, (2012c). Türkiye Enerji Raporu 2012. Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, yayın no: 0021/2012, Ankara.

Anonim, (2012d). Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu 2011. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü, yayın no: 05/2012, Ankara.

Anonim, (2012e). Taşkömürü Sektör Raporu 2011.Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, yayın no: 03/2012, Ankara.

Anonim, (2012f). Kömür (Linyit) Sektör Raporu 2011. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, yayın no: 05/2012, Ankara.

- Anonim, (2012g). Eskişehir İli Mihalıççık İlçesi Koyunağılı Köyü Lavuar ve Stok Sahası Alanı. Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu. Adularya Enerji ve Madencilik AŞ, 2012, Ankara.
- Anonim, (2013). Strateji Geliştirme Başkanlığı 2012 Faaliyet Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, yayın no: 2013, Ankara.
- Atkinson, T. (1971). Institution of Mining and Metallurgy, Transactions. 1971.
- Ayhan, A. (1986). Maden Jeolojisi Arama ve Etüd Teknikleri. Selçuk Üniversitesi Yayınları, yayın no: 65, Konya.
- Çoşkun, A. (1982). Enerji Tasarrufu Paneli Seminerler Dizisi. İstanbul Ticaret Odası, yayın no: 11, İstanbul.
- Çelik, I., Sensöğüt, C. and Ceylan, N. (2008). The effects of biodiesel usage on the components of an engine. *International Journal of Global Energy Issues*, Vol. **29**, No.3 303 - 313.
- Dağdaş, A. (2005). Jeotermal güç santrallerinde enerji maliyeti. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, **23**, 84-94.
- Demirbaş, A., Şahin Demirbaş, A. and Demirbaş, H. (2004). Global energy sources, energy usage and future developments. *Energy Sources*, **26**, 191-204.
- Dizdar Y. (1993). Açık maden alanlarının imarı. *Tabiat ve İnsan*, **4**, 32–33.
- Doğanay, H. (1995). Türkiye Ekonomik Coğrafyası. Öz Eğitim Basın Yayın, İstanbul.
- Doğanay, H. (1998). Enerji Kaynakları. Şafak Yayınevi, Erzurum.

- Ertuğrul, Ö.F. ve Kurt, M.B. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Maliyet Analizi ve Sürdürülebilir YEK Uygulamaları. Beşinci Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır, 19 Haziran, 37-41.
- Eşmeliler Y. (1993). Koyunağılı Kömür İşletmesinde -50 ve -60 Kotlarında Açılacak Galerilerde Oluşacak Gerilme Dağılımları ve Deformasyonların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Gökçe, A. (2005). Maden Arama ve Değerlendirme Yöntemleri. Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No:98, Sivas.
- Görgün, T. (2008). Yenilenebilir Enerjiler ve Teknolojileri Hedef Pazar Araştırması. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, Ankara.
- Gülay A.N. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Kadir S.(1995). Koyunağılı (Mihallıçık-Eskişehir) Güneybatısının Jeolojisi ve Killerin Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensele İncelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kamçıcı M. Ü. (1982). Açıcı Bir Elyaf Kurutucunun Geliştirilerek Optimizasyonunun Yapılması. Doktora Tezi, Yıldız Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karaman Y. (2006). Türkiye'nin Enerji Sektörü Ekonomisinde Kömürün Yeri-Kömür Aramalarında Uygulanan Yeni Yöntemler. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.



- Karapınar G. K. (2011). Kuzey Kırsakdere (Soma) Kömürlerinin Yayılımı, Rezervi ve Bazı İşletme Parametreleri. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kılıç, N. (1998). Dünya'da ve Türkiye'de enerji sektörüne bakış ve jeotermal enerji potansiyelinin irdelenmesi. İzmir Ticaret Odası, İzmir.
- Kırmanla, C., ve Nasuf, E., (1998). Denizli-Tavas-Ulukent manganez açık işletmesinin jeostatistik yöntemle rezerv-tenör ilişkisinin belirlenmesi. *TMMOB Madencilik Dergisi*, **37/3**, 1-12.
- Lemke, K. and Şenel, İ. (1978). Kömürlerin kükürt içeriğinin azaltılması yöntemleri. *TMMOB Madencilik Dergisi*, **17/2**, 38-45.
- Nakoman, E. (1971). Kömür, MTA Enstitüsü Yayını, No: 8, Ankara.
- Nasuf, E. (1983). Rezerv hesaplamalarında istatistiksel yöntemler ve bilgisayar uygulamaları. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 8. Kongresi, *Maden Mühendisleri Odası yayını*, 201-212.
- Nasuf, E. (1982). Kömür sahalarının bilgisayarla değerlendirilmesi ve Muğla-Sekköy linyit açık ocağına bir uygulaması. Türkiye 3'ncü Kömür Kongresi, Zonguldak, 12-16 Mayıs 1982.
- Olgun, H. and Doğru, Mowarth C.R. (1999). Katı atıkların enerji dönüşümünde kullanılması ve gazlaştırıcılar. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir.
- Özcan H.H. (2009). Rüzgar Enerjisi Yatırımları ve Isparta İlinde Kurulabilecek Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

- Özşabuncuoğlu, İ.H. (2002). Biyogaz: Kırsal Kesimde Enerji Üretimi, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES 2002 Bildiri Kitabı, İstanbul, 16-18 Ekim, 993-1001.
- Özkan E.(2011). Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Kaynak/Rezerv Sınıflandırması. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Prins, W. (1087). Fluidi Bed Combustion of a Single Carbon Particle. Ph.D. Thesis, University of Twerte, 1987.
- Salman M. (2010). Ereğli-Ayrancı-Karapınar (Konya) Yöresi'nin Linyit Olanakları ve Ekonomik Değerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Saraçoğlu, N. (2006). Enerji ormancılığının kırsal kalkınmaya katkısı. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, İstanbul, 26-28 Mayıs, 7-10
- Saraçoğlu, N. (2002). Türkiye'nin geleceği için temiz enerji; Biokütle. IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 16-18 Ekim, 791-797.
- Selçuk, N, (2006) Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji İhtiyacı Açısından İzleyeceği Politika Ne Olmalıdır? Türkiye'nin Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır? Harp Akademileri Basımevi, İstanbul.
- Sondreal, E.A., Mann, M.D., Weber, G.W. and Young, B.C. (1995). Matching Lignites with Clean Coal Technologies. *Coal Technology and Utilization Workshop*, Beypazarı, Turkey.
- Sondreal, E.A. and Ellman, R.C. (1974). Laboratory Determination of Factors Affecting Storage of North Dakota Lignite. *Report of Investigation*No: **7887**, US. Bureau of Mines.

- Şeker S. (2007). Biyodizel Üretimi ve Katkı Maddelerinin Yakıt Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şipar E. (2011). Rüzgâr Enerjisi Türbin Sistemleri İçin Gerçek Zamanlı Dinamik Analiz Simülatörü Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türkmen M. (2009). Arakathlı Göçertme Yönteminin Siirt Madenköy Bakır Yatağına Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Teichmüller, M. and Teichmüller, R. (1979). Diagenesis of coal (coalification). In: Larsen, G. Chillingier, G.V. ed. Developments in sedimentology 25A. Diagenesis in Sediments and Sedimentary Rocks Elsevier. 207-249.
- Ün Tezcan, Ü. (2003a). Hidrojen enerjisi: depolaması, güvenliği, çevresel etkileri ve dünyadaki durumu. *Mühendis ve Makina*, **525**, 17-22.
- Ün Tezcan, Ü. (2003b). 21. Yüzyılın Enerjisi: Hidrojen. Yenilenebilir Enerji Kaynakları II. Sempozyum ve Fuarı, İzmir.
- Ünalın, G. (2010). Kömür Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Eğitim Serisi-41, Ankara.
- Yamak T. (2006). Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yerebakan, M. (2010). Güneş Kollektörü Uygulamaları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, yayın no: 22, İstanbul.

Yeşilata, B., Bulut, H., Şahinkaya, E., Uyanık, Ş., Aktacir, M.A., Nacar, M.A. ve Divitçi, E.U. (2010). Diyarbakır-Şanlıurfa Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu. Diyarbakır.

Varol N.(1999). Analsim İçeren Koyunağılı Linyitinin (Miyosen) Kimyasal, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Mihalıççık-Eskişehir. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

White Hurst. D. D. and Mitchell. T. O. (1976). Short Contact Time Coal Liquefaction1. Techniques and Product Distributions A. C. S, *Division of Fuel Chemistry* **21**:127-153.

## EKLER

**EK 1:Adularya Enerji ve Madencilik A.Ş. Eskişehir-Mihalıççık-Koyunağılı Linyit Sahası Linyit Sondajları Genel Bilgi Tablosu**

ADULARYA ENERJİ VE MADENCİLİK A.Ş. ESKİŞEHİR - MİHALIÇÇIK - KOYUNAĞILI LİNYİT SAHASI LİNYİT SONDAJLARI GENEL BİLGİ TABLOSU									Üst Kömür Kotu
Sıra No	Sondaj No	Sondaj Kot ve Koordinatları			Kömür Horizonu		Açıklama		
		Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)	Giriş (m)	Çıkış (m)	Son Durum	Tamamlanan Metraj	
1	ALK-1	79 320,02	25 028,05	678,82	156,70	167,40	Tamamlandı	173,50	522,12
2	ALK-2	79 999,05	25 001,42	627,73	127,40	130,30	Tamamlandı	135,50	500,33
3	ALK-3	80 014,56	24 340,06	673,26	129,45	136,20	Tamamlandı	145,00	543,81
4	ALK-4	80 096,98	23 990,68	686,74	116,9	121,75	Tamamlandı	151,00	569,84
5	ALK-5	79 998,01	23 482,59	703,62	110,60	117,45	Tamamlandı	127,00	593,02
6	ALK-6	79 717,18	22 349,22	811,94	101,50	107,95	Tamamlandı	118,00	710,44
7	ALK-7	78 999,40	22 003,22	828,39	146,90	159,65	Tamamlandı	166,00	681,49
8	ALK-8	78 332,91	22 336,66	824,30	201,65	202,00	Tamamlandı	220,00	622,65
9	ALK-9	81 681,46	23 674,39	571,17	88,15	89,30	Tamamlandı	160,00	483,02
10	ALK-10	80 663,22	23 336,65	603,33	167,70	175,60	Tamamlandı	248,00	435,63
11	BEN-1	77 993,02	23 670,52	738,57	224,30	238,30	Tamamlandı	247,64	514,27
12	BEN-2	78 664,36	23 670,31	738,57	176,55	186,60	Tamamlandı	193,00	562,02
13	BEN-3	82 665,36	28 313,81	563,40	161,65	164,75	Tamamlandı	187,20	401,75
14	BEN-4	78 616,36	23 279,08	702,7	147,72	151,75	Tamamlandı	160,00	554,98
15	BEN-5	78 328,40	23 340,25	728,10	Kömürsüz		Tamamlandı	200,10	
16	BEN-6	77 660,19	23 755,55	749,28	231,55	241,00	Tamamlandı	301,05	517,73
17	BEN-7	78 969,31	22 902,59	720,95	120,10	128,45	Tamamlandı	135,00	600,85
18	BEN-8	83 143,12	21 935,92	641,62	Kömürsüz		Tamamlandı	111,70	
19	BEN-9	77 336,17	24 014,68	768,55	289,10	305,80	Tamamlandı	320,00	479,45
20	BEN-10	74 766,03	25 808,05	739,07	Kömürsüz		Tamamlandı	501,75	
21	BEN-11	80 995,97	22 999,07	602,55	152,70	160,55	Tamamlandı	275,80	449,85
22	BEN-12	80 654,18	23 675,52	598,61	209,30	217,50	Tamamlandı	222,50	389,31
23	BEN-13	80 658,72	24 009,11	590,59	262,95	271,50	Tamamlandı	298,40	327,64
24	BEN-14	80 307,54	23 051,65	657,06	173,20	177,10	Tamamlandı	228,10	483,86
25	BEN-15	80 327,17	25 360,26	610,07	290,00	297,40	Tamamlandı	344,55	320,07
26	BEN-16	80 987,71	26 316,42	585,68	206,80	216,90	245,00 m' de kuyu terk edildi		378,88
27	EFO-1	78 660,05	24 339,41	708,32	199,65	202,00	Tamamlandı	207,90	508,67
28	EFO-2	82 332,20	24 677,28	574,95	60,00	63,00	Tamamlandı	74,00	514,95
29	EFO-3	82 646,61	24 738,75	550,45	Kömürsüz		Tamamlandı	85,00	

