İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AMASRA (BARTIN) HAVZASI KARBONİFER KÖMÜRLERİNDEKİ GAZLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK ÖNEMİ

Jeo.Müh. Aysun TEKİNIRK
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman
Yard.Doç.Dr Hasan EMRE

Haziran, 2012

İSTANBUL

Bu çalışma 20/06/ 2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Yard.Doç.Dr. Hasan EMRE
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof.Dr.Simav BARGU
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof.Dr.Hüseyin ÖZTÜRK
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof.Dr. Vedat DİDARİ
Bülent Ecevit Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Doç.Dr. Hakan HOŞGÖRMEZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında her türlü destek ve yardımından dolayı danışman hocam Yard.Doç.Dr. Hasan EMRE' ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımı ve laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirmemi sağlayan HEMA Doğal Enerji Kaynakları Anonim Şirketi'ne ve özellikle çalışmamda yol gösterici olan Maden Yük.Müh. Tamer HIZAL'a, Petrol ve Doğalgaz Yük.Müh. Selçuk GÜRPINAR'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım esnasında kömürdeki gaz miktarının hesaplanmasında yardımcı olan Jeo.Yük.Müh. Mustafa YILMAZ'a; numune alımında yardımcı olan Jeo.Müh Çağrı YILMAZ'a ; haritaların çiziminde yardımcı olan Maden Müh. Arzu DURUL'a ve sahanın jeolojisinin aydınlatılmasında yardımcı olan Jeo.Yük.Müh. Ahmet YAVUZ'a çok teşekkür ederim.

Benim için her zaman yol gösterici olan değerli hocam Prof.Dr.Vedat DİDARİ'ye yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez yazım çalışmalarım sırasında beni motive eden, yardımlarını ve desteklerini aldığım değerli arkadaşlarım Makine Müh. H.Reha KÜPCÜ ve Maden Müh. Cihan ERSOY'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca aldığım tüm kararlarımda yanımda olan ve beni her zaman destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2012 **Aysun TEKİNIRK**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i

ŞEKİL LİSTESİ iv

TABLO LİSTESİ vi

SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ vii

ÖZET viii

SUMMARY ix

1.GİRİŞ 1

1.1.ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI 1

2.GENEL KISIMLAR 2

2.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI 2

2.1.1.Coğrafi Konumu ve Ulaşımı 3

2.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü 3

2.1.3. Morfolojisi 4

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5

2.3. BÖLGESEL JEOLOJİ 8

2.4. GENEL JEOLOJİ 11

2.4.1. Paleozoyik Yaşlı Birimler 11

2.4.2. Mesozoyik Yaşlı Birimler 17

2.4.3. Senozoyik 22

2.5. YAPISAL JEOLOJİ 23

2.5.1. Kıvrımlar 23

2.5.2. Faylar 25

2.5.3. Orojenez ve Fazlar 26

2.5.4. Bölge Jeolojisinin Gelişimi 27

3. MALZEME VE YÖNTEM 30

3.1 SAHA ÇALIŞMALARI 30

3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI 34

3.3. BÜRO ÇALIŞMALARI 36

3.3.1. Bartın-Amasra Bölgesindeki Gazın Kökeni 38

4.BULGULAR 45

4.1. DOĞAL GAZ 45

4.1.1.Biyojenik Kökenli Doğal Gazlar 46

4.1.2. Magmatik ve Metamorfik Kökenli Doğal Gaz 47

4.1.3. Radyoaktif Kökenli Doğal Gaz 47

4.2. Kömür Kökenli Metan Gazının Oluşumu 47

4.3. JEOKİMYA 54

4.3.1.Bartın Amasra Bölgesindeki Gazın Jeokimyası 54

4.3.2. Jeokimyasal Verilerin İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi 59

4.4. EKONOMİK JEOLOJİ 68

4.4.1.Kömür-Gaz İlişkisi 68

4.4.2. Kömür Kökenli Gazın Üretiminde Beklenen Yararlar 73

4.4.3. Kömür Kökenli Gazın Kullanım Alanları 75

4.4.4. Kömür Kökenli Gazın Dünya'da Saha Uygulamaları 84

4.4.5. Amasra Bölgesindeki Gazın Değerlendirilmesi 89

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR 90

KAYNAKLAR 93

EKLER 101

ÖZGEÇMİŞ 102

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 :Çalışma Alanının Yerbulduru Haritası.....**2**

Şekil 2.2 :Bartın-Amasra Havzası Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti (MTA, 1992'den değiştirilerek alınmıştır).....**10**

Şekil 2.3 :Amasra Sondaj Haritası.....**16**

Şekil 3.1 :Kanister tüpü, numunenin içine yerleştirildiği file ve tüpün içine boşaltılan saf suya ait görüntü.....**31**

Şekil 3.2 :Kapatılmış kanister tüpü.....**31**

Şekil 3.3 :CBM B kuyusundan alınan gaz numunesi.....**32**

Şekil 3.4 :Kimyasal analiz için numune alımı.....**33**

Şekil 3.5 :Kimyasal analiz için numune alımı.....**33**

Şekil 3.6 :Numune alımından önce karot sandığı.....**34**

Şekil 3.7 :Numune alımından sonra karot sandığı.....**34**

Şekil 3.8 :Kanister havuzu.....**35**

Şekil 3.9 :Kanister havuzu ve sıcaklık göstergesi.....**35**

Şekil 3.10 :Kanister sisteminin genel görüntüsü.....**35**

Şekil 3.11 :Sistemin bağlı olduğu bilgisayar.....**35**

Şekil 3.12 :Bilgisayar kontrolündeki valfler.....**36**

Şekil 3.13 :Kanister havuzu ve su sütunu.....**36**

Şekil 3.14 :Kümülatif gaz desorpsiyon grafiği.....**37**

Şekil 3.15 :Kömür örneğinden yayılan gaz miktarlarının zamana göre değişimi (Diamond ve Levine, 1981; Güçdemir, 1989).....**37**

Şekil 3.16 :C1/(C2+C3) moleküler bileşim ve metanın δ13C izotopik bileşimine göre gazların kökeni (Bernard vd., 1978)(Hoşgörmez vd., 2002).....**40**

Şekil 3.17 :Amasra Bölgesindeki metanın hidrojen ve karbon izotoplarına göre gazların kökeni (Hoşgörmez vd., 2002).....**40**

Şekil 3.18 :Berner ve Faber (1996) izotop/olgunlaşma modeline göre etan ve propan karbon izotop oranları kullanarak ikincil etkilerin determinasyonu ve gazların genetik karekterzasyonu(Hoşgörmez vd., 2002).(Type II denizel ve Type III karasal).....**41**

Şekil 3.19 :Örneklerin analiz sonuçlarına Hidrojen İndeksi' nin (HI) Oksijen İndeksine'e karşı diyagramı. HI değerlerinin yüksek olanlar Tip II kerojendir hem de organik maddesi humiktir. Bununla bağlantılı olarak örnekler yüksek liptinit içerir (Hoşgörmez vd., 2002).....**42**

Şekil 4.1 :Organik maddenin genel evrim şeması (Tissot ve Weite' den değiştirilerek).....**46**

Şekil 4.2 :Kömürleşme sürecinde oluşan çeşitli gazların kümülatif miktarları (Jüntgen ve Klein' de değiştirilerek ; Yalçın, 1994)).....**50**

Şekil 4.3 :Metan moleküllerinin kömür gözeneklerinde temsili görünüşü (Durucan ve Güyagüler' den 1981).....**51**

Şekil 4.4 :Kömür kökenli doğal gazın oluşumundan birikmesine kadar etkili olan mekanizmalar ve sonuçları (Yalçın, 1994).....**53**

Şekil 4.5 :AK 12 sondajının kömür örneklerindeki Hidrokarbon gazlarının bileşimi ve yüzdeleri (MTA' nın analiz sonuçları ile oluşturulmuştur).....**55**

Şekil 4.6 :AK 14, AK 16 kuyularındaki kömür örneklerinde headspace hidrokarbon gazlarının bileşimi ve miktarı (Hoşgörmez ve Yalçın, 2002) **56**
Şekil 4.7 :AK 14 kuyusu kömür örneklerinde assosiye hidrokarbon gazlarının (C_1C_5) miktarları (Hoşgörmez ve Yalçın, 2002..... **56**
Şekil 4.8 :Metan ve Etan bileşenleri yüzdeleri **60**
Şekil 4.9 :Metan ve Karbondioksit Yüzdeleri **61**
Şekil 4.10 :Metan ve Propan Yüzdeleri..... **61**
Şekil 4.11 :Metan ve Hidrojen yüzdeleri..... **62**
Şekil 4.12 :Metan ve Azot yüzdeleri **62**
Şekil 4.13 :Çalışma bölgesindeki gaz miktarları ve kömür kalınlıkları arasındaki ilişki..... **64**
Şekil 4.14 :Doğu sahası kömür kalınlıkları ve gaz miktarları arasında ilişki..... **65**
Şekil 4.15 :Doğu sahası kömürlerinin kalınlık ve kükürt ilişkisi **65**
Şekil 4.16 :Doğu sahasındaki kömürlerin kükürt miktarı ve gaz miktarı..... **66**
Şekil 4.17 :Batı sahası kömür kalınlıkları ve gaz miktarları arasındaki ilişki..... **66**
Şekil 4.18 :Batı sahası kömürlerinin gaz miktarı ve kükürt ilişkisi..... **67**
Şekil 4.19 :Batı sahası kömürlerinin kükürt miktarı ve kömür kalınlıkları arasındaki ilişki..... **67**
Şekil 4.20 :Gaz miktarlarının histogramı **70**
Şekil 4.21 :Handlova ocağı metan drenajı ve kojenerasyon şeması (Erbay, 2011). **77**
Şekil 4.22 :(a)Termal kurutucularda kömür kökenli metanın kullanımı (b)Örnek bir tesis (EPA, 1998)..... **78**
Şekil 4.23 :a)Kömür madeninden üretilen suyun yakıt olarak kömür kökenli metanın kullanıldığı bir prosesle bertaraf edilmesi b)Örnek bir tesis (EPA, 1998)..... **79**
Şekil 4.24 :a)Bir maden havası ısıtıcısı, b) gerekli bağlantılar (Jacobson, 2001) ... **80**
Şekil 4.25 :Sihe metan gazlı elektrik santralinin genel görünüşü (Erbay,2011) **81**
Şekil 4.26 :Fengchun metan gazlı elektrik santralinde drene edilen metan gazını elektrik enerjisine dönüştüren jeneratör tesisleri (Erbay, 2011) **82**
Şekil 4.27 :a)İngiltere ve b) Amerika'daki kömür medenlerinden atmosfere yayılan metanın oksitlenmesi için kurulan sistemler (Carothers vd., 2003)..... **83**
Şekil 4.28 :Ohio kentinde Nelms madeninde bulunan flaresler (Sööt vd., 2006). ... **84**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 :Gaz örneklerinin moleküler ve izotopik bileşenleri (Hoşgörmez., 2002) **39**

Tablo 4.1 : AK 12 sondajının analiz sonuçları*(MTA' dan alınmış verilerdir) .. **54**

Tablo 4.2 :Amasra Bölgesindeki sondajlardan alınan kömür kökenli gazın analiz sonuçları **57**

Tablo 4.3 :CBM A kuyusuna ait örneklerin analiz sonuçları **58**

Tablo 4.4 :CBM A ve AK 12 sondajlarındaki numunelerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması **58**

Tablo 4.5 :CBM B kuyusuna ait gaz numunelerinin analiz sonuçları **59**

Tablo 4.6 :TPAO' da analiz yaptırılanNumune 3ve Numune 4 analiz sonuçları **63**

Tablo 4.7 :Kömür damarlarının yaşlarına göre gaz miktarları (m^3/t) **69**

Tablo 4.8 :Damarların ortalama gaz içerikleri **71**

Tablo 4.9 :Kömür kökenli metanın kullanım/emisyon seçenekleri (Bibler ve Carothers, 2001) **75**

SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

Bcf	:Milyar metreküp
C_1	:Metan
C_2	:Etan
C_3	:Propan
C_4	:Bütan
C_5	:Pentan
C_6	:Hekzan
CBM	:Coal Bed Methane
CO_2	:Karbondioksit
dk	:Dakika
HC	:Hidrokarbon
KKM	:Kömür Kökenli Metan
M	:Metre
m^3	:Metreküp
Mmcf/gün	:Milyonmetreküp/gün
N_2	:Azot
O_2	:Oksijen
t	:Ton
Tcf	:Trilyon metreküp
WA	:Westfaliyen A
WC	:Westfaliyen C

ÖZET

AMASRA (BARTIN) HAVZASI KARBONİFER KÖMÜRLERİNDEKİ GAZLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK ÖNEMİ

Bartın-Amasra Taşkömürü Havzası' ndaki Karbonifer yaşlı kömürlerin içerdikleri gaz miktarı incelenmiştir. Bölgede yeni yapılan sondajlardan numuneler alınarak güncel veriler elde edilmiş ve bölgedeki metan gazının ekonomikliği saptanmaya çalışılmıştır.

Havzada varlığı bilinen kömür damarları yeni sondajlar ile beraber değerlendirilerek damarların korelasyonu yapılmaya çalışılmıştır. Korelasyonu yapılan kömür damarlarının ayrı ayrı gaz miktarları belirlenmiştir. Korelasyonu yapılan ve gaz örnekleri alınan kömürler -400 kotunun altındaki kömürlerdir. Bölgede açılan yeni sondaj yerleri HEMA Şirketi tarafından belirlenmiştir.

Bölgede açılmış olan CBM kuyularından gaz örnekleri alınarak gazın jeokimyası belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre kömür kökenli gaz en fazla metan ve az miktarda etan, karbondioksit, azot ve hidrojen içerir.

Kömür kökenli gazın üretim teknikleri incelenerek bu bölge için hangi tekniklerin daha uygun olabileceği araştırılmıştır. Gaz miktarının dağılımı ve bölgedeki madencilik faaliyetleri bir arada düşünülerek uygun teknikler belirlenmiştir. Gaz miktarının fazla olduğu bölgelerde yüzeyden açılan düşey kuyularla metan drenajı yapmanın daha uygun olduğu belirlenmiştir. Metan gazının ekonomisinin dışında madencilik faaliyetlerindeki önemi ele alınmıştır.

Yapılan analizler ile gazın özellikleri belirlenmiştir. Bu özelliklere uygun kullanım alanlarının neler olabileceği hakkında yorum yapılmıştır. Dünyadaki örnekler ile beraber değerlendirilmesi yapılmıştır.

SUMMARY

GEOCHEMICAL CHARESTICS AND ECONOMIC IMPORTANCE OF COAL GASES IN THE AMASRA (BARTIN) CARBONİFEROUS COAL BASIN

Gas contents of the carboniferous-aged coals have been investigated in Bartın Amasra Hardcoal Basin. Up to date data has been obtained from the gas samples taken from the recently drilled boreholes and the economic value of the methane has been studied.

Correlation studies have been done by evaluating the new borehole data on the coal seams whose existence were already known and the individual gas content of each defined seam has been determined. Coal is at the bottom of elevation – 400 which correlation and taken gas samples. New boreholes in the region were planned by the HEMA Company.

The geochemical properties of the gas have been determined with the gas samples taken from the CBM wells. According to the result of the analysis, the coal bed gas mainly contains methane. Ethane, carbon monoxide, nitrogen and hydrogen exist in small amounts.

The production methods of coal bed gas have been studied and suitable methods for the area of interest have been investigated. Appropriate methods have been determined by considering the gas variance together with the mining activities in the area. It is stated that methane drainage with vertical drainage wells drilled from surface is suitable where the gas quantity is high. Besides the economic value of the methane, its importance in mining activities has also been covered.

The properties of the gas have been determined with the analysis conducted. According to these properties, utilization of the gas have been interpreted by considering the reference cases from the world.

1.GİRİŞ

1.1.ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalı, Maden Yatakları-Jeokimya alanında Yard.Doç.Dr. Hasan EMRE danışmanlığında Amasra (Bartın) Havzası Karbonifer Kömürlerindeki Gazların Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Önemi adlı yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma alanında Mesozoyik ve Paleozoyik yaşlı birimler yer almaktadır. Paleozoyik birimler Karbonifer ve Permiyen yaşlı formasyonlar ile temsil edilirler. Karbonifer yaşlı birimler Westfaliyen A ve Westfaliyen BCD katında oluşmuş olup kömür damarları içermektedir. Bu çalışmanın amacı bu kömür damarlarının içerdiği gazın jeokimyasını ve miktarını tespit etmektir. Eski çalışmalardan yararlanılarak ve yeni bulgular bir arada değerlendirilerek bu bölgedeki kömür kökenli gazın jeokimyası aydınlatılmıştır. Korelasyon çalışması yapılabilen kömür damarlarının gaz miktarları belirlenmiştir.

Ayrıca belirlenen bu gazın üretim ve kullanım teknolojileri araştırılmıştır. Yapılan analizler ile bölgedeki gazın üretim ve kullanım alanları ekonomik açıdan değerlendirilmiştir.

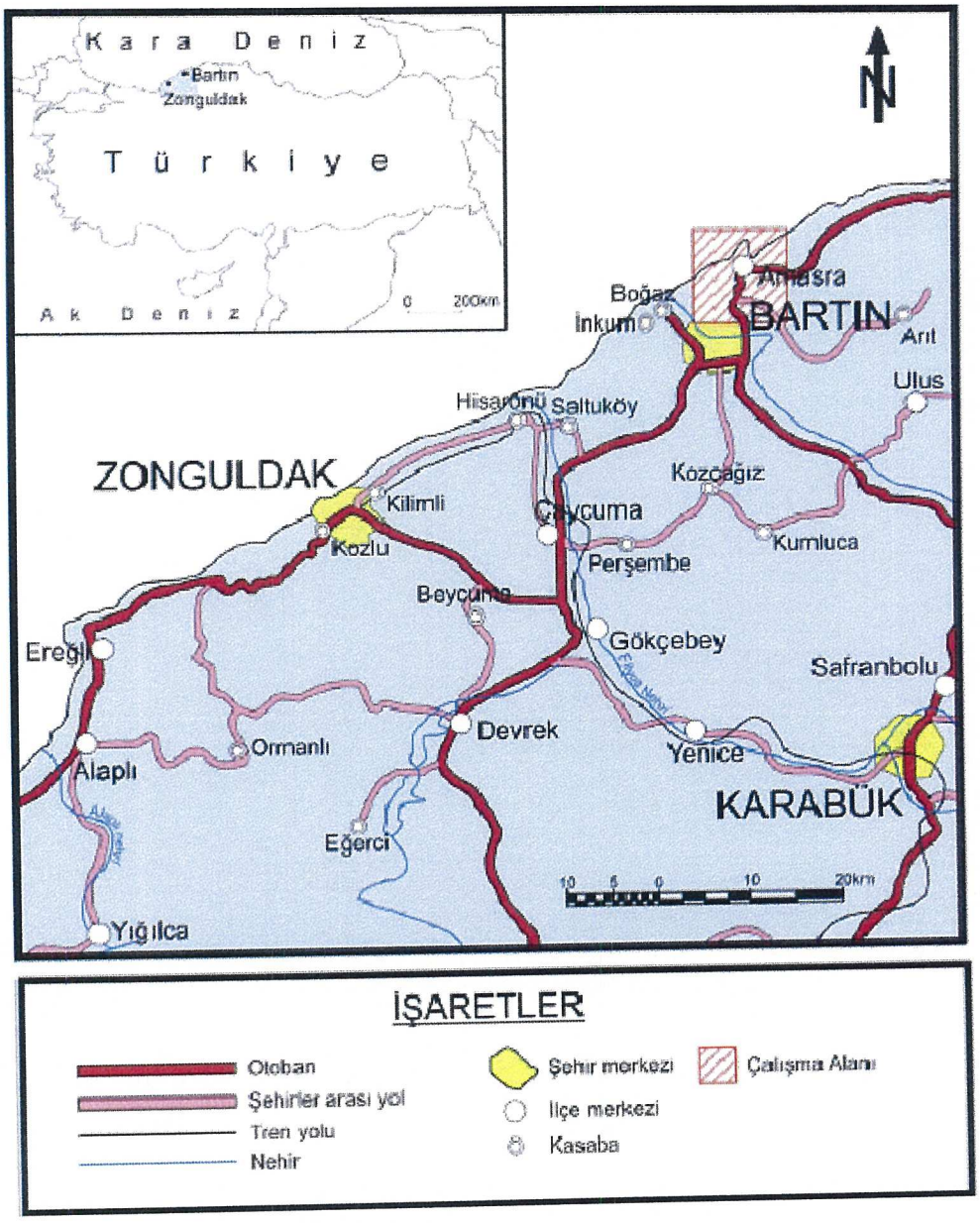
Çalışma amacı doğrultusunda bölgeye ait gaz miktarları belirlenen kömürlü birimlerin olduğu alanda 1/25000 ölçekli Gaz Dağılım Haritaları ve yakın çevresini kapsayan alanda 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları yapılmıştır.

Sondajlardan alınan kömür numunelerinin desorpsiyon eğrileri belirlenerek gaz miktarları bulunmuştur. CBM kuyularından alınan gaz numuneleri, daha önceki çalışmalara ait AK 12, AK 14, AK 16 sondajlarından alınan numunelerin analiz sonuçlarıyla beraber değerlendirilerek kömür kökenli gazın jeokimyası belirlenmiştir.

2.GENEL KISIMLAR

2.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Çalışma sahası Türkiye' nin coğrafi bölgelerinden, Batı Karadeniz Bölgesi Sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bartın ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil2.1). Amasra, İstanbul'dan 435 km, Ankara'dan 300 km ve Zonguldak'tan yaklaşık olarak 80 km uzaklıktadır.



Şekil 2. 1: Çalışma Alanının Yerbulduru Haritası

2.1.1.Coğrafi Konumu ve Ulaşımı

Batı Karadeniz bölgesinin, 41° 53' kuzey enlemi ile 32° 45' doğu boylamı arasında yer alır. Kuzeyini 59 km.lik sahil şeridiyle Karadeniz çevrelerken, doğuda Kastamonu, doğu ve güneyde Karabük, batıda ise Zonguldak illeriyle komşudur. Yüzölçümü 2.143 km²'dir. İl merkezinin rakımı 25 m.' dir.

Bartın'ın şehirlerarası ulaşımını sağlayan karayolu; batıda Çaycuma-Devrek (Zonguldak) - Mengen-Yeniçağa (Bolu), güneyde de Safranbolu (Karabük)-Gerede (Bolu) üzerinden E-80 Otoyolu ile E-5 Devlet yoluna ulaşmaktadır. Doğuda Cide (Kastamonu), güneyde de yine Safranbolu (Karabük) üzerinden Orta ve Doğu Karadeniz ve İç Anadolu'ya açılmaktadır.

Bartın İli sınırları içerisinde Bartın, Amasra ve Kurucaşile'de olmak üzere 3 adet liman bulunmaktadır.

2.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Bartın'da yazları sıcak, kışları serin geçen Ilıman Deniz İklimi (Karadeniz İklimi) hüküm sürmektedir. Denize yakınlığı ve pek yüksek olmayan dağ sıralarının kıyıya paralel oluşu, genellikle kıyı şeridi üzerinde sıcaklık farklarının azalmasına, nemin artmasına ve balkanlardan gelen hava kütlelerinin etkisine neden olmaktadır.

Bartın'daki ormanlık alanlar, bitki ve ağaç türü zenginlikleri ile yaban hayvanları yönünden Türkiye'nin en ilginç ve en zengin ormanlık alanlarındandır.

Bartın'ın bitki örtüsünde geniş yer tutan ormanlar genellikle yayvan ve iğne yapraklı ağaçlardan oluşur. Sahil boyunca 600 m. yüksekliğe kadar olan alanın karakteristik ağaçları; Meşe, Kayın ve Gürgen'dir. Sahilden içeride ve 1500 m. den yüksek kesimlerde; Kayın, Kestane, Köknar ve Çam türleri, sahil şeridinde de Ceviz, Kestane ve Fındık plantasyonları yaygındır. Son yıllarda mandalina-portakal-kivi yetiştiriciliği de bu plantasyon içinde yerini almaya başlamıştır.

2.1.3. Morfolojisi

Belli başlı yükseltiler; Kuşkayası T. (445 m), Çömlekkıran T. (440 m), Meşelik T. (422 m), Harman T. (295 m), Orduyeri T. (205 m), Namazlar T. (244 m), Çingen T. (460 m), Dinlence T. (489), Tekke T. (290 m), Yılanucu T. (405).

En büyük akarsuyu Bartın çayıdır. Önemli dereleri ise; Kavşak Dere, Karaçay Dere, Süzek Dere, Pınarcıkyanı Dere'sidir. Bölgede su kaynakları vardır. Bunlar Askersuyu ve Kavşak suyudur. Kavşak suyu Bartın il merkezinin içme suyu gereksiniminin önemli bir kısmını karşılamaktadır.

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

ARNİ P. (1940-1941) Amasra-Bartın çevresinde Boksit, kömür ve ateşe dayanıklı kil konusunda incelemelerde bulunmuştur.

FRATSCHNER W. (1953) ''Bartın- Amasra-Kumluca-Kurucaşile Ulus Bölgelerinde Etüd'' adlı incelemesinde Karboniferden Tersiyere kadar olan birimleri D_1'den D_9' a kadar birimleri olarak ayırtlayıp stratigrafilerini inceler.

TOKAY M. (1954-1955) ''Filyosçayı, Amasra-Bartın-Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi'' isimli incelemesinde, bölgede en yaşlı kayaç olarak Devoniyen yaşlı dolomitik kireçtaşlarının üzerine; Vizeen'de denizel kireçtaşı ara katkılı şist ve grelerin geldiği söylenmiştir. Daha sonra karasal ortama ait Namuriyen ve Westfaliyen çökellerinin geldiğini belirtmiştir.

TUNAY T. (1977) ''M.T.A. Enstitüsü Kuzeybatı Anadolu Bölgesi Komşu ve Tabii Gaz Aramaları Rezistivite Etüdü'' adlı ön raporunda ; bilinen Karbonifer alanlarını genişletmek, yeni sahalar bulmak amacıyla Ereğli –Zonguldak arasında 14, Zonguldak-Bartın arasında 16 olmak üzere toplam 30 sondaj yapılmasının önermiştir.

SANER S. (1980) ''Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Konumu ile Açıklanması Kuzeybatı Türkiye'' isimli bildirisinde; Avrasya kıtasının devamı halinde olan Batı Pontidlerin üst Jurasik öncesinde deniz transgresyonuyla sığ bir şelf haline gelmiştir. Alt Kretase sonlarında güneydeki Tetis Okyanusunun kuzey kolunun okyanusal kabuğunun Avrasya Kıtası altına dalmaya başlamasıyla Doğu-Batı uzanımlı bir volkanik yay gelişmiştir. Bunun ardından kıtasal kabuktaki incelmeyle kabuk oluşmuştur diye belirtmiştir.

DİL N. (1980) '' Zonguldak Karbonifer Havzasında Ortaya Çıkarılan Denizel Samutr ve Tatlı su Klavuz Seviyeleri Hakkında Açıklamalar '' isimli bildirisinde; Karbonifer havzası değişik zamanlarda deniz istilasına uğrayarak karasal ve denizel fasiyesler gösterdiğini saptamıştır. Denizel samutr tatlı su seviyeleri ortaya çıkarmıştır. Bu klavuz

seviyeler varlığı ile Zonguldak Karboniferlerinin tümüyle karasal fasiyeste olmayıp zaman zaman denizin istilasını uğrayarak paralik bir oluşum olduğunu kanıtlamıştır.

ÖZKOÇAK O., KONYALI Y., ŞENTÜRK İ., (1980) ''Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış'' adlı bildirilerinde Zonguldak Havzasının tarihçesini ve yapılmış olan aramaları sondajlarla birlikte anlatmışlardır. Bölgedeki birimleri, temeli meydana getiren formasyonlar, kömürlü formasyonlar ve örtüyü oluşturan formasyonlar diye üç grupta incelenmiş bunların litolojik ve stratigrafik özelliklerini anlatmışlardır.

KEREY E. (1982) ''Kuzeybatı Türkiye Karbonifer Birimlerinin Ortamsal Özellikleri'' adlı doktora tezinde Namuriyen, Westfaliyen A ve Westfaliyen BCD formasyonlarının litolojik ve sedimantolojik yapılarına göre; Namuriyen delta, Westfaliyen A'nın menderesli Akarsu, Westfaliyen BCD'nin örgülü akarsu ortamında çökelmiş olduğunu ortaya koymuştur.

ERCAN T. Ve diğerleri (1984) '' Zonguldak Çevresinde Üst Kretase Yaşlı Yay Volkanizmasının Özellikleri'' adlı yayınlarında; ada yayı volkanizması sonucunda oluşan kayaçların kalkalen, yer yer hafif toleyitik özellikler taşıyan bazalt ve andezitlerden oluştuğunu söylemişlerdir. Bu ada yayı volkanizmasının Şili Tipi Adayayı Volkanizması olduğu ve Tetis okyanus kabuğunun Pontidler altına dalmasıyla yitim zonunda türedikleri sonucuna varmışlardır.

YERGÖK A.F. ve diğerleri, (1987) ''Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I''adlı raporunda Ereğli'den Cide'ye kadar olan bölgenin stratigrafisini ayrıntılı bir şekilde ortaya koyarak, formasyonların fasiyes, dokanak ilişkileri kaya türü ve özellikleri yayılımı ve çökelme ortamlarını ortaya koymuşlardır.

TÜYSÜZ, O. ve YİĞİTBAŞ, E., (1990) Çalışmalarında Orta Pontidlerde Üst Jura-Alt Kretase çökellerinin kendilerinden daha yaşlı kayalar üzerinde transgresif bir seri oluşturduklarını ve bu serinin Orta-Geç Jura yaşlı taban konglomerası, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı bir karbonat ve onu izleyen Erken Kretase yaşlı kırıntılı bir istif ile temsil edildiğini belirtmişlerdir. Araştırıcılara göre bu çökeller düzensiz bir tabana ve farklı su derinliklerine sahip denizel ortamda gelişmişler, çalışılan bölgedeki tüm jeolojik

olayların Pontidlerin güneyinde Neo-Tetis'in kuzey kolunun Liyas'tan itibaren, kuzeyinde ise Karadeniz'in Üst Kretase başında açılması ile denetlenmiştir.

YALÇIN N. (1994) Kömür kökenli doğal gazın oluşum, göç ve birikmesine ilişkin özellikler ele alarak Kuzey Batı Anadolu Havzası kömür kökenli doğalgaz potansiyelinin ön değerlendirmesini yapmıştır.

HOŞGÖRMEZ H. ve YALÇIN N. (2002) Amasra Bölgesi Karbonifer istifndeki gazların miktar ve bileşimini belirlemek amacıyla AK14 ve AK 16 kuyularından alınan headspace örneklerindeki headspace ve assosiye gazlar gaz kromatografisi ile analiz yapmışlardır. Analizlerde hidrokarbon (HC) gazları (C_1-C_5) karbondioksit (CO_2) ve azot (N_2) ele almışlardır. Ayrıca bünyelerinde barındırılmış olan kömür ve sedimenter kayalarında toplam organik karbon (TOC) ve Rock-Eval piroliz analizleri yapılarak, saptanmış olan gaz miktarlarının normalizasyonu ve yorumu için gerekli parametrelerini belirlemişlerdir.