30	EFO-4	82 724,82	24 799,10	550,34	79,60	82,40	Tamamlandı	94,30	470,74
31	EFO-5	80 908,20	22 396,68	650,22	107,60	110,00	Tamamlandı	116,80	542,62
32	EFO-6	78 995,36	25 008,47	664,9	157,75	169,25	Tamamlandı	175,20	507,15
33	EFO-7	81 663,70	22 971,02	581,09	194,30	202,18	Tamamlandı	209,00	386,79
34	EFO-8	78 327,00	24 339,30	716,63	204,15	216,70	Tamamlandı	228,35	512,48
35	EFO-9	79 988,63	25 412,05	669,17	223,38	237,50	Tamamlandı	243,10	445,79
36	EFO-10	80 315,09	23 359,93	632,46	Kömürsüz		Tamamlandı	174,90	
37	EFO-11	78 665,02	22 702,17	766,65	166,00	173,05	Tamamlandı	183,50	600,65
38	EFO-12	79 389,67	23 134,33	729,05	125,00	132,00	Tamamlandı	140,35	604,05
39	EFO-13	78 994,55	22 319,83	779,7	139,75	151,55	%60'i Tamamlandı	95,60	639,95
40	EFO-14	78 652,98	22 335,55	801,21	170,25	172,00	Tamamlandı	194,30	630,96
41	EFO-15	78 661,72	22 007,53	822,70	146,95	149,05	Tamamlandı	166,00	675,75
42	EFO-16	81 322,13	23 005,24	592,02	226,25	230,40	Tamamlandı	250,10	365,77
43	EFO-17A	81 663,14	23 343,14	600,51	108,15	115,30	Tamamlandı	334,30	492,36
44	EFO-18	80 005,84	22 611,31	782,38	92,20	101,25	Tamamlandı	166,60	690,18
45	EFO-19	81 320,13	23 669,63	581,98	138,50	144,30	Tamamlandı	229,00	443,48
46	EFO-20	81 333,86	23 974,10	582,76	79,70	83,10	Tamamlandı	164,20	503,06
47	EFO-21	80 686,05	22 723,03	633,73	130,30	133,65	Tamamlandı	153,05	503,43
48	EFO-22	80 331,18	26 669,81	604,80	259,10	268,50	%45'i Tamamlandı	163,08	345,70
49	EFO-23	78 159,83	23 226,73	751,66	187,60	191,65	Tamamlandı	293,20	564,06
50	ENE-1	80 102,37	23 677,10	681,23	75,00	80,90	Tamamlandı	94,00	606,23
51	ENE-2	80 326,74	24 335,53	625,61	226,15	229,65	Tamamlandı	235,20	399,46
52	ENE-3	79 008,20	24 352,61	700,26	155,00	165,45	Tamamlandı	305,00	545,26
53	ESE-1	82 329,46	24 000,21	556,96	34,00	37,00	Tamamlandı	42,00	522,96
54	ESE-2	82 327,62	24 304,46	572,13	53,75	56,95	Tamamlandı	58,50	518,38
55	ESE-3	82 653,44	24 009,42	551,02	50,35	53,30	Tamamlandı	58,00	500,67
56	ESE-4	82 571,89	24 651,05	556,61	75,20	76,60	Tamamlandı	82,00	481,41
57	ESE-5	82 792,60	27 679,85	500,37	22,00	25,00	Tamamlandı	50,00	478,37
58	ESE-6	82 323,32	28 003,16	522,69	71,50	77,70	Tamamlandı	82,00	451,19
59	ESE-7	83 107,60	27 809,67	500,75	108,00	110,00	Tamamlandı	120,00	392,75
60	ORD-1	78 663,59	23 005,89	702,62	112,00	121,65	Tamamlandı	132,00	590,62
61	ORD-2	76 660,20	24 337,85	767,33	339,00	344,00	Tamamlandı	350,00	428,33
62	ORD-3	77 323,12	25 009,30	737,41	322,65	341,20	Tamamlandı	351,00	414,76
63	ORD-4	79 660,43	22 669,22	785,44	113,65	125,10	Tamamlandı	155,00	671,79
64	ORD-5	78 336,30	22 669,75	782,47	193,75	203,00	Tamamlandı	208,50	588,72
65	ORD-6	79 323,56	22 006,78	826,71	131,60	132,70	Tamamlandı	143,00	695,11
66	ORD-7	78 997,77	22 686,55	741,69	140,55	141,50	Tamamlandı	150,00	601,14
67	ORD-8	77 325,60	22 676,02	942,55	401,60	402,30	Tamamlandı	410,00	540,95
68	ORD-9	78 348,57	22 964,77	699,16	105,20	114,50	Tamamlandı	119,00	593,96
69	ORD-10	78 413,08	21 986,60	849,7	Kömürsüz		Tamamlandı	179,00	
70	ORD-11	79 990,82	22 336,16	820,92	98,00	109,00	Tamamlandı	116,50	722,92
71	ORD-12	77 325,64	24 338,42	753,35	305,40	312,45	Tamamlandı	317,50	447,95

72	ORD-13	80 371,10	29 335,87	473,24	345,90	356,50	Tamamlandı	376,00	127,34
73	ORD-14	79 743,97	22 012,27	840,49	117,00	123,50	Tamamlandı	131,00	723,49
74	ORD-15	81 526,90	29 991,93	514,40	419,85	431,05	Tamamlandı	442,00	94,55
75	ORD-16	79 424,29	21 691,06	881,78	Kömürsüz		Tamamlandı	204,50	
76	ORD-17	77 761,71	22 673,31	806,95	236,55	238,10	Tamamlandı	243,00	570,40
77	ORM-18	77 644,86	25 371,05	755,52	301,85	313,60	Tamamlandı	320,00	453,67
78	ORA-19	77 324,78	24 673,09	734,03	312,25	326,95	Yenilenecek		421,78
79	ORA-19A	77 316,30	24 675,51	733,97	307,60	325,80	Tamamlandı	503,00	426,37
80	ORD-20	77 999,05	24 337,90	728,07	217,85	230,10	Tamamlandı	234,60	510,22
81	ORD-21	80 994,85	27 008,05	583,13	168,00	178,05	Tamamlandı	385,00	415,13
82	ORD-22	81 331,59	27 341,66	595,60	155,60	163,35	Tamamlandı	328,00	440,00
83	ORD-23	81 712,01	27 287,17	554,57	116,60	122,85	Tamamlandı	277,00	437,97
84	ORD-24	78 660,75	27 672,70	659,85	461,90	467,35	Tamamlandı	561,30	197,95
85	ORD-25	81 009,82	27 666,46	580,73	190,35	199,35	Tamamlandı	428,00	390,38
86	ORD-26	80 326,76	27 341,04	589,10	278,05	290,00	Tamamlandı	450,00	311,05
87	ORD-27	79 003,12	27 678,34	667,11	447,30	467,40	Tamamlandı	625,80	219,81
88	ORD-28	80 980,11	25 339,60	599,84	191,65	199,30	Tamamlandı	507,00	408,19
89	ORD-29	78 866,00	26 766,12	716,11	495,65	505,70	Tamamlandı	624,80	220,46
90	ORD-30	79 567,97	29 478,87	512,72	390,65	405,90	Tamamlandı	635,50	122,07
91	ORD-31	78 446,27	25 245,53	680,91	182,10	200,95	Tamamlandı	401,00	498,81
92	ORD-32	79 125,70	23 875,41	712,94	168,50	178,50	Tamamlandı	314,50	544,44
93	ORD-33	79 118,57	25 815,93	714,09	327,30	354,70	Tamamlandı	427,20	386,79
94	ORD-34	79667,682	26 331,61	754,45	551,30	564,60	614,30 m' de kuyu terk edildi		203,15
95	ORD-35	79 000,10	26 413,09	770,99	525,90	531,35	618,10 m' de kuyu terk edildi		245,09
96	ORD-36	78 626,26	26 455,56	738,71	467,00	481,75	Tamamlandı	571,80	271,71
97	ORD-37	80 883,33	28 345,48	515,18	220,60	230,95	Tamamlandı	380,50	294,58
98	ORD-38	81 353,22	27 688,64	558,71	152,20	160,15	Tamamlandı	288,00	406,51
99	ORD-39	80 663,59	27 670,05	589,96	227,00	237,05	Tamamlandı	453,00	362,96
100	ORD-40	78 245,99	28 336,24	667,62	482,75	507,75	Tamamlandı	662,50	184,87
101	ORD-41	80 999,20	27 341,94	589,37	166,85	176,00	Tamamlandı	371,00	422,52
102	ORD-42	80 341,01	26 641,05	606,25	256,60	266,80	Tamamlandı	468,00	349,65
103	ORD-43	81 330,67	26 997,21	584,35	135,70	144,10	Tamamlandı	300,00	448,65
104	ORD-44	80 975,63	26 312,04	586,89	205,05	210,30	Tamamlandı	438,00	381,84
105	ORD-45	80 135,01	26 326,11	616,19	302,95	312,60	Tamamlandı	459,00	313,24
106	ORD-46	80 664,63	25 005,94	624,19	288,80	296,65	Tamamlandı	450,00	335,39
107	ORD-47	79 999,01	30 236,27	501,02	405,35	421,95	Tamamlandı	642,00	95,67
108	ORD-48	80 331,24	27 005,27	601,95	259,75	270,70	Tamamlandı	450,00	342,20
109	SMS-1	78 328,67	24 672,61	716,92	228,50	241,25	Tamamlandı	243,13	488,42
110	SMS-2	79 669,37	24 003,24	694,79	117,60	124,55	Tamamlandı	129,37	577,19
111	SMS-3	78 001,39	25 354,82	702,59	236,40	238,15	%60'ı Tamamlandı	245,93	466,19

112	SMS-4	78 327,87	25 012,57	715,57	204,30	216,55	Tamamlandı	224,00	511,27
113	SMS-5	79 638,19	23 705,71	710,82	143,25	151,30	Tamamlandı	154,00	567,57
114	SMS-6	78 670,89	24 663,44	712,95	192,85	201,65	Tamamlandı	208,52	520,10
115	SMS-7	80 401,14	24 011,33	599,65	Kömürsüz		Tamamlandı	206,50	
116	SMS-8	77 656,04	23 508,02	759,04	214,80	221,10	Tamamlandı	225,90	544,24
117	SMS-9	77 992,33	23 011,89	759,94	188,70	198,30	Tamamlandı	204,70	571,24
118	SMS-10	79 568,03	25 236,67	633,08	107,35	118,45	Tamamlandı	130,85	525,73
119	SMS-11	80 342,11	24 686,72	648,64	304,50	310,25	Tamamlandı	315,25	344,14
120	SMS-12	81 984,13	22 949,51	613,07	100,45	101,80	Tamamlandı	255,40	512,62
121	SMS-13	80 994,34	22 669,95	615,71	154,70	160,55	Tamamlandı	220,10	461,01
122	SON-1	79 999,05	24 671,76	666,83	129,00	137,00	Tamamlandı	150,25	537,83
123	SON -2A	77 655,63	24 341,23	740,98	233,70	247,85	Tamamlandı	356,00	507,28
124	SON-3	77 339,07	23 680,97	772,16	248,00	249,00	Tamamlandı	258,05	524,16
125	SON-4	79 001,47	24 672,74	736,52	223,40	233,00	Tamamlandı	240,00	513,12
126	SON-5	79 328,98	24 336,02	701,29	154,60	163,95	Tamamlandı	170,10	546,69
127	SON-6	76 662,31	25 006,78	735,4	389,60	394,05	Tamamlandı	397,00	345,80
128	SON-7	77 659,69	24 671,33	726,71	256,10	257,95	Tamamlandı	264,30	470,61
129	SON-8	77 996,98	24 673,26	717,93	237,00	241,80	Tamamlandı	242,80	480,93
130	SON-9	79 328,86	23 672,59	721,00	161,25	170,00	Tamamlandı	175,00	559,75
131	SON-10	79 326,54	24 005,99	699,16	151,15	160,25	Tamamlandı	166,00	548,01
132	SON-11	78 329,81	24 003,31	723,06	192,50	205,00	Tamamlandı	301,00	530,56
133	SON-12	78 667,01	24 998,74	697,98	187,65	196,30	Tamamlandı	205,00	510,33
134	SON-13	77 997,35	23 335,51	749,66	Kömürsüz		Tamamlandı	260,00	
135	SON-14	83 611,45	27 322,39	500,19	169,25	172,00	Tamamlandı	178,60	330,94
136	SON-15	76 998,72	25 007,33	732,8	348,10	368,20	Tamamlandı	379,00	384,70
137	SON-16	83 098,80	27 127,83	510,32	46,35	48,7	Tamamlandı	53,50	463,97
138	SON-17	83 002,43	27 407,78	504,18	40,60	42,85	Tamamlandı	50,40	463,58
139	SON-18	82 644,35	27 460,67	510,69	8,75	12,3	Tamamlandı	20,50	501,94
140	SON-19	77 668,15	25 003,48	733,64	289,00	301,00	Tamamlandı	307,00	444,64
141	SON-20	82 492,29	27 600,60	511,06	21,00	27,75	Tamamlandı	32,50	490,06
142	SON-21	79 318,11	24 685,55	703,43	180,80	185,70	Tamamlandı	190,80	522,63
143	SON-22	76 863,81	25 382,01	721,84	364,60	369,80	Tamamlandı	379,30	357,24
144	SON-23	77 655,35	24 005,50	748,65	264,60	267,55	Tamamlandı	278,50	484,05
145	SON-24	80 024,47	23 103,34	622,56	26,90	34,60	Tamamlandı	46,00	595,66
146	SON-25	77 389,85	25 661,31	760,61	362,90	364,55	Tamamlandı	383,80	397,71
147	SON-26	76 986,19	24 336,05	777,81	344,85	364,15	Tamamlandı	382,00	432,96
148	SON-27	80 999,85	23 338,61	596,15	191,50	195,05	Tamamlandı	256,60	404,65
149	SON-28	80 994,15	23 696,67	589,31	193,55	195,30	Tamamlandı	400,50	395,76
150	SON-29	81 324,91	23 332,75	582,59	184,35	190,80	Tamamlandı	337,00	398,24
151	SON-30	81 998,02	22 332,86	626,98	220,95	228,35	Tamamlandı	341,90	406,03
152	SON-31	80 987,56	24 009,86	582,42	172,00	180,50	Tamamlandı	344,70	410,42
153	SON-32	78 091,39	23 425,01	733,59	187,70	199,65	Tamamlandı	271,00	545,89



154	SON-33	81 677.22	22 663.88	598,36	258,15	264,40	Tamamlandı	290,00	340,21
155	SON-34	81 324.84	22 664.12	610,53	216,50	221,70	Tamamlandı	235,00	394,03
156	SON-35	82 781.09	26 867.08	525,87	12,95	15,10	Tamamlandı	147,00	512,92
157	SON-36	80 339.65	25 667.6	630,78	326,00	333,10	384,40 m' de kuyu terk edildi		304,78
158	SON-37	82 866.70	26 828.48	523,82	21,85	26,80	Tamamlandı	35,00	501,97
159	SON-38	82 610.86	26 810.26	531,38	25,30	27,65	Tamamlandı	40,00	506,08
160	SON-39	82 796.32	26 697.38	525,82	17,25	19,30	Tamamlandı	30,00	508,57
161	SPE-1	81 325.42	26 009.28	583,28	193,00	201,45	Tamamlandı	457,90	390,28
162	SPE-2	80 659.28	25 998.27	608,73	244,40	255,75	344,00 m' de kuyu terk edildi		364,33
163	SPE-2A	80 664.71	25 992.24	608,89	243,75	253,40	Tamamlandı	505,80	365,14
164	SPE-3	80 797.16	29 492.96	483,69	313,60	327,35	Tamamlandı	515,50	170,09
165	SPE-4	82 122.90	29 304.34	476,11	278,60	280,60	Tamamlandı	325,60	197,51
166	SPE-5	79 263.08	25 247.03	642,94	133,45	142,10	Tamamlandı	404,00	509,49
167	SPE-6	79 867.79	25 633.75	643,75	209,90	253,80	Tamamlandı	359,30	433,85
168	SPE-7	80 651.14	26 330.63	591,36	217,25	226,15	294,30 m' de kuyu terk edildi		374,11
169	ZEM-1	78 596,56	24 001,27	716,01	187,70	198,85	Tamamlandı	207,20	528,31
170	ZEM-2	78 994,26	23 345,16	733	163,75	169,25	Tamamlandı	176,50	569,25
171	ZEM-3	79 504,61	23 401,13	713,05	130,80	139,80	Tamamlandı	147,50	582,25
172	ZEM-4	80 332.49	25 002.23	628,93	312,20	316,90	Tamamlandı	373,40	316,73
173	ADU-1	82 986.45	26 782.36	520,12	28,50	30,80	Tamamlandı	92,90	491,62
174	ADU-2	82 017.76	27 853.13	547,59	98,75	102,80	Tamamlandı	179,05	448,84
175	ADU-3	82 662.54	28 670.61	499,67	186,90	187,35	Tamamlandı	245,10	312,77
176	ADU-4	81 331.46	28 671.26	506,56	219,20	222,65	Tamamlandı	333,20	287,36
177	ADU-5A	83 491.75	27 848.43	494,15	194,75	195,35	Tamamlandı	230,25	299,40
178	ADU-6	81 786.32	27 006.24	546,86	102,25	109,30	Tamamlandı	223,75	444,61
179	ADU-7	78 176.50	23 335.93	738,21	187,65	192,35	Tamamlandı	211,65	550,56
180	ADU-8	77 745.28	23 354.45	758,95	200,65	215,25	Tamamlandı	264,85	558,30
181	ADU-9	78 469.36	23 217.43	723,21	160,80	165,10	Tamamlandı	215,35	562,41
182	ADU-10	78 434.53	23 455.25	714,96	135,20	139,40	Tamamlandı	222,45	579,76
183	ADU-11	78 555.89	23 571.98	739,36	162,50	173,75	Tamamlandı	287,45	576,86
184	ADU-12	81 728.54	27 380.05	550,54	137,15	140,95	Tamamlandı	159,35	413,39
185	ADU-13	81 686.8	26 697.85	559,73	128,10	134,15	Tamamlandı	142,80	431,63
186	ADU-14	81 703.41	27 393.38	551,27	Kömürsüz		Tamamlandı	202,85	
187	ADU-15	80 656.21	25 329.21	601,92	250,35	256,00	323,60 m' de kuyu terk edildi	323,60	351,57
188	ADU-16	83 021.26	26 699.41	526,54	41,20	43,95	Tamamlandı	46,70	485,34
189	ADU-17	81 651.31	27 410.48	554,80	120,05	127,20	Tamamlandı	194,40	434,75
190	ADU-18	82 316.15	27 350.88	522,60	3,15	9,20	Tamamlandı	12,20	519,45
191	ADU-19	82 996.66	26 006.22	534,51	50,95	51,20	Tamamlandı	112,20	483,56
192	ADU-20	82 784.97	26 575.02	535,11	35,30	37,50	Tamamlandı	43,10	499,81