Sedimanter organik maddelerden gelen gazların moleküler ve izotopik bileşimlerini belirleyerek gazların kökeni ve oluşum mekanizmasını belirlemişlerdir. Analizlerden elde edilen verileri gazın sınıflandırılması ve karekteristiğini belirlemek, gazın kökenini ayırt etmek ve muhtemel ikincil işlemlerin bileşime ve izotop oranlarına etkisini belirlemek için kullanmışlardır

2.3. BÖLGESEL JEOLOJİ

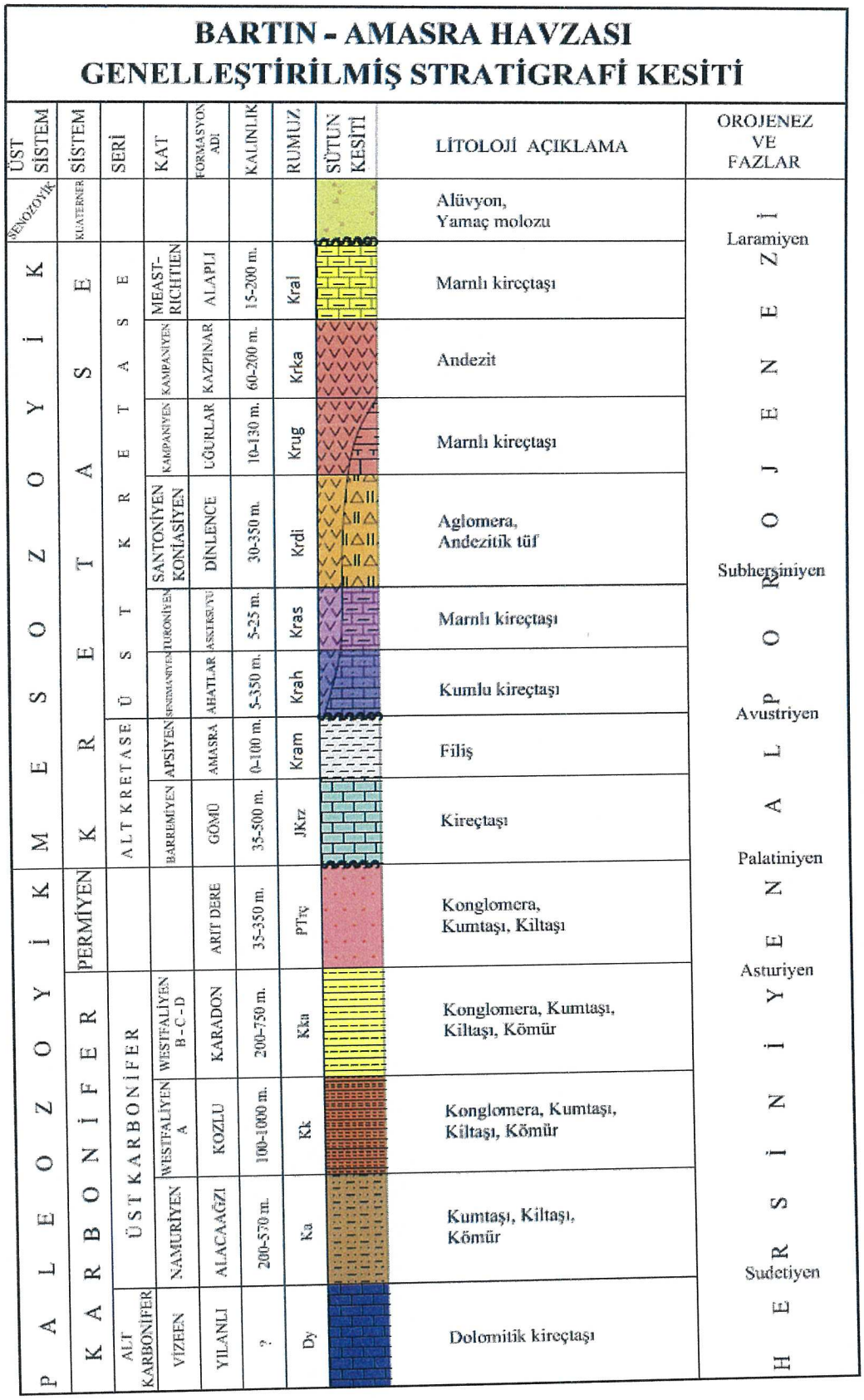
Çalışma sahasında Paleozoyik yaşlı kayaçların en eskisi Devoniyen-Karbonifer (Vizeen) aralığında oluşan Yılanlı Formasyonu yer almaktadır. Yılanlı Formasyonu üzerine havzasının en önemli doğal kaynağı olan taşkömürü içeren formasyonlar gelir. Yılanlı Formasyonu üzerine Üst Karbonifer (Namuriyen) yaşlı ince kömür damarları içeren **Alacaağzı Formasyonu** gelmektedir. Alacaağzı Formasyonu üzerine kömürlü iki formasyon gelmektedir. Birincisi Üst Karbonifer-Westfaliyen A yaşlı **Kozlu Formasyonu**'dur. Kozlu Formasyonu üzerine Üst Karbonifer-Westfaliyen BCD yaşlı **Karadon Formasyonu** gelmektedir. Sahada Paleozoyik yaşlı formasyonların son ürünü olan Karbonifer-Permiyen (Permotriyas) yaşlı **Arıtdere Formasyonu** Karadon Formasyonu üzerine oturmaktadır (Şekil 2.2).

Paleozoyik yaşlı formasyonlar üzerine transgresyonla Mesozoyik yaşlı formasyonlar gelmektedir. Bölgede Paleozoyik yaşlı formasyonlar üzerine diskordan olarak Barremiyen-Jura yaşlı kireçtaşından oluşan **Gömü Formasyonu** gelmektedir. Gömü Formasyonu üzerine de uyumlu olarak filiş tipi kayaçlardan oluşan Apsiyen - Albiyen yaşlı **Amasra Formasyonu** gelmektedir.

Alt Kretase'den sonra bölge Austrik fazının etkisi ile yükselerek aşınmaya uğramıştır(Altıparmak vd., 199). Üst Kretase yaşlı formasyonlar diskordan olarak; Alt Kretase yaşlı formasyonlar üzerine, Alt Kretase yaşlı formasyonların aşındığı yerlerde, Paleozoyik yaşlı formasyonlar üzerine gelmişlerdir. Alt Kretase birimlerinden Amasra Formasyonu üzerine Üst Kretase yaşında ve sırasıyla Ahatlar, Askersuyu, Dinlence, Uğurlar, Kazpınar ve Alaplı formasyonları gelir. Bu formasyonlardan **Amasra Formasyonu** üzerine diskordan olarak kumlu kireçtaşından meydana gelen Üst Kretase-Senomaniyen yaşlı **Ahatlar Formasyonu** gelir. Bu formasyon üzerine de uyumlu olarak marnlı kireçtaşından oluşan Üst Kretase-Turoniyen yaşlı **Askersuyu Formasyonu** gelmektedir. Askersuyu Formasyonu üzerine denizaltı volkanizması ürünü olan andezit, tüf, marn ve aglomera ardalanmasından meydana gelen Üst Kretase -Santoniyen-Koniasiyen yaşlı **Dinlence Formasyonu** gelir. Bununda üzerinde marn-killi kireçtaşı, tüf ardalanmasından oluşan Üst Kretase Kampaniyen yaşlı **Uğurlar Formasyonu** bulunmaktadır. Uğurlar Formasyonu andezit, tüf ve marndan oluşan Üst Kretase Kampaniyen yaşlı **Kazpınar Formasyonu** ile örtülmektedir. Kazpınar

Formasyonu üzerine de Kretase'nin son ürünü olan, marnlı kireçtaşlarından oluşan Üst Kretase-Meastrichtiyen yaşlı **Alaplı Formasyonu** gelmektedir. Senozoyik, havzada Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlarla temsil edilmektedir.

Havza genel olarak Hersiniyen ve Alp orojenezleri etkisinde kalarak kıvrılmış ve kırılarak bugünkü yapısını kazanmıştır (Altıparmak vd., 1992).



Şekil 2. 2 :Bartın-Amasra Havzası Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti (MTA, 1992' den değiştirilerek alınmıştır).

2.4. GENEL JEOLOJİ

2.4.1. Paleozoyik Yaşlı Birimler

Çalışma alanında Paleozoyik yaşlı birimler Karbonifer ve Permiyen yaşındaki formasyonlar ile temsil edilirler(Ek 1).

2.4.1.1.Karbonifer

Havzada Karbonifer yaşlı dolomit, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşlarını içeren Yılanlı Formasyonu, Culm Fasiyesi özelliğini gösteren bitkili kiltaşı, silttaşı, kumtaşı ve ince kömür damarlarından oluşan, Namuriyen yaşlı Alacaağzı Formasyonu, akarsu fasiyes özelliği gösteren konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve kömürden meydana gelen Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonu ve akarsu fasiyes özelliğini gösteren konglomera, kumtaşı genellikle silttaşı, kiltaşı ve kömürden oluşan Westfaliyen BCD yaşlı Karadon Formasyonunu içerir (Altıparmak vd., 1992).

2.4.1.1.1.Yılanlı Formasyonu (Dy)

Dolomit, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ardalanımlarından meydana gelen, SANER ve ekibi (1979) tarafından adlandırılması yapılan bu formasyona Yılanlı Formasyonu denilmiştir. Ayrıca Altıparmak, vd., (1992) tarafından yapılan palinolojik analizler sonucunda Vizeen yaşı verilmiştir.

Kireçtaşı, dolomit genellikle Devoniyen yaşlı olanlarda izlenmesine karşılık çört yumrulu ve çört bantlı kireçtaşları Vizeen (Karbonifer) kayaçlarında daha fazla izlenmektedir. Renk gri, siyah, koyu kahverengi, açık kahverengi gibi değişik renklerde olmaktadır. Oluşumun resifal ortamda olduğu ve bu zaman aralığında çökelme alanının oldukça sığ (50 - 60 m.' yi geçmeyen) ve 20° den fazla sıcaklıkta bir bölgede yer aldığını göstermektedir (Yavuz vd. 2011).

2.4.1.1.2.Alacaağzı Formasyonu (Ka)

Birim ilk defa Ralli (1932) tarafından Alacaağzı Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yılanlı formasyonu üzerine dereceli olarak gelen, bir sığlaşma karasallaşma sürecinin ilk belirtilerini gösteren litolojik olarak kulm fasiyes özelliklerini gösteren (Baykal,

1971) bitkili, yeşilimsi, gri renkli kumtaşı, silttaşı ve üst seviyelerinde ince kömür damarları içeren formasyondur.

Sığlaşma ve karasallaşma sürecinin başlangıcı olan Alacaağzı Formasyonu kumtaşı, kiltaşı, silttaşı ardalanmasından oluşur. Kumtaşı, silttaşı ve kiltaşları genellikle killi, karbonatlı bir çimento ile tutturulmuş olup, hava ile temasında kolaylıkla dağılgandır. Alacaağzı Formasyonunun en önemli özelliği konkresyon taşımasıdır. Konkresyonlar karbonatça zengin sıvıların konsantrasyonlarını arttırması sonucu meydana geldiği ve bu olayların diyajenetik süreçte tamamlanmış olduğu sonucuna varılmıştır (Altıparmak vd., 1992). Alacaağzı Formasyonunun en önemli özelliği konkresyon taşımasıdır Alacaağzı Formasyonu sığlaşmayı gösterir. İçinde bol bitki sapı, bitki fosil izi de bu sığlaşmanın yavaş yavaş denizel koşullardan delta ortamı çökellerine geçişi göstermektedir ve delta önü çökelleri, deltanın üst kesiminin kısmen su üstü, kısmen su altındaki bölümüdür (Altıparmak vd,1992). Zonguldak havzası Yılanlı Formasyonu ile sığlaşıp, Alacaağzı Formasyonu ile delta ortamına geçerek iyi akaçlanan bataklık ortamından geçtikten sonra, akaçlanma azalarak kötüleşmiş ve Westfaliyen ile birlikte kötü akaçlanan bataklık ortamı egemen olması ile geniş taşkömürü havzası meydana gelmiştir (Yavuz vd. 2011).

Altıparmak ve diğerleri (1992) tarafından palinoloji analizlerinde tespit edilen sporlara dayanarak Namuriyen yaşı verilmiştir.

2.4.1.1.3.Kozlu Formasyonu (Kk)

Kozlu Formasyonu'nun adlandırılması Ralli, 1933 tarafından yapılmıştır. Formasyonun yaşına göre genel olarak Westfaliyen A diye de adlandırılmaktadır. Bu formasyonda litolojik olarak litofasiyes incelemesinde bulunan Kerey (1982)' e göre Kozlu Formasyonu;

-Mikalı karbonatlı kumtaşı,

-Orta taneli kumtaşı

-Kaba taneli kumtaşı

-Çakıllı kumtaşı

-Masif ve yatay katmanlanmış konglomera

-Organik maddece zengin kiltaşı

-Kömür gibi litolojilerin ardalanmasından meydana geldiği belirtmiştir.

Örgülü ve menderesli akarsu sisteminde çökelen Kozlu Formasyonu'nda en belirgin sedimanter yapılar; teknemsi çapraz tabakalanma, paralel laminalanma ve katmanlanma, aşındırmalı taban, derecelenme, kil ve kömür çökeli, bitki kök, iz v.s' dir. Büyük ölçekli çapraz katmanlanmalarda ve çakılların uzun eksenlerine göre Altıparmak vd., (1992) tarafından yapılan ölçümlere göre birimin paleo akıntı yönlerinin genellikle Kuzey - Kuzeybatı yönünde olduğu saptanmıştır. Formasyon kanal ve taşkın ovası çökellerinin ardalanmalı olarak çökelmelerinden oluşmuştur. Kanal çökelleri taşkın ovası çökellerini yer yer aşındırmıştır. Bu aşındırma kömür damarlarını da etkilemiş olup, bazı kömür damarları tamamen aşınmış, bazılarında da aşınma ile incelmeler görülmüştür. Kozlu serisinin ilk 300 metresinde taşkın ovası çökelleri daha hakimdir. Tabana doğru kanal çökelleri artmaktadır. Westfaliyen A' nın içinde ve Westfaliyen C' nin tabanını oluşturan şifertonun 200 metre altında, doğu sahasındaki 9 sondajda (AK9, H14, H30, H35, H36, H46, H49, H53, H55) tespit edilen 5 metreden kalın kılavuz seviye olabilecek kırmızı renkli kumtaşı bulunmaktadır (Yavuz vd., 2011).

Kömür damarlarından alınan numunelerin Altıparmak vd., (1992) tarafından yapılan palinolojik analiz neticelerinde Westfaliyen A yaşı bulunmuştur.

2.4.1.1.4. Karadon Formasyonu(Kka)

Tarlaağzı ve Gömü köyleri civarında yüzeylenmektedir. Bu formasyon üç birim halinde incelenmiştir. Westfaliyen B(WB), Westfaliyen C (WC), Westfaliyen D(WD) adı altında çalışma alanında temsil edilmektedir (Altıparmak vd. 1992).

Birimin adlaması Ralli (1933) tarafından yapılmıştır.

Westfaliyen B Birimi (WB)

Bu birim alt sınırı, Kozlu Formasyonu ile tam olarak ayrılamamaktadır. Palinolojik veriler ışığında olası olarak tespit edilebilmektedir. Litolojik olarak gri, koyu gri renkli kumtaşları, silttaşı, kiltaşı ve kömür damarlarından meydana gelmiştir. Genellikle taşkın

ovası çökelleri daha hakimdir. Kozlu Formasyonunun üst seviyelerini anımsatmaktadır. Bu birim içerisinde kalınlıkları 0,05 - 0,90 m. arasında değişen kömür damarları geniş bir yayılım göstermektedir. Westfaliyen B biriminin ortalama kalınlığı 200 m. civarındadır (Altıparmak vd., 1992).

Westfaliyen C Birimi (WC)

Westfaliyen B ve Westfaliyen D birimleri arasında yer alır. Alt sınırı kılavuz seviye olarak alınan, jeofizik kuyu loglarında radyoaktivitesi yüksek olarak görülen ve karotlu sondajlarda şiferton olarak tespit edilen refrakter kildir (Altıparmak vd., 1992). Litolojik olarak gri, gri beyaz renkli konglomera ve kumtaşı ile siyah, gri, koyu gri renkli kiltaşı, silttaşı ve kömürden oluşmuştur. Sondajlarda siyah, kahve renkli, sütlü kahve renkli şiferton seviyeleri gözlenmiştir. Kılavuz olarak alınan şifertonun kalitesi alttan üste doğru değişmektedir. Üstteki siyah, koyu siyahımsı, kahve renkli şiferton çok iyi kalite, ortadaki kahve, koyu kahve renkli şiferton iyi kalite, alttaki açık sütlü kahve renkli şiferton düşük kalitedir. Kalitesi renk tonu açıldıkça iyice düşmektedir (Altıparmak vd., 1992).

Amasra Taşkömür İşletmesi Müessesesinde 5 adet ekonomik kömür damarı işletilmektedir. İşletilen ve adlandırılmış olan Westfaliyen C (WC) birimi içindeki kömür damarlarının güneye doğru uzantısı tespit edilmiştir. Bu damarlar;

-Kurudere Damarlari (Alt-Üst Kurudere) 0,60-1,50 m kalınlığında

-Tavan Damar 1,50-3,00 m kalınlığında

-Kalın Damar 3,00-4,50 m kalınlığında

-Taşlı Damar 2,50-3,00 m arasında kalınlık göstermektedir (Altıparmak vd., 1992).

Tavan damarı içindeki refrakter kil seviyesi Westfaliyen C birimi içinde ikinci bir kılavuz seviye olarak değerlendirilmiştir ve bu kilde yapılan X ışını analizinde, illit, kaolinit, kuvars mineralleri tespit edilerek bu seviyenin kalınlığı 0,05-0,35 m. arasında

değiştiği ve rengi beyaz, grimsi beyaz renkte olup Tavan damarı bu ikinci kılavuz seviye sayesinde makro olarak tanınmaktadır (Altıparmak vd. 1992).

Kurudere Damarları, Westfaliyen C biriminin en üst damarlarıdır, kalınlıkları ve yayılımları sık sık değişmektedir.

Westfaliyen C biriminin kalınlığı 150-200 m arasında değişmekte olup, taşkın ovası çökelleri, kanal çökellerinden daha fazla kalınlık arzetmektedir. Bu birimde tespit edilen 0,50m. üzeri kalınlıkta 11 adet kömür damarlarının toplam kalınlığı (K 12)(Şekil 2.3) 16,75 m'dir ve bu birimin kalınlığının % 11'i kömür oluşuklarıdır (Altıparmak vd., 1992).

Westfaliyen D Birimi (WD)

Litolojik olarak kırmızı yeşil (alacalı), gri, koyu gri, yeşil, yeşilimsi renkli silttaşı, kiltaşı, beyazımsı gri renkli konglomera ve kumtaşı, siyah, sütlü kahve renkli şifertonlardan olusmuştur. Westfaliyen C biriminin üzerinde yer alan bu birimin kalınlığı yaklaşık olarak 200-250 m.dir. Doğuya ve Güneye gidildikçe artmaktadır. Tespit edilen damarlar ince olup genellikle işletilebilir nitelikte değildir (Altıparmak vd., 1992).

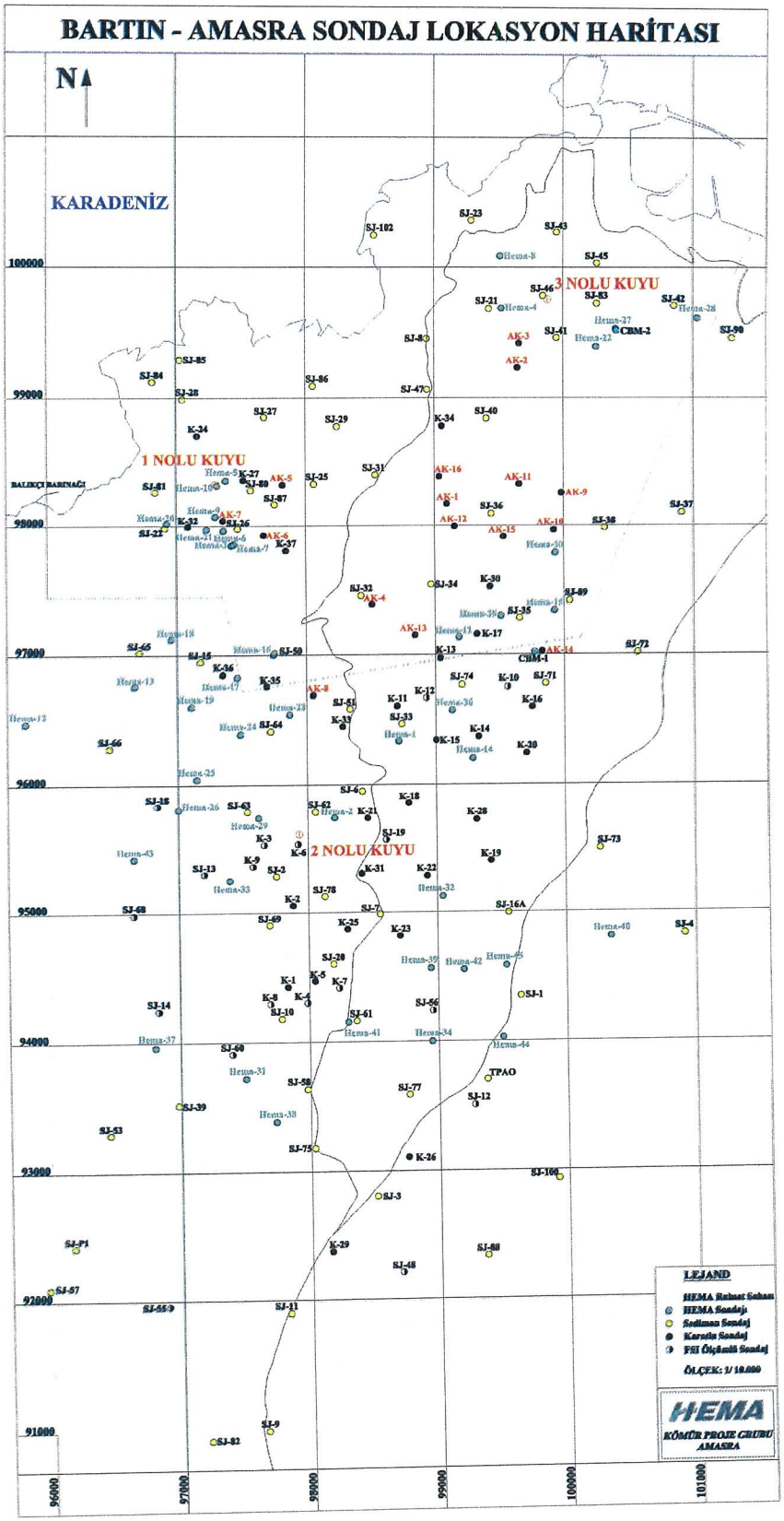
2.4.1.2.Permiyen

Permiyen yaşlı birim olan Arıtdere Formasyonu Karbonifer yaşlı formasyonların üstüne uyumlu olarak çökelmiştir.

2.4.1.2.1. Arıtdere Formasyonu (PTrç)

Bartın-Amasra Havzasının doğusunda Mevrender, Arıtdere, Karainler Köyü, Saraydüzü ve Abbas Köyü çevrelerinde yüzeylenmektedir. Bu formasyonun en iyi görülebildiği yerler Arıtdere civarı ve Çakraz dolaylarıdır. Onun için bu formasyonu bazı araştırmacılar Çakraz, bir kısmı ise Arıtdere Formasyonu diye adlandırılmıştır.

Litolojisi kumtaşı, nadir kiltaşı, nadir konglomera ara seviyeli bir istiftir. Taneler kuvars parçalarının kızıl renkli killi bir çimento ile tutturulmasından meydana gelmiştir.



Şekil 2. 3:Amasra Sondaj Haritası

Formasyonun kiltaşı seviyeleri ince-orta katmanlanma göstermesine karşın, konglomera ve kumtaşı seviyeleri orta ile masif katmanlanma göstermektedir. Katmanlanma çoğu yerde belirgindir. Arıtdere Formasyonu içinde tektonik aktivite bolca izlenir ve çoğunlukla diğer istiflerle olan ilişkileri tektoniktir (Altıparmak vd., 1992).. Yine içerisinde karbonifer yaşlı kömürlü dilimler mevcuttur. Bu formasyon rengi, bazı sedimanter yapı izleri nedeniyle karasal koşullarda meydana geldiği düşünülmektedir.. İçinde nadir jipslerin bulunması bir artık denizin kuruması gölsel ortam koşullarını da beraberinde getirir ve iyice karasal ve çöl ikliminin etken olduğunu gösteren izlere de rastlanmaktadır (Yavuz vd., 2011).

2.4.2. Mesozoyik Yaşlı Birimler

Çalışma alanındaki Paleozoyik yaşlı formasyonlar genellikle Kretase yaşlı formasyonlar ile diskordan olarak örtülmektedir. Kretase yaşlı birimler kendi içinde ikiye ayrılarak Alt Kretase ve Üst Kretase yaşlı formasyonlar olarak incelenecektir.

2.4.2.1. Alt Kretase

Bartın - Amasra Havzasında iki farklı kaya topluluğu olan Gömü ve Amasra Formasyonları ile temsil edilmektedir.

2.4.2.1.1. Gömü Formasyonu (JKrz)

Tarlaağzı Köyü, Gömü Köyü Amasra, İnpiri ve Abbas Köyleri civarında yüzeylenmektedir. Üstte yer alan Amasra Formasyonu ile konkordandır ve tabanda Paleozoyik yaşlı formasyonlar üzerine diskordan olarak oturmaktadır.

Litolojik olarak tabanında birkaç kez konglomeratik seviyeler yer alır. Bu konglomeratik seviyelerin çakılları Yılanlı, Alacaağzı, Kozlu-Karadon Formasyonlarına aittir (Çapak Dere). Birkaç kez devam eden bu konglomeratik seviyelerin ardından kızıl renkli karbonat çimentolu kumtaşı seviyeleri gelir. Kumtaşı, kireçtaşı ardalanmasından sonra tamamen kireçtaşı ile temsil edilir. Kireçtaşları gri, beyaz, grimsi bej ve sütlü kahverengidir. Tabakalanmaya paralel, dik düzensiz çatlaklı, çatlakları kalsit ve pirit dolgulu, orta-kalın tabakalı, yer yer masif görünüşlü kireç ve dolomitlerden oluşmuştur. Alınan numunelerin paleontolojik değerlendirilmesi Armağan, F. Tarafından yapılarak formasyonun yaşı Üst Jura-Alt Kretase (Barremiyen) olarak belirlenmiştir.

Gömü Formasyonunun çökel ortamının çok engebeli olduğu, kısa mesafelerde kalınlık değişimi göstermesinden anlaşılmaktadır ve Kaman Köyü ve civarında yapılan sondajlarda Güney- Güneybatıya doğru kalınlığının arttığı belirlenmiştir (Altıparmak vd., 1992)

2.4.2.1.2.Amasra Formasyonu(Kram)

Amasra Sah Mahallesi, İnpiri, Gömü, Ahatlar çevrelerinde yüzeylenmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından Kilimli Formasyonu olarak da adlandırılmıştır. Amasra Formasyonu altta Gömü Formasyonu ile konkordan, üstte Ahatlar Formasyonu ile diskordandır. Amasra - Gömü Köyü İnağzı Tepe üzerinde Ammonit taşıyan kesimleri de izlenmektedir (Altıparmak vd., 1992).

Litolojik olarak, Gömü Köyü çevresinde Ammonit fosillerini bünyesinde tutan, karbonatlı kumtaşı, kiltaşı, silttaşı seviyeler halinde bulunur. Amasra Sah Mahallesi çevresinde bol miktarda kongresyonlar taşımaktadır. Gri, gri mavi marn ve karbonat çimentolu kumtaşı ile kil ve silttaşlarının ardalanmasından oluşmuştur. Filiş fasiyesi özellikleri göstermektedir. Altıparmak vd., (1992) tarafından Ammonitlerle yapılan yaş tayininde bu formasyona Apsiyen – Albiyen (Alt Kretase) yaşı verilmiştir.

2.4.2.2. Üst Kretase

Üst Kretase formasyonları tabanında yer alan Alt Kretase formasyonlarını diskordan olarak örtmektedir. Bartın - Amasra Taşkömür Havzasında Üst Kretase yaşlı formasyonlar alttan üste doğru su şekilde istiflenmiştir.

1- Ahatlar Formasyonu

2- Askersuyu Formasyonu

3- Dinlence Formasyonu

4- Uğurlar Formasyonu

5- Kazpınar Formasyonu

6- Alaplı Formasyonu

2.4.2.2.1.Ahatlar Formasyonu(Krah)

Amasra Bakacak mevkii, Ahatlar Köyü, Meşeliktepe ve Karainler Köyü çevresinde yüzeylenmektedir. Tabanında Gömü ve Amasra Formasyonu ile diskordan, Alt Kretase birimlerinin aşındığı yerlerde Paleozoyik yaşlı formasyonların üzerine diskordan olarak oturmaktadır. Tavan ise Askersuyu Formasyonu ile konkordandır. Sığ deniz çökeli özelliği göstermektedir (Altıparmak vd., 1992).

Litolojik olarak gri, grimsi beyaz renkli, kumlu, orta-kalın tabakalı, erime boşluklu kumlu kireçtaşlarından oluşmuştur. Askersuyu Formasyonu ile birlikte Alt Kretase ve Paleozoyik yaşlı birimlerin diskordan olarak örtmektedir. Tespit edilen kalınlığı 15-35 m. arasında değişmektedir. Yaşı Senomaniyen' dir (Altıparmak vd., 1992).

2.4.2.2.2.Askersuyu Formasyonu(Kras)

Çömlekkıran Tepe, Amasra Bakacak Mevkii, Şah Mahallesi, Ahatlar ve Karainler Köyü çevrelerinde mostra vermektedir. Tabanı Ahatlar Formasyonu ile konkordan, tavanı Dinlence Formasyonu ile dereceli geçişlidir.

Litolojik olarak pembe, beyazımsı gri, beyaz renkli marnlı kireçtaşlarından oluşmuştur. İnce ve orta tabakalı görünümlüdür. Üst Kretase' nin tabanında yer alır. Formasyonlarla dokanağında bir bant halinde Ahatlar Formasyonu ile birlikte devamlılık göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı; Üst Kretase'nin kılavuz formasyonu olarak değerlendirilmektedir ve kalınlığı 5-25 m. arasında değişim göstermektedir (Altıparmak vd., 1992).

2.4.2.2.3.Volkanik Kökenli Kayaçlar

Üst Kretase'nin Turoniyen katından başlayarak zaman zaman sakinleşen, zaman zaman aktivitesini artıran ve Kampaniyen sonuna kadar devam eden bir faaliyetin sonunda tüf, aglomera v.s. gibi volkanik kayaçlar oluşmuştur. Volkanik faaliyet sonucu yastık lav, ani soğuma izleri, proklastikler, derin deniz çökeli ardalanması da bu volkanizmanın deniz altı volkanizması olduğunu göstermektedir (Altıparmak vd.,1992).

Volkanik kökenli kayaçlar üç formasyon adı altında incelenmiştir.

-Dinlence Formasyonu

-Uğurlar Formasyonu

-Kazpınar Formasyonu

2.4.2.2.3.1. Dinlence Formasyonu (Krdi)

Dinlence, Meşelik, Çömlekkıran Tepe civarında yüzeylenmektedir. Tabanında Askersuyu Formasyonu yer alır. Bu birimden dereceli olarak karbonat miktarının azalması, detritik seviyelerin artması ile Dinlence Formasyonuna geçilmektedir. Dinlence Formasyonu olarak bu istif bu bölgede en fazla değişim gösteren istiflerin basında yer almaktadır (Altıparmak vd., 1992).

Aglomera - tüf ardalanmasından meydana gelmektedir. Ancak baskın olarak aglomera - tüf ardalanması çoğunlukla marn, andezitik lav akıntısı, su altı heyelanı ile ani depolanmalar gösteren fasiyes farklılıkları ile oldukça değişim gösteren bir formasyondur (Altıparmak vd., 1992). Oldukça kalın ve karmaşık istif özelliği sunan aglomeralar oldukça hızlı bir çökelme özelliği gösterirler. Dinlence Formasyonu içinde tüf ara katkıları sıkça yer alır. Marn, kiltaşı, kumtaşı ara katkıları da bu istif içinde izlenmektedir. Dinlence formasyonu Üst Kretase başında Neotetisin Kuzey kolunun Pontitlerin altında girmesi ile oluşan Şili tipi bir yitim sonucu oluşan yay volkanizmasının ürünleri olarak ortaya çıkmış volkanosedimanter dizilimin bir bölümünü teşkil etmektedir ve yapılan sondajlarda 30 - 350 m. arasında kalınlıkta kesilmiştir (Altıparmak vd., 1992). Yaşı Altıparmak vd., (1992) tarafından Santoniyeb-Koniasiyen olarak belirlenmiştir.