193	ADU-21	80 974.19	24 988.21	612,71	197,50	204,50	263,15 m' de kuyu terk edildi	263,15	415,21
194	ADU-22	80663.86	25 669.90	604,90	245,10	253,80	Tamamlandı	410,20	359,80
195	ADU-23	77 870.59	23 904.77	740,56	240,05	250,65	Tamamlandı	327,15	500,51
196	ADU-24	77 483.91	24 152.51	750,13	280,65	288,50	Tamamlandı	360,45	469,48
197	ADU-25	78 820.72	24 183.08	706,40	187,20	198,95	250,45 m' de kuyu terk edildi	250,45	519,20
198	ADU-26	78 497.48	24 474.05	710,56	212,30	225,25	279,05 m' de kuyu terk edildi	279,05	498,26
199	ADU-27	79 166.96	24 810.95	708,69	195,05	204,40	Tamamlandı	365,35	513,64
200	ADU-28	79 139.80	24 171.28	700,61	146,70	157,20	Tamamlandı	293,50	553,91
201	ADU-29	81 008.70	25 672.83	588,18	199,70	207,75	Tamamlandı	358,35	388,48
202	ADU-30	81 332.81	26 342.87	582,34	188,35	195,05	Tamamlandı	358,55	393,99
203	ADU-31	80326,88	25 452.63	614,05	289,85	298,25	358,35 m' de kuyu terk edildi	358,35	324,20
204	ADU-32	80 644.51	24 442.09	599,46	257,90	264,20	Tamamlandı	401,35	341,56
205	ADU-33	81 009.21	24 289.13	590,56	191,70	192,45	280,35 m' de kuyu terk edildi	280,35	398,86
206	ADU-34	81 759.47	27 512.09	554,70	122,40	129,40	Tamamlandı	206,35	432,30
207	ADU-35	81 534.89	27 535.26	571,38	140,65	148,35	Tamamlandı	254,85	430,73
208	ADU-36	81 991.00	24 667.28	574,96	79,75	88,90	Tamamlandı	188,05	495,21
209	ADU-37	81 694.985	27 465.505	555,97	134,65	142,10	Tamamlandı	196,55	421,32
210	ADU-38	82 544.73	25 103.63	553,66	68,60	71,10	Tamamlandı	133,25	485,06
211	ADU-39	82 894.56	25 161.46	539,11	43,10	44,40	Tamamlandı	127,35	496,01
212	ADU-40	81 549.406	27 388.761	570,65	130,25	138,70	Tamamlandı	262,20	440,40
213	ADU-41	81 804.01	24 201.76	580,36	71,70	81,25	Tamamlandı	130,35	508,66
214	ADU-42	82 789.88	26 443.33	531,92	39,65	42,05	Tamamlandı	61,35	492,27
215	ADU-43	82 627.15	26 407.53	540,92	41,35	45,20	Tamamlandı	67,35	499,57
216	ADU-44	81 605.72	27 205.80	564,18	121,30	128,05	Tamamlandı	234,65	442,88
217	ADU-45	82 900.00	26 250.00	535,00	57,85	59,35	Tamamlandı	73,45	477,15
218	ADU-46	82 950.56	27 585.55	499,93	35,45	37,05	Tamamlandı	61,25	464,48
219	ADU-47	82 002.83	28 343.15	527,01	159,75	166,60	Tamamlandı	209,10	367,26
220	ADU-48	81 102.33	26 673.96	575,35	172,85	182,45	Tamamlandı	328,25	402,50
221	ADU-49	81 018.61	29 002.31	482,19	263,10	274,70	Tamamlandı	417,30	219,09
222	ADU-50	81885.84	27704.22	563,11	109,40	116,00	Tamamlandı	131,35	453,71
223	ADU-51	81 856.04	27811.05	562,69	115,65	120,95	Tamamlandı	136,25	447,04
224	ADU-52	81635.26	27589.85	564,04	135,80	142,00	Tamamlandı	155,35	428,24
225	ADU-53	81 896.60	27 506.55	568,93	109,35	116,05	Tamamlandı	135,85	459,58
226	ADU-54	81 055.97	23 566.55	589,87	197,00	205,35	Tamamlandı	328,35	392,87
227	ADU-55	81726.01	27924.62	549,07	121,00	126,80	Tamamlandı	143,35	428,07
228	ADU-56	81 604.56	27 869.64	551,98	132,80	139,70	Tamamlandı	227,15	419,18
229	ADU-57	81 562.05	23 152.87	595,94	141,45	142,85	Tamamlandı	226,35	454,49

230	ADU-58	81 322.65	28 002.42	545,53	182,05	190,85	Tamamlandı	354,85	363,48
231	ADU-59	80 660.31	23 005.42	633,07	168,35	179,40	Tamamlandı	292,55	464,72
232	ADU-60	81 660.30	28 344.28	511,65	165,45	172,75	Tamamlandı	277,35	346,20
233	ADU-61	81 666.10	24 661.61	590,50	93,60	101,65	Tamamlandı	188,55	496,90
234	ADU-62	81 854.14	28 120.92	530,28	131,20	136,40	Tamamlandı	191,35	399,08
235	ADU-63	81 249.21	24 656.86	609,53	136,20	143,90	207,20 m' de kuyu terk edildi	207,20	473,33
236	ADU-63A	81 247.15	24 651.93	610,04	136,05	144,20	Tamamlandı	286,55	473,99
237	ADU-64	80 396.49	29 024.69	479,54	327,40	341,35	Tamamlandı	558,70	152,14
238	ADU-65	81 861.47	24 436.34	589,38	80,20	88,25	Tamamlandı	148,25	509,18
239	ADU-66	81 996.28	28 672.00	503,87	221,00	228,50	Tamamlandı	306,35	282,87
240	ADU-67	82 515.55	24 432.79	564,58	Kömürsüz		Tamamlandı	180,65	
241	ADU-68	81 748.96	27 672.64	566,48	121,55	128,20	Tamamlandı	181,90	444,93
242	ADU-69	83 002.03	24 436.38	548,80	64,30	65,05	Tamamlandı	157,30	484,50
243	ADU-70	82 901.33	24 707.85	555,99	63,30	64,60	Tamamlandı	120,85	492,69
244	ADU-71	79 553.34	26 017.22	758,03	463,85	474,00	Tamamlandı	567,00	294,18
245	ADU-72	81 930.01	23 759.22	565,16	24,70	27,55	Tamamlandı	112,40	540,46
246	ADU-73	82 740.16	25 011.60	542,87	47,05	49,55	Tamamlandı	130,40	495,82
247	ADU-74	82 366.60	25008,02	559,02	71,85	81,15	Tamamlandı	174,25	487,17
248	ADU-75	81 405.77	24 209.66	622,58	126,70	134,25	193,25 m' de kuyu terk edildi	193,25	495,88
249	ADU-75A	81 401.18	24 212.84	622,79	127,25	134,95	161,90 m' de kuyu terkedildi	161,90	495,54
250	ADU-76	379318,00	4425918,90	758,75	437,35	448,60	Tamamlandı	593,20	321,40
251	ADU-77	380027,26	4425830,34	641,35	?	?	Tamamlandı	511,65	
252	ADU-78	379392,90	4425759,39	737,12	351,35	367,60	Tamamlandı	577,20	385,77
253	ADU-79	379649,80	4425859,68	760,94	455,35	465,15	Tamamlandı	582,90	305,59
254	ADU-80	379992,83	4426003,98	648,20	354,50	363,80	466,20 m' de terk edildi	466,20	293,70
255	ADU-81	378322,34	4427335,22	671,48	UstKomür Yok		647,35 m' de kuyu terk edildi	647,35	
256	ADU-82	381548,21	4427619,07	571,26	145,00	151,25	Tamamlandı	157,15	426,26
257	ADU-83 (PAH-7)	381394,10	4426687,11	567,11	151,85	160,00	Tamamlandı	342,80	415,26
258	ADU-84 (PAH-9)	381342,04	4425586,92	590,41	147,40	154,15	Tamamlandı	353,60	443,01
259	ADU-85 (PAH-8)	380222,21	4426005,10	634,70	332,20	343,55	Tamamlandı	498,40	302,50
260	ADU-86 (PAH-5)	380662,39	4427007,18	589,90	184,70	194,00	Tamamlandı	392,65	405,20
261	ADU-87 (PAH-6)	380731,56	4426656,77	588,83	218,40	228,45	Tamamlandı	400,20	370,43

262	ADU-88 (PAH-4)	380663,51	4427347,63	593,11	190,80	200,75	Tamamlandı	405,00	402,31
263	ADU-89 (PAH-2)	380766,95	4428005,56	540,51	209,85	219,65	452,40 m' de kuyu terk edildi	452,40	330,66
264	ADU-90 (PAH-1)	380394,53	4428273,21	534,19	321,85	333,30	Tamamlandı	538,25	212,34
265	ADU-91 (PAH-3)	380226,48	4427817,98	533,36	316,90	330,15	Tamamlandı	515,20	216,46
266	ADU-92 (Ö-9)	379998,75	4427679,52	538,23	354,30	367,15	Tamamlandı	500,70	183,93
267	ADU-93 (PAH-10)	378843,74	4425911,96	737,73			383,35 m' de kuyu terk edildi	383,35	
268	ADU-93A (PAH-10)	378841,93	4425915,82	737,95	410,05	412,40	Tamamlandı	541,85	327,90
269	ADU-94	379934,04	4423929,55	703,93	107,70	111,50	Tamamlandı	125,90	596,23
270	ADU-95 (Ö-12A)	380061,13	4427402,63	551,02	319,55	329,50	Tamamlandı	480,70	231,47
271	ADU-96	379914,07	4423929,52	704,62	108,45	114,80	Tamamlandı	118,25	596,17
272	ADU-97 (PAH-11)	378849,35	4425453,54	668,72	180,40	192,70	Tamamlandı	387,10	488,32
273	ADU-98 (Ö-13)	379994,76	4427009,40	615,79	359,90	372,70	Tamamlandı	532,80	255,89
274	ADU-99 (PAH-13)	380992,16	4426004,39	597,49	207,85	215,70	Tamamlandı	352,20	389,64
275	ADU-100	379918,97	4426233,98	652,20	404,45	416,85	Tamamlandı	560,20	247,75
276	ADU-101 (PAH-12)	381105,88	4428188,21	550,18	215,45	223,65	Tamamlandı	370,35	334,73
277	ADU-102	380009,65	4428393,05	529,76	365,90	378,10	450,30 m' de kuyu terk edildi	450,30	163,86
278	ADU-103	380060,31	4426793,11	617,06	347,90	359,00	Tamamlandı	494,20	269,16
279	ADU-104	379689,72	4426744,33	678,52	457,35	462,30	Tamamlandı	612,35	221,17
280	ADU-105	379325,09	4428337,12	573,27	330,25	349,20	Tamamlandı	493,75	243,02
281	ADU-106	379333,20	4426983,85	653,21	425,10	547,60	547,60 m' de kuyu terk edildi	547,60	228,11
282	ADU-107 (PAH-14)	380793,54	4424708,18	638,59	283,75	291,40	369,85 m' de kuyu terk edildi	369,85	354,84
283	ADU-108	379793,24	4429019,09	500,98	380,55	396,45	Tamamlandı	552,50	120,43
284	ADU-109	379704,10	4427404,35	575,86	333,20	344,55	Tamamlandı	527,20	242,66
285	ADU-110	379366,27	4427686,19	610,23	369,70	383,00	Tamamlandı	548,20	240,53
286	ADU-111	378707,23	4428357,63	646,34	433,25	450,00	572,35 m' de kuyu terk edildi	572,35	213,09
287	ADU-112	378194,22	4423674,03	726,56	179,35	187,95	Tamamlandı	224,35	547,21

288	ADU-113	379212,63	4429579,31	548,21	386,65	392,80	514,80 m' de kuyu terk edildi	514,80	161,56
289	ADU-114	378136,05	4423696,01	728,17	200,45	205,00	Tamamlandı	213,85	527,72
290	ADU-115	378172,56	4423755,82	732,10	175,05	185,15	Tamamlandı	197,35	557,05
291	ADU-116	378084,39	4423831,45	732,19	185,05	195,25	Tamamlandı	220,35	547,14
292	ADU-117	378017,60	4423760,04	734,68	215,30	227,65	Tamamlandı	233,20	519,38
293	ADU-118	379363,71	4426271,59	793,35	555,55	567,35	Tamamlandı	1004,05	237,80
294	ADU-119	378797,24	4426198,00	806,84	493,25	506,30	Tamamlandı	643,10	313,59
295	ADU-120	379000,00	4427333,00	685,00			Tamamlandı	571,20	
296	ADU-121	379365,00	4426618,00	743,00	527,30	574,00	Tamamlandı	686,00	
297	ADU-122	378333,00	4427000,00	690,00	510,75	586,20	Tamamlandı	615,60	
298	ADU-123	377482,85	4423702,17	760,46			Tamamlandı	260,35	

EK 2: E Sektörü Projesi Dışında Kalan Sondaj Veri Tablosu

Sondaj Adı	Kömür Giriş Derinliği (m)	Kömür Çıkarış Derinliği (m)	Kalınlık (m)	Orjinal (kcal)	Havada Kuru (kcal)	Orjinal Nem (%)	Havada Kuru Nem (%)	Orjinal Kül (%)	Havada Kuru Kül (%)	Orjinal Küllük (%)	Havada Kuru Küllük (%)	Orjinal Uçucu Madde Oranı (%)	Havada Kuru Uçucu Madde Oranı (%)	Orjinal Karbon (%)	Havada Kuru Karbon (%)
ADU-033	191,70	192,45	0,75	2 048	2 465	16,10	2,78	39,13	45,34	3,23	3,74	33,07	38,32	11,70	13,56
ADU-033	249,65	251,20	1,55	1 204	1 484	15,52	2,22	53,35	61,75	0,87	1,00	20,43	23,65	10,70	12,39
ADU-033	257,75	258,55	0,80	776	1 050	19,43	3,05	55,66	66,97	0,90	1,08	16,20	19,50	8,71	10,49
ADU-036	79,75	81,15	1,40	3 023	4 387	34,47	9,62	16,70	23,03	1,85	2,55	23,60	32,55	25,23	34,80
ADU-036	81,75	82,15	0,40	2 029	2 827	25,19	2,27	37,73	49,28	2,83	3,70	24,35	31,81	12,73	16,64
ADU-036	82,55	82,85	0,30	1 199	1 570	18,79	1,80	53,46	64,64	1,69	2,05	16,90	20,44	10,85	13,12
ADU-036	88,20	88,90	0,70	1 365	1 797	19,82	1,97	50,26	61,45	2,12	2,60	18,40	22,50	11,52	14,09
ADU-041	71,70	73,15	1,45	2 860	3 942	29,70	5,57	23,05	30,31	1,74	2,29	23,59	31,02	23,66	31,11
ADU-041	73,75	74,45	0,70	2 213	2 888	22,67	3,95	34,57	42,94	2,59	3,21	26,94	33,46	15,82	19,65
ADU-041	75,15	75,35	0,20	593	777	15,73	2,45	66,20	76,63	1,39	1,61	13,16	15,24	4,91	5,69
ADU-041	75,75	75,85	0,10	1 817	2 334	21,61	4,68	43,55	52,95	3,38	4,10	18,55	22,56	16,29	19,81
ADU-041	79,90	80,05	0,15	1	182	29,19	6,81	60,51	79,63	0,03	0,04	8,02	10,56	2,28	3,00
ADU-041	80,90	81,25	0,35	161	417	30,62	6,55	56,84	76,57	0,27	0,36	9,17	12,36	3,36	4,53
ADU-057	141,45	141,80	0,35	1 555	1 809	12,21	1,74	60,01	67,17	1,78	1,99	14,63	16,38	13,14	14,71
ADU-057	142,60	142,85	0,25	1 391	1 707	15,04	1,37	53,48	62,09	1,70	1,97	19,62	22,77	11,86	13,77
ADU-061	93,60	94,80	1,20	2 969	4 283	30,74	5,07	19,39	26,59	1,69	2,31	25,43	34,85	24,44	33,49
ADU-061	95,20	95,90	0,70	2 119	2 889	24,61	3,07	36,91	47,45	2,05	2,64	22,27	28,63	16,22	20,85
ADU-061	96,30	97,30	1,00	1 383	1 824	20,48	2,55	51,17	62,71	1,85	2,26	17,20	21,08	11,15	13,66
ADU-061	100,55	101,65	1,10	867	1 135	17,33	2,02	59,28	70,25	0,65	0,77	15,82	18,74	7,58	8,98
ADU-065	79,90	80,00	0,10	343	430	9,06	0,49	57,94	63,40	2,99	3,27	32,37	35,42	0,62	0,68
ADU-065	80,20	81,40	1,20	3 051	4 569	32,66	4,48	17,53	24,87	1,17	1,65	24,64	34,95	25,16	35,69
ADU-065	81,50	81,55	0,05	2 355	3 294	26,97	3,56	31,52	41,62	2,67	3,52	27,04	35,71	14,47	19,11
ADU-065	81,85	82,60	0,75	2 265	3 152	26,38	3,40	34,44	45,19	2,23	2,93	23,38	30,68	15,80	20,73
ADU-065	83,10	83,40	0,30	826	1 087	17,31	1,89	62,50	74,16	1,29	1,53	14,88	17,66	5,31	6,30

Sonda j Adı	Kömür Giriş Derinliği (m)	Kömür Çıkaş Derinliği (m)	Kalınlık (m)	Orjinal (kcal)	Havada Kuru (kcal)	Orjinal Nem (%)	Havada Kuru Nem (%)	Orjinal Kül (%)	Havada Kuru Kül (%)	Orjinal Küktürt (%)	Havada Kuru Küktürt (%)	Orjinal Uçucu Madde Oranı (%)	Havada Kuru Uçucu Madde Oranı (%)	Orjinal Karbon (%)	Havada Kuru Karbon (%)
ADU-065	83,60	83,95	0,35	1 305	1 742	20,79	2,37	52,51	64,73	1,44	1,78	16,05	19,78	10,65	13,13
ADU-065	87,15	87,25	0,10	650	996	23,26	1,55	58,57	75,14	5,60	7,18	14,63	18,77	3,55	4,55
ADU-065	87,85	88,25	0,40	1 267	1 690	20,24	1,94	53,07	65,25	1,23	1,51	17,05	20,96	9,64	11,86
ADU-069	64,30	65,05	0,75	977	1 264	18,01	2,86	59,62	70,64	1,39	1,64	14,60	17,29	7,77	9,21
ADU-070	63,30	64,60	1,30	1 696	2 233	21,54	3,00	46,73	57,76	2,33	2,88	18,15	22,44	13,59	16,80
ADU-073	47,05	48,45	1,40	1 747	2 377	23,68	2,97	42,24	53,70	2,43	3,09	21,40	27,21	12,68	16,12
ADU-073	49,40	49,55	0,15	1 429	1 855	19,84	2,79	51,71	62,70	3,51	4,25	19,37	23,49	9,09	11,02
ADU-074	71,85	73,00	1,15	2 475	3 798	33,06	4,03	25,39	36,40	2,13	3,06	21,78	31,23	19,77	28,34
ADU-074	73,50	73,90	0,40	1 775	2 370	22,27	2,58	45,63	57,19	2,59	3,25	21,72	27,22	10,38	13,01
ADU-074	80,60	80,75	0,15	526	679	13,72	1,70	68,94	78,55	0,74	0,84	12,95	14,75	4,40	5,01
ADU-074	80,85	81,15	0,30	1 177	1 492	17,00	2,09	58,26	68,72	1,44	1,70	16,83	19,85	7,92	9,34
ADU-075	126,70	128,00	1,30	3 260	4 772	31,96	5,12	15,74	21,95	2,12	2,96	25,40	35,41	26,90	37,51
ADU-075	128,55	129,25	0,70	2 538	3 483	26,10	3,66	31,55	41,12	3,66	4,77	22,61	29,48	19,74	25,73
ADU-075	129,65	129,75	0,10	2 353	3 241	25,49	2,89	33,66	43,87	3,22	4,20	21,60	28,15	19,26	25,10
ADU-075	130,05	130,35	0,30	2 055	2 771	23,49	2,68	38,58	49,07	3,01	3,83	20,49	26,06	17,44	22,18
ADU-075	133,35	133,40	0,05	539	994	30,65	2,36	51,19	72,07	0,59	0,83	11,99	16,89	6,17	8,68
ADU-075	134,10	134,25	0,15	1 442	2 118	27,45	3,14	42,94	57,33	2,57	3,44	16,73	22,33	12,88	17,19
ADU-075	178,50	178,70	0,20	21	130	17,50	2,44	73,25	86,62	0,58	0,69	8,49	10,04	0,76	0,90
ADU-075	178,70	179,25	0,55	122	278	20,74	3,08	66,55	81,38	0,74	0,90	10,10	12,35	2,61	3,19
ADU-075	179,90	180,00	0,10	4	139	21,25	2,93	68,62	84,58	0,20	0,25	8,96	11,05	1,17	1,44
ALK-009	83,00	83,15	0,15	3 312	4 145	23,51	7,15	24,41	29,63	4,38	5,32	25,77	31,28		
ALK-009	88,15	89,30	1,15	2 837	3 890	27,38	5,03	26,54	34,70	2,49	3,26	23,24	30,39		
EFO-002	60,70	61,85	1,15	2 727	3 310	26,62	13,43	29,16	34,40	2,62	3,09	25,85	30,50		
EFO-002	62,80	63,20	0,40	2 047	2 862	27,16	4,59	37,11	48,61	4,07	5,33	20,29	26,58		
EFO-004	79,60	80,85	1,25	2 458	3 371	29,64	8,53	29,81	38,76	3,19	4,14	20,66	26,86		