2.4.2.2.3.2. Uğurlar Formasyonu (Krug)

Bostanlar Köyü, Uğurlar Köyü, Kazpınar Köyü ve Kaman Köyü civarında yüzeylenmektedir. Formasyon marn, killi kireçtaşı, tüfit, kumtaşı, kiltaşı ardalanmasından meydana gelir. Marn ve killi kireçtaşı baskındır ve nadir olarak aglomera seviyesi taşımaktadır. Genellikle marnlı seviyeler ve killi kireçtaşlarında çimentolanma iyidir ve pembe, kirli sarımsı beyaz, kirli sarı renklerdedir. Dinlence Formasyonundaki tüf seviyelerinin artması ve kiltaşı, marn ile tedrici bir geçiş mevcuttur. Tavanda ise Kazpınar Formasyonu ile konkordandır. Tabakalanma ince -

ortadır. Altıparmak vd., (1992) tarafından alınan paleontolojik numunelere göre yaşı Kampaniyen' dir.

Uğurlar Formasyonu içerisinde çok bol planktonik foraminifer bulunduğu için bu birimin derin denizde çökelmiş, ancak tüfit gibi girdiler taşıması nedeniyle, volkanik aktif kuşak ile temasının bulunduğunu gösteren bir bölgede çökelmiş olduğu sonucuna varılmıştır (Yergök vd., 1987).

2.4.2.2.3.3. Kazpınar Formasyonu (Krka)

Taşköprü mevkii, Harman Tepe, Kazpınar Köyü, Namazlar Tepe, Bostanlar Köyü civarında mostra vermektedirler (Altıparmak vd. 1992).

Genellikle andezit, latit andezit, piroksen andezit gibi isimler makro ve petrografik gözlemler sonucu Altıparmak vd.,(1992) tarafından verilmiştir. Makro gözlemlerde genellikle pembe, yeşil, gri renkli bir çimento içerisinde beyaz renkli plajiyoklaz, az hornblend ve biyotit kristallerinden meydana gelen bir kaya özelliği gösterir

Tabanında Uğurlar Formasyonu ile uyumlu olarak bulunur. Tavanında ise Alaplı Formasyonu açısal diskordansla gelmektedir. Ada yayı volkanizmasını meydana getiren, olay okyanusal kabuğun kıtasal kabuğun altına girmesinden doğan tektonik gelişim sürecinde oluşmaktadır (Altıparmak vd., 1992). Çalışılan alanda okyanusal kabuğun kıtasal kabukla çarpışması sonucu Şili tipi bir yay volkanizması meydana gelmiştir ve bu çarpışma ile Tetis okyanusunun Pontit kuşağı altına girmesi ile sonuçlanmıştır (Altıparmak vd., 1992). Bölgedeki yay volkanizması Turoniyen' den başlayarak Orta Eosen sonuna kadar ürünlerini vermiştir ve Kazpınar Formasyonu ise bu volkanizmanın en zengin ürünlerini verdiği ve baskın andezitik lav akıntısının meydana geldiği evreye rastlamaktadır (Altıparmak vd., 1992). Kazpınar Formasyonunun yaşı Altıparmak vd., (1992) tarafından Kampaniyen olarak belirlenmiştir.

2.4.2.2.3.4.Alaplı Formasyonu (Kral)

Alaplı Formasyonu genellikle birçok yerde marn olarak izlenir. Ancak ara katkı olarak killi kireçtaşı, kiltaşı, tüf, nadir silttaşı, kumtaşı ara seviyeleri mevcuttur. Formasyonun rengi genelde beyaz, açık sarı, nadir pembe kızıl, yeşil olmaktadır. Yeşil renk daha

ziyade kil oranının bol olduğu kesimlerde hakim renk olabilmektedir. Tabakalanma marnlı seviyelerde ince ve orta killi seviyelerde orta katmanlıdır. Tabakalanma belirgin olarak izlenebilmektedir. Bartın yakınlarında detritik seviyelerde teknesel çapraz tabakalanma paralel katmanlanmalı ara seviyeler izlenebilmektedir. Bartın Hatipler Köyünde yine andezitler üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alan Alaplı Formasyonu içinde sarı beyazımsı renkte, ince-orta tabakalı, orta sıklıkta tutturulmuş kumtaşları izlenir. Kumtaşında bitki ve sap izleri vardır. Bartın Kalafatoğlu Köyü dolayında Alaplı Formasyonu yine andezitler üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alır. Alaplı Formasyonu çökelmesi esnasında Üst Kretase başlarından beri devam eden volkanizmada bir duraklama olmuştur ve bu esnada duraylı bir denizde yer yer derinleşen, ancak Lamelli ve Ekinitlerin yaşayabileceği kadarda sığ bir koşulda çökelme meydana gelmiştir (Yavuz vd., 2011). Alaplı Formasyonu oluşumu esnasında düşük enerjili yer yer sığ, ancak bazen de derinleşen bir ortamı karakterize etmektedir. Alaplı Formasyonunun yaşı Altıparmak vd., (1992) tarafından Meastrichtiyen olarak belirlenmiştir.

2.4.3. Senozoyik

Güncel olarak çökelen dere yataklarının kenarlarındaki alüvyal birikintilerdir.

2.4.3.1. Kuvaterner

Bartın - Amasra Taşkömür Havzasında Kuvaterner alüvyon ve yamaç molozları ile temsil edilir. Yamaç molozları, kireçtası ve volkanik kökenli kayaçların köşeli çakıllardan oluşmaktadır .

2.5. YAPISAL JEOLOJİ

Bartın - Amasra Taşkömürü Havzasında Hersiniyen Orojenezi etkisiyle kıvrılan, kırılan ve çeşitli dislokasyonlara uğramış Paleozoyik yaşlı formasyonların üzerine transgresyonla gelen Mesozoyik yaşındaki formasyonlarla birlikte Alp Orojenezi etkisinde kalarak ikincil deformasyon sonucu, makaslama zonları, devrik kıvrımlar ve ekaylanmalarla oluşan bölgede büyük yapısal değişiklikler görülür. Bu durum kömür damarlarının belirlenmesinde, korelasyonunda sorunlara sebep olmaktadır.

Hersiniyen Orojenezi ile birlikte oluşan kıvrımların doğrultusu Kuzeybatı – Güneydoğu ve Alp Orojenezi ile oluşan kıvrımların doğrultusu ise Kuzeydoğu – Güneybatıdır (Altıparmak vd., 1992).

Amasra yolunun batısında Kretase yaşındaki formasyonların altında kalan Alacaağzı, Kozlu – Karadon Formasyonlarının yüzeye yakın olan kesimleri, tektonik hareketlerden etkilenerek kırılmış ve kıvrımlanmıştır. Paleozoyik yaşlı formasyonların alt kesimleri üstlerine göre daha az dislokasyona uğramıştır (Altıparmak vd., 1992).

Sj-10, Sj-32, Sj-51, Sj-58, Sj-61, Sj-75, Sj-78, K-1, K-4, K-5, K-7, K-25, K -31, K-33, AK-4, Hema-2, Hema-38 sondajlarında merkez ters fayıyla (Ek:2) Kozlu Formasyonu, Karadon Formasyonu üzerine bindiği tespit edilmiştir (Yavuz vd., 2011).

Bartın - Amasra yolunun batısındaki sondajlar ile bu yola yakın olan sondajlarda; Paleozoyik Formasyonlarının eğimlerinin daha az olduğu ve fazla değişim göstermediği alınan karot örnekleriyle Altıparmak vd., (1992) tarafından belirlenmiştir. K-1, K-4, K-5, K-7, K-23, K-31, K-33, K-34 sondajları örnek olarak verilebilir. Bu sondajlarda Kozlu Formasyonu ters fay ile Karadon Formasyonu üzerine gelirken, Karadon Formasyonunun da bir kısmını beraberinde sürükleyerek, Karadon Formasyonunun kalınlığının artmasına neden olmuştur (Yavuz vd., 2011).

2.5.1. Kıvrımlar

Çalışma alanında kıvrımlar, Hersiniyen ve Alp Orojenezlerinin etkisiyle oluşmuştur.

2.5.1.1. Hersiniyen Orojenezinin Etkisiyle Oluşmuş Kıvrımlar

2.5.1.1.1. Gavurpınar Senklinali

Ekseni Güneydoğu - Kuzeybatı doğrultulu olup, çekirdeğinde Alacaağzı Formasyonu yer almıştır. Her iki kanadında ise Yılanlı Formasyonu bulunur. Kuzeybatısında çalışma alanı dışındaki İnkum Antiklinali ile Kuzeydoğusunda Dıştaşlık Antiklinali arasında kalmaktadır. Kuzeydoğu Güneybatı yönlü kuvvetlerin etkisi altında kalarak senklinalin çekirdeğindeki birimleri fazlası ile deforme etmiştir (Yavuz vd., 2011).

2.5.1.1.2. Dıştaşlık Antiklinali

Ekseni Kuzeybatı - Güneybatı doğrultulu olup, çekirdekte Yılanlı Formasyonu, kanatlarında ise Alacaağzı Formasyonu bulunmaktadır. Gavurpınar senklinali ile Amasra - Tarlaağzı Baseni arasında yer alır. Kuzeydoğu kanadı fayla kesilmiş tali bir kıvrımdır.

2.5.1.1.3. Amasra Tarlaağzı Senklinali

Çok sayıda kıvrım ve faylardan oluşan bir yapıya sahiptir. Yılanlı Formasyonundan, Karadon Formasyonunun en üstüne kadar olan Karbonifer yaşlı birimlerin hemen hepsi bu senklinal içinde yer almıştır. Basen şeklini alan senklinalin tabanı Amasra yakınlarında yükselmekte Sj-45, Sj-43, Sj-23 nolu sondajlarda Alacaağzı Formasyonu altında Yılanlı Formasyonu kesilen karot örneklerine göre bu yapısal konum belirlenmiştir (Yavuz vd., 2011).

2.5.1.2. Alp Orojenezi ile Oluşan Kıvrımlar

2.5.1.2.1. Uğurlar Antiklinali

Ekseni Kuzeydoğu - Güneybatı yönünde uzanmaktadır. Çekirdeğinde Dinlence Formasyonu yer almaktadır. İki kanadında Uğurlar ve Kazpınar Formasyonları bulunur. Simetrik bir kıvrımdır ve kıvrım ekseninden kırılmıştır (Yavuz vd., 2011).

2.5.1.2.2. Kazpınar Senklinali

Uğurlar Antiklinalinin Kuzeybatı kanadında yer alır. Ekseni Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultuludur ve ekseni Uğurlar Antiklinalinin eksenine paraleldir. Senklinalin

çekirdeğinde Alaplı Formasyonu yer almaktadır ve simetrik bir kıvrım görünümündedir (Altıparmak vd., 1992).

2.5.2. Faylar

Havzanın kuzeyinde Amasra - Tarlaağzı Baseninde görülen faylar, genellikle normal fakat; bir kısmında da ters fay şeklindedir. Uzanımları Kuzey - Kuzeybatı, Güney - Güneybatı, Doğu - Batı, Kuzey - Kuzeydoğu, Kuzey - Güney doğrultusundadır. Faylar yüzeyde görülebilen ve sondajlarla tespit edilen olmak üzere iki kısımda incelenmektedir.

2.5.2.1. Yüzeyde Görülen Faylar

1) Domuzburnu, Taşboğaz Tepe boyunca uzanan Süzekdere de görülen ve birbirini kesen iki ters fay; Alacaağzı Formasyonu ile Yılanlı Formasyonunu etkilemiştir (Altıparmak vd., 1992).

2) Kuzeydoğuda Alt Kretase sonrası hareketlerle (Alp Orojenezi) Alt Kretase ve Paleozoyik yaşlı formasyonlarını etkileyen ters faylar. Bu faylar alttaki Paleozoyik yaşlı formasyonlarda ekaylanmalara sebep olmuştur (Altıparmak vd., 1992).

3) Tarlaağzı ve Ahatlar kuzeyinde Gömü Formasyonu içerisinde birçok listrik fay gözlenmiştir (Yavuz vd., 2011).

2.5.2.2.Örtülü Faylar

1) Sj-10, Sj-51, Sj-61, Sj-58, Sj-75, K-1,K-4, K-5, K-7, K-21, K-25, K-33, H-2, H-38, AK-4 nolu sondajlarda tespit edilen ve Westfaliyen yaşlı formasyonları etkileyen merkez ters fay ile Kozlu Formasyonu, Karadon Formasyonu üzerine bindirmiştir. Doğuya doğru gidildikçe bindiren Kozlu Formasyonunun kalınlığı azalmaktadır. Bu sondajlarda ters fayın etkisi ile formasyonlar ezik, eğimleri yüksektir. Bindirme düzleminin altından itibaren eğimler düşmekte duraylılık artmaktadır. Bu ters fay, Bartın - Amasra yolunun batısında kalan Karboniferi yaşlı birimleri olumsuz yönde etkilemiştir. Her iki ters fayın etkisi ile bazı yerlerde Kozlu Formasyonu, Kozlu Formasyonu üzerine(Sj-61, K-8 v.s. gibi) bazı yerlerde ise Kozlu Formasyonu Karadon

Formasyonu üzerine itilerek, kalınlaştığı eski çalışmalarda (Yavuz vd., 2011) belirtildiği üzere yeni yapılan sondajlardaki örneklerde bu durum gözlenmektedir.

2) K-11, K-12 nolu sondajlar arasından geçen, kılavuz seviyenin bu iki sondajda, eğimlerin düşük olmasına karşın K-12 sondajında, K-11 sondajına göre 120 m. daha yukarıda kesilmiştir. Bu veriler ışığında iki sondaj arasında normal fayın olduğu belirlenmiştir (Yavuz vd., 2011).

3) Sj-69 nolu sondajda görülen normal fay. Bu fay Üst Kretase birimlerini etkilemiştir.

4) Sj-51, Sj-61, Sj-32, Sj-47, Sj-78, Sj-62, K-7, K-33, K-31, K-34, AK-4 nolu sondajlarda ters fayların etkisi ile ekaylanmalar olmuştur (Altıparmak vd., 1992). (Örneğin AK-4 nolu sondajda Tavan damarı 3 defa kesilmiştir.)

5) Sj-65, H-13, H-20 sondajlarında tespit edilen Namuriyen' in Westfaliyen A serilerine bindirdiği ters fay (Yavuz vd., 2011).

6) Sj-50, H-16), K-35, H-24, H-26, Sj-68 yakınlarından geçen düşey atımlı bir fay (Yavuz vd., 2011).

7) Sj-32, AK-12 civarından geçen, güney bloğunun yükseldiği, önceleri doğu – batı yönünde, daha sonra kuzey doğuya yönelen Tuna fayı (Altıparmak vd., 1992).

2.5.3. Orojenez ve Fazlar

Bartın - Amasra Havzası Hersiniyen ve Alp Orojenezinin etkisinde kalmıştır. Üst Devoniyen - Alt Karbonifer sonrası Südet Fazının etkisi ile bölge yükselmiş ve kara haline gelmiştir. Daha sonra yükselen ve kara haline gelen bu bölge üzerine Üst Karbonifer birimleri çökelmiştir. Üst Karbonifer sonrası bölgenin batısı yükselmiş (Austrik Fazı), doğuda Permiyen yaşlı birimlerin çökelmesi devam ederek Westfaliyen birimleri üzerine çökelmiştir.

Permiyenden sonra bölge kara halinde kalmış (Paletin Fazı) fakat, Üst Jura - Alt Kretase' de deniz istilasına uğramıştır ve bunun sonucunda Üst Jura - Alt Kretase yaşlı birimler Paleozoyik yaşlı birimlerin üzerine transgresif olarak yerleşmişlerdir.

Subhersinik Fazı'nın etkisiyle Alt Kretase sonunda bölge tekrar yükselmiş, kara haline geçmiş ve bazı yerlerde Alt Kretase yaşlı birimler aşınmıştır.

Üst Kretase' de bölge tekrar deniz istilasına uğrayarak Üst Kretase yaşlı birimler Alt Kretase yaşlı birimlerin üzerine açılı diskordan olarak çökelmiştir. Alt Kretase birimlerinin aşındığı yerlerde Paleozoyik yaşlı birimler üzerine Üst Kretase yaşlı birimler transgresif olarak açılı diskordansla çökelmişlerdir.

Bölgede Üst Kretase' de başlayan deniz altı volkanizması faaliyetleri, Meastrichtiyen'e kadar devam etmiştir. Volkanik faaliyetlerin son ürünü olan andezitlerin yerleşmesinden sonra, Kampaniyen sonunda volkanik faaliyet durmuştur ve deniz derinleşmeye başlamış ve andezitler üzerine Alaplı Formasyonu çökelmiştir.

Bartın - Amasra Havzası Alp Orojenezi sonucu meydana gelmiş antiklinal ve senklinallerin çekirdeğini oluşturmaktadır ve Paleozoyik yaşlı birimlerin büyük bir kısmı bu antiklinal eksenlerinin yırtılması ve erozyona uğraması ile açığa çıkmıştır (Altıparmak vd., 1992).

Bölge bugünkü yapısını Kretase sonrası kıvrım, kırılmalar ve aşınmalar sonucu kazanmıştır

2.5.4. Bölge Jeolojisinin Gelişimi

Çalışma alanının büyük bir kısmı; temel olarak kabul edilen Üst Devoniyen – Karbonifer (Vizeen) yaşlı birimlerin çökelmeleri esnasında sığ bir deniz ortamı altında olduğu ve Devoniyen denizinin sığlaşması sonucu oluştuğu söylenebilir. Vizeen sonunda deniz daha da çekilmeye başlamış, ortam artık karasal yaşam için uygun hale gelmiştir. Bu esnada tatlı su geliminin bol olduğu bataklık ortamına geçiş gösteren bir delta ortamı ile karşı karşıya bulunmaktadır (Altıparmak vd., 1992).

Karasal getirimler sonucu kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ardalanmalı yer yer kireçtaşı seviyelerinin bulunduğu (gel-git düzlüğü), bitki yaprak, kırıntı ve izlerinin bol olduğu, üst seviyelerinde ince kömür damarlarının bulunduğu Namuriyen yaşlı Alacaağzı Formasyonu yer almaktadır.

Namuriyen' de tatlı su gelimleri daha da azalmakta, ortam artık tamamen bataklığa dönüşmesiyle iri gövdeli ve yapraklı ormanların oluşumuna uygun bir ortam gelişmiştir (Altıparmak vd., 1992). Böylece konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve ekonomik kömür damarlarının ardalanmasından meydana gelen Westfaliyen yaşlı Kozlu ve Karadon Formasyonları çökelmiştir.

Westfaliyen' de canlıların yaşamasına oldukça uygun olan ortamın üzerine; havzanın doğusundan itibaren oldukça geniş alanlar kapsayan, Permiyen yaşlı; kırmızı renkli kumtaşı, konglomera, silttaşı ve kiltaşlarından meydana gelen Arıtdere Formasyonu çökelmiştir.

Permiyen' den Üst Jura - Alt Kretase' ye kadar uzun bir süre kara halinde kalan bölge; geniş ve etkili bir erozyona tabi kalmıştır (Altıparmak vd., 1992). Üst Jura - Alt Kretase transgresyonu taban konglomerası ile başlayıp, ortamın derinleşmesi ile çökelen kireçtaşları Urgoniyen Fasiyesindedir. Barremiyen sonrası denizel ortam daha da derinleşerek Filiş görünümünde kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı ile karbonatlı kumtaşlarından oluşan Apsiyen - Albiyen yaşlı Amasra Formasyonu çökelmiştir.

Amasra Formasyonu üzerine detritik kireçtaşı karakterinde Senomaniyen yaşlı Gömü Formasyonu gelmektedir. Senomaniyen' den sonra deniz derinleşmiş (Altıparmak vd., 1992) ve kireçtaşlarından oluşan Turoniyen yaşlı Askersuyu Formasyonu çökelmiştir.

Volkanizmanın egemen olduğu Üst Senomaniyen Turoniyen'de volkanizma ürünü birimler, marnlı kireçtaşları ile ardalanmalı olarak çökelmişlerdir. Volkanik faaliyet andezit lav çıkısı ile Kampaniyen sonunda durmuştur.

Volkanik faaliyet devam ederken; Santoniyen-Koniasiyen yaşlı andezitik tüf, marnlı kireçtaşı ve aglomeradan oluşan Dinlence Formasyonu, tüf, tüfit ve marnlı kireçtaşı ardalanmasından oluşan Kampaniyen yaşlı Uğurlar Formasyonu ve volkanizmanın son ürünü olan andezitlerden oluşan Kazpınar Formasyonu çökelmiştir. Volkanizmanın sona ermesiyle; çalışma alanının en genç litolojik birimi olan, marnlı kireçtaşlarından oluşan Meastrichtiyen yaşlı Alaplı Formasyonu çökelmiştir.

Üst Kretase çökelleri; Alt Kretase çökelleri üzerine Austrik Fazı etkisi ile meydana gelen kesiklikten sonra diskordan olarak yerleşmişlerdir (Altıparmak vd., 1992).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler üç ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

-Saha Çalışmaları

-Laboratuvar Çalışmaları

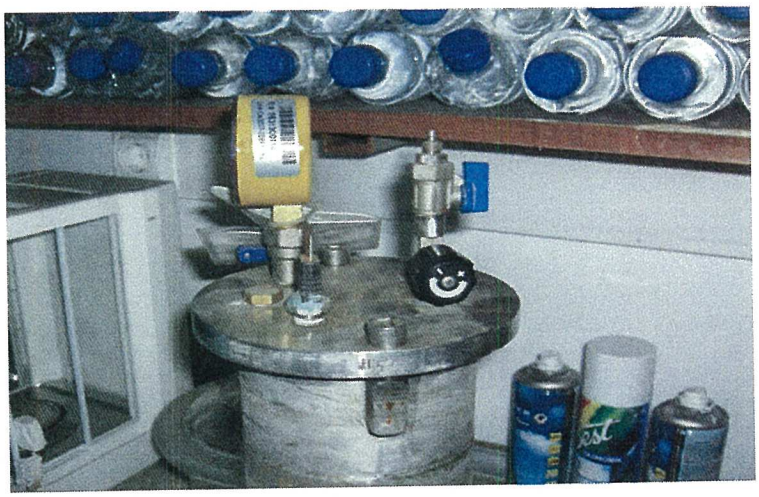
-Büro Çalışmalarıdır.

3.1 SAHA ÇALIŞMALARI

Bölgenin genel yapısı ve litolojik tanımlamasına yönelik olarak 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve birim sınırları üzerine işleniştir. Ayrıca bölgedeki sondajları gösteren ve fayların konumunun belirtildiği 1/10.000'lik harita yapılmıştır. Jeoloji haritası ve çalışma alanının stratigrafik kesiti dikkate alınarak HEMA tarafından belirlenen sondajların kestiği kömürlerin gaz içeriklerinin belirlenmesi için 9 sondajdan 21 adet kanister numunesi alınmıştır. Bu alınan kömür örnekleri – 400 kotunun altındaki kömürlerden alınmıştır. Sondajların litolojileri incelenmiş ve kömürlerin kimyasal analizleri için numune alınmıştır.

Kömürün gaz içeriğinin belirlenmesi için sondaj kömür kestiği anda zaman kaybetmeden 30 cm civarında sağlam karot parçası filenin içine konulduktan sonra sızdırmazlığı sağlanmış olan çelik tüpe (kanister) alınıp numunenin boyunu biraz aşacak şekilde saf su ilave edilerek ağzı sıkıca kapatılmış; kömürün derinliği, alınan numunenin derinliği, kömürün kesilme saati gibi bilgiler not edilerek, kanister numuneleri en kısa sürede sondajdan laboratuara getirilip gaz ölçüm sistemine bağlanmıştır(Şekil 3.1-3.2).

Şekil 3. 1:Kanister tüpü, numunenin içine yerleştirildiği file ve tüpün içine boşaltılan saf suya ait görüntü



Şekil 3. 2: Kapatılmış kanister tüpü

Kömürün kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için karotlu sondajların kömürlü seviyelerinden kimyasal analizlerini yaptırmak üzere oluk numune şeklinde örnek alınmıştır (Şekil 3.4, 3.5, 3.6, 3.7). Örnek başlangıç derinliğinden bitiş derinliğine kadar ara kesmeleri ile beraber yarılanarak plastik kilitli torbaya alınmıştır. Alınan örnek ağzı kapatılıp etiketlenerek ilgili laboratuara gönderilmiştir.

Çalışma bölgesindeki CBM kuyularından alınan gaz numuneleri (Şekil3.3) Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, TPAO ve TÜBİTAK' a gönderilerek gaz kromatografı analizleri yaptırılmıştır.

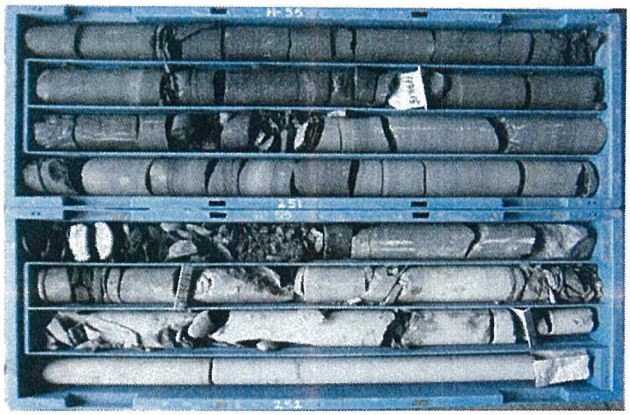
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi gaz kromatografı, bir adet TCD ve 1 adet FID olmak üzere iki detektöre ve HP-Molesieve, Alumina, Porapak Q ve HP-Plot Q kolonlarına sahiptir. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi' ne gönderilen numunelerin ölçümleri bu gaz kromatografında yapılmıştır.

TÜBİTAK'a gönderilen numunelerin gaz bileşim analizleri gaz kromatografi cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Agilent 7890A (Seri No: US10729010) model gaz kromatografi cihazı ile örnekte metan, etan, karbon dioksit, oksijen, azot ve hidrojen ölçülmüştür. Kullanılan gaz kromatografi cihazı 1 adet FID ve 2 adet TCD detektöre sahip olup, UOP539-97 Gaz Kromatografi ile Rafineri Gaz Analizi Metoduna göre konfigüre edilmiştir.

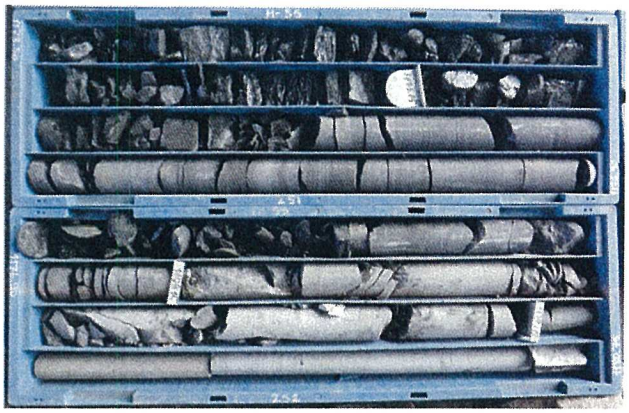
Şekil 3. 3: CBM B kuyusundan alınan gaz numunesi

Şekil 3. 4:Kimyasal analiz için numune alımı.

Şekil 3. 5:Kimyasal analiz için numune alımı



Şekil 3. 6:Numune alımından önce karot sandığı



Şekil 3. 7:Numune alımından sonra karot sandığı

3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Bu tez kapsamındaki laboratuvar çalışmaları HEMA CBM Laboratuvarı' nda yapılmıştır.

Sondajdan CBM laboratuarına getirilen kanister sisteme bağlanmadan önce tartılıp ağırlığı not edilmiştir. İçine konulan su miktarları belirlenip net su hesaplanmıştır. Ağırlığı bilinen kanister tüpü ve diğer ölçülen ağırlıklarla beraber numunenin ağırlığı hesaplanmıştır. Bu elde edilen değerler kömürün gaz miktarı hesaplanırken kullanılmıştır.

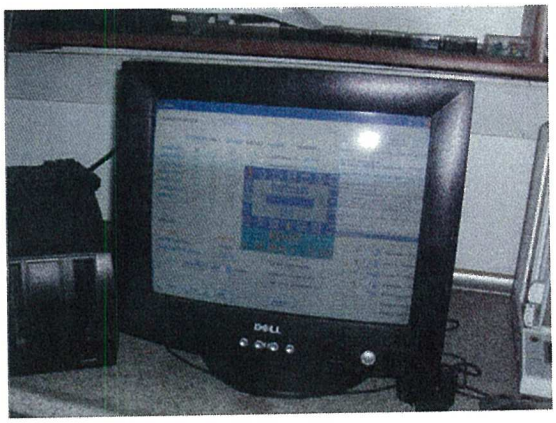
Kanister daha sonra sıcaklığı yer altı koşullarına göre ayarlanmış olan kanister havuzuna (Şekil3.8 ve 3.9) yerleştirilip sisteme bağlanma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3. 8:Kanister havuzu

Şekil 3.9:Kanister havuzu ve sıcaklık göstergesi

Sistem bir bilgisayar tarafından kontrol edilmektedir. Kanister sisteme bağlandıktan sonra veriler bilgisayara girilip, ölçüm işlemi otomatik olarak gerçekleştirilmiştir(Şekil 3.10-3.11).

Şekil 3.10:Kanister sisteminin genel görüntüsü



Şekil 3. 11:Sistemin bağlı olduğu bilgisayar

Bilgisayar kontrollündeki valf açılarak kanisterde biriken gazın su sütununu ötelemesini sağlamaktadır. Su sütunundaki değişim (Şekil 3.12 ve 3.13) kanisterin içindeki gaz miktarını vermekte olup bilgisayarda kayıt altına alınmaktadır. Bu işlemler kanisterin içindeki gaz miktarına bağlı olarak değişik periyotlarda tekrarlanmaktadır.

Şekil 3. 12:Bilgisayar kontrolündeki valfler

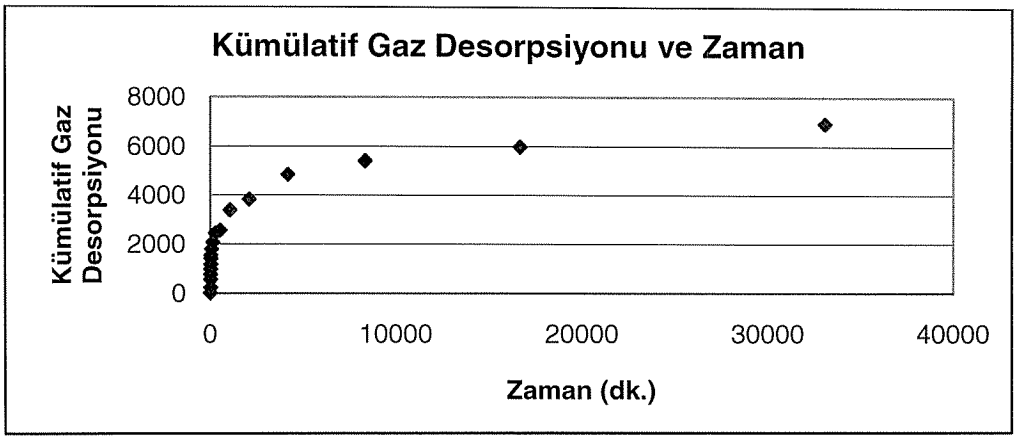
Şekil 3. 13:Kanister havuzu ve su sütunu

Kömür damarlarının kimyasal özelliklerini belirlemek için numuneler MTA ve AG LAB'a gönderilmiştir.

3.3. BÜRO ÇALIŞMALARI

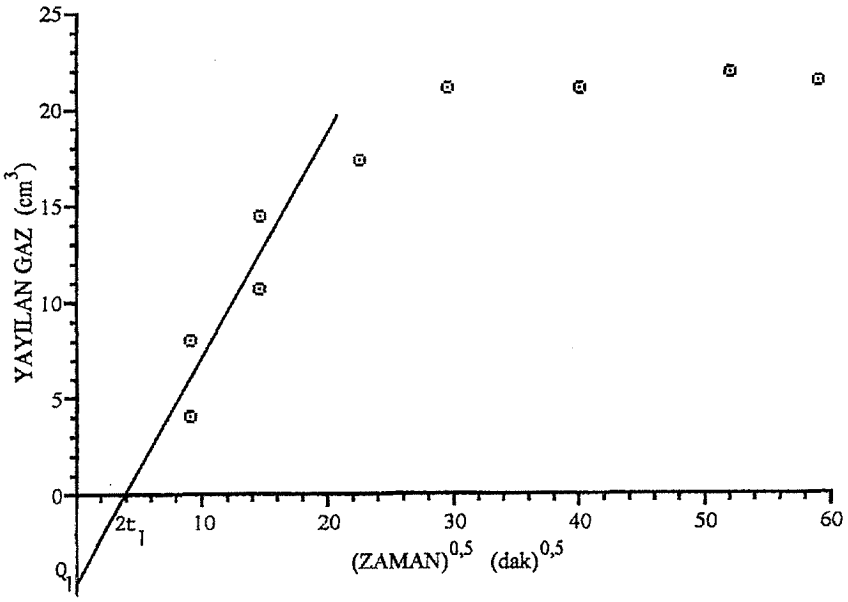
Çalışma bölgesinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası Corel Draw 13 proramı kullanılarak çizilmiştir. 1/10000 ölçekli fayların konumunu gösteren harita ve kömür damarlarının korelasyonun yapılabildiği alanı kapsayan 6 tane 1/5000'lik enine kesit oluşturulmuştur. Bunların çizimi Auto Cad 2006 kullanılarak hazırlanmıştır. Surfer programı kullanılarak gaz miktarlarına göre 1/25000 ölçekli harita hazırlanmıştır. Desorpsiyon grafikleri ve gaz jeokimyasına ait grafikler Excel 'de hazırlanmıştır. Numunelerin tabloları ve tezin yazımı Word programı kullanılarak yapılmıştır.

CBM laboratuarındaki bilgisayardan elde edilen veriler ofis ortamında Excel programı kullanılarak grafik haline getirilmiştir. Damarların desorpsiyon grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14:Kümülatif gaz desorpsiyon grafiği

Kayıp gaz miktarı grafik yöntem ile hesaplanmıştır (Şekil 3.15). Kömür örneğinden çözülen gaz miktarı (Q), zamanın karekökü($\sqrt{ZAMAN}$) karşı çizilerek kayıp gaz miktarı bulunmuş ve deney yoluyla hesaplanan gaz miktarına eklenmiştir.



Şekil 3. 15:Kömür örneğinden yayılan gaz miktarlarının zamana göre değişimi (Diamond ve Levine, 1981; Güçdemir, 1989)

Eski verilerden (İntertek firmasının analizleri) yararlanarak bir istatistik çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak görülmüştür ki; artık gaz miktarı deney yolu ile hesaplanan gaz miktarlarının minimum %15'i, maksimum % 50'si kadar olmaktadır. Bu yol ile artık gaz miktarı hesaplanmıştır.

Numunenin toplam gaz içeriğini belirlemek için kayıp gaz miktarı, ölçülen gaz miktarı ve artık gaz miktarları toplanarak minimum ve maksimum olmak üzere iki değer elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında maksimum değerler kullanılmıştır.

Bölgede daha önceden yapılmış çalışmalar incelenmiştir. MTA tarafından önceki yıllarda Amasra Bölgesinde yapılan sondajlardan alınan örneklerin değerlendirilmesiyle Hoşgörmez vd. (2002) tarafından oluşturulan laboratuar sonuçları tarafımdan aynen kabul edilerek Bulgular kısmında yeniden tablo haline getirilmiştir. Hoşgörmez vd. (2002) tarafından oluşturulan grafikler ve belirlenen gazın kökeni bu bölümde alt başlıklarda yer verilmiştir.

3.3.1. Bartın-Amasra Bölgesindeki Gazın Kökeni

Batı Karadeniz Zonguldak havzasındaki Karbonifer yaşlı kömürler dikkate değer gaz ($12cm^3$ /gr) içermektedir (Hoşgörmez. vd., 1998). Bu gazların başlıca kaynakları Karbonifer yaşlı kömür ve silttaşlarıdır (Yalçın, 1997; Hoşgörmez vd., 1997; Özgökçe ve Yalçın, 2001; Yalçın vd., 2002).

Amasra bölgesindeki gazın kökenini belirlemek amacıyla AK 14 ve AK 16 kuyularından alınan 13 adet headspace örneklerinin analiz sonuçları Hoşgörmez ve Yalçın tarafından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sedimanter organik maddelerden gelen gazların moleküler ve izotopik bileşimlerini belirleyerek gazların kökeni ve oluşum mekanizmasını belirlemişlerdir. Potansiyel kaynak kayanın karekteristiğini belirlemek için toplam organik madde miktarı (TOC) ve Rock-Eval Piroliz analizlerini yapmışlardır. Analizlerden elde edilen veriler gazın sınıflandırılması ve karekteristiğini belirlemek, gazın kökenini ayırt etmek ve muhtemel ikincil işlemlerin bileşime ve izotop oranlarına etkisini belirlemek için kullanmışlardır. (Hoşgörmez vd., 2002).

3.3.1.1. AK 14 ve AK 16 Sondajlarının Analiz Sonuçları

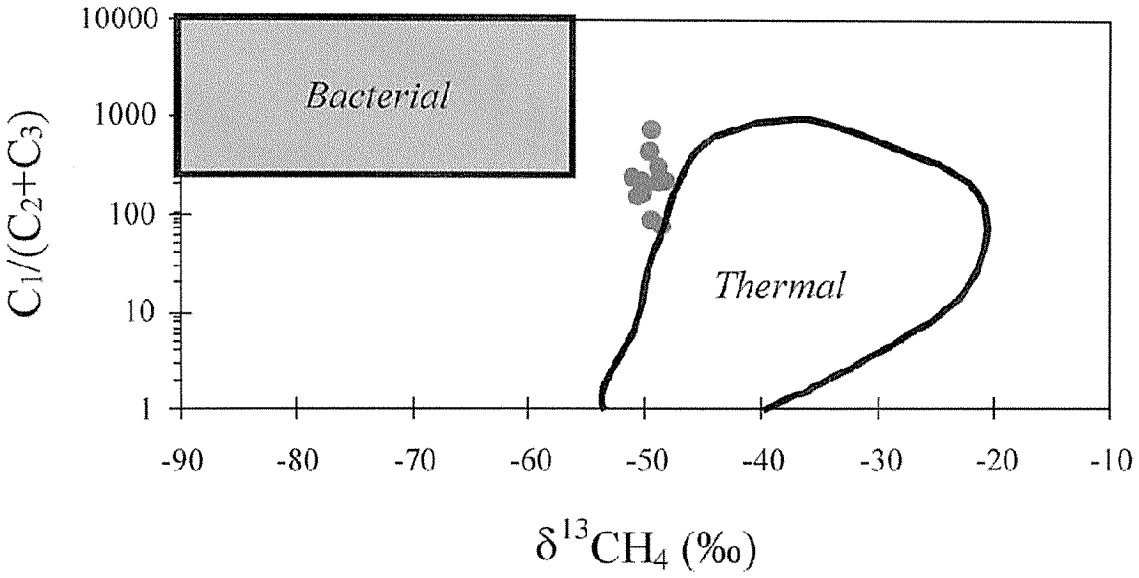
Headspace örneklerinin gaz içeriğinde %68.5-99.0 metan bulunmaktadır (Tablo:3.1) (Hoşgörmez vd., 2002). Özellikle kömürlerden alınan örnekler en zengin metan (%94.0-99.0) içeriğine sahiptir (Tablo:3.1) (Hoşgörmez vd., 2002). Kömürlerdeki bu yüksek metan oranı kömürden türeyen metanın baskın olmasıyla ilgilidir ve daha az ilgili olarak muhtemelen metanın öncelikli adsorpsiyonunun kömürde olmasıyla yüksek metan

içermektedir (Levine, 1993; Yee vd., 1993). Genel olarak CO_2 miktarı %0.6'dan düşüktür ve silttaşlarında ki nitrojen içeriği % 38'lere varmaktadır (Tablo:3.1) (Hoşgörmez vd., 2002). Silttaşlarındaki gazın azot miktarının zengin olması kerojenin termal alterasyonundan türeyen nitrojen ve amonyumun öncelikli adsorpsiyonundan olabilir (Minissale vd., 1997; Gerling vd., 1997).

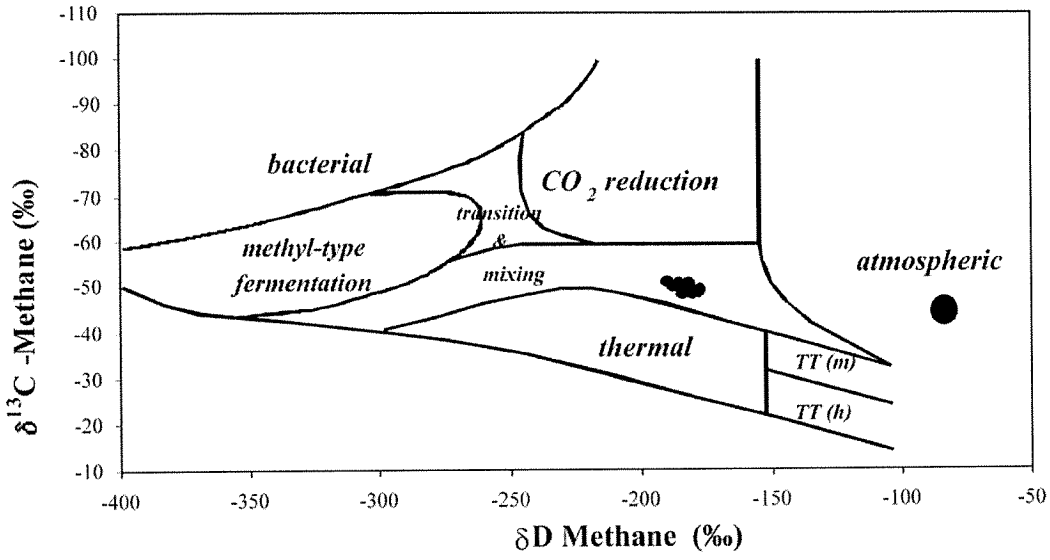
Tablo 3. 1: Gaz örneklerinin moleküler ve izotopik bileşenleri (Hoşgörmez., 2002)

SONDAJ NO	DERİNLİK (m)	LİTOLOJİ	$C_1/(C_2+C_3)$	CO_2 (%)	N_2 (%)	CH_4 (%)	C_2H_6 (%)	C_3H_8 (%)	n-C_4H_{10} (%)	n-C_5H_{12} (%)	$\delta^{13}C_1$ (‰ vs. PDB)	$\delta^{13}C_2$ (‰ vs. PDB)	$\delta^{13}C_3$ (‰ vs. PDB)	$\delta^{13}CO_2$ (‰ vs. PDB)	$\delta^{13}DC_1$ (‰ vs. SMOW)
AK 16	1428,6	Kömür	752	0,58	0,3	99	0,13	0,00	-	-	-49,5	-25,2	-	-13,2	-182,5
AK 16	1429,7	Silttaşı	310	0,03	28	71,8	0,23	0,00	0,001	-	-48,9	-28,1	-	-	-177,9
AK 16	1430,5	Kömür	454	0,34	5,5	94	0,2	0,01	-	-	-49,7	-34,3	-	-15,3	-185,2
AK 16	1430,8	Silttaşı	226	0	37,8	61,9	0,26	0,01	0,001	-	-48,3	-	-	-29,4	-180,5
AK 14	1543,2	Silttaşı	89	0,18	30,6	68,5	0,71	0,06	0,002	-	-49,5	-35,3	-26,3	-17,9	-177,7
AK 14	1549	Silttaşı	76	0,02	16,5	82,4	1,01	0,07	0,002	-	-48,5	-37,9	-26	-	-184,1
AK 14	1555,62	Kömür	207	0,3	-	99,2	0,42	0,06	0,005	0,0007	-49	-25,3	-19,2	-19,3	-183, 4
AK 14	1555,67	Silttaşı	164	0,08	21,1	78,3	0,45	0,03	0,001	-	-50,4	-30,7	-23,6	-18,2	-182,1
AK 14	1556,5	Kömür	228	0,27	2,1	97,2	0,37	0,06	0,004	0,0003	-50,4	-26	-20,2	-18,8	-185,6
AK 14	1559	Kömür	239	0,32	2,6	96,7	0,38	0,03	0,001	-	-51,1	-26,8	-19,5	-17,6	-190,1
AK 14	1559,6	Silttaşı	158	0,01	29	70,5	0,39	0,05	0,004	0,0004	-50,5	-25,9	-20,7	-	-182,2
AK 14	1563	Silttaşı	195	-	10,3	89,2	0,42	0,04	0,002	0,0002	-50,1	-25,8	-19,3	-19,7	-187,7
AK 14	1569	Silttaşı	167	0,11	19,7	79,7	0,44	0,04	0,003	-	-50,2	-29,6	-20,9	-17	-182,8

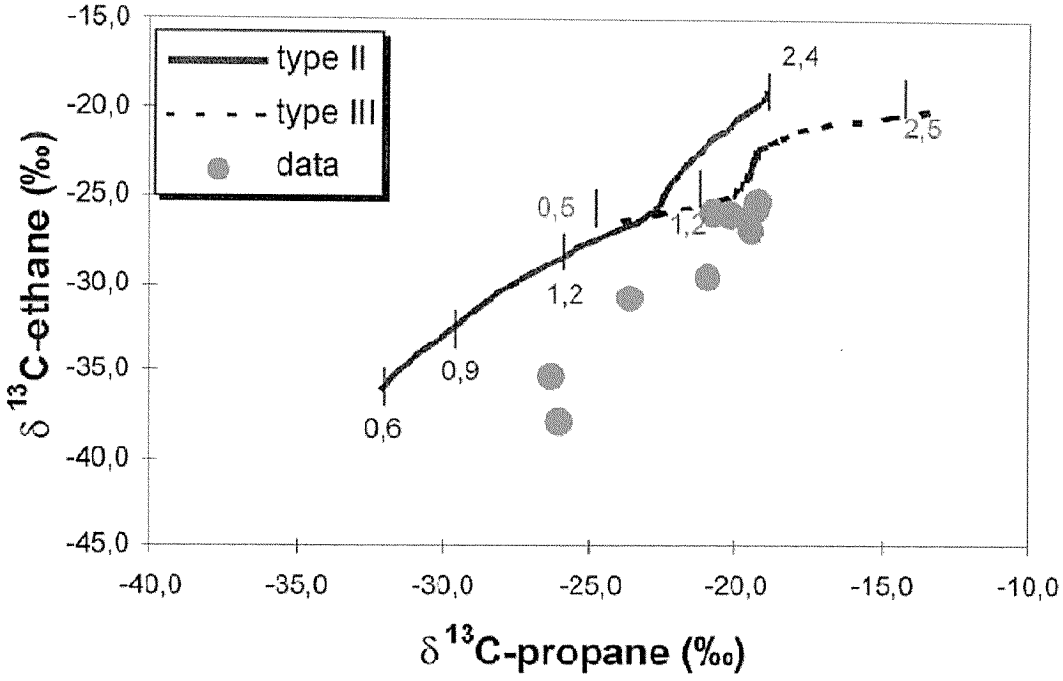
Gazların kökeni metanın moleküler bileşimini yani $C_1/(C_2+C_3)$ oranını ve $\delta^{13}C$ değerlerini kullanan Bernard diyagramı (Bernard vd., 1978) yardımıyla Hoşgörmez vd. (2002) tarafından incelenmiştir (Şekil:3.16). $C_1/(C_2+C_3)$ değerleri 76'dan 752'ye kadar olan gazlar bu sınıflandırma şemasında termojenik ve bakteriyel gazlar arasında bir karışımı olarak tanımlamışlardır (Şekil 3.16). Bu sınıflama ayrıca metanın hidrojen izotop oranları tarafından doğrulamaktadır (Şekil3.17). Metanın $\delta^{13}C$ ve δD genetik grafiğinde (Schoell,1980) de veri yine termojenik ve bakteriyel metan arasında bir geçiş zonu içinde yer almakta olduğunu belirlemişlerdir. (Şekil 3.17) (Hoşgörmez vd., 2002).



Şekil 3. 16: $C_1/(C_2+C_3)$ moleküler bileşim ve metanın $\delta^{13}C$ izotopik bileşimine göre gazların kökeni (Bernard vd., 1978)(Hoşgörmez vd., 2002).



Şekil 3. 17:Amasra Bölgesindeki metanın hidrojen ve karbon izotoplarına göre gazların kökeni (Hoşgörmez vd., 2002)

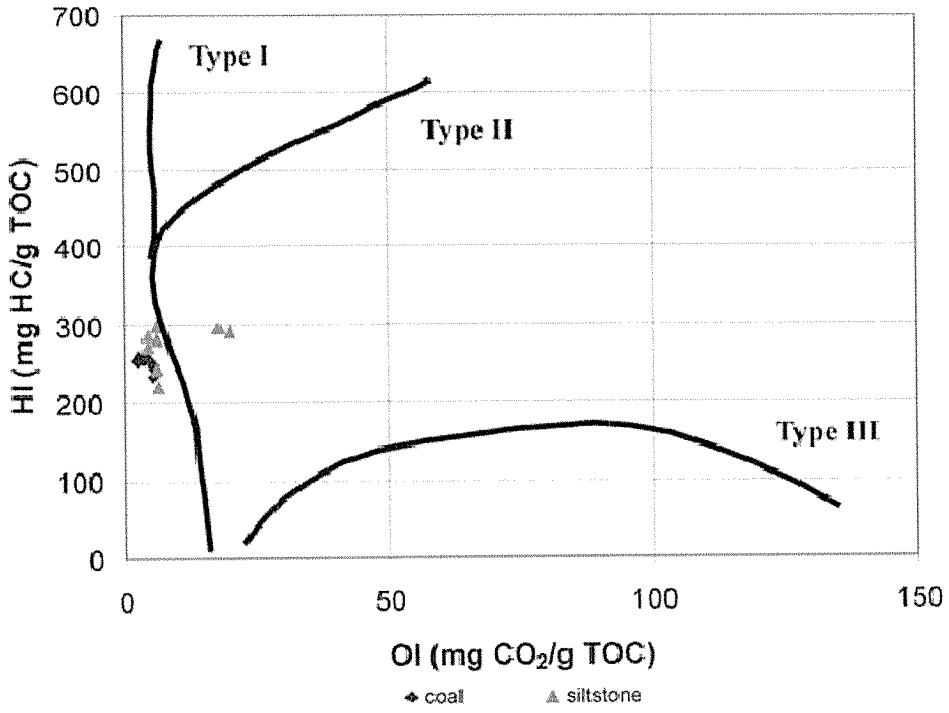


Şekil 3. 18:Berner ve Faber (1996) izotop/olgunlaşma modeline göre etan ve propan karbon izotop oranları kullanarak ikincil etkilerin determinasyonu ve gazların genetik karekterzasyonu(Hoşgörmez vd., 2002).(Type II denizel ve Type III karasal)

Termal kökenli hidrokarbonların izotop imzası ilgili kaynak kayacın olgunlaşması sırasında devamlı değiştiğinden metanın, etanın ve propanın $\delta^{13}C$ değerleri gazı üreten kaynak kayacın tip ve olgunluğunu incelemede kullanılabilir (Stahl ve Carey, 1975).

Amasra Bölgesi metanı büyük miktarlarda bakteriyel kökenli gaz içerdiği, bu nedenle termojenik izotop imzası gölgede kaldığı Hoşgörmez vd. (2002) tarafından belirlenmiştir. Sonuçta kaynak kayacın korelasyonunda sadece etan ve propan kullanılabilir. Bu amaca yönelik olarak, Berner ve Faber (1996) tarafından öne sürülen modelleme yaklaşımını uygulamışlardır (Şekil 3.18). Bu yaklaşım ilgili kaynak kerojenin izotopik bileşim ve olgunluğunu göz önünde tutarak denizel ya da karasal malzeme kökenli termojenik gazın izotopik bileşimini belirler. Saf termojenik gaz, denizel ya da karasal organik malzemeye ait çizgiler boyunca grafik verir. Şekil 3.18'de görüldüğü gibi Amasra bölgesinin gaz verisi termal kökenli gaz aralığında yer alır ancak model eğilimlere kıyasla izotopik olarak daha hafif hidrokarbon bileşenlerine doğru ‰5'e varan bir kayma gözlenmektedir. Gaz verisinin termojenik gaza özgün çizgilerden bu şekilde sapması esas olarak korelasyon çizgilerinin ideal kerojen tipleri için oluşturulmuş olmasına bağlanır (Berner ve Faber, 1996) ve Amasra bölgesindeki

potansiyel kaynak kayaçların organik malzemesi karasal kömür için karakteristik değildir (Şekil 3.19). Sonuç olarak, kömürlerdeki liptinit içeriği termal olarak oluşan kömür-kökenli gazın karma termal imzasını vermektedir. Ek olarak, gazın orijinal termojenik imzasını gölgeleyebilecek iki muhtemel etki vardır. Birincisi, eser miktarda bakteriyel kökenli etan ve propan katışmasıdır. Oremland ve çalışma arkadaşlarının tarifine göre (1988), anoksik sedimanlardan gelen gaz $\delta^{13}C$ değeri -‰55'e varan bakteriyel etan içerirdi. Bu nedenle gaz verisi ile olgunluk çizgilerinin eşleşmiyor olması (Şekil3.18) Amasra bölgesinde bakteriyel gaz katışığı olmasına ilave bir argüman vazifesi yapabilirdi. İkinci gölgeleyici etki ise headspace içine gaz desorpsiyonu sırasındaki belli belirsiz izotop fraksiyonasyonu olarak görülebilirdi (Hoşgörmez vd., 2002).



Şekil 3. 19:Örneklerin analiz sonuçlarına Hidrojen İndeksi' nin (HI) Oksijen İndeksine'e karşı diyagramı. HI değerlerinin yüksek olanlar Tip II kerojendir hem de organik maddesi humiktir. Bununla bağlantılı olarak örnekler yüksek liptinit içerir (Hoşgörmez vd., 2002).

Bu etki etan ve propanın $\delta^{13}C$ değerlerindeki küçük kaymadan sorumlu olarak gösterilmişti (Gaschnitz ve çalışma arkadaşları, 2000; Wingerning, 1975).

Bunu göz önünde tutarak, Şekil-3.19'da gösterilen izotopik açıdan en ağır numuneler kaynak kayaç hakkında en güvenilir bilgiyi taşır. Bundan, gazın, yaklaşık %1,0 ve %1,2

vitrinit yansıma değer aralığında olgunlaşmış kömürler tarafından türetildiği sonucu çıkarılabilir (Şekil3.19). Propanın $\delta^{13}C$ değerlerinin çoğunluğunun bunlara tekabül eden kerojeninkilerden daha ağır olduğu not edilmelidir. Bu alışılmadık görünüş yakın zamanda Cramer ve çalışma arkadaşları (2001) tarafından gösterildiği üzere yüksek derece olgun kaynak kayaç tarafından termal gaz türetilmesi ile yorumlanabilir (Şekil 3.19) (Hoşgörmez vd., 2002).

Bakteriyel metan katışığını yorumlamanın iki yolu vardır. Amasra bölgesindeki paleozoik sediman dizilimlerinin en derin gömülümü yaklaşık 40 My önce 120°C'ı aşan sıcaklıklarla olduğundan bakteriyel gaz oluşumunun birincil fazı derin gömülmeden önce olmuş ve bir ikincil bakteriyel gaz oluşumu da en derin gömülme sonrasında aktif olmuş olabilir (Hoşgörmez vd., 2002). Scott ve çalışma arkadaşlarına göre (1994) kömür damarları içinde hatırı sayılır miktarlarda bulunan gaz birincil olarak oluşan biyojenik gazla alakalı olamaz çünkü kömürleşmenin erken safhalarında ve özellikle turba bataklıklarındaki düşük basınç, yüksek nem ve kısıtlı emilim yüzünden bu fazdan kalan miktarlar çok düşüktür (Hoşgörmez vd., 2002).

Gömülmeden sonra meteorik su akışı ile geçirgen kömür damarları arasına sokulan gaz ikincil bakteriyel faz ile oluşmuş ise kömürleşme ve bunu takip eden yükselme ve erozyon, termogenetik olarak oluşan ıslak gaz bileşenlerini, n-alkanları ve organik malzemeleri göreceli olarak daha düşük sıcaklıklarda metan ve karbondioksit oluşturmak üzere metabolize edebilir (Scott, 1993; Scott ve çalışma arkadaşları, 1994).

İkincil bakteriyel gaz üretimi için gereken neredeyse bütün parametreler Amasra sahasında mevcuttur (Hoşgörmez vd., 2002).

Amasra kömürleri alt-bitümlüden yüksek uçuculu bitümlüye kadar sıralanır (Yalçın,1997; Karayiğit ve çalışma arkadaşları, 1998; Yalçın ve çalışma arkadaşları, 2002). Kömür yatakları şimdiki karakterini geç Eosen sırasında son 42 milyon yıldan beri kazanmış durumdaydı ve 1500 metreden fazla bir yükselme ve erozyon çarpışma tektoniklerine bağlı olarak gerçekleşti. (Yalçın ve arkadaşları, 1994; Yalçın, 1995,1997).

Amasra civarındaki Karadeniz kıyılarında kömür içeren birimler mostra vermiştir. Farklı periyotlar esnasında oluşan fay sistemleri mevcuttur. Bu faylar meteorik su akışı için uygun geçiş yolları oluşturmuş ve kömür tabakalarının kırıklanmasına sebep olmuştur. Bazı kömür damarları exudatinites bakımından zengindir (Yalçın ve çalışma arkadaşları,1994; Mann ve arkadaşları, 1995) ki bu da termojenik olarak üretilen ıslak gaz bileşenlerine ek olarak n-alkanların varlığını gösterir (Hoşgörmez vd., 2002).

Sonuç olarak, önceden kömür içinde adsorbe olan gaza karışan bir ikincil bakteriyel gaz üretimi gerçekleşmiş olduğu Hoşgörmez vd. (2002) tarafından belirlenmiştir.

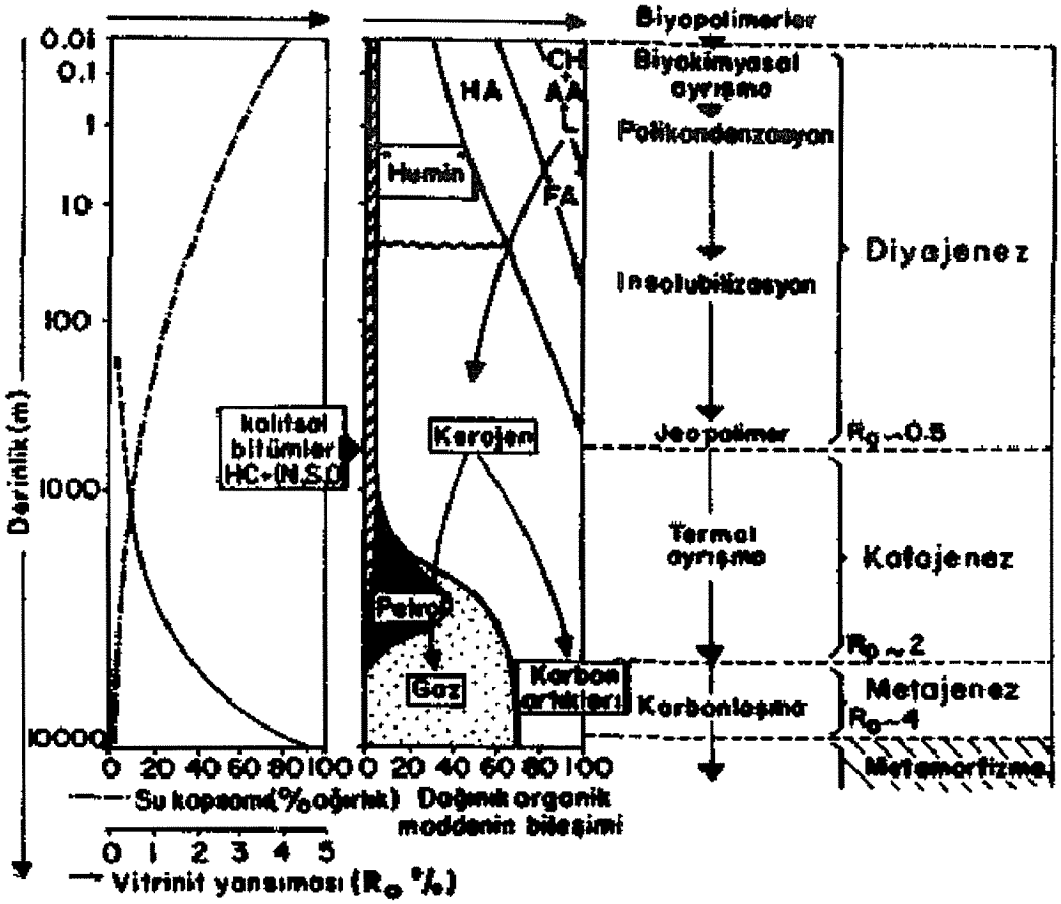
4.BULGULAR

4.1. DOĞAL GAZ

Petrol ve doğal gazın oluşumuna yönelik temel araştırmalar her ikisinin de çökel kayalar içersinde bulunan organik maddenin sıcaklık ve zamanın ortak etkisi sonucunda geçirdiği bir dizi fiziko-kimyasal değişimler sonucunda oluştuğunu açıklıkla göstermiştir (Tissot and Welte, 1984)(Şekil 4.1). Gaz oluşumunun kinetiği ayrıntılı olarak incelendiğinde termojenik gazın daha önce oluşmuş sıvı hidrokarbonların ve/veya doğrudan organik maddenin ısısal ayrışması sonucunda meydana geldiği görülür (Yalçın, 1994). Çökel kayalar olağan jeoloji süresi içerisinde giderek artan derinliklere gömüldüklerinden organik maddenin petrol ve doğal gaz oluşturması derinliğin bir fonksiyonu olarak gösterilebilirse de, derinlik ekseninin sıcaklık/zaman integraliyle yer değiştirmesi gaz oluşumunun kinetiğine daha uygun olacaktır (Yalçın, 1994).

Oluşan gaz miktarı bir yandan da sıcaklık/zaman integralinin büyüklüğü ile denetlenir. Bir diğer tanımlama ile gaz yeterli miktarlarda organik madde içeren çökel kayalarının ki, bunlar ana kaya olarak adlanırlar, yeterli bir sıcaklıkta belirli bir süre kalması durumunda oluşmaya başlamakta ve sıcaklık ve/veya süre artıkça önceleri gaz miktarı da artmaktadır (Yalçın, 1994). Belirli bir bir sıcaklığa ulaşıldığında ve bu sıcaklıkta belirli bir zaman geçtiğinde ana kayanın gaz potansiyeli tükendiğinden gaz oluşumu sona ermektedir (Yalçın, 1994). Organik maddenin geçirdiği bu evrim genelde olgunluk olarak tanımlanmakta olup, herhangi bir ana kayanın gaz oluşturup oluşturmadığı, oluşturmuş ise miktarı ve geriye kalan gaz potansiyeli olgunluğun bir fonksiyonu olarak tanımlanabilmektedir (Yalçın, 1994).

Oluşum grupları ve bileşimlerine göre doğal gazları üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar biyojenik kökenli doğal gazlar, magmatik ve metamorfik kökenli doğal gazlar ile radyoaktif kökenli doğal gazlardır (Gedik, 1994).



Şekil 4. 1: Organik maddenin genel evrim şeması (Tissot ve Weite' den değiştirilerek).
HA:Humik asit
FA: Fulvik Asit
AA: Amino Asit

4.1.1.Biyojenik Kökenli Doğal Gazlar

Organik madde biyolojik ve fizikokimyasal işlemlerle maruz kalarak hidrokarbonlara dönüşmesi sonucu biyolojik kökenli doğal gazlar oluşmaktadır. Bun gazlara örnek olarak bataklık gazları, kömür kökenli gazlar, petrol kökenli gazlar, tuz tabakalarında oluşan gazlar ve çamur volkanı gazları verilmektedir. Bataklık gazları, eski ve yeni bataklıklar ile delta ve alüvyonlarda görülür. Ülkemizde buna en güzel örnekler Bafra, Çarşamba ve Adana Ovalarıdır. Kömür kökenli gazlar, kömürü oluşturan bitkisel maddelerin turbiyelerde depolanarak bozuşmasıyla oluşmaya başlar ve kömürleşme derecesi (rank) arttıkça gaz oluşumu artar. Buna en iyi örnek Zonguldak kömür havzasıdır (Şengiller, 1996).

Petrol kökenli gazlar, petrol oluşumu prosesleri ile meydana gelir, bileşiminde ağırlıklı olarak bulunan metan yanında, metandan daha ağır hidrokarbonlar da içerir. Ülkemizde Hamitabat ve Çamurlu sahaları petrol kökenli doğal gazlara örnek olarak verilebilir (Şengiller, 1996).