Sonda j Adı	Kömür Giriş Derinliği (m)	Kömür Çıkış Derinliği (m)	Kahnlık (m)	Orjinal (kcal)	Havada Kuru (kcal)	Orjinal Nem (%)	Havada Kuru Nem (%)	Orjinal Kül (%)	Havada Kuru Kül (%)	Orjinal Kükürt (%)	Havada Kuru Kükürt (%)	Orjinal Uçucu Madde Oranı (%)	Havada Kuru Uçucu Madde Oranı (%)	Orjinal Karbon (%)	Havada Kuru Karbon (%)
EFO-004	82,00	82,33	0,33	1 945	2 234	20,49	11,42	45,19	50,34	4,07	5,33	18,50	20,61		
EFO-007	194,30	194,80	0,50	1 907	2 280	16,33	3,81	49,95	57,43	2,11	2,42	17,86	20,53		
EFO-007	199,10	200,78	1,68	2 058	2 633	21,46	4,37	41,88	50,99	2,58	3,15	19,78	24,09		
EFO-007	201,78	202,18	0,40	1 395	1 726	16,83	2,96	53,86	62,84	1,97	2,30	18,06	21,07		
EFO-017	108,15	108,45	0,30	1 802	2 273	18,91	2,93	50,67	60,66	2,10	2,51	17,88	21,40		
EFO-017	112,50	113,50	1,00	1 959	2 940	31,26	4,73	31,66	43,88	1,57	2,17	21,50	29,80		
EFO-017	114,80	115,30	0,50	1 607	2 363	29,09	4,63	39,61	53,27	2,81	3,78	17,28	23,24		
EFO-019	138,50	138,80	0,30	2 930	3 810	23,87	4,80	31,41	39,28	2,26	2,83	23,58	29,48		
EFO-019	142,30	142,60	0,30	3 402	4 765	29,51	5,41	18,35	24,62	4,59	6,16	27,04	36,28		
EFO-019	142,60	143,35	0,75	3 239	4 278	28,29	8,80	19,90	25,31	1,56	1,99	25,12	31,95		
EFO-019	144,00	144,30	0,30	3 133	4 400	29,19	5,05	21,43	28,74	3,72	4,99	23,58	31,62		
EFO-020	79,70	81,00	1,30	3 278	4 921	33,12	4,68	15,59	22,22	2,63	3,75	24,90	35,49		
EFO-020	81,40	82,15	0,75	2 478	3 399	25,87	3,56	33,57	43,67	3,03	3,94	22,78	29,64		
EFO-020	82,25	83,10	0,85	1 136	1 413	15,44	1,84	58,41	67,81	2,44	2,84	18,94	21,99		
EFO-020	147,70	147,90	0,20	247	407	19,76	4,32	66,41	79,18	0,82	0,98	11,07	13,20		
ESE-004	75,20	75,50	0,30	2 076	2 863	26,29	4,49	38,22	49,52	2,59	3,36	21,39	27,72		
ESE-004	76,25	76,60	0,35	1 764	2 386	24,19	4,11	43,51	55,04	3,01	3,81	19,11	24,17		
SMS-012	100,45	101,45	1,00	1 577	2 032	20,22	3,45	47,81	57,86	0,78	0,95	19,81	23,97		
SMS-012	101,45	101,90	0,45	509	658	13,67	1,87	66,43	75,51	0,67	0,77	16,46	18,71		
SON-027	191,50	192,75	1,25	3 350	4 540	30,42	9,38	15,83	20,62	2,14	2,78	25,91	33,75		
SON-027	193,05	193,25	0,20	2 049	2 721	23,63	4,16	38,73	48,60	4,39	5,51	30,95	38,84		
SON-027	193,25	193,60	0,35	1 195	1 415	13,23	2,50	59,42	66,77	2,50	2,81	18,79	21,11		
SON-027	193,60	194,10	0,50	2 759	3 619	25,27	6,03	29,29	36,84	3,81	4,79	23,94	30,11		
SON-027	194,50	195,05	0,55	1 781	2 184	17,67	3,67	48,73	57,02	4,55	5,33	18,77	21,96		
SON-027	256,70	257,10	0,40	339	514	20,00	4,87	63,45	75,45	1,16	1,38	11,54	13,73		



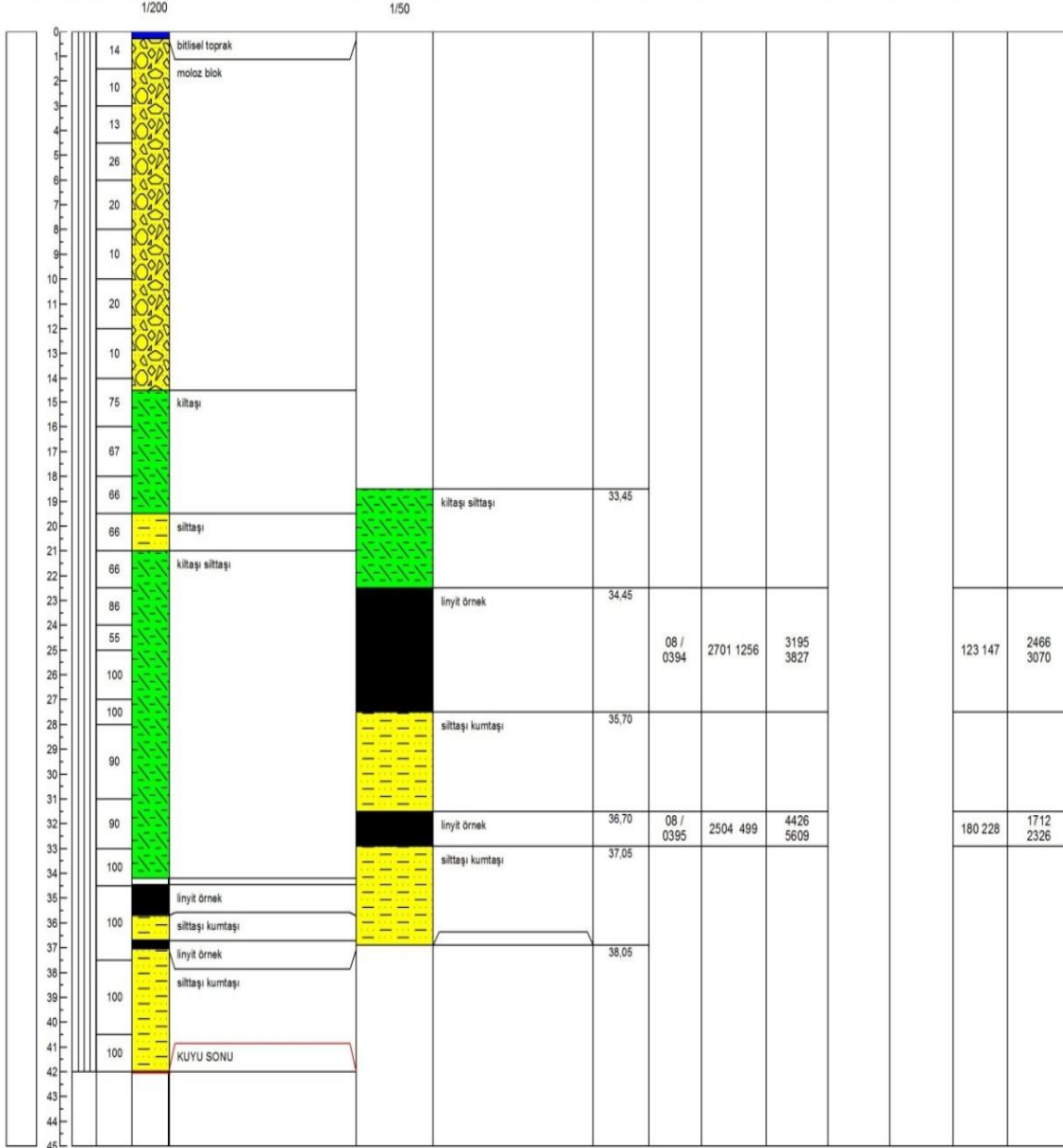
Sondaj Adı	Kömür Giriş Derinliği (m)	Kömür Çıkış Derinliği (m)	Kalınlık (m)	Orjinal (kcal)	Havada Kuru (kcal)	Orjinal Nem (%)	Havada Kuru Nem (%)	Orjinal Kül (%)	Havada Kuru Kül (%)	Orjinal Kükürt (%)	Havada Kuru Kükürt (%)	Orjinal Uçucu Madde Oranı (%)	Havada Kuru Uçucu Madde Oranı (%)	Orjinal Karbon (%)	Havada Kuru Karbon (%)
<b>SON-028</b>	193,55	193,95	0,40	3 247	4 050	23,26	7,17	24,61	29,77	2,00	2,41	25,14	30,41		
<b>SON-028</b>	194,05	194,70	0,65	1 949	2 387	17,18	2,88	48,20	56,52	4,24	4,97	19,78	23,19		
<b>SON-028</b>	195,00	195,30	0,30	3 615	4 601	25,28	7,74	17,09	21,10	1,01	1,25	26,76	33,05		
<b>SON-028</b>	273,25	273,55	0,30	1 201	1 526	20,10	5,57	54,26	64,13	0,45	0,53	15,80	18,68		
<b>SON-029</b>	184,35	184,70	0,35	2 386	3 100	22,58	3,97	34,86	43,24	1,99	2,47	24,59	30,50		
<b>SON-029</b>	188,60	189,85	1,25	2 364	3 166	26,33	6,29	32,68	41,57	2,72	3,46	20,95	26,65		
<b>SON-029</b>	190,35	190,80	0,45	2 972	3 992	25,95	4,70	26,76	34,44	3,70	4,76	22,34	28,75		
<b>SON-031</b>	172,00	173,40	1,40	4 168	5 042	22,30	8,02	14,34	16,98	1,90	2,24	29,42	34,83		
<b>SON-031</b>	174,00	174,70	0,70	3 076	3 531	15,55	5,05	35,40	39,80	3,83	4,30	27,60	31,03		
<b>SON-031</b>	175,65	176,00	0,35	3 241	3 781	17,20	5,50	31,51	35,97	4,31	4,91	26,30	30,01		
<b>SON-031</b>	179,50	180,50	1,00	1 697	1 902	11,08	3,07	56,24	61,31	1,23	1,34	20,77	22,64		
<b>SON-031</b>	245,30	246,80	1,50	450	672	21,38	4,51	61,18	74,31	0,72	0,87	12,35	15,00		
<b>SON-031</b>	250,40	251,00	0,60	378	574	19,52	3,10	65,31	78,63	0,69	0,83	11,14	13,41		
<b>SON-031</b>	251,55	252,25	0,70	377	585	20,74	3,59	61,96	75,36	0,57	0,69	11,54	14,04		
<b>SON-031</b>	301,60	301,80	0,20	1 349	1 720	19,39	3,94	53,47	63,72	0,47	0,56	16,59	19,77		
<b>MTA-025A</b>	88,16	89,36	1,20	2 955	3 979	32,45	13,00	20,40	26,27						
<b>MTA-025A</b>	90,03	90,63	0,60	2 468	2 971	26,12	14,00	34,15	39,76						
<b>MTA-044</b>	58,55	59,80	1,25	2 341	2 858	24,01	10,67	35,67	41,92						
<b>MTA-053</b>	102,65	104,05	1,40	3 123	4 260	31,36	10,40	16,97	22,15	1,80	2,35	26,46	34,54	25,21	32,91
<b>MTA-053</b>	104,45	104,95	0,50	3 123	4 260	31,36	10,40	16,97	22,15	1,80	2,35	26,46	34,54	25,21	32,91
<b>MTA-053</b>	106,05	106,75	0,70	3 123	4 260	31,36	10,40	16,97	22,15	1,80	2,35	26,46	34,54	25,21	32,91