Tuz tabakalarında oluşan gazlar azot, metan ve karbondioksit gazları olup ağır hidrokarbon içermezler. Petrol ve kömür sahalarında oluşan gazlar basınç nedeniyle çatlak boyunca yüzeye çıkarlar. Çıkışları sırasında basınçları oranında killi malzemeyi yüzeye taşıyarak, çıktıkları noktada oluşan kraterleri, çevresinde bir koni oluştururlar ve bu koni nedeniyle çamur volkanı olarak adlandırılırlar. Bileşiminde metan, karbondioksit, azot ve hidrojen sülfür bulunan bu gaza örnek olarak ülkemizde Muş Ovasında yıllardan beri çıkmakta olan gazlar gösterilebilir (Şengiller, 1996).

4.1.2. Magmatik ve Metamorfik Kökenli Doğal Gaz

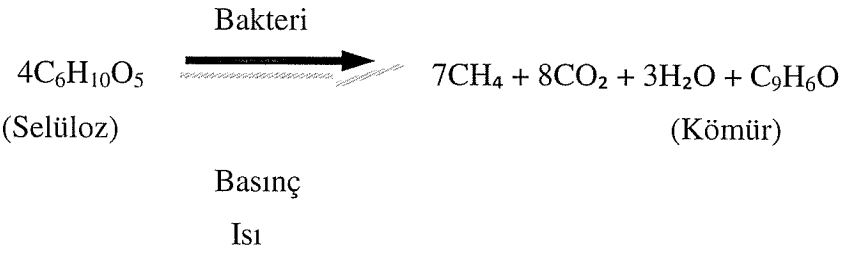
Magmatik ve metamorfik kökenli doğal gazlar karbondioksit, karbonmonoksit, hidrojen sülfür, azot gibi gazların yanında su buharı ve asal gazları da içerir. Ülkemizde Orta ve Doğu Anadolu'daki genç volkanlar ile Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayına bağlı değişik, açılı, faylar boyunca karbondioksit çıkışları yaygındır (Şengiller, 1996).

4.1.3. Radyoaktif Kökenli Doğal Gaz

Radyoaktivite nedeniyle oluşan gazlar olup başlıcası helyumdur. Helyum, iki proton ile iki nötrondan oluşan bir çekirdeğe sahip asal gazdır. Helyum atmosfer, manto ve kabuk kökenli olarak meydana gelebilmekte ve bu köken izotop çalışmaları ile belirlenebilmektedir (Şengiller, 1996).

4.2. Kömür Kökenli Metan Gazının Oluşumu

Metan renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır. Kömürleşme sürecinin bir yan ürünü olan metanın oluşumu aşağıdaki reaksiyonla açıklanmaktadır (Skochinsky ve Komarow, 1969; Durucan ve Güyagüler'den, 1981).



Kimyasal formülü CH_4 olan metanın yoğunluğu 0,716 kg/m^3 ve özgül ağırlığı da 0,554'tür. Hava içindeki metan oranı % 5-15 arasında olduğu zaman patlayıcı özellik göstermekte, en şiddetli patlama ise havada %9,5 metan olduğunda gerçekleşmektedir (Güyagüler, 1978).

Kömür Kökenli Metan, kömür yataklarında oluşan ve depolanan metan gazıdır. Kömürleşme olayı sırasında başlıca metan, karbondioksit, azot ve su oluşmaktadır (Dallegge ve Barker, 1998).

Kömür klasik anlamda bir ana kaya olmamakla birlikte kimyasal bileşimi ve moleküler yapısı ana kayalar içersindeki organik madde ile kömür arasında, kimyasal olarak hemen hiçbir fark bulunmamaktadır (Yalçın, 1994). Bu nedenle klasik ana kayalarda olduğu, kömürden de artan sıcaklık ve zamanın etkisiyle gaz oluşması doğaldır (Yalçın, 1994).

Kömürleşme sırasında oluşan metanın bir kısmı, oluşma sürecinin başlarında, ortam henüz bataklık halinde iken ve ya örtü tabakası ince iken atmosfere kaçmaktadır. Damar üzerindeki tabakaların kalınlaşmasından sonra ise kömür ve yan kayaçlarda depolanmaktadır (Eren, 1989).

Kömür damarlarının metan içeriği başlıca şu etkenlere bağlıdır;

-Gaz Basıncı: Gaz basıncı arttıkça kömürün metan içeriği de artmaktadır (Ruppel vd., 1973).

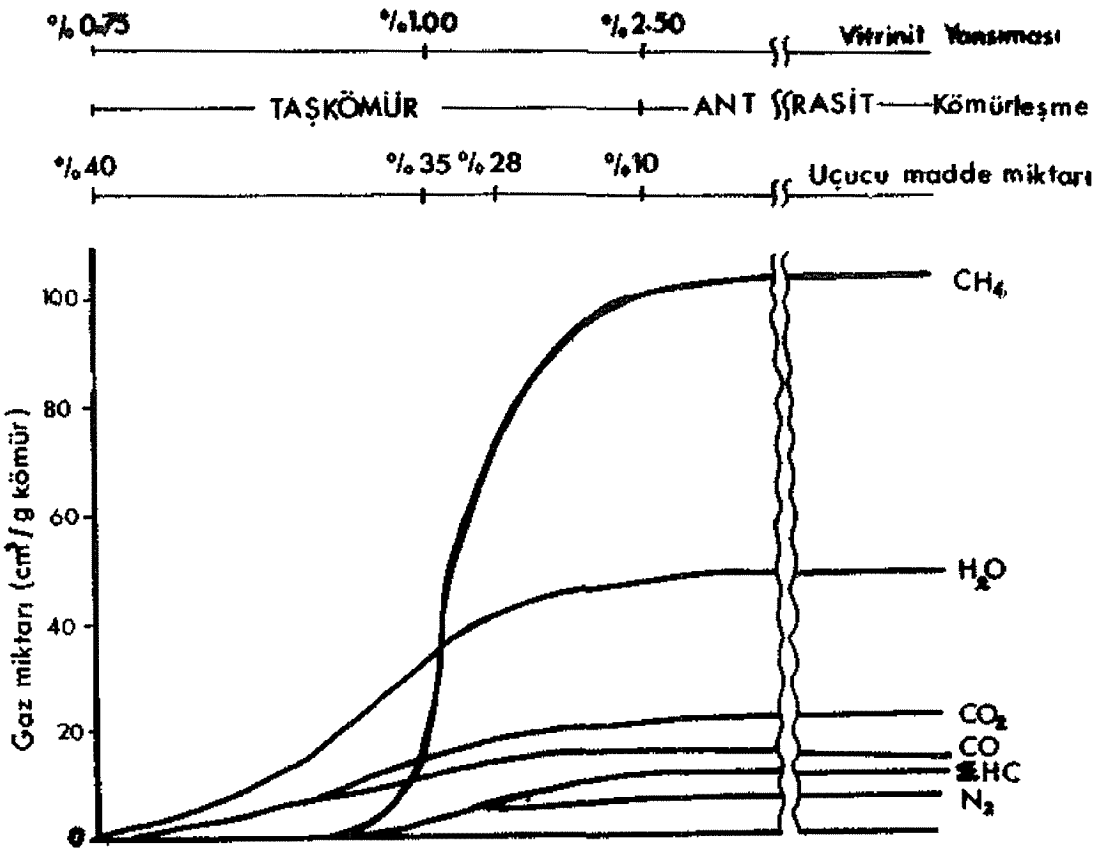
-Kömür Cinsi: Kömürleşme derecesi arttıkça kömür damarlarının metan içeriği de artmaktadır (Kim, 1977).

-Nem içeriği: Kömür damarlarının metan içeriği belirli bir nem oranına kadar artan nemle birlikte azalmaktadır (Joubert vd., 1973).

Metan oluşumunda iki temel mekanizma söz konusudur. Bunlar biyojenik ve termojenik metan oluşumudur (Dallegge ve Barker, 1998). Bitkisel kökenli organik maddelerin kömürleşme sürecinin ilk aşamalarında, genellikle 50°C' ye kadar olan sıcaklıklarda, mikrobiyolojik ayrışma sonucunda biyojenik metan oluşumu gözlenir. Gerek miktarının azlığı, gerekse oluşan metanın birikebileceği bir rezervuar kayacının böyle bir ortamda bulunmayışı nedeniyle fosil biyojenik metan birikimleri çok ender olup, ancak çok hızlı çöken az sayıda havzaya özgüdürler. Artan gömülmenin sonucu olarak ulaşılan yüksek sıcaklık değerleri kömürleşme derecesinin artması ve termojenik gaz oluşumunun başlamasına neden olur. Gaz oluşumunun kinetiğine bağlı olmakla birlikte yaklaşık 55°C den itibaren karbondioksit, 100°C den itibaren de metan ve azot gazları oluşmaya başlar. Artan kömürleşmeyle birlikte oluşan metan miktarı da artar (Yalcın ve Durucan, 1984)(Şekil 4.2).

Oldukça yüksek sıcaklıklara kadar metan oluşumunun gözlemek mümkündür (Yalçın, 1994). Kömürleşme derecesi gözetilerek bir değerlendirmenin yapılması durumunda, kömürden doğal gaz oluşumunun % 0,8'lik vitrinit yansımasına karşılık gelen bir kömürleşme derecesinde başladığı ve gaz oluşumunun % 2.0' lik vitrinit yansıması değerine karşılık gelen kömürleşme derecesine kadar sürdüğü görülür (Yalçın, 1994).

Kömüre bağlı metan gazı, kömürleşme derecesi ve yan kayaçların geçirgenliğine bağlı olarak değişmektedir (Noack, 1997).



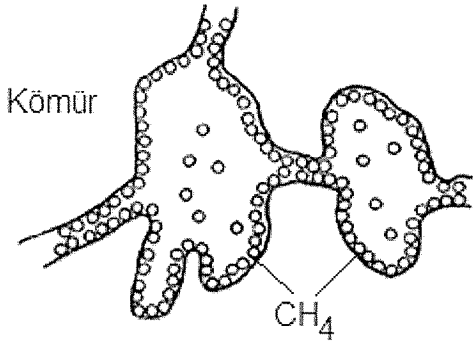
Şekil 4. 2: Kömürleşme sürecinde oluşan çeşitli gazların kümülatif miktarları (Jüntgen ve Klein' de değiştirilerek ; Yalçın, 1994).

Olağan petrol ve doğal gaz ana kayalarının tersine kömür, özgün gözeneklilik yapısı ve olağanüstü yüksek soğurma (absorpsiyon) yeteneği nedeniyle, oluşturduğu gazı aynı zamanda kapanlama özelliğini de sahip bulunmaktadır (Yalçın, 1994). Kömürün kolloidal yapısı, bir kömürün hacminin 1 ile 40 misli kadar metan gazını içinde tutmasına imkan verir (Dallegge ve Barker, 1999). Yeraltında, katı kömürle beraberindeki metan gazı bir basınç altında denge durumundadır. Bu basıncın miktarı kömürleşme derecesi (rank), damar derinliği ve kömürün gözenekliliği ile bağıntılıdır. Kömür damarları içerisinde depolanmış olan metan (Şekil 4.3);

- Çatlaklarda, kırıklarda ve gözenek içinde serbest gaz olarak,

- Çatlaklarda ve gözeneklerde kömür yüzeyine tutunmuş olarak ve

- Su içerisinde çözünmüş olarak bulunur (Yalçın ve Durucan, 1992).



Şekil 4. 3:Metan moleküllerinin kömür gözeneklerinde temsili görünüşü (Durucan ve Güyagüler' den 1981).

Bunlar arasında yalnızca ilk ikisi metan emisyonu acısından önemlidir. Kömürde oluşan gaz önce adsorpsiyon yoluyla tutulmaktadır. Adsorplama kapasitesinin üzerine çıkıldığı durumlarda gaz, formasyon suyu içerisinde çözünmekte ve/ veya serbest gaz olarak gözenek ve çatlaklarda birikmektedir (Gürdal ve Yalçın, 1992).

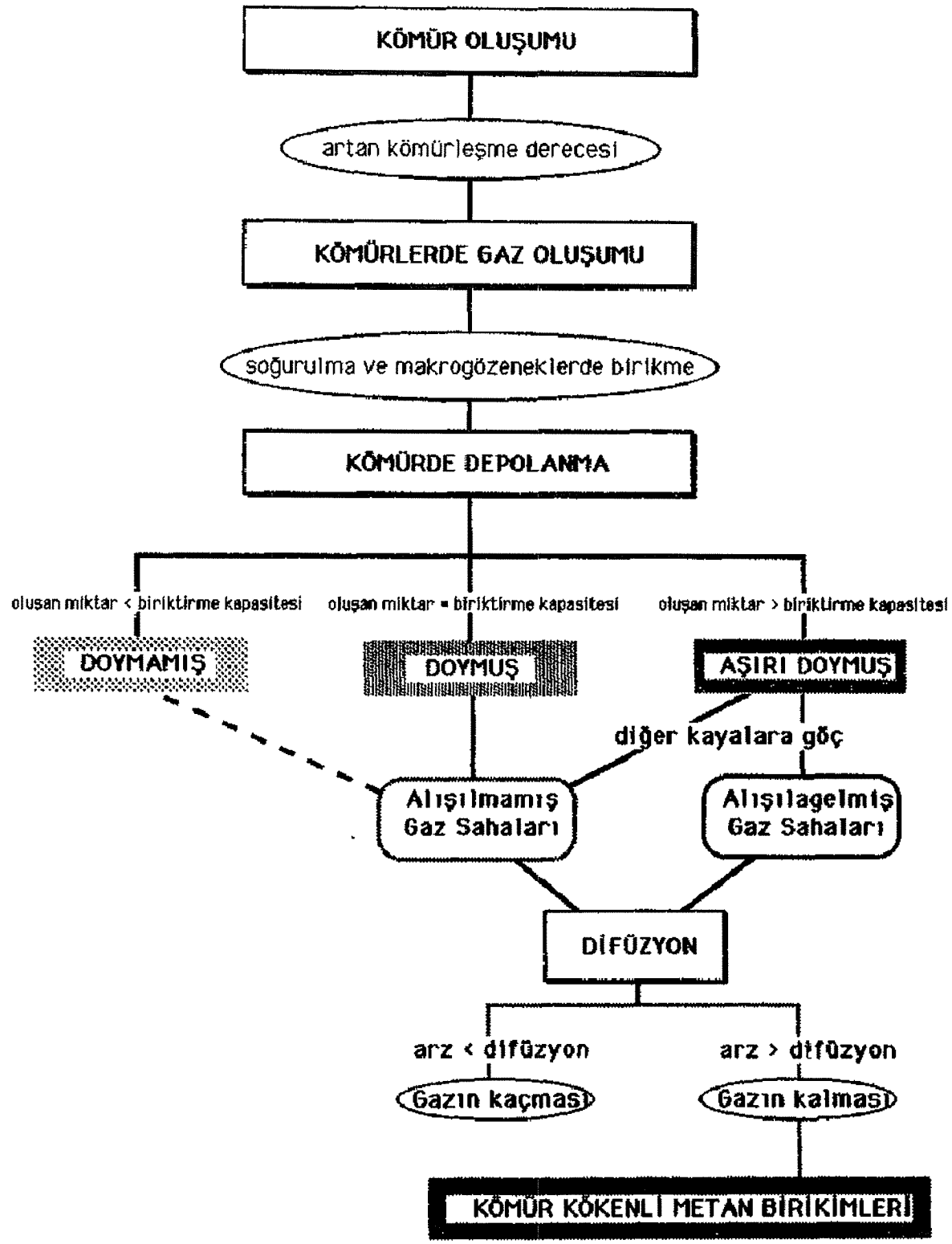
Kömür içersinde gazın kapanlanmasına en etkili olan mekanizma soğurulmadır. Bu nedenle gözeneklik ve buna bağlı iç yüzey alanı soğurulan gaz miktarını kontrol eden parametrelerdir. Kömürlerde gözenek dağılımını araştıran çalışmalar, gözeneklerin büyük bir çoğunluğunun mikro gözenekler olduğunu göstermiştir (Gan vd., 1972; Debelak vd., 1979).

Çok küçük olan bu gözenekler toplam gözenekliliği düşük kömürlerde bile iç yüzeyin çok geniş olmasının başlıca nedenidir. Soğurulan gaz miktarı iç yüzeyin yanı sıra basınçla da kontrol edilmektedir. Artan basınçla birlikte soğurulabilen gaz miktarı da artmaktadır. Bunun yanı sıra kömürleşme derecesi de soğurma yeteneğiyle doğru orantılıdır (Kim, 1983).

Bunlara bağlı olarak kömürde gram kömür başına 10-35 cm^3 gazın soğurulması mümkündür. Oluşan gaz miktarı kömürün soğurma kapasitesinin üzerine çıktığı durumlarda, bu gaz bir ölçüde formasyon suyu içerisinde erimekte, fakat çoğunlukla serbest gaz olarak gözenek ve çatlaklarda birikmeye başlamaktadır. Serbest gazın kömür içerisinde birikebilmesi doğrudan birincil ve ikincil gözeneklilik ve sızdırmazlığı sağlayacak bir örtü kayanın bulunmasıyla denetlenir. Belirli zonlar dışında serbest gazın birikebileceği birincil gözenekliliğin çok küçük oluşu yüzünden serbest gaz daha çok kırık ve çatlaklara bağlı ikincil gözeneklerde birikir. Serbest bir gaz fazının oluşmasıyla

birlikte göç olayı başlar. Eğer etkili bir örtü kaya ve ya özel hidrodinamik koşullar söz konusu değilse, serbest gaz oluştuğu ortamı terk ederek taşıyıcı katmanlar yardımıyla birikebileceği bir hazne kaya içersine doğru hareket etmeye başlar. Bu hareket klasik petrol ve gaz kapanlarının bulunduğu kesimlere kadar süre (Yalçın, 1994).

Gaz fazı halindeki hareketin yanı sıra difüzyonda migrasyon sırasında önemli rol oynamaktadır (Leythauser vd., 1983;Kroos vd., 1988). Difüzyon yoluyla göç, oluşmuş gaz sahalarından bile önemli ölçüde gaz kayıplarına neden olabileceğinden; difüzyon, kömür kökenli gaz potansiyelinin belirlenmesinde ayrıntılı araştırılması gereken bir konudur. Serbest gaz fazı ve difüzyon yoluyla gerçekleşen göç sonucunda klasik gaz sahalarının oluşması da beklenir. Uygun rezervuar kayalarının bulunması ve klasik kapanların mevcudiyeti halinde kömürden türeyen gazın çevredeki komşu kayalar içersinde birikmesi ve alışılagelmiş gaz sahalarını oluşturması olasılıdır. Bu nedenle kömür kökenli gaz potansiyelinin sadece kömürden yapılabilecek üretimle sınırlı olmayacağı gözetilmelidir. Kömür kökenli doğal gazın oluşumundan birikmesine kadar geçirebileceği evreler Şekil 4.4'te gösterilmiştir (Yalçın, 1994).



Şekil 4. 4: Kömür kökenli doğal gazın oluşumundan birikmesine kadar etkili olan mekanizmalar ve sonuçları (Yalçın, 1994).

4.3. JEOKİMYA

4.3.1.Bartın Amasra Bölgesindeki Gazın Jeokimyası

Amasra bölgesindeki HEMA DOĞAL ENERJİ KAYNAKLARI ANONİM ŞİRKETİ' ne ait CBM kuyularından gaz numuneleri alınarak çeşitli kurum ve kuruluşlarda analiz yaptırılmıştır. Bu analizlerin sonuçları, eski çalışmalarla beraber değerlendirilip gazın kimyası hakkında yorumlar yapılmıştır. Bölgede yapılan tüm analiz sonuçları Tablo 4.3' de belirtilmiştir.

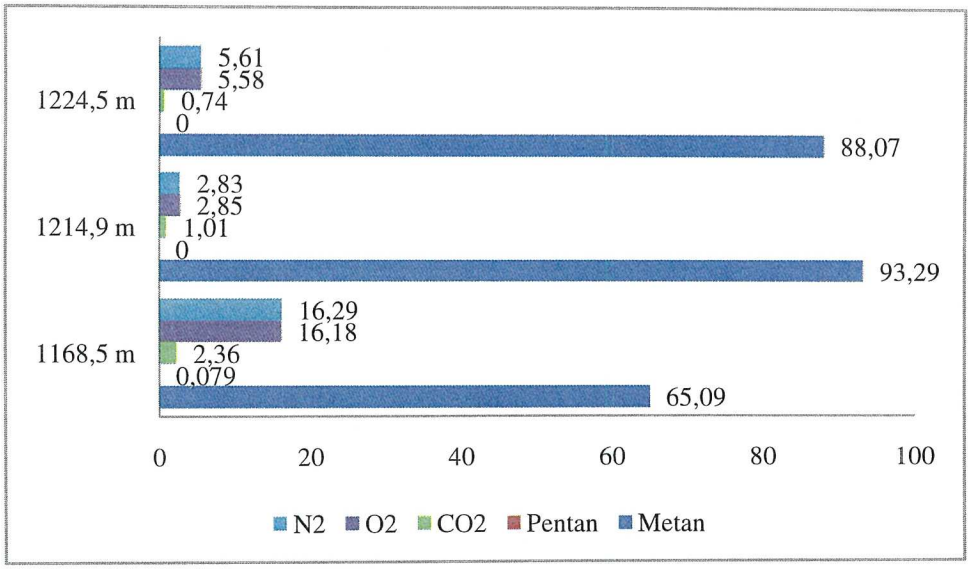
MTA tarafından yapılan AK 12, AK14 ve AK 16 sondajlarının analiz sonuçları eski çalışmalardan alınmıştır. HEMA Doğal Enerji Kaynakları A.Ş. tarafından açılan CBM A kuyusunun gaz analizlerini İntertek Wesport Technolgy Center yapmıştır. CBM B kuyusunun gaz analizleri ZKÜ, TPAO ve TÜBİTAK tarafından yapılmıştır.

AK 12 sondajından alınan numunelerin gaz bileşenleri analizi Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nde MTA tarafından yaptırılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.2 ve Şekil 4.5'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre metana ek olarak pentan bulunması hümik kömürlerde alışılmamış bir durumdur. 1214,9 metreden alınan örneğin eser miktarda Pentan içermesi ve düşük oranda O_2 içermesi çoğu kömür kökenli gaz havzalarından farklı bir çökelme ortamı ve gaz üretimini işaret eder. İki örneğin O_2 değeri karasal hümik kömürler için alışılmışın dışında düşüktür. Diğer örneğin hava ile kirlenmiş olabileceği düşünülmüştür çünkü; CO_2, O_2 ve N_2 değerleri anormal olarak yüksektir (Raven Ridge Resources, 1999).

Düşük oksijen indeks değerleri genellikle kıyı ovaları ortamlarında gelişen hümik kömürlerin ya da bataklık ortamlarında gelişen kömürlerin temsilcisidir (Yalçın, 1997).

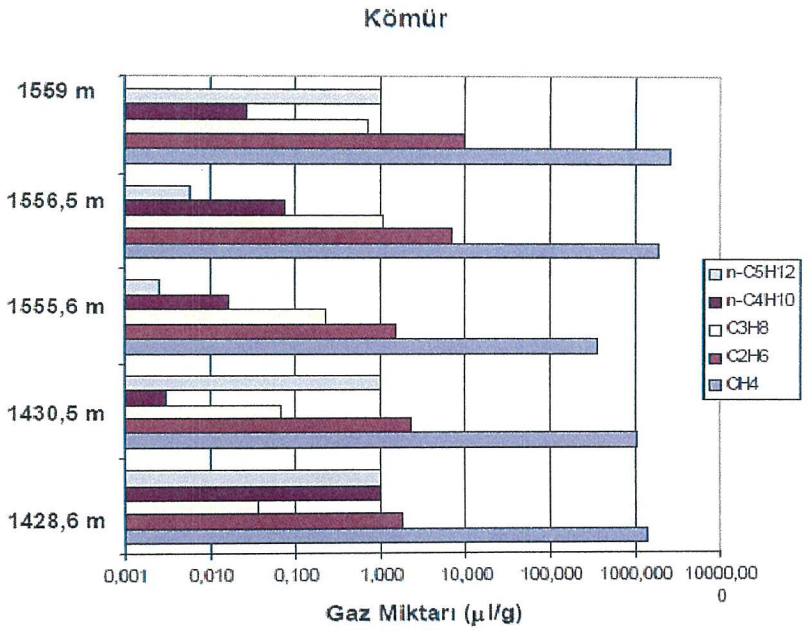
Tablo 4. 1: AK 12 sondajının analiz sonuçları*(MTA ' dan alınmış verilerdir.)

Derinlik	Metan	Pentan	CO_2	O_2	N_2
1168,5 m	65,09	0,079	2,36	16,18	16,29
1214,9 m	93,29	eser	1,01	2,85	2,83
1224,5 m	88,07	-	0,74	5,58	5,61

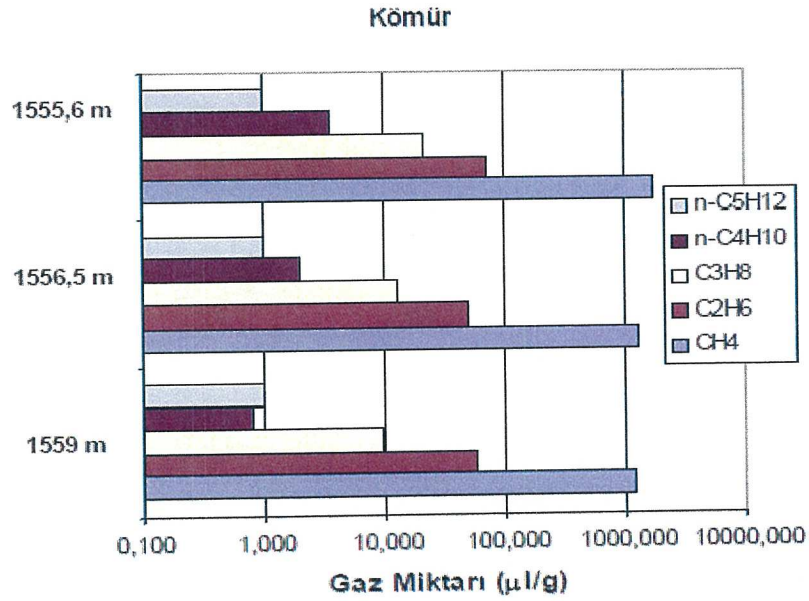


Şekil 4. 5:AK 12 sondajının kömür örneklerindeki Hidrokarbon gazlarının bileşimi ve yüzdeleri (MTA' nın analiz sonuçları ile oluşturulmuştur).

Amasra Bölgesi Karbonifer istifindeki gazların miktar ve bileşimini belirlemek amacıyla AK 14 ve AK 16 kuyularından alınan headspace örneklerindeki headspace ve assosiye gazlar gaz kromatograf ile analiz edilmiştir (Hoşgörmez vd., 2002). Gazların miktarının saptanması için, hem yeterli bir bir bekleme süresinde açığa çıkmış olan gazlar (headspace gazları), hem de bu sürenin sonunda hala kömürün bünyesinde kalan ve mekanik ve termal stimülasyon yoluyla açığa çıkartılan gazlar (assosiye gazlar) gözetilmiştir (Hoşgörmez vd., 2002). Analizlerde hidrokarbon (HC) gazları (C_1C_5), karbondioksit (CO_2) ve azot (N_2) ele alınmıştır. CO_2 miktarı ihmal edilebilir boyutlardadır ve toplam gaz içersindeki miktarı % 0,27-0,58 arasında değişmektedir. Bir diğer gaz olan azotun kömürlerdeki toplam gaz miktarına oranı % 0,30-5,46 arasında değişmektedir. Kömür örneklerindeki headspace hidrokarbon gazlarının miktarı 367-2580 (µl/g) arasında değişmektedir (Şekil 4.6). Miktarı en fazla olan bileşen metandır ve bunu etan izlemektedir. Kömür örneklerindeki assosiye gazların bileşimi % 96-98 metan, % 2-4 C_2-C_5 olarak bulunmuştur (Şekil 4.7) (Hoşgörmez ve Yalçın, 2002).



Şekil 4. 6:AK 14, AK 16 kuyularındaki kömür örneklerinde headspace hidrokarbon gazlarının bileşimi ve miktarı (Hoşgörmez ve Yalçın, 2002).



Şekil 4. 7: AK 14 kuyusu kömür örneklerinde assosiye hidrokarbon gazlarının (C_1C_5) miktarları (Hoşgörmez ve Yalçın, 2002).

Tablo 4.2: Amasra Bölgesindeki sondajlardan alınan kömür kökenli gazın analiz sonuçları

SONDAJ NO	DERİNLİK (m)	METAN	ETAN	CO_2	H_2	AZOT	Oksijen	Propan	iC_4 iso-BÜTAN	nC_4 n-BÜTAN	iC_5 iso-PENTAN	nC_5 n-PENTAN	nC_6 n-HEKZAN	GAZ MİKTARI (m^3/ton)
*AK 16	1428,6	99	0,13	0,58	-	0,3	-	0,00	-	-	-	-	-	
	1430,5	94	0,2	0,34	-	5,5	-	0,01	-	-	-	-	-	
*AK 14	1555,62	99,2	0,42	0,3	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	
	1556,5	97,2	0,37	0,27	-	2,1	-	0,06	-	-	-	-	-	
	1559	96,7	0,38	0,32	-	2,6	-	0,03	-	-	-	-	-	
**AK 12	1168,5-1168,75	65,09	-	2,36	-	16,3	16,18	-	-	-	0,079	-	-	
	1214,9-1215,08	93,29	-	1,01	-	2,83	2,85	-	-	eser	eser	-	-	
	1224,5-1224,7	88,07	-	0,74	-	5,61	5,58	-	-	-	-	-	-	
CBM A	725,95 (1)	54,4	0,04	0,00	12,1	33,4	-	0,00	-	-	-	-	-	3,8
	- (2)	64,2	0,05	0,00	8,4	27,1	-	0,00	-	-	-	-	-	10
	1444,05	83,6	0,24	0,00	5,4	10	-	0,01	-	-	-	-	-	6,5
	1554,23	64,3	0,35	0,00	8,79	26,4	-	0,05	-	-	-	-	-	
CBM B (ZKÜ)	376,00 (Numune1)	84,2	0,1	0,01	4,27	-	-	-	-	-	-	-	-	
	376,00 (Numune2)	79,71	0,09	0,01	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-	
CBM B (TPAO)	376,00 (Numune3)	95,875	0,108	0,061	0,00	3,99	0,031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,003	0,00	
	376,00 (Numune4)	94,662	0,11	0,079	0,00	5,15	0,043	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CBM B (TÜBİTAK)	376,00 (Numune5)	99,55	0,25	0,18	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	

*Hoşgörmez vd. (2002) alınan sonuçlar

**MTA'dan alınan sonuçlar

CBM A kuyusundan alınan numunelerin analizleri İntertek Wesport Technolgy Center tarafından yapılmıştır (Tablo 4.4). Üç damardan alınan gaz numunelerinde yapılan kompozisyon analizlerine göre %54-%83 arasında metan, % 10-% 33 arasında azot bulunmaktadır. CO_2 tespit edilememiştir. Azot ve hidrojen miktarı beklenen değerlerin çok üstündedir. Numune alımı esnasında bir hata olabileceği ve numunenin hava ile kirlenmiş olabileceği düşünülmektedir. Metan oranının düşük olması yüksek azot ve hidrojen değerinden kaynaklanmaktadır. Bu gazların kirletici etkileri çıkartılırsa metan oranı yükselecektir.

Tablo 4. 3: CBM A kuyusuna ait örneklerin analiz sonuçları

CBM A	GAZ ANALİZ SONUCU (Mol, %)						
Derinlik	(H_2) Hidrojen	N_2 Azot	CO_2 Karbondi oksit	C_1 Metan	C_2 Etan	C_3 Propan	Toplam
725,95 (1)	12,1	33,4	0,00	54,40	0,04	0,000	99,40
-(2)	8,40	27,10	0,00	64,20	0,05	0,00	99,75
1444,05	5,40	10,00	0,00	83,60	0,24	0,01	99,25
1554,23	8,79	26,40	0,00	64,30	0,35	0,05	99,85

CBM A kuyusu ile AK 14 sondajlarının analiz sonucu olan numuneler için korelasyon yapılırsa; CBM A kuyusunda 1554,00- 1561,5 metrede bulunan kömür damarı ile AK 14 kuyusunda 1551-1557 metreler arasındaki kömür damarının ilişkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.5). Aynı kömür damarı olmasına rağmen CBM A kuyusundaki azot ve hidrojen değerlerinin AK 14 sondajındaki değerlerden yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca CBM A kuyusundaki metan değeri Ak 14' e göre çok düşüktür.