EK 3: E Sektörü Projesi İçinde Kalan Sondaj Logları

ADULARYA ENERJİ VE MADENCİLİK A.Ş. CEYHUN ATIF KANSU CAD. ATA PLAZA No:100/35 K:11 BALGAZ/ANKARA				SONDAJ KUYU LOGU				ADULARYA ENERJİ VE MADENCİLİK A.Ş.									
PROJE ADI				ESKİŞEHİR-MİHALLIÇCIK-KOYUNAGILI KÖMÜR SONDAJLARI				LOGU HAZIRLAYAN									
BAŞLAMA TARİHİ				SONDAJIN ÇAPI		SONDAJIN SEKLI		EGEMEN TÜRKMEN									
BİTİŞ TARİHİ				HW-NW		DİK		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI									
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	1/200	DAMAR STAMPI	ACIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lub.No	%					Kcal/Kg		
										KÖMÜRLÜ SEVIYE						Su	Kül
										a. Orjinal Kömürde		b. Havada Kuru Kömürde		Alt Isıl Değer			
							Alüvyon										
							Kireçtaşı: gri-bej renkli, çakıtaşı ara seviyeli										
							Kireçtaşı: gri-bej renklende, silisli kumtaşı ara bantlı	23.70									
							Silttaşı: gri-bej-kahve renklende										
							Bükmü yeşil-Marm: gri-koyu gri-yeşil renklende	Linyit örneği: silis, yer yer kırıklı (1.50)	24.70	2010-042A	28.64 3.38	38.80 49.87	20.22 25.99	18.28 20.92	2.28 2.53	2382 3428	
							Silttaşı: kırmızı-bordo renklende, yer yer siyah boyamalı ve silis, yer yer bitli koku	Kireçtaşı: silisli	26.30								
							Kireçtaşı: gri-bej renklende, silisliye kumtaşı ara bantlı	Silttaşı: gri-koyu gri renklende, organik boyamalı	26.40								
							Linyit örneği: silis, yer yer kırıklı (1.50)	Linyit örneği: silis (0.30)	27.25	2010-043A	24.70 3.52	30.70 41.58	21.37 28.93	19.30 26.13	1.40	1978	
							Kireçtaşı: silisli	Kireçtaşı: gri-koyu gri renklende, silisliye, yer yer linyit boyamalı	27.65								
							Silttaşı: gri-koyu gri renklende, organik boyamalı		28.35								
							Linyit örneği: silis (0.30)										
							Kireçtaşı: gri-koyu gri renklende, silisliye, yer yer linyit boyamalı										
							Silttaşı: gri-koyu gri-yeşil renklende, yer yer organik boyamalı										
							Kumtaşı: yeşil-yeşil renklende, marm ara bantlı										
							Konglomera: kuvar, ultrabazik radyolarit çakılı, yeşil-koyu yeşil renklende, konglomeratik kumtaşı ara seviyeli										
							Kiltaş: bordo-kahve-kırmızı renklende, yer yer az siğme özellikli										
							Konglomeratik kumtaşı-konglomera: yeşil-koyu yeşil renklende										
							Kiltaş: kırmızı-bordo-kahve renklende, kıltaşı yer yer az siğme özellikli										
							Çamurtaş:Kiltaş: bordo-kahve renkli, kıltaşı yer yer az siğme özellikli										
							Konglomeratik kumtaşı-konglomera: çamurtaş ara seviyeli										
							Çamurtaş: bordo kahve renkli, konglomeratik kumtaşı ara seviyeli										
							Çamurtaş:Kiltaş: bordo-kahve renkli, kıltaşı yer yer az siğme özellikli, kayma yüzeyli										
							Kiltaş-Kil: yeşil-koyu yeşil renklende										
							Çamurtaş: kahve-kırmızı: bordo renklende										
							Kiltaş-Çamurtaş: bordo-kahve renkli, kıltaşı yer yer kayma yüzeyli, az siğme özellikli, konglomeratik kumtaşı bantlı										
							Çamurtaş: bordo-kahve yeşil renkli, kayma yüzeyli, kıltaşı ara seviyeli										
							Kiltaş-Kil: yeşil-koyu yeşil renklende, kıltaşı yer yer az siğme özellikli, yer yer kayma yüzeyli, çamurtaş ara seviyeli										
							Konglomeratik kumtaşı-konglomera										
							Çamurtaş: bordo-kahve yeşil renkli										
							KUYU SONU										

ADULARYA ENERJİ VE MADENCİLİK A.Ş. CEYHUN ATIF KANSU CAD. ATA PLAZA No:100/35 K:11 BALGAT/ANKARA	<b>SONDAJ KUYU LOGU</b>	
--	-------------------------	---

PROJE ADI		ESKİŞEHİR MİHALIÇCIK KOYUNAĞILI LİNYİT ETÜDÜ				LOGU HAZIRLAYAN		ADULARYA ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM VE MADENCİLİK A.Ş.							
BAŞLAMA TARİHİ		01.03.2008		SONDAJIN ÇAPI	SONDAJIN ŞEKLİ	ADULARYA ENERJİ AŞ									
BİTİŞ TARİHİ		08.03.2008		H-NW	DİK	KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI									
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	AÇIKLAMALAR	KÖMÜRLÜ SEVİYE		a: Orjinal Kömürde			b: Havada Kuru Kömürde				
						DAMAR STAMPI	AÇIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lab. No	%					Kcal/kg
										Su	Kül	Ucucu Mad.	Sabit C	+ S	



KUYU NO	ESE-1	KOORDİNATLAR			KONTROL
DERİNLİK (m)	42,00 m	X : 24 000,21	Y : 82 329,46	Z : 556,96	T.EYYUBOĞLU

## SONDAJ KUYU LOGU



PROJE ADI		ADULARYA ENERJİ MİHALIÇCIK-KOYUNAĞILI KÖMÜR SONDAJLARI			LOGU HAZIRLAYAN		ADULARYA								
BAŞLAMA TARİHİ		SONDAJIN ÇAPI		SONDAJIN ŞEKLİ		ADULARYA									
BİTİŞ TARİHİ		14/03/2008		NQ		DİK ROTARY		ADULARYA							
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	AÇIKLAMALAR	DAMAR STAMPI	AÇIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lab. No	KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI					
										a: Orijinal Kömürde		b: Havada Kuru Kömürde		%	
										Su	Kül	Ucucu Mad.	Sabit C	+ S	Alt Isıl Değer

0	Kırıntılı	Bitkisel toprak													
1	Kırıntılı	Kiltaş, silttaş, gri, bej, yeşilimsi gri													
2															
3															
4															
5	30														
6															
7	75														
8	90														
9	100														
10															
11	100	Tüft													
12		Aglomera													
13		Tüft													
14	100	Kiltaş, silttaş ara seviyeli													
15															
16	100	Tüft													
17															
18	100	Kiltaş, kumtaş ara seviyeli													
19															
20	100														
21															
22	100	Kiltaş, şeyl ara seviyeli													
23															
24	100	Kiltaş, silttaş													
25															
26	100														
27															
28	100														
29															
30	100														
31															
32	100														
33															
34	100														
35															
36	100														
37															
38	100														
39															
40	100	Kiltaş, şeyl ara seviyeli													
41															
42	100														
43															
44	100														
45															
46	100														
47															
48	100														
49															
50	100	Kiltaş, 50-50-50 arası linyit boyamalı													
51															
52	100														
53															
54	100	Linyit													
55															
56	100	Kiltaş, silttaş													
57															
58	100	Linyit													
59															
60															

KUYU NO	ESE-2	KOORDİNATLAR			KONTROL
DERİNLİK (m)	58.50 m	X : 24304.46	Y : 82327.62	Z : 572.13	T.EYYUBOĞLU

## SONDAJ KUYU LOGU



ADULARYA  
ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM VE MADENCİLİK A.Ş.

PROJE ADI		ADULARYA ENERJİ MIHALIÇCIK-KOYUNAGILI KÖMÜR SONDAJLARI			LOGU HAZIRLAYAN										
BAŞLAMA TARİHİ		12/03/08	SONDAJIN ÇAPI	SONDAJIN ŞEKLİ											
BİTİŞ TARİHİ		16/03/08	NQ	DİK ROTARY											
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	AÇIKLAMALAR	DAMAR STAMPI	AÇIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lab. No	KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI					
										a: Orijinal Kömürde		b: Havada Kuru Kömürde			
										%					Kcal/kg
										Su	Kül	Ucucu Mad.	Sabit C	+ S	Alt Isıl Değer

0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																
45																
46																
47																
48																
49																
50																
51																
52																
53																
54																
55																
56																
57																
58																
59																
60																

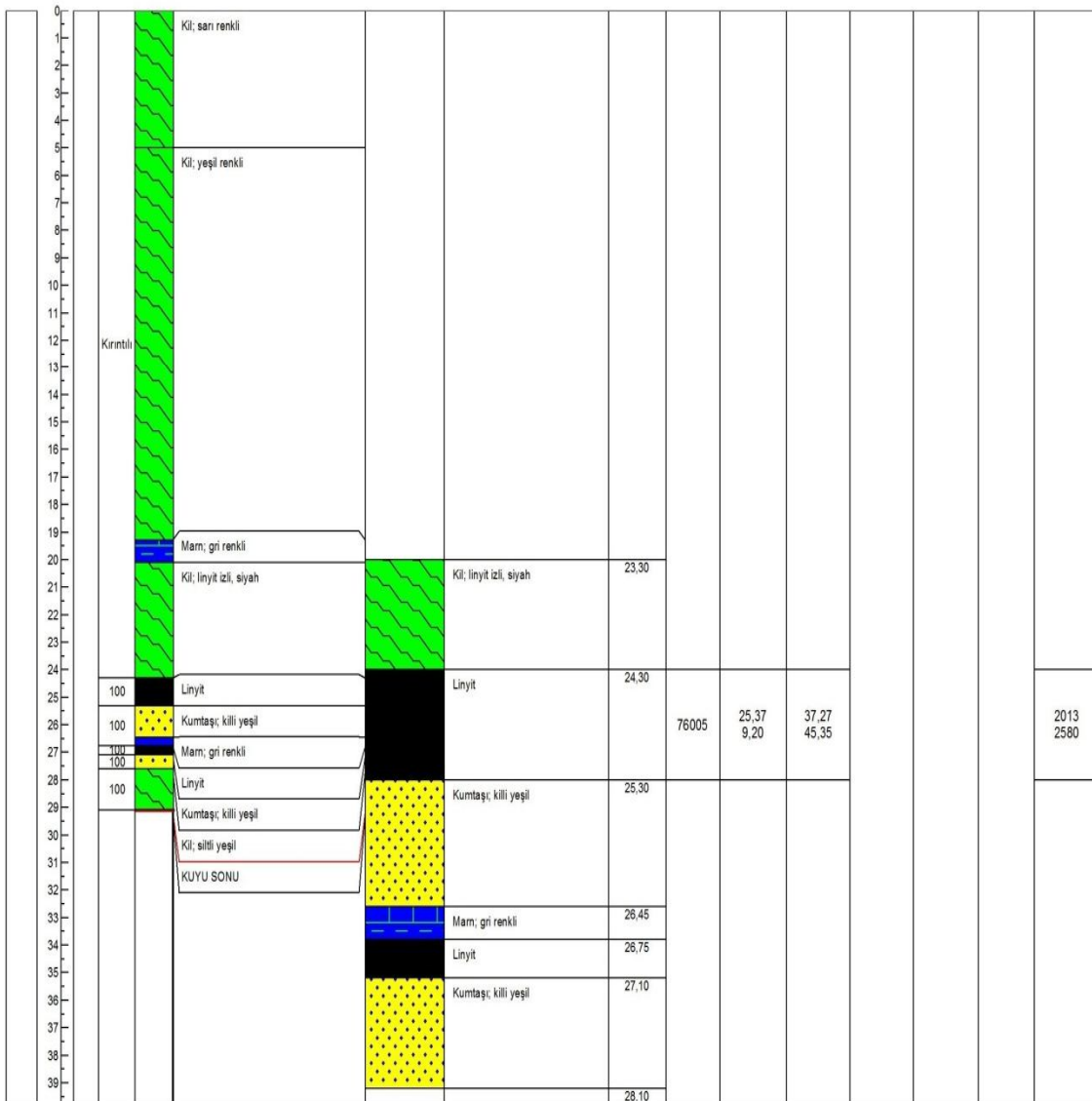
KUYU NO	ESE-3	KOORDİNATLAR			KONTROL
DERİNLİK (m)	58.00	X : 24009.42	Y : 82653.44	Z : 551.02	T.EYYUBOĞLU



# SONDAJ KUYU LOGU

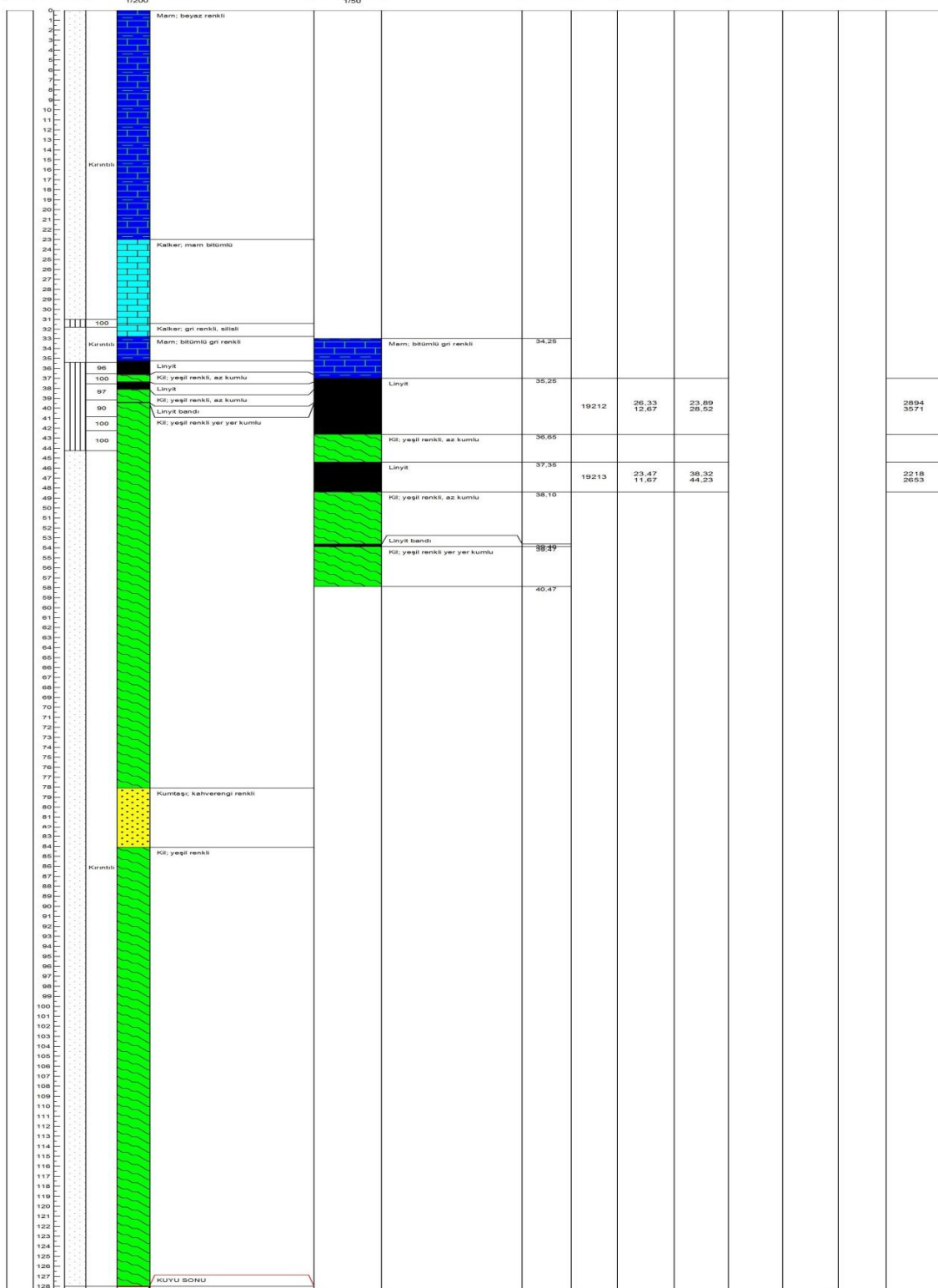


PROJE ADI		BEYPAZARI KÖMÜR HAVZASI KOYUNAĞILI SEKTÖRÜ			LOGU HAZIRLAYAN		FARUK BULUTOĞLU							
BAŞLAMA TARİHİ		20.07.1976		SONDAJIN ÇAPI	SONDAJIN ŞEKLİ		LOGU HAZIRLAYAN							
BİTİŞ TARİHİ		21.07.1976		H-NW	Dik		FARUK BULUTOĞLU							
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	AÇIKLAMALAR	KÖMÜRLÜ SEVİYE		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI						
						DAMAR STAMPI	AÇIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lab. No	%				Kcal/kg
										Su	Kül	Ucucu Mad.	Sabit C	
						a: Orijinal Kömürde		b: Havada Kuru Kömürde						



KUYU NO	MTA-16	KOORDİNATLAR			KONTROL
DERİNLİK (m)	29.10 m	X : 24 482.4	Y : 82 728.2	Z : 556.1	T.EYYUBOĞLU

PROJE ADI		BEYPAZARI KÖMÜR HAVZASI KOYUNAĞILI SEKTÖRÜ		
BAŞLAMA TARİHİ	25.07.1975	SONDAJIN ÇAPI	SONDAJIN ŞEKLİ	LOGU HAZIRLAYAN
BİTİŞ TARİHİ	28.07.1975	H-NW	Dik	
YÜKSEKLİK (m)		KÖMÜRLÜ SEVİYE		
DERİNLİK (m)		KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI		
İLERİLEME ŞEKLİ (m)		a: Original Kömürde b: Havada Kuru Kömürde		
MAKROT (%)		%		
LİTOLOJİK STAMP		Kcal/kg		
ACIKLAMALAR		Alt Isıl Değer		
		DANAR STAMPE	ACIKLAMALAR	DERİNLİK (m)
				Lab. No
				Su
				Kül
				Ucucu Mad.
				Sabit C
				+ S



KUYU NO	MTA-42	COORDİNATLAR	KONTROL
DERİNLİK (m)	128,00 m	X : 23 840,47 Y : 81 686,91 Z : 664,13	T.EYYUBOĞLU

ADULARYA ENERJİ VE MADENCİLİK A.Ş.  
CEYHUN ATIF KANSU CAD. ATA PLAZA  
No:100/35 K:11 BALGAT/ANKARA

## SONDAJ KUYU LOGU



PROJE ADI		Edit-Text				ADULARYA									
BAŞLAMA TARİHİ		Edit-Text		SONDAJIN ÇAPI	SONDAJIN ŞEKLİ	LOGU HAZIRLAYAN									
BİTİŞ TARİHİ		Edit-Text		Edit-Text	Dik	Edit-Text									
YÜKSEKLİK (m)	DERİNLİK (m)	İLERLEME ŞEKLİ (m)	KAROT (%)	LİTOLOJİK STAMP	AÇIKLAMALAR	KÖMÜRLÜ SEVİYE			KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI						
						DAMAR STAMPI	AÇIKLAMALAR	DERİNLİK (m)	Lab. No	%					Kcal/kg
										Su	Kül	Ucucu Mad.	Sabit C	+ S	
		1/200		1/50											

0																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			

KUYU NO	MTA-45	KOORDİNATLAR				KONTROL
DERİNLİK (m)	47,50	X : 4423940.53	Y : 382649.45	Z : 559.23	T.EYYUBOĞLU	



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aygün TÜRE  
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir, 13.09.1983  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : (0 544) 580 5858 / aygunture@hotmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Eskişehir Süleyman Çakır Lisesi / 2000  
Lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık  
Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü / 2005

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Etibor Açık Ocak İşletmesi (Vardiya Mühendisi), Hisarcık/KÜTAHYA,  
Temmuz 2009/Ocak 2011  
Yamaç Madencilik Ltd. Şti.(Açık Ocak Şantiye Şefi) Mihalıççık/ESKİŞEHİR,  
Ocak 2011/Kasım 2012  
Adularya Enerji, Elektrik Üretimi ve Madencilik AŞ.  
(Sondaj Arama/Değerlendirme Birimi) Mihalıççık/ESKİŞEHİR,  
Kasım 2012/Ocak 2013  
Adularya Enerji, Elektrik Üretimi ve Madencilik AŞ.  
(Yerüstü Birimlerinden Sorumlu İş Güvenliği Uzmanı) Mihalıççık/ESKİŞEHİR,  
Ocak 2013/Eylül 2013  
Risk MED; Mühendislik Eğitim ve Danışmanlık  
(İş Güvenliği Uzmanı) ESKİŞEHİR,  
Eylül 2013/Halen devam etmekte.