Tablo 4.4: CBM A ve AK 12 sondajlarındaki numunelerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması

SONDAJ NO	DERİNLİK (m)	METAN	ETAN	KARBONDİOKSİT	HİDROJEN	AZOT	Propan
AK 14	**1555,62**	99,2	0,42	0,3	-	-	0,06
	1556,5	97,2	0,37	0,27	-	2,1	0,06
	1559	96,7	0,38	0,32	-	2,6	0,03
CBM A	**1554,23**	64,30	0,35	0,00	8,79	26,40	0,05

CBM B kuyusuna ait analiz sonuçları Tablo 4.6' da gösterilmiştir. Aynı numune farklı yerlerde analiz yaptırılmıştır. Bu sonuçlara göre; metan değerleri %84-99.55, etan değerleri % 0,09-0,25 arasında, CO_2 değerleri %0,01-0,18 arasında, H_2 değerleri %0,00-4,38 arasında değişmektedir. % 84 metan içeren numunenin hidrojen oranı diğer numunelere göre yüksektir. Metan oranı yüksek olan örneklerde ise hidrojen ve azot oranları düşüktür. Hidrojen ve azot miktarı yüksek olan numunelerde bu yüksek oranların numune alımı esnasında hava karışmış olabileceğinden veya numune alınan tüplerde bir sıkıntı olabileceğinden olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. 5:CBM B kuyusuna ait gaz numunelerinin analiz sonuçları

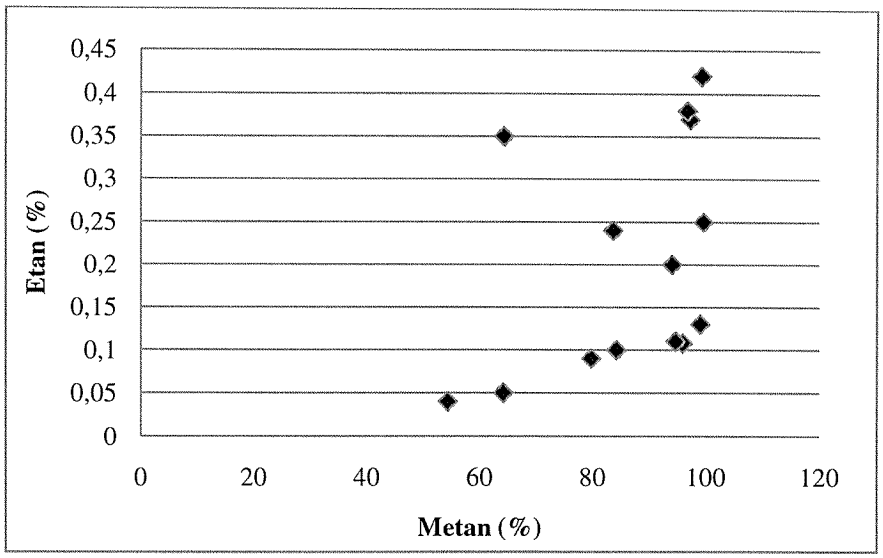
SONDAJ NO	Analizin Yapıldığı Yer	DERİNLİK (m)	METAN (%)	ETAN (%)	CO_2 (%)	H_2 (%)	N_2 (%)	O_2 (%)	Propan (%)	iC_4 iso-BÜTAN (%)	nC_4 n-BÜTAN (%)	iC_5 iso-PENTAN (%)	nC_5 n-PENTAN (%)	nC_6 n-HEKZAN (%)
CBM B	ZKÜ	376,00 (Numune 1)	84,2	0,1	0,01	4,27	-	-	-	-	-	-	-	-
		376,00 (Numune 2)	79,71	0,09	0,01	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-
	TPAO	376,00 (Numune 3)	95,875	0,10	0,061	0,00	3,992	0,031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,003	0,00
		376,00 (Numune 4)	94,662	0,11	0,079	0,00	5,146	0,043	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TÜBİTAK	376,00 (Numune 5)	99,55	0,25	0,18	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-

Hidrokarbon gazlarının bileşimi, gerek Amasra ve gerekse Zonguldak yörelerinde metanın çoğunlukla %90' dan fazla oluşuyla karakteristiktir ve kömür kökenli gazın beklenen ve alışılagelmiş bileşimiyle uyumludur (Levine, 1993).

4.3.2. Jeokimyasal Verilerin İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi

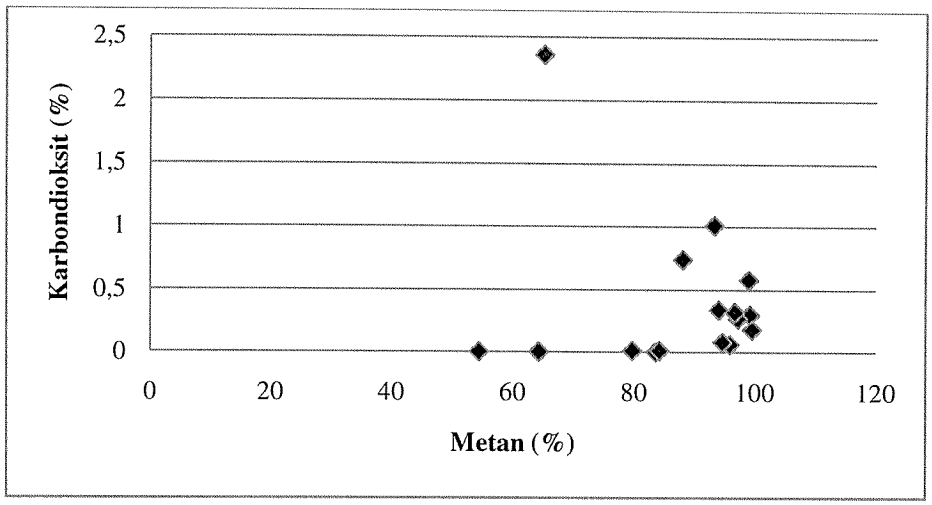
Tüm sondajlardan alınan numunelerin analiz sonuçları değerlendirilmesi ve korelasyonu yapılmaya çalışılmıştır. Şekil 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20' de gaz içerik bileşenlerinin birbirleriyle ilişkisi incelenmiştir.

Metan ve Etan oranları incelendiğinde aralarında bir ilişki olduğu gözlenmemiştir (Şekil 4.8). Etan miktarı Metan miktarından bağımsız olarak değişmektedir.



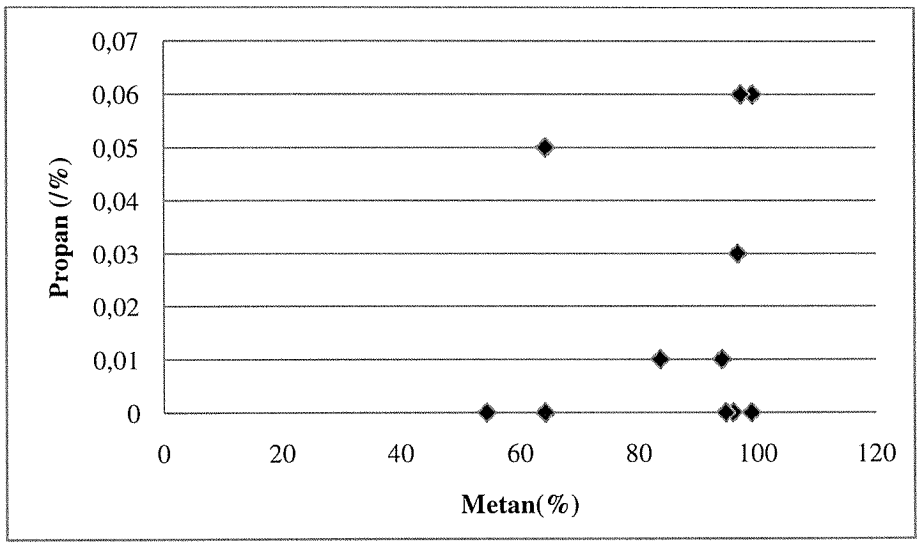
Şekil 4. 8: Metan ve Etan bileşenleri yüzdeleri

CBM A kuyusundaki analiz sonuçlarında karbondioksite hiç rastlanmamıştır. Grafikteki sıfır değerleri bu sondajdan gelmektedir. En yüksek karbondioksit oranları ise AK 12 sondajında görülmüştür. Bu iki kuyunun sonuçlarına bakılmaksızın değerlendirme yapılırsa metan oranı yükseldikçe karbondioksit oranının azaldığı görülmektedir (Şekil 4.9). Karbondioksit oranı en yüksek %2,36 olup CBM A sondajının verileri dahil edilmeden ortalama alınırsa karbondioksit ortalaması %0,48 civarındadır. Tüm sonuçların ortalaması alındığında % 0,36 civarındadır. Karbondioksit oranı, metan gazının ekonomik olarak değerlendirilmesi için uygun bir orandadır.



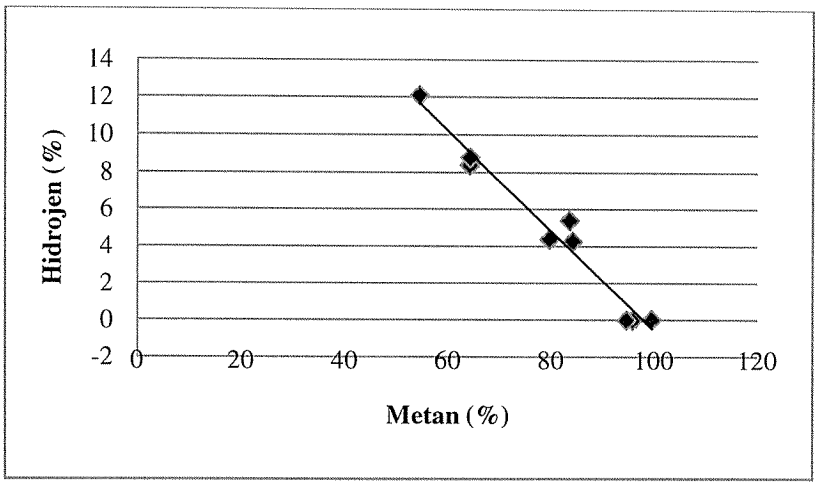
Şekil 4. 9:Metan ve Karbondioksit Yüzdeleri

Metan ve Propan oranları incelendiğinde aralarında bir ilişki görülmemiştir (Şekil 4.10). Propan değerleri metan değerlerinden bağımsız değişmektedir.



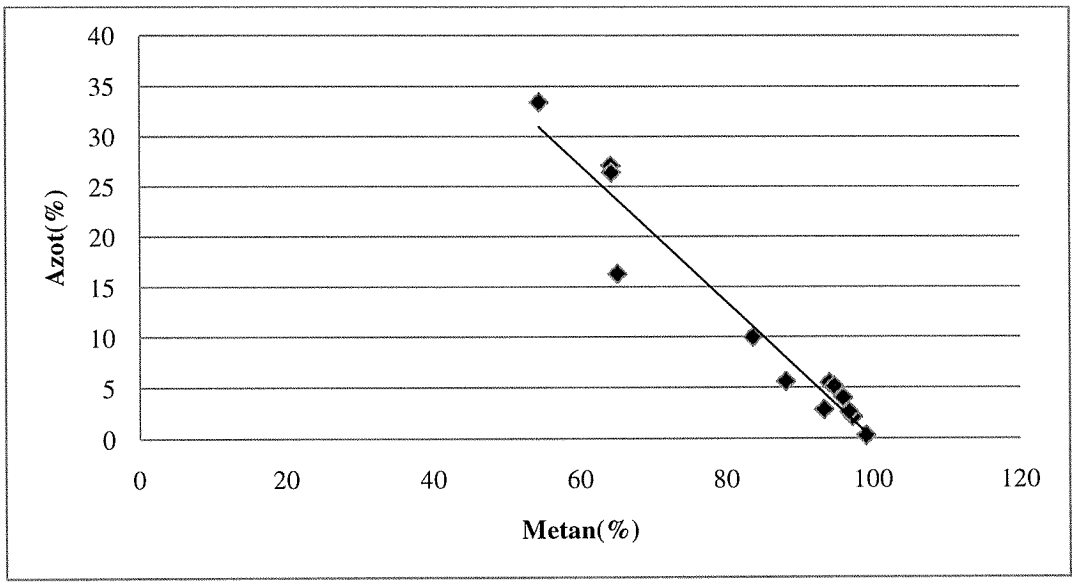
Şekil 4. 10:Metan ve Propan Yüzdeleri

Metan ve hidrojen oranlarına bakıldığında aralarında doğrusal azalan bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4. 11: Metan ve Hidrojen yüzdeleri

Metan ve Azot oranlarına bakıldığında aralarında doğrusal azalan bir ilişki olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).



Şekil 4. 12: Metan ve Azot yüzdeleri

Alınan numunelerde yüksek oranda azot ve hidrojen bulunması ve bunların metan ile ters orantılı olması; numunenin hava ile kirlenmiş olabileceğinin göstergesidir.

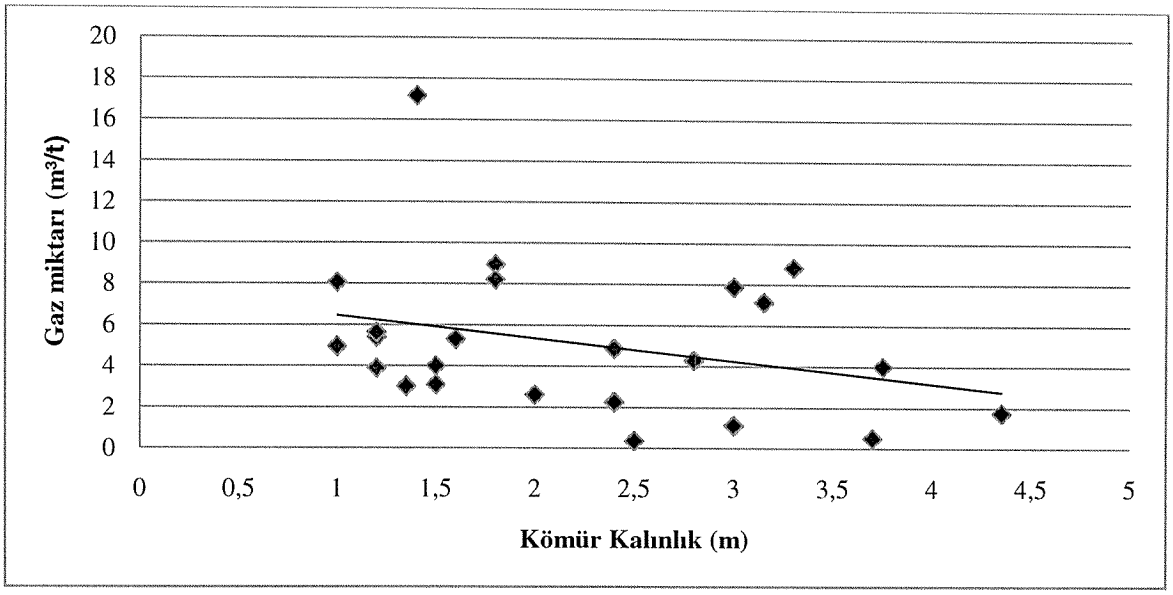
Numune 4' ün analiz sonuçlarına göre sülfür bileşenleri (Tablo 4.7) çok düşüktür. Bu, kömür kökenli gazın doğal gaz olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Bibler ve Carothers, 2001).

Tablo 4. 6:TPAO' da analiz yaptırılanNumune 3ve Numune 4 analiz sonuçları

Bazı Gaz Özellikleri	Numune 3	Numune 4
Pseudo Kritik Basınç , psia	660,3	668,4
Pseudo Kritik Sıcaklık, °R	338,8	337,4
Mol Ağırlık, g/mol	16,553	16,707
Özgül Ağırlık (25°C-1 atm)	0,572	0,578
Üst Isı Değeri, kcal/sm³	8670,87	8557,12
Alt Isı Değeri, kcal/sm³	7806,94	7704,62
Wobbe Sayısı, kcal/sm³	11461	11259
Sıkıştırma Faktörü	0,9981	0,9981

Diğer Sülfür Bileşenleri (ppm)	Numune 4
H_2S Hidrojen Sülfür	<0,1
COS Karbon Sülfür	<0,1
CH_3 Metil Merkaptan	<0,1
C_2H_5 SH Etil Merkaptan	<0,1

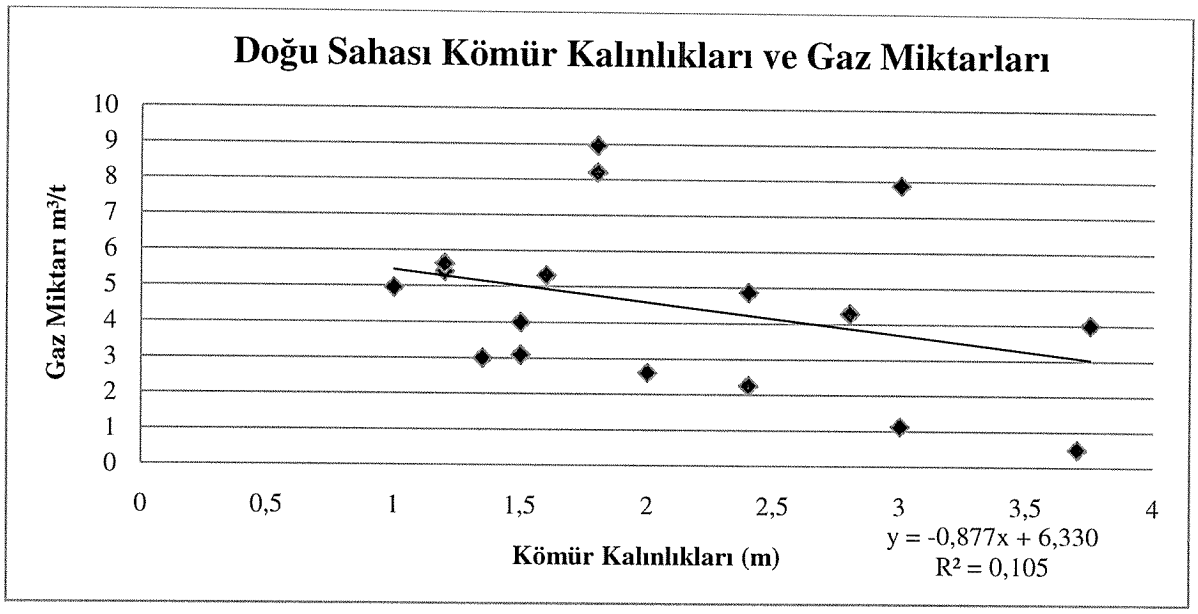
Şekil 4.13'de çalışma bölgesindeki gaz miktarı ölçülen tüm kömürlerin gaz miktarları ile kalınlıkları arasındaki ilişki incelenmiştir. Aralarında tam bağımlı bir ilişki gözlenmemiştir. Çizilen doğrunun denklemine bakıldığında aralarında kısmen bağımlı ve azalan bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Kalınlık artıkça kısmen gaz miktarı azalmıştır.



Şekil 4. 13: Çalışma bölgesindeki gaz miktarları ve kömür kalınlıkları arasındaki ilişki

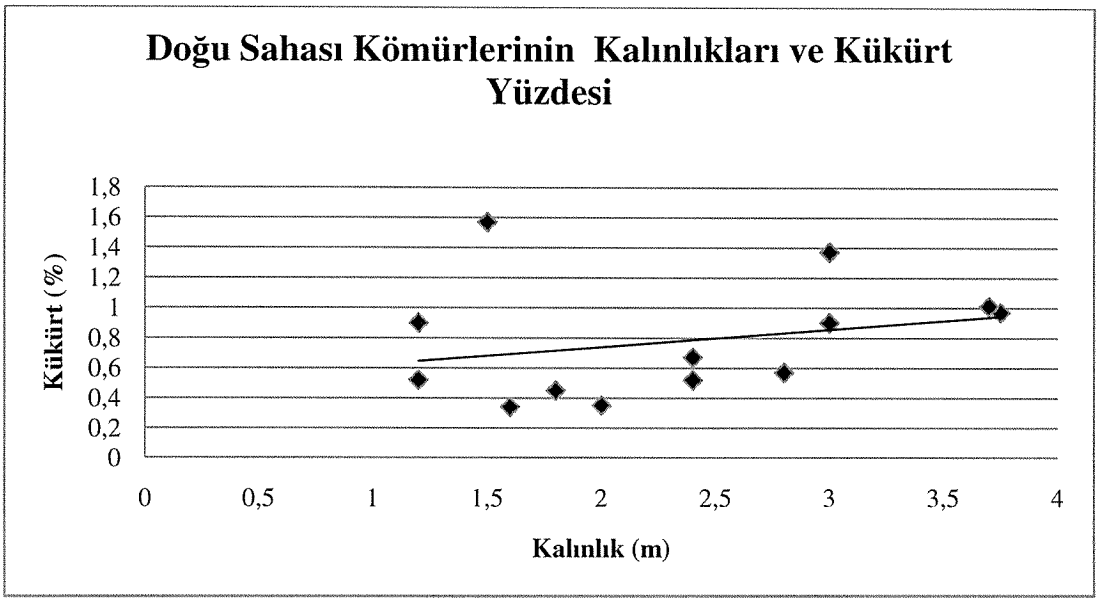
Çalışma bölgesindeki kömürler Merkez Fay'ın Doğusu ve Batısı olarak iki bölümde incelenmiştir. Batı bölgesinde Westfaliyen C yaşlı kömürler yapılan sondajlarda kesilmemiştir. Doğu sahasında ise hem Westfaliyen C hem de Westfaliyen A kömürleri sondajlarda kesilmiştir. Doğu sahasındaki Westfaliyen C yaşlı kömürlerin korelasyonu yapılmıştır.

Şekil 4.14' de doğu sahasındaki kömürlerin kalınlıkları ile gaz miktarları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu şekilde de kömür kalınlıkları ile gaz miktarları arasında kısmen azalan bir ilişki olduğu belirlenmiştir.



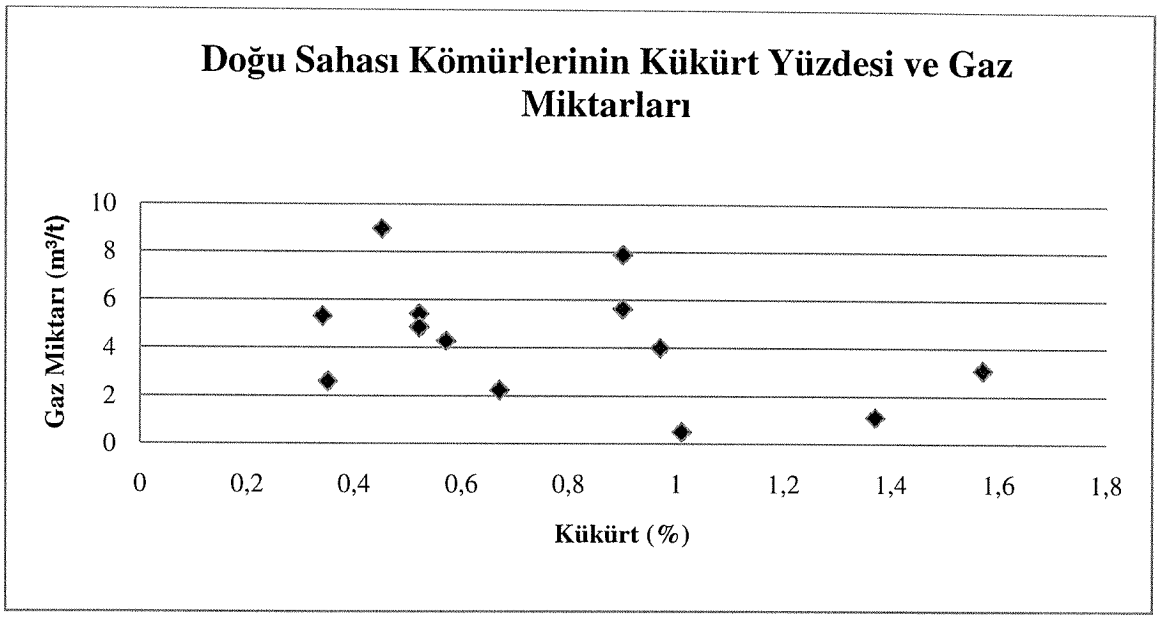
Şekil 4. 14: Doğu sahası kömür kalınlıkları ve gaz miktarları arasında ilişki

Şekil 4.15' de Merkez Fay'ın doğusundaki sondajlardaki kömür kalınlıkları ve kömürlerin kükürt miktarları incelenmiştir. Kömür kalınlıklarının artmasıyla kısmen kükürt miktarı da artmıştır. Kükürt ve kömür kalınlıkları arasında tam bağımlı bir ilişki gözlenmemiştir.



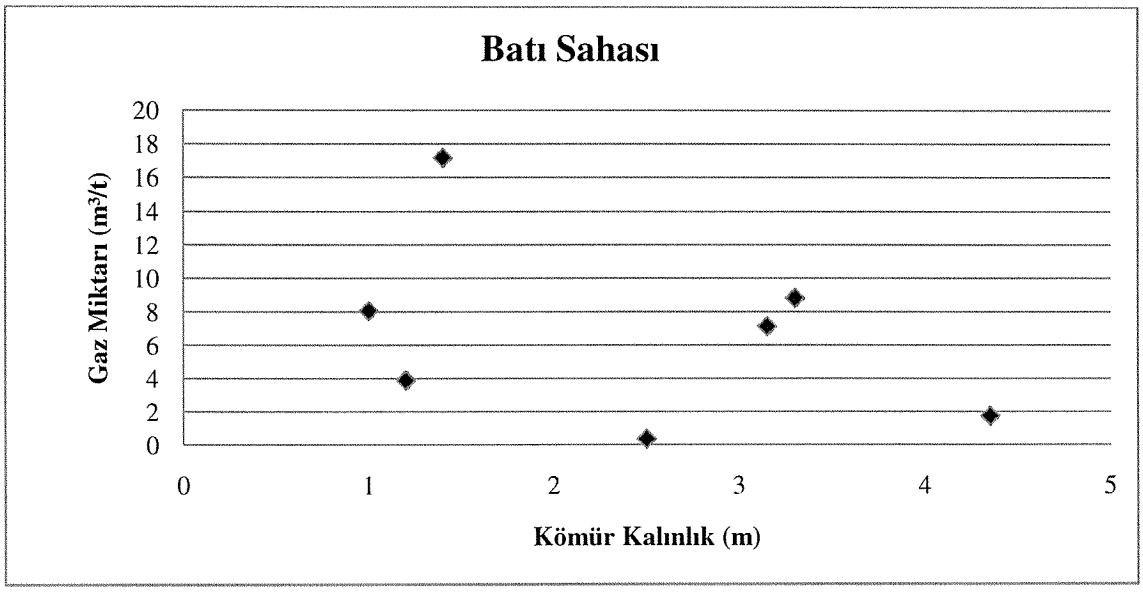
Şekil 4. 15: Doğu sahası kömürlerinin kalınlık ve kükürt ilişkisi

Doğu sahasındaki kömürlerin kükürt miktarları ve gaz miktarları incelendiğinde aralarında belirgin bir ilişki bulunmamıştır. Fakat gaz miktarı arttıkça kükürt miktarının kısmen azaldığı gözlemlenmiştir(Şekil 4.16).



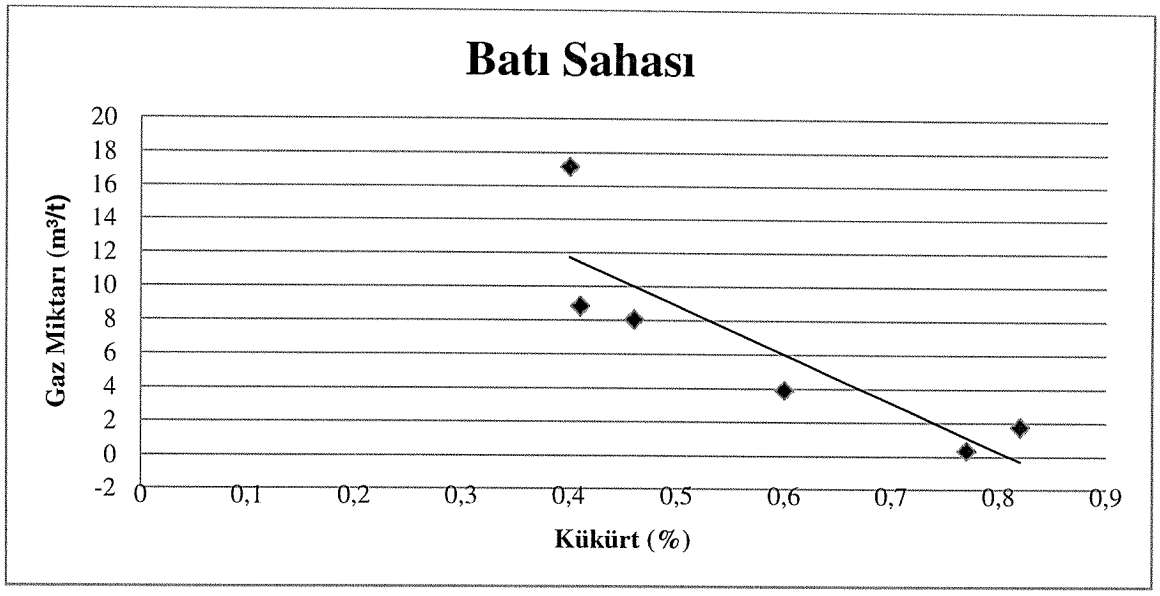
Şekil 4. 16: :Doğu sahasındaki kömürlerin kükürt miktarı ve gaz miktarı

Merkez Fay'ın batısındaki kömür kalınlıkları ve gaz miktarları arasındaki ilişki incelendiğinde doğu sahasındakine benzer bir ilişki gözlemlenmiştir. Kömür kalınlığı arttıkça gaz miktarı kısmen azalmaktadır (Şekil 4.17).



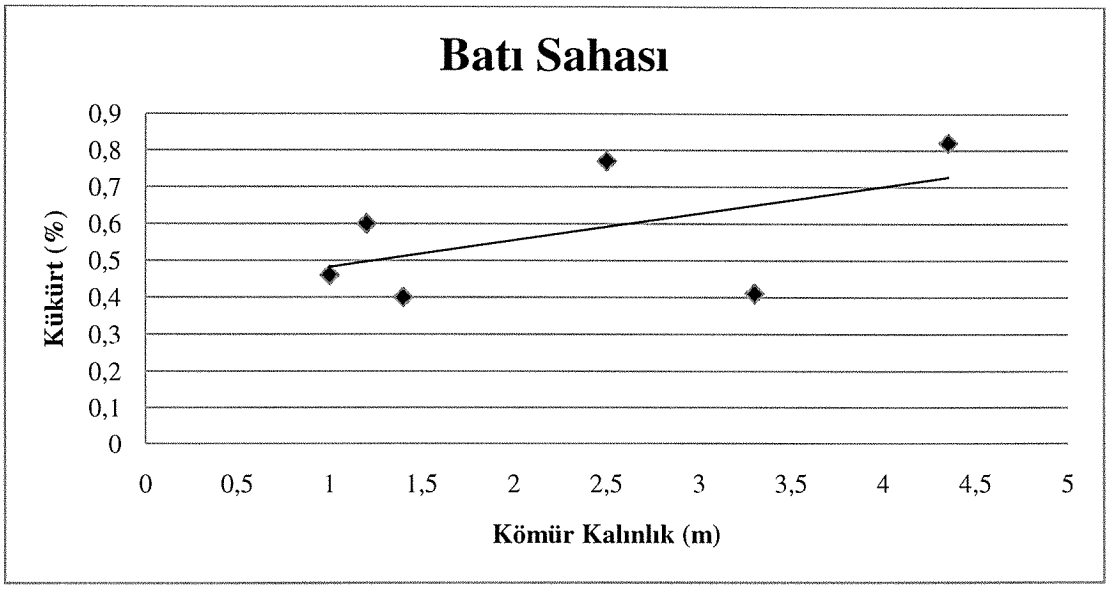
Şekil 4. 17: :Batı sahası kömür kalınlıkları ve gaz miktarları arasındaki ilişki

Batı sahasındaki kömürlerin gaz miktarları ve kükürt miktarları arasında azalan bir ilişki gözlemlenmiştir. Kükürt oranı artıkça gaz miktarı azalmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4. 18: Batı sahası kömürlerinin gaz miktarı ve kükürt ilişkisi.

Batı sahası kömürlerinde kömür kalınlıkları artıkça kükürt oranı artmaktadır. Kömür kalınlıkları ve kükürt miktarı arasında doğrusal artan bir ilişki olduğu belirlenmiştir(Şekil 4.19).



Şekil 4. 19: :Batı sahası kömürlerinin kükürt miktarı ve kömür kalınlıkları arasındaki ilişki

4.4. EKONOMİK JEOLOJİ

4.4.1.Kömür-Gaz İlişkisi

Çalışmanın özünü oluşturan, Batı Karadeniz Taşkömür Havzasındaki kömür üretiminin yapıldığı birimler alttan üste doğru iki formasyon oluşmaktadır. Bunlar; Karbonifer Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonu ve Karbonifer Westfaliyen BCD yaşlı Karadon Formasyonu' dur (Özdemir ve Altıparmak, 1992).

Yeni açılacak olan bir ocağın havalandırılması için gerekli metan yayılımı değerlerinin tahmininde, ani kömür ve gaz püskürmesine elverişli damarların ve zonların önceden belirlenmesinde, ya da ekonomik olarak değerlendirilebilecek metan varlığının bilinmesi için kömür damarlarının metan içeriklerinin belirlenmesi gereklidir (Eren, 1989).

Bölgedeki gaz miktarının hesaplanması için kömür damarlarındaki gaz miktarının bilinmesi gerekmektedir. Damarların gaz içeriğinin hesaplanması; doğrudan (çözülme – desorpsiyon olayına dayalı ya da dolaylı (soğurma–adsorpsiyon olayına dayalı) olarak yapılabilmektedir (Didari ve Ökten 1989).

HEMA tarafından yapılan sondajlardan alınan kömür numuneleri sızdırmaz kaplara (kanister) alınarak Değiştirilmiş U.S.B.M tekniğine (doğrudan yöntem) göre damarların gaz miktarı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre yeraltında gazın dağılımı ve nerede ne kadar metan olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Hesaplanan gaz miktarları Tablo 4.7' de gösterilmiştir. Gazın dağılımını gösteren haritalar Ek 4' te yer almaktadır.

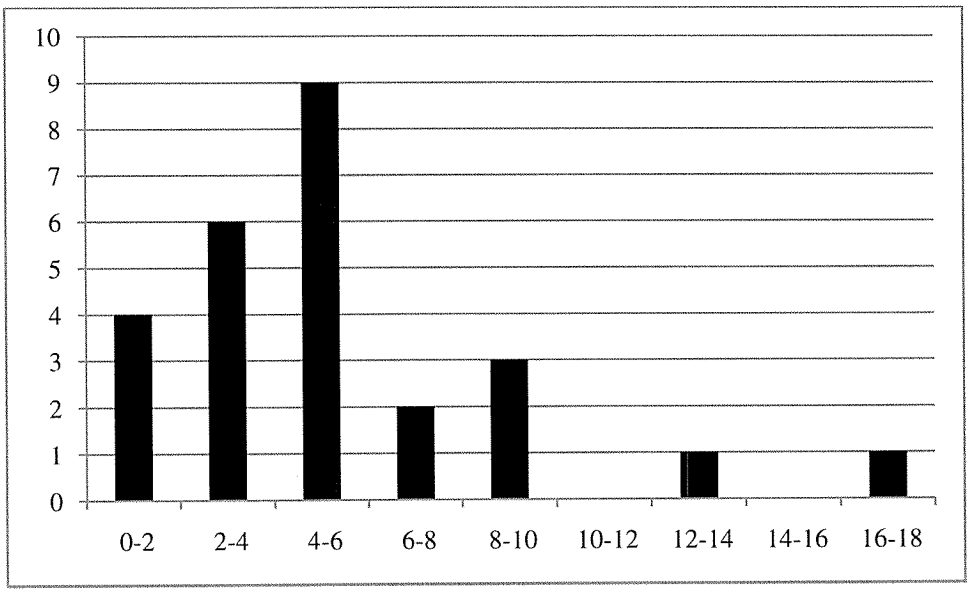
Tablo 4. 7:Kömür damarlarının yaşlarına göre gaz miktarları (m^3/t)

SONDAJ NO	DERİNLİK (m)		GAZ MİKTARI (m^3/ton)		Yaşı
	Giriş	Çıkış	Min.	Max.	
H 14	661,50	663,00	3,07	4,00	WC
	698,70	701,50	0,38	0,50	WC
	718,80	721,00	1,72	2,25	WC
	1220,10	1221,50	4,14	5,40	WA ?
H 25	527,70	528,06	9,26	12,08	WA
	528,40	528,72	4,28	5,58	WA
H26	607,00	608,00	2,36	3,10	WA
	608,35	611,35	0,30	0,40	WA
	644,60	644,87	0,28	0,36	WA
H 44	787,00	788,00	6,87	8,96	WC
H 45	476,65	478,00	2,22	3,00	WC
	919,00	920,20	4,31	5,62	WC
H 46	666,75	668,35	4,07	5,31	WC
	695,35	698,35	6,04	7,88	WC
H 47	1054,90	1056,30	13,16	17,16	WA
H 48	714,30	715,80	2,36	3,09	WC
	732,50	735,30	3,29	4,29	WC
H 52	568,60	569,80	2,98	3,89	WA
	716,65	719,80	5,40	7,14	WA
	790,80	791,80	6,18	8,06	WA
H 53	683,35	685,75	3,72	4,86	WC
	724,75	727,75	0,85	1,12	WC
	965,20	967,20	1,99	2,60	WA ?
H 55	686,15	689,90	3,00	4,00	WC
	695,55	697,35	6,50	8,20	WC
	1092,00	1093,00	3,79	4,95	WA
WC :	WESTFALİYEN C		Karadon	Formasyonu	
WA:	WESTFALİYEN A		Kozlu	Formasyonu	

Bölgenin batısındaki sondajlar siyah renkle gösterilmiştir. Batıdaki numune alınan damarların tamamı Karbonifer Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonu'na ait olup gaz içeriği ortalama olarak 6,47 m^3/ton civarındadır. Bu bölgedeki en yüksek gaz içeriğine sahip sondaj H 47'dir ve gaz miktarı 17,16 m^3/ton' dur.

Bölgenin doğusundaki sondajlardan Karbonifer Westfaliyen C yaşlı Karadon Formasyonu'na ait kömürlerin gaz içeriği ortalama olarak 4,51 m³/ton'dur. Bu bölgede en yüksek gaz içeriği H 44 sondajında (8,96 m³/ton), diğer yüksek gaz içeriği H 46 sondajındadır (7,88 m³/ton). Karbonifer Westfaliyen A yaşlı Kozlu Formasyonu kömürlerin ortalama gaz içeriği 4,32 m³/ton' dur. En yüksek gaz içeriği H 14 sondajında (5,40 m³/ton) bulunmuştur. Doğu bölgesindeki numunelerin çoğu Karbonifer Westfaliyen C yaşlı Karadon Formasyonu'na ait damarlardan alınmıştır. Çünkü bu bölgedeki madencilik çalışması için bu damarlar daha ekonomiktir.

Kömürlerin gaz miktarlarının histogramı çizildiğinde (Şekil 4.20) sağa çarpık bir yönelim görülmektedir. Gaz miktarlarının aritmetik ortalaması alındığında 5,14 m³/t, ağırlıklı ortalaması alındığında 3,68 m³/t değeri elde edilmektedir. Bunun nedeni analiz sonuçlarınnın uç değerler içermesidir. Histogram incelendiğinde 0'dan 6'ya kadar olan değerlerde doğrusal artan bir dağılım görülmektedir. Uç değer olan 17m³/t dikkate alınmadan incelendiğinde 6 ile 14 arasındaki değerlerde normal bir dağılım görülmüştür. Doğrusal artan kısımda biyojenik faaliyetler sonucu oluşan metan gazı; daha yüksek olan değerlerde artan gömülme ve sıcaklığın etkisi ile termojenik kökenli metan gazı oluşumun etkin olabileceği sonucuna varılmıştır



Şekil 4. 20: Gaz miktarlarının histogramı

Çalışma sahasının doğu bölgesinde WC yaşlı kömürlerde korelasyon çalışması yapılmıştır (Ek 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6,). Korelasyonu yapılan kömür damarlarının içerdiği gaz miktarları Tablo 4.8' de belirtilmiştir.

Tablo 4. 8:Damarların ortalama gaz içerikleri

Damar Adı	Sondaj No	Derinlik (m)		Gaz Miktarı (m^3/t) (max.)	Ortalama Gaz Miktarı (m^3/t)		Ağırlıklı Ortalama ile Hesaplanan Gaz Miktarı (m^3/t)
DAMAR A	H 14	661,5	663	4	**4**		**4,00**
	H 48	714,3	715,8	3,9	**5,22**		**4,75**
	H 53	683,35	685,75	4,9			
	H 46	666,75	668,35	5,31			
DAMAR B	TTK			6,78			
	H 14	698,7	701,5	0,5	3,2	*4,4	**3,46**
	H 45	919	920,2	5,6			
	H 48	732,5	735,3	4,3			
	H 53	724,75	727,75	1,12			
	TTK			3,7			
DAMAR C	H 55	686,15	689,9	4			
DAMAR C-D	H 46	695,35	698,35	7,9	**7,9**		**7,90**
	TTK			6,79	**5,3**		**3,80**
DAMAR D	CBM A	720,8	727,3	3,8			

*: Numune alımında hata olduğu düşünülen sonuç ortalamadan çıkarılınca elde edilen değer.

Tablo 4.8' deki verilerin tamamı değiştirilmiş U.S.B.M. tekniğine göre bulunmuş sonuçlardır. TTK sonuçları yer altı sondajlarından elde edilmiştir. Numunelerin alındıkları yerler;

Damar B -175/710018300 Tavan Taban Yolu'nda yapılan sondajdan alınmıştır.

Damar C -175/710018300 Taban Lağımı üzerinde yapılan sondajdan alınmıştır.

Damar D -175/710018300 Taban Lağımı üzerinde yapılan sondajdan alınmıştır.

Amasra Bölgesinde SLR Consulting Ltd.' nin yaptığı rezerv çalışmalarına göre bölgedeki korelasyonu yapılmış damarların jeolojik rezervleri;

Damar A için 8,626,313 ton

Damar B için 3,521,411 ton

Damar C için 243,199,092 ton

Damar D için 38,328,469 ton' dur.

Damarların rezervleri ve içerdikleri gaz miktarları beraber değerlendirildiğinde Amasra bölgesi için aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir (Aritmetik ortalamaya göre hesaplanmıştır).

Damar A' nın toplam gaz miktarı :34,505,252 m^3

Damar B'nin toplam gaz miktarı :18.381.765 m^3

Damar C' nin toplam gaz miktarı :1.070.076.004 m^3

Damar D'nin toplam gaz miktarı :203,140,885 m^3' tür.

Ağırlıklı ortalama ile hesaplanan gaz rezervi aşağıdadır.

Damar A'nın toplam gaz miktarı :34.505.252 m^3

Damar B'nin toplam gaz miktarı :16,726,702 m^3

Damar C'nin toplam gaz miktarı :841.468.858 m^3

Damar D'nin toplam gaz miktarı :145.648.182 m^3 ' tür.

Bu çalışma sadece doğu bölgesindeki WC yaşlı korelasyonu yapılmış kömürler içindir. Doğu sahasındaki WC yaşlı korelasyonu yapılmış kömürlerdeki gaz miktarı 1.326.103.906 m^3 bulunmuştur. Bugüne kadar yapılan çalışmalarla tespit edilen Amasra

Bölgesi kömür rezervi dikkate alındığında potansiyel olarak metan gazı bölgedeki sanayi tesislerine yetecek kadar rezerv bulunmaktadır.

4.4.2. Kömür Kökenli Gazın Üretiminde Beklenen Yararlar

Maden işletmelerinde kömür kökenli metan üretimi madenlerdeki patlamaları önleyerek güvenilir çalışma koşullarını muhafaza etmek amacıyla başlatılmıştır. Gazın üretilmesi bunun yanı sıra bir dizi avantaj sunmaktadır (Aydın ve Kesimal, 2007).

-Metanın yol açtığı üretim aksamaları azalır: Yüksek metan içeriğinden kaynaklanan üretim aksamalarını önler. Drenajın yapılmadığı, havalandırmanın klasik havalandırma sistemleriyle sağlandığı ocaklarda belirli bölgelerde metan birikimi olduğu zaman üretim yavaşlamakta veya durmakta ve gazın bölgeden uzaklaştırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu işlemler çok zaman almaktadır ve istenmeyen durumlardır. Belirtilen aksaklıkların önüne geçilmesi için drenaj sistemlerinin uygulanması yeterli olacaktır (Aydın ve Kesimal, 2007).

-Havalandırma maliyetleri düşer: Çoğu madende kesintisiz üretimi sağlamak için kullanılan geleneksel havalandırma sistemleri oldukça pahalıdır. Drenaj maliyetleri havalandırma maliyetlerinden düşük olduğundan, metan drenajını artan havalandırma gereksinimleri yerine kullanmak daha karlı olacaktır. Yapılan çalışmalarda drenaj sistemlerinin havalandırma gereksinimlerini yarıya kadar azalttığı gözlenmiştir (Anon, 1999).

-İşletilebilecek olan rezervi artırır: Metanlı damarlardaki çalışmalar yüksek metan içeriğinin söz konusu olduğu durumlarda sınırlandırılmaktadır. Metan gelirinin yüksek olduğu ve metan drenajının yapılmadığı damarlar, yüksek gaz içeriği yüzünden işletilememektedirler. Drenajın yapıldığı durumlarda ise bu sakınca ortadan kalkacak ve rezervden mümkün olduğunca faydalanılacaktır (Aydın ve Kesimal, 2007).

-Kömür tozu patlamalarına metanın etkisi ortadan kalkar: Kömür tozunun patlaması, özellikle büyük boyutlu kazaların başta gelen nedenleri arasında yer almaktadır. Bugünkü bilgi birikimi, havasında % 1- 2 oranında metan içeren bütün taşkömürü ocaklarında, tozluluk, nemlilik vb. koşullar ne denli olumlu olursa olsun, toz patlaması tehlikesinin tartışılamayacak bir olgu olduğunu göstermektedir (Didari, 1985).

-Toz oluşumu azalır: Maden, drenaj sistemleri kullanılmadan geleneksel havalandırma sistemleriyle havalandırılacaksa, ortamda bulunan gazın drenajı için yüksek hızlar gerekecektir (Guyaguler 1991). Havalandırma ile drenaj eş zamanlı olarak uygulanırsa gazın büyük bir çoğunluğu üretileceğinden gazı seyreltmek için ortama gönderilecek hava miktarı düşecektir. Bu olay toz oluşumunu büyük bir oranda azaltacaktır (Aydın ve Kesimal, 2007).

-Ani metan ve kömür püskürmelerinin olasılığı azalmış olur: Drenaj uygulandığı takdirde damar içerisindeki boşluklarda yüksek basınç altında bulunan gaz ortamdan uzaklaştırılacağından, bu ve benzeri olayların meydana gelme olasılığı dikkate değer bir şekilde azalacaktır (Kocal, 1985).

-Satılabilir bir gaz ürününün elde edilmesi: Batı Avrupa ocaklarında üretilen metan çeşitli yollarla demir çelik endüstrisi, kok fırınları, tuğla fırınları, cam fabrikaları, plastik üreten kimya endüstrisi gibi yerlerde yakıt olarak kullanılmaktadır (Flores, 1997). Gaz ayrıca elektrik üretiminde kullanılabilmektedir. (Yerebasmaz, 1987). Kömür metan içeriğinin yaklaşık 10 m^3/ton'dan fazla olduğu yerlerde üretim öncesi mutlaka metan drenajı yapılaması önerilmektedir (ECEES No:31, 2010).

-Gazın küresel ısınma üzerindeki etkisi azalacaktır: Ülkemizinde olduğu Kyoto Protokoluna göre 2020 yılından sonra atmosfere salınan karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) miktarları sınırlandırılacak ve her ülke için bir kota belirlenecektir. 1 birim metan salınımının neden olduğu sera etkisi 23 birim karbondioksitinkine eşittir (ECEES NO: 31, 2010). Bu nedenle ocak havasıyla atmosfere verilecek metan için ülkemizin karbon kotasına göre kullanarak ceza ödenmesi durumu doğacaktır. Kömür üretimi sırasında açığa çıkması kesin olan metanın daha önceden drene edilmesi ile hem cezadan kurtulunacak hem de ekonomik değere sahip bir ürün elde edilecektir. Hatta dünyada ocaktan çıkan hava içerisinde bulunan metandan dahi enerji üreten sistemler bulunmaktadır (Ünver ve Akbal, 2010).

4.4.3. Kömür Kökenli Gazın Kullanım Alanları

Kömür kökenli metan için uygulanan kullanım teknikleri dört kategoride ele alınabilir. Bunlar;

1) Doğal gazın yerine kullanma,

2) Maden işletmesinde ya da maden işletmesi civarında kullanma,

3) Elektrik üretiminde kullanma,

4) Gazın imhası gibi seçeneklerden oluşmaktadır (Tablo 4.10) (Bibler ve Carothers, 2001).

Tablo 4. 9: Kömür kökenli metanın kullanım/emisyon seçenekleri (Bibler ve Carothers, 2001).

Kullanım/azaltım seçenekleri		
	Doğal gaz yerine gazın kullanılması	
	Doğrudan Metanın Kullanılması	Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (ısı üretmek için)
		Kömürün kurutulması
		Ağır metaller içeren suyun buharlaştırılması
		Maden binalarının ve havasının ısıtılması
		Yerel sanayiler tarafından değişik amaçlarda kullanımı
		Havalandırma havasının oksidasyonu (Isı üretmek için)
	Elektrik Üretimi	Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (elektrik üretmek için)
		İçten yanmalı motorlar
		Türbinler
		Yakıt hücreleri
		Havalandırma havası oksidasyonu
	İmha (yakma, havalandırma havasının oksidasyonu)	

Yüksek kalitedeki gaz (%95 metan) sıkıştırma ve gaz hattına sevk edilme işlemlerinden önce makul bir zenginleştirme ile doğal gaz yerine kullanılabilmektedir. Orta kalitedeki (30-95% Metan) gazın aynı amaçla kullanılabilmesi için zenginleştirilmesi gerekmektedir. Bu kategorideki gazlar zenginleştirme yapılmaksızın kömür ya da diğer yakıtların kullanıldığı buhar kazanlarında bu yakıtlar yerine kullanılabilmektedir (Gatnar ve Tor, 2003).

4.4.3.1. Doğal Gazın Yerine Kullanılması

Gazın doğal gaz standartlarını karşıladığı durumlarda, doğal gaz hatları kömür kökenli metan için en önemli pazarlardan bir tanesi olabilmektedir. Gazın bu amaçla

kullanılabilmesi için en az %95 metan içermesi ve %4' den fazla hidrokarbon dışı gazları içermemesi gerekmektedir. Koşulları sağlayan gaz basit bir zenginleştirme ile sıkıştırılarak civarda bulunan doğal gaz hatlarına sevk edilebilmektedir (Bibler ve Carothers, 2001).

Düşey kuyular ve tavan ve taban galerilerinde arın önüne delinen delikler vasıtasıyla üretilen metan gazı yüksek kalitede olduğundan dolayı doğal gaz olarak kullanılabilmektedir. Gazın doğal gaz gereksinimlerini karşılayamadığı durumlarda, istenmeyen bileşenlerin ortamdan uzaklaştırılmasıyla ve/veya yüksek ısıl değere sahip gaz ile karıştırılması ile zenginleştirilebilmektedir (Anon, 1998).

Amerika' da gazlı kömür madenlerinden elde edilen kömür kökenli metan doğal gaz dağıtım şirketlerine pazarlanmaktadır. (Bibler vd., 1997).

Amasra Bölgesinde yapılan gaz analiz sonuçlarına göre metan içeriği ve hidrokarbon içeriği doğal gaz olarak kullanımına uygundur. Ayrıca sülfür içeriğinin çok düşük olması gazın kullanılabilirliği açısından avantaj sağlayacaktır.

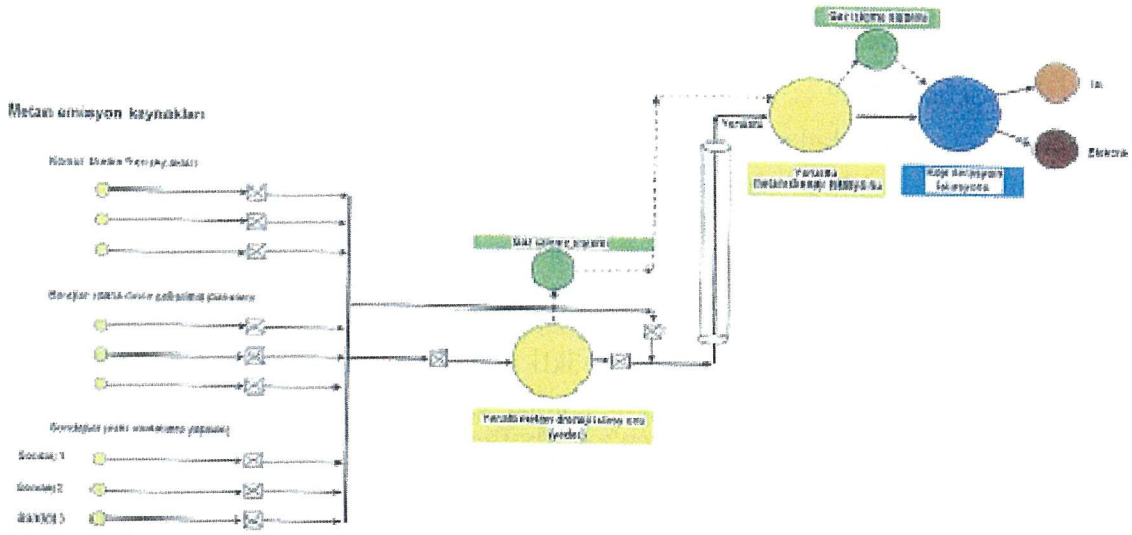
Kömür kökenli metanın kullanımında başka bir seçenek, araç yakıtı olarak kullanılmasıdır. Kömür kökenli metanın taşıma araçlarında kullanılması için, biyogaz içindeki metanın karbondioksitten arıtılarak sıvılaştırılması gerekir. Biyogazda karbondioksitin detenasyonu önleyici etkisi ve metanın oktan numarasının (130) yüksek oluşu, yüksek kompresyonlu motorlarda kullanılmasını kolaylaştırmaktadır (Uyarel ve Erşan, 1984).

Ukrayna'daki Donetskugol madeninde çeşitli yöntemler kullanılarak madencilik öncesinde ve madencilik süresi boyunca damarlarda bulunan gaz üretilmektedir. Yüzeye alınan gaz sıkıştırıldıktan sonra işletmede faaliyet gösteren üretim araçlarında yakıt olarak kullanılmaktadır (Pilcher v.d., 2004).

4.4.3.2. Maden İşletmesinde ya da Maden İşletmesi Civarında Uygun Amaçlarla Gazın Kullanılması

Kömür gazının madende veya madene yakın bölgelerde doğrudan kullanımına yönelik birçok seçenek vardır. Kömür kökenli metan kömür ya da petrolün kullanıldığı bazı

uygulamalarda kullanılabilmektedir. Ayrıca elektrik ya da ısı üretmek için kullanılan yöntemlerde kaynak olarak bu gazın kullanılması bir seçenektir (Şeki4.21). Maden işletmelerinde yakın bölgelere yerleştirilen (40 kilometreden daha az) kazanlar gazın pazarlanmasında iyi olanak olabilmektedir. Yıllardan beri Avrupa, Rusya ve Çin ısı ve/veya elektrik üretmek için kazanlarda kömürle birlikte metanı eş zamanlı olarak yakmaktadırlar (Aydın, 2008).

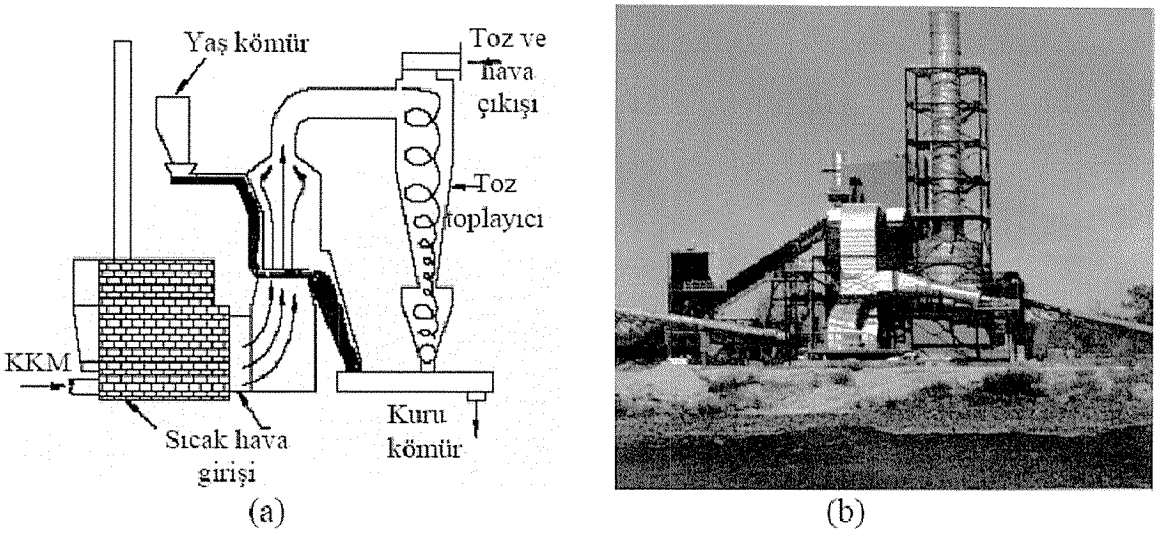


Şekil 4. 21: Handlova ocağı metan drenajı ve kojenerasyon şeması (Erbay, 2011).

Batı Avrupa ocaklarında drene edilen metan çeşitli yollarla demir çelik endüstrisi, kok fırınları, tuğla fırınları, cam fabrikaları, plastik üreten kimya endüstrisi gibi alanlarda yakıt olarak kullanılmaktadır (Flores, 1997).

4.4.3.2.1. Kömürün Kurutulması

Kömürün kurutulmasında gazın kullanılması kurutma seçeneklerinden bir tanesidir. Sözü edilen gaz kömürün yakılması sonucu elde edilen gazdır. Son yıllarda kömür kökenli metan bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır. Kurutma işlemlerinde gazlar ısı taşıyıcı olarak hizmet görüp, su buharını da yukarı çekmektedirler (Şekil4.22). Tane büyüklüğüne göre, kurutma işlemlerinde türbinler, tamburlu kurutucu veya dönen kurutucular kullanılabilmekte ve kurutma sırasında nem oranı %3'e kadar düşürülebilmektedir (Aydın, 2008).



Şekil 4. 22:(a)Termal kurutucularda kömür kökenli metanın kullanımı (b)Örnek bir tesis (EPA, 1998)

Kömür kökenli metanın kömürün kurutulmasında kullanılması bazı avantajlar sunacaktır. Bunlar;

- İşletme ve bakım masraflarının azaltılması

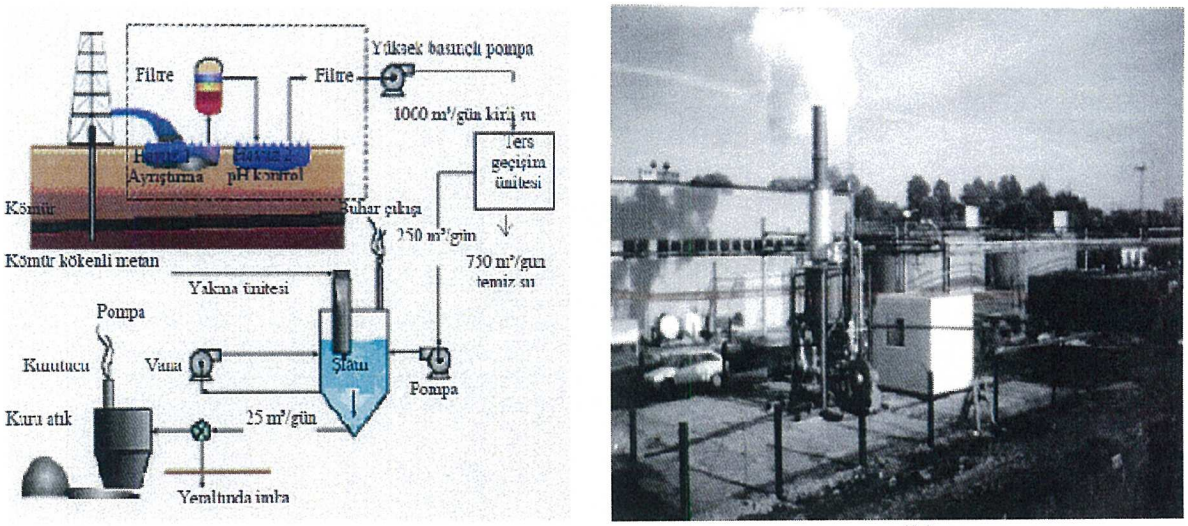
- Düşük maliyetteki hazırlıktan dolayı düşük fiyata kömürün satılabilmesi

- Atmosfere yayılan SO_2,NO_2 ve kirletici emisyon miktarlarında azalma (Anon., 1998).

4.4.3.2.2. Ağır Metaller İçeren Maden Suyunun Buharlaştırılması

Bazı bölgelerde, kömür madenlerinde bulunan ve drenaj işlemleriyle eş zamanlı olarak tuz ve diğer mineraller ile yüksek oranlarda kirletilmiş olabilen su üretilmektedir (Aydın, 2008).

Bu kirleticiler yerel içme suyu kaynaklarını kirletebileceğinden dolayı, yasal düzenlemelere göre bertaraf edilmesi gerekmektedir. Göçük bölgesinden elde edilen gaz, suyun bertarafı işlemlerinde bir yakıt olarak kullanılabilmektedir. Şekil 4.23'te böyle bir sistem şematik olarak gösterilmiştir. Bu işlem bir sera gazı olan metanın küresel ısınma üzerindeki etkisinin azaltılmasında da rol oynayacaktır (Aydın, 2008).



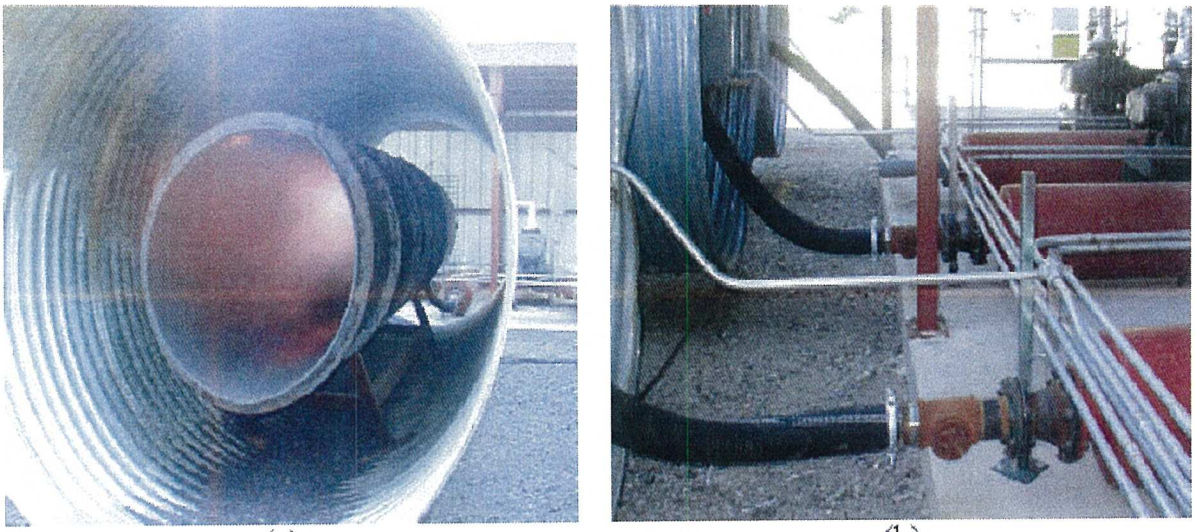
Şekil 4. 23: a)Kömür madeninden üretilen suyun yakıt olarak kömür kökenli metanın kullanıldığı bir prosesle bertaraf edilmesi b)Örnek bir tesis (EPA, 1998).

Polonya' da Morcinek madeninde kömür kökenli metan kullanılarak kirli su bertaraf edilmektedir (Biber vd., 1997).

4.4.3.2.3. Maden Tesislerinin ve Havasının Isıtılması

Drenaj işlemleriyle elde edilen gaz maden işletmelerine ait yerüstü tesislerinin ısıtılmasında ve bu tesislerde kullanılan suyun ısıtılmasında kullanılabilmektedir. Soğuğun hüküm sürdüğü bazı bölgelerde ise işçilerin çalışma koşullarını iyileştirmek ve/veya kuyulardaki buzlanmaları önlemek amacıyla metan, havalandırma havasının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Burada söz edilen kullanım seçenekleri nispeten düşük miktarlarda metana ihtiyaç duymaktadır ve mevsimlere bağlı olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden gazın bu amaçlarda kullanımı diğer kullanım seçenekleriyle kıyaslandığı zaman metan emisyonunun azaltılmasında daha az etkiye sahiptir. Şekil 4.24'de bir maden ısıtıcısını ve gerekli bağlantıları gösterilmektedir (Aydın, 2008).

Uygulama özellikle Çin' de yaygın olarak kullanılmaktadır. Çin madenlerinden elde edilen metanın büyük bir kısmı maden tesislerinin ısıtılmasında kullanılmaktadır (Bibler vd., 1997). Şekil 4.24'de Colorada kentinde West Elk madeninde uygulanan sistem gösterilmektedir. Şekil 4.24'deki gibi yerleştirilen ve metanı yakarak ısı üreten üç ısıtıcı sayesinde ocak giriş havası ısıtılmaktadır(Aydın, 2008).



(a) (b)

Şekil 4. 24: a)Bir maden havası ısıtıcısı, b) gerekli bağlantılar (Jacobson, 2001)

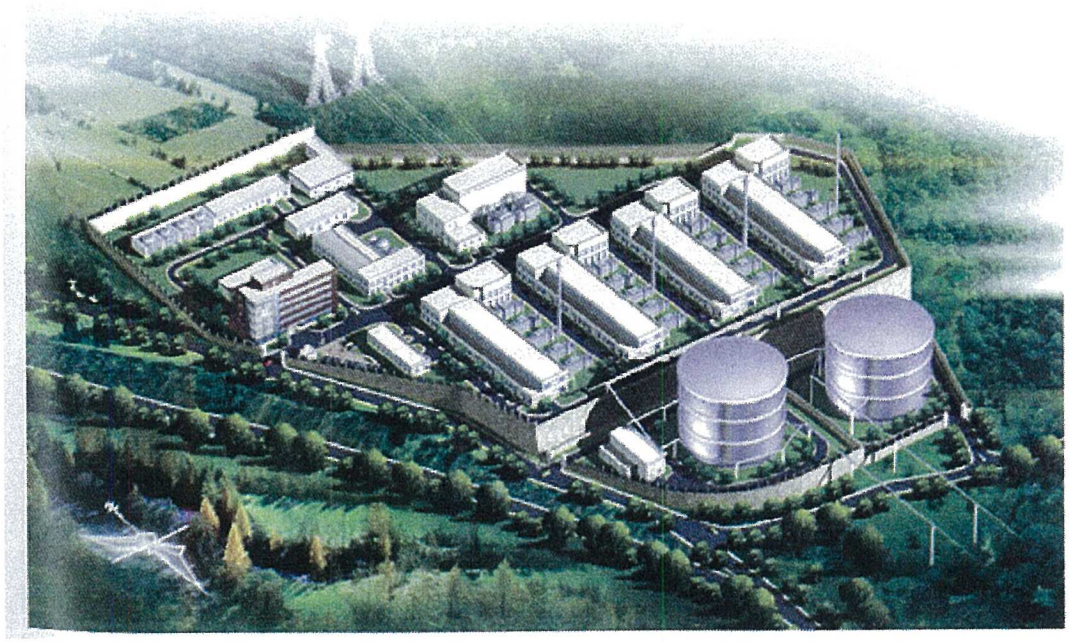
4.4.3.2.4. Diğer Sanayiler Tarafından Gazın Kullanılması

Kömür kökenli metan çeşitli sektörler tarafından değişik amaçlarda kullanılabilmektedir. Metalürjik ve kimyasal tesislerin gaz ihtiyaçlarını karşılamak için kömür kökenli metanın kullanıldığı sayısız uygulama vardır. Çin' de kömür kökenli metan bazı işletmeler tarafından cam ve plastik üretmek amacıyla yerel sanayilere pazarlanmaktadır. Rusya'nın en büyük metalürji merkezlerinden birisi olan Novokuznetski şehrinde çok sayıda gazlı kömür madeni bulunmaktadır. Kömür damarlarından üretilen gaz metalürji tesislerinde kullanılmaktadır (Aydın, 2008).

4.4.3.3. Elektrik Üretiminde Gazın Kullanılması

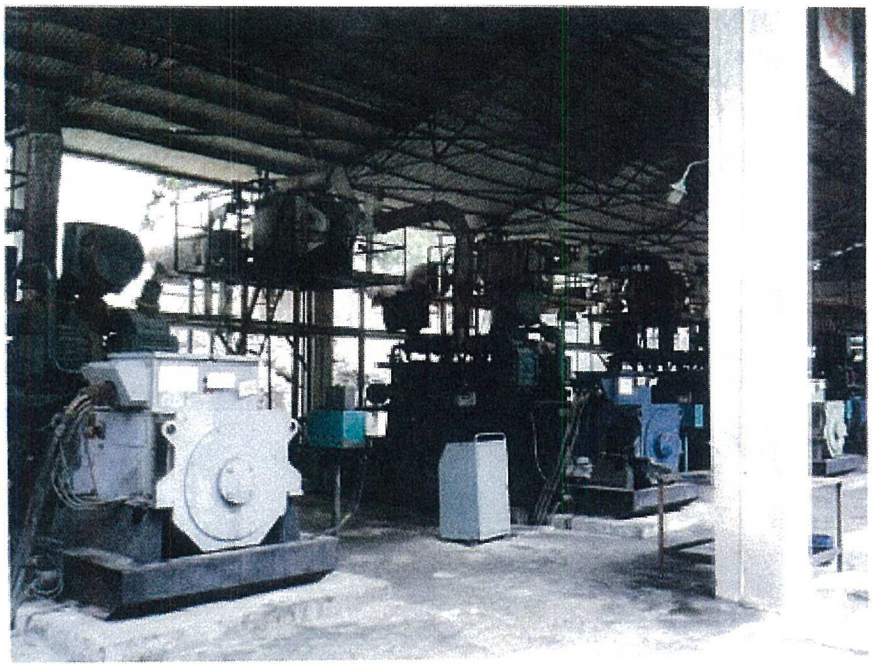
İçten yanmalı motorlar, türbinler ve yakıt hücreleri vasıtasıyla kömür gazı elektrik üretiminde kullanılabilmektedir (Şekil 4.25). Ayrıca son yıllarda havalandırma havasının termal dönüştürücü reaktör sistemlerinde oksitlenmesiyle de elektrik üretilebilmektedir (Aydın, 2008).

İçten yanmalı motorlar % 45 konsantrasyonlarında metan gazını kullanarak elektrik üretebilecek şekilde adapte edilebilmektedir. Kömür gazının içten yanmalı motorlarda kullanılmasının birçok ticari başarılı uygulaması bulunmaktadır (Anon., 1998).



Şekil 4. 25: Sihe metan gazlı elektrik santralinin genel görünüşü (Erbay,2011).

Fengchun ocağında (Şekil 4.26) ayda 500.000 m^3 gaz drene edilmektedir ve drene edilen metan gazının yoğunluğu % 40-50 civarında olup 2004 yılında kurulmuş olan 4000 kW'lık elektrik santralinde enerjiye dönüştürülmektedir. $1m^3$ gazdan 2.8 kW elektrik enerjisi elde edilmektedir (Erbay, 2011).



Şekil 4. 26: Fengchun metan gazlı elektrik santralinde drene edilen metan gazını elektrik enerjisine dönüştüren jeneratör tesisleri (Erbay, 2011)

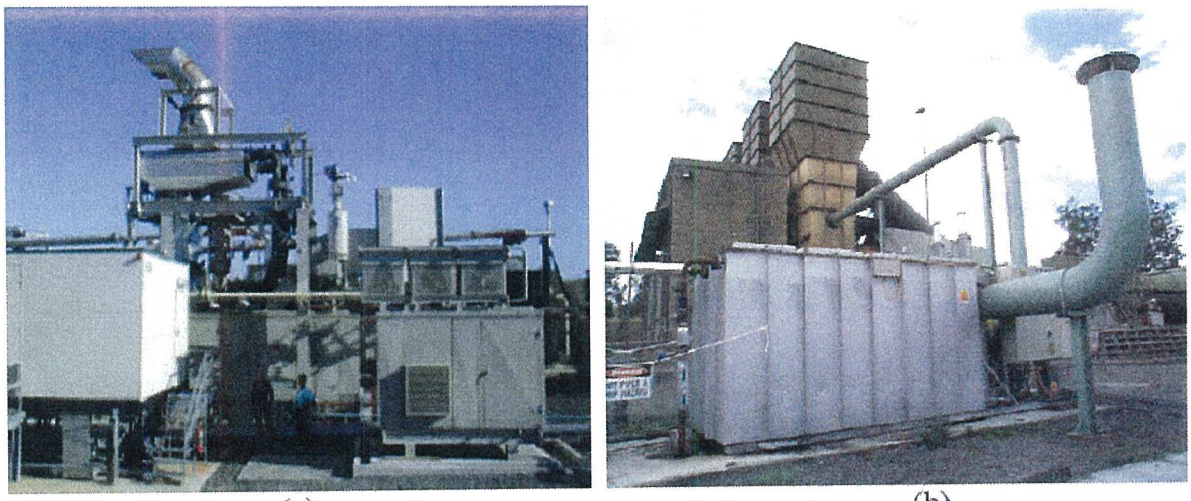
4.4.3.3.1. Ocak Çıkış Havasının Oksidasyonu Sayesinde Elektrik Üretilmesi

İşletmeler metanın bir kısmını herhangi bir drenaj sistemiyle üretip değişik amaçlar için kullanmaktadır. Ancak kömür kökenli metanın büyük bir çoğunluğu havalandırma çıkış kuyusundan atmosfere yayılmaktadır. Çıkış havasındaki metan düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen, küresel anlamda bakıldığı zaman kömür kaynaklı emisyonların yaklaşık olarak % 70' ini oluşturmaktadır (Su ve Agnew, 2005).

2000 yılında küresel bazda madenlerin çıkış kuyularından atmosfere yayılan metanın 230 milyon ton CO_2' ye eşdeğer olduğu rapor edilmiştir. Bu miktarın 2020 yılına kadar 300 milyon tonun üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (Kruger ve Franklin, 2006).

Son teknolojik gelişmeler maden çıkış kuyusunda düşük konsantrasyonlarda bulunan gazın değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Maden havası içerisinde düşük konsantrasyonlarda bulunan metan bu teknolojiler sayesinde karbondioksite dönüştürülebilmektedir. Düşük konsantrasyonlu metan için uygulanan bu oksidasyon sistemi termal dönüştürücü reaktör sistemidir. Ukrayna ve Avustralya'da kömür kaynaklı metan emisyonunun oksidasyonu üzerine ticari bir termal dönüştürücü reaktör

sisteminin kömür madenlerinde uygulanabilirliğinin araştırılması için pilot çaplı bazı testler yapılmıştır. Konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Şekil 4.27'de İngiltere ve Amerika'da test edilen sistemler gösterilmektedir. Hava çıkış kuyusundaki metan sisteme alınıp oksitlenerek karbondioksite dönüştürülmektedir (Aydın, 2008).



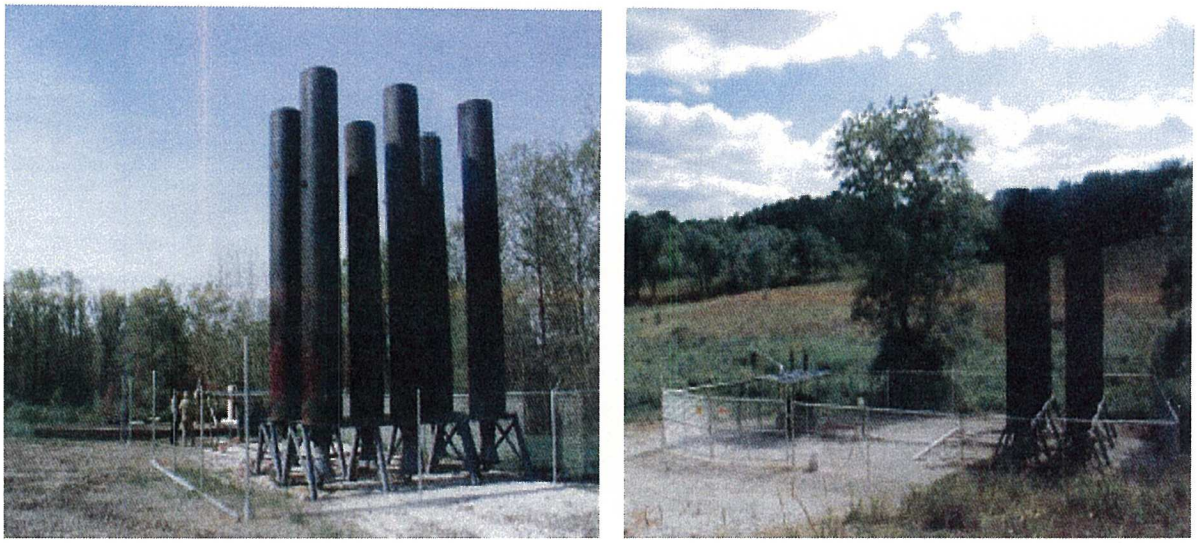
(a) (b)

Şekil 4. 27: a)İngiltere ve b) Amerika'daki kömür medenlerinden atmosfere yayılan metanın oksitlenmesi için kurulan sistemler (Carothers vd., 2003).

4.4.3.4. Gazın Yanma Yoluyla İmha Edilmesi

Gazın kullanılmasının ve/veya pazarlanmasının mümkün olmadığı durumlarda, gaz emisyonunun azaltılması için en iyi alternatif gazın yanma yoluyla imha edilmesidir. Bu amaçla kullanılan flaresler metanı yakarak karbondioksite dönüştürmekte ve sera gazı potansiyelini azaltmaktadır (Aydın 2008).

Özellikle ileriki yıllarda artan çevre bilincine bağlı olarak uygulamada artışların gözlenmesi tahmin edilmektedir. Ohio' da Nelms madeninin hava çıkış kuyusuna yerleştirilen flaresler ile metan yakılmaktadır. Şekil 4.28'de gazın imhasında kullanılan 6 adet flares gösterilmektedir (Aydın, 2008).



Şekil 4. 28: Ohio kentinde Nelms madeninde bulunan flaresler (Sööt vd., 2006).

4.4.4. Kömür Kökenli Gazın Dünya'da Saha Uygulamaları

Dünya' da çeşitli ülkelerde kömürden metan üretimi ekonomik olarak yapılmaktadır. Ancak uygulamalar kömür damarının türü, derinlikleri ve rezervuar özellikleri bakımından farklılıklar göstermekte, buna bağlı olarak ta değişik teknik uygulamalar görülmektedir.

4.4.4.1.Kuzey Amerika' da Kömür Metan Üretimi

1982 yılında ABD'de kömürden metan üretimi henüz sıfır seviyesinde iken, 1983 yılında Gas Research Institute (GRI), yeni bir doğal gaz kaynağı olan kömürden metan üretimi konusunda araştırma çalışmalarını başlatmıştır. 1983 yılının sonunda ABD'de 165 kömür metanı kuyusundan yılda 6 Bcf (170 MMm^3) metan üretim potansiyeline ulaşılmıştır. 1994 yılı sonunda ise 6300 kuyudan 858 Bcf (24 milyar m^3) üretim yapılmaktadır.

Kömür metanının üretiminde, New Mexico'nun kuzeyinde ve güney batı Colorado'daki San Juan Baseni ile Alabama'daki Black Warrior Baseni başta gelen sahalar olmuştur. Black Warrior basenindeki metan üretim çalışmaları, madencilik çalışmalarına başlamadan önce madenin gazdan arındırılması amacıyla başlatılmıştır. Bugün ise bu sahada gaz üretimi madencilik çalışmalarından bağımsız olarak yürütülmektedir.

1983 yılında Gas Research Institute, kömürden metan üretimi konusunda araştırma çalışmalarını başlattığı zaman, doğal gaz endüstrisi bunu sadece madencilik endüstrisinin bir problemi olarak görmüştür. Kömür madenlerinde grizuya yol açan bu gazın, fiyat desteği ve vergi avantajı ile karlı olabilecek konvansiyonel olmayan bir doğal gaz kaynağı olabileceği anlaşılmıştır.

1980'li yıllara kadar, kömür tabakaları hiç bir zaman bir hedef rezervuar olmamıştır. Derinlerdeki hedef seviyelere sondaj yapılırken kömür tabakaları geçilmiş, gazın kömür yüzeyinde soğurulmuş olması ve gaz üretimi sağlanabilmesi için suyun üretilerek basıncın düşürülmesi gerektiğinden sondaj sırasında önemli bir gaz gelişi olmamıştır. Kömürden metan üretilmesinin mekanizmasının anlaşılması, kömür kuyularının tamamlanması için mevcut teknolojinin uyarlanması ve bazı başarılı uygulamalar, üretim Şirketlerini harekete geçirmiş ve ABD'nin doğal gaz temininde kömür metanı önem kazanmıştır.

1968 yılında West Virginia'da Farmington kömür madeninde meydana gelen patlamadan sonra, kömür madenlerinden metanın uzaklaştırılması için U.S. Bureau of Mines tarafından çalışmalar başlatılmıştır. 1971 yılında, ABD'nin değişik onbir yerinde 5-nokta paterninde kuyular açarak metan üretilmesi, madenlerde patlamaya yol açacak kritik metan miktarına ulaşılmasının önlenmesi amaçlanmıştır. İlk açılan bu kuyulardan üretim miktarı 10 Mcfd (283 m^3) değerinin altında olmuştur. Bu kuyularda hidrolik çatlatma operasyonlarının uygulanmasından sonra Warrior Basin sahasında bir kuyunun üretimi 50 Mcfd (1416 m^3) 'e yükselmiştir. ABD'deki üretim Şirketleri, kömürden metan üretilmesi konusunda daha fazla bilgi edindikçe ve kuyu tamamlama teknolojisini bu kuyulara uyarladıkça kömürden metan üretiminin sadece kömür madenlerinde tehlikeye yol açan gazın ortamdan uzaklaştırılması olayı değil, aynı zamanda doğal gaz temininde yeni bir kaynak olduğunu anlamışlardır.

ABD'de kömürden metan üretimi konusunda elde edilen başarı, dünyanın diğer yerlerinde de bu teknolojinin uygulanmasına yol açmıştır. Doğu Avrupa ve Asya'da zengin kömür madenleri olan ülkeler, kömürden metan üretimi için projeler geliştirmişlerdir.

4.4.4.1.1.Kömürden Metan Üretimindeki Teknolojik Gelişmeler

ABD' de Section 29 vergi kredisi, kömürden metan üretiminin geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır. Ancak Gas Research Institute' nın (GRI) değerlendirmelerine göre esas itici güç, rezervuar mühendisliği ve tamamlama teknolojisinde sağlanan gelişmelerdir. Kömürden metan üretiminde fiyat veya vergi avantajı 1978 yılından 1980'li yılların başına kadar devam etmiş, ancak bu konudaki gelişmeler yoğun olarak 1987 yılından sonra başlamıştır.

Kömürden metan üretiminde aşağıdaki hususlar önem kazanmaktadır:

Kömür Rezervuarlarından Üretimi Kontrol Eden Faktörler: Üretim üç aşamalı bir prosesle kontrol edilmektedir; kömür yüzeyinde soğurulmuş olan gazın basıncın düşmesiyle serbest hale geçmesi, difüzyon yoluyla "cleat" sistemine geçmesi ve çatlaklar yoluyla kuyuya akması.

Gaz Miktar- ve Sorption Isoterm Arasındaki İlişki: Sorption Isoterm, sabit bir sıcaklıkta kömürün yüzeyinde tutabileceği gaz miktarının basınçla değişimini vermektedir. Eğer, rezervuarda ölçülen gaz miktarı, rezervuar basınç ve sıcaklığındaki isoterm miktarından azsa, doymamış rezervuar olarak adlandırılır.

Kuyuların Düşük Basınçları Karşı Akmasının Saklanması: Bir metan gazı rezervuarından yapılacak nihai üretim, kömür yüzeyinde soğurulmuş (adsorbed) gaz miktarına ve rezervuar basıncına bağlıdır. Başlangıçta su içeren kömür rezervuarlarında su üretilerek basıncın düşürülmesi gerekmektedir. Basıncın düşürülmesi sonucu kömür yüzeyinde soğurulmuş olan gaz serbest hale geçerek, su ile beraber üretilmektedir. Rezervuar basıncı ile serbest hale geçen gaz arasındaki ilişki nedeniyle kuyuların pratik olarak ulaşılabilecek en düşük ard basınca (back pressure) karşı akması önemlidir.

Kuzey Amerika'da geniş kömür yataklarının bulunması, yüksek gaz fiyatları ve çok gelişmiş gaz dağıtım hatlarının bulunması dolayısıyla kömürden gaz üretimi konusunda başarı sağlanmıştır. Ancak petrol ve doğal gaz talebinin sürekli olarak artması, diğer ülkelerde de, özellikle Avustralya, Çin ve Hindistan'da da bu yönde çalışmaların artmasına sebep olmuştur.

4.4.4.2.Avustralya

Avustralya, dünyanın dördüncü büyük kömür üreticisidir. Kuzey Amerika'dan sonra, Avustralya kömür metanı endüstrisi yönünden ikinci gelmektedir. Avustralya'nın konvansiyonel gaz rezervi 140 Tcf (3.96 trilyon m^3), CBM rezervi ise 220 Tcf (6.23 trilyon m^3)olarak tahmin edilmektedir. CBM rezervlerinin çoğunluğu Bowen-Surat Baseninde yer almaktadır. Bunu Galilee- Eromonga, Sydney,Otway ve Gunnedah Basenleri izlemektedir. Bowen-Surat Baseninde üretim yapan kuyuların ortalama debisi 600 mcf/gün (16992 m^3/gün), Sydney Baseninde 500 mcf/gün (14160 m^3/gün) dür. Avustralya'da gaz fiyatı 2.8$/mcf ile 3$/mcf arasındadır. 50 CBM kuyusunun kazılacağı, 35 MMcf/gün (1 milyon m^3/gün) kapasiteli bir gaz proses tesisinin kurulacağı, üretilen suyun yeraltına basılacağı ve 100 km gaz iletim hattının yapılacağı bir projenin gerçekleştirilmesi için 200 milyon AU doları yatırım yapılması gerekmektedir.

4.4.4.3.Çin

Çin'in CBM rezervi 1200 Tcf (33.98 trilyon m3) olarak tahmin edilmektedir. Ancak bu miktarın ne kadarının ekonomik olacağı bilinmemektedir. Çin'deki birçok CBM projesi henüz arama ve ilk geliştirme safhasındadır. Panzhuang projesinde 346 km^2 alandaki 1.42 Tcf (40.2 milyar m^3) CBM (Coal Bed Methane) rezervi hedeflenmektedir. Burada 87,5 milyon $ yatırım yapılarak 453 kömür metanı kuyusu açılmıştır. Sahanın ilk geliştirilen bölgesinden gaz üretimi yapılmaktadır. Üretilen gaz 3.9 $/Mcf fiyatla satılmaktadır. Qinshui Baseninde 2.6 Tcf (73.6 milyar m^3) gaz rezervi tahmin edilmektedir. 2006 yılında 28 milyon $ yatırım yapılmış 230 metan gazı kuyusu açılmıştır. Bu kuyulardan 28 tanesinden gaz üretimine başlanmıştır.

4.4.4.4.Hindistan

Hindistan'da CBM potansiyelinin ortaya çıkarılması için yerli ve uluslararası şirketlerin ilgisini çekmek amacıyla; yapılacak anlaşmalarda imza ikramiyesi istenmemekte, CBM operasyonları için gümrük vergisi alınmamakta ticari bir keşif yapıldıktan sonra 7 yıl gelir vergisi alınmamaktadır.

4.4.4.5.Endonezya

Endonezya'nın CBM rezervinin 453 Tcf (12.8 trilyon m^3) olduğu tahmin edilmektedir. CBM kaynaklarının aranması ve geliştirilmesi amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yeni bir yasa hazırlanmaktadır. Bu yasada ile arama faaliyetlerini teşvik edici unsurların da bulunması planlanmaktadır. Güney Sumatra'daki bir bölgede 1-2 Tcf (28.3 – 56.6 milyar m^3) olduğu tahmin edilen CBM rezervinin geliştirilmesi amacıyla kuyular açılmaya başlanmıştır.

4.4.4.6.Avrupa

Batı Avrupa'da bulunan Fransa, Almanya, İtalya, İspanya ve İsviçre'de CBM arama çalışmalarının 90'lı yıllardan itibaren yapıldığı bilinmektedir. İngiltere'de toplam rezervi 120 bcf (3.4 milyar m^3) olan 15 saha keşfedilmiştir. Batı Avrupa CBM rezervlerinin geliştirilmesi açısından cazip olmakla beraber, çevre koşulları, gazla doymuş ve geniş alanlara yayılmış kömür yataklarının olmaması dolayısıyla Kuzey Amerika'daki boyutta üretim yapan basenler bulunmamaktadır. CBM potansiyeli yönünden Doğu Avrupa ülkeleri olan Polonya, Romanya, Ukrayna ve Bulgaristan hakkında daha az bilgi mevcuttur. Polonya'da Upper Silesian Baseninde CBM rezervinin 1.0 Tcf (28.3 milyar m^3) olduğu tahmin edilmektedir. Polonya'da CBM sahalarından üretilen gazdan devlet hissesi alınmamakta, projelere devlet ortak olmamaktadır. Gelir vergisi %19'dur. Birçok ülke ile karşılaştırıldığı zaman Polonya'daki teşvikler çok fazladır.

4.4.4.7.Güney Amerika

Şili'de CBM rezervlerinin aranması ve geliştirilmesi için Enerji Bakanlığı ve şirketler arasında müzakereler yapılmaktadır. Henüz bir uygulama yoktur. Arjantin'de Claromeco Baseninde bir kuyu açılmış, ticari anlamda gaz üretimi sağlanamamıştır. Kolombiya'dan Cesar Basenindeki Patilla sahasında 10 bcf gaz keşfedilmiş olup, yılda 4000 MMcf (113 milyon m^3) gaz üretilmektedir.

4.4.5. Amasra Bölgesindeki Gazın Değerlendirilmesi

Diğer bölümlerde de bahsedildiği gibi gazın analiz sonuçları doğal gaz olarak kullanımına uygundur. Metan içeriğinin yüksek olması hidrokarbon dışı oranlarının düşük olması ayrıca sülfür içeriğinin çok düşük olması gazın kullanılabilirliği açısından avantaj sağlayacaktır. Yüzeyden düşey kuyularla elde edilen gazın verimi yüksek olacağından bu gaz doğrudan kullanılabilir niteliktedir. Bu yöndeki çalışmalar HEMA tarafından yürütülmektedir. Bölgede açılmış olan 3 tane CBM Kuyusu vardır. Bu kuyulardan gaz elde edilmektedir. Henüz ticari anlamda satışı yapılmamaktadır. Bu kuyulardan verimli gaz elde edilmesi hem ticari açıdan hem de bölgede yapılması planlanan madencilik çalışmasının risklerini azaltması yönünden önemlidir.

Ayrıca bölgede madencilik faaliyetleriyle beraber metan drenajı uygulanabilir. Bu sayede elektrik ya da ısı üretmek için kullanılan yöntemlere kaynak olarak bu gaz kullanılabilir. İşletmede faaliyet gösteren üretim araçlarında yakıt olarak kullanılabilir. Kömürün kurutulmasında, maden tesisinin ve havasının ısıtılmasında kullanılabilir. Maden tesisinin ve havasının ısıtılmasında düşük miktarlarda metana ihtiyaç vardır ve mevsime göre değişmektedir.

Bölgedeki gazın kullanılması ekonomik olarak katkı sağlayacağı gibi gazın küresel ısınma üzerindeki etkisini de minimuma indirecektir. 1 birim metanın neden olduğu sera etkisi 23 birim karbondioksitinkine eşittir (ECEES No: 31, 2010) Bu nedenle ocak havasıyla atmosfere verilen metan için ceza ödenmesi zorunda kalınacaktır. Bölgedeki kömür üretimi sırasında açığa çıkması kesin olan metanın daha önceden drene edilmesi ile hem cezadan kurtulunacak hem de ekonomik değere sahip bir ürün elde edilebilecektir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma ile Amasra-Bartın Bölgesi'ndeki kömür kökenli gazın jeokimyası ve ekonomisi incelenmiştir. Bölgedeki kömürlere ait verilerin korelasyonu yapılarak damarların gaz miktarları hesaplanmıştır.

Çalışma alanındaki kömürler iki bölgede olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir. Çalışma sahasında yer alan Merkez Fayın doğusunda bulunan kömürlerde korelasyon çalışması yapılarak damarlara; Damar A, Damar B, Damar C, Damar D ve Damar E isimleri verilmiştir. Batı bölgesindeki kömürlerde verilerin az olmasında dolayı korelasyon çalışması yapılmamıştır.

Çalışma sahasında bulunan, HEMA Şirketine ait olan CBM kuyusundan gaz numunesi alınarak gazın jeokimyasal değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme için eski verilerden de yararlanılmıştır. AK 12, AK 14 ve AK 16 sondajlarında yapılmış olan analiz sonuçları beraber değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmelere göre gazların kökeni termojenik ve bakteriyel gazlar arasında bir karışım olarak tanımlanmıştır. Organik malzemenin karasal kömürler için karekteristik olmadığı görülmüştür. Ayrıca kömür içinde adsorbe olan gaza karışan ikincil bakteriyel gaz üretimi olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda gaz bileşiminde hidrokarbon içeriklerinden metanın en yüksek orana sahip olduğu ve bu ardından etanın geldiği belirlenmiştir. Eski analizler ve yeni analizlerin sonuçları birbiriyle uyuşmaktadır.

Metan ve etan oranları bölgede yapılan tüm analizler için korele edildiğinde aralarında bir ilişki gözlenmemiştir. Metan ve propan arasında da bir ilişki olmadığı gözlenmiştir.

CO_2 ile metan ilişkisi incelendiğinde CO_2 oranı azaldıkça metan oranının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlarda CO_2 oranını düşüklüğü gazın kullanım açısından ekonomik olduğu sonucunu vermiştir.

Metanın azot ve hidrojen ile olan ilişkisi incelendiğinde doğrusal azalan bir ilişki tespit edilmiştir. Numune alımı sırasında örneğe hava karıştığından dolayı azot oranı yüksek çıkmıştır. Daha sağlıklı alınan örneklerde ise azot değeri düşüktür.

Gazın özelliklerini belirlemek için yapılan analiz çalışmalarında; sülfür bileşenlerine rastlanmamıştır ve kalorifik değer 8500 kcal/m^3 olarak bulunmuştur. Bu bilgilerle çalışma bölgesindeki kömür kökenli gazın doğal gaz olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kömürleinr kalınlık ve gaz miktarları incelendiğinde aralarında tam bağımlı bir ilişki olmadığı fakat kısmen azalan bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kömür kalınlığı arttıkça gaz miktarı kısmen azalmaktadır.

Merkez Fay'ın doğusunda kalan bölgede yapılan analiz sonuçlarına göre kömür kalınlığı ile gaz miktarı arasında kısmen azalan bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kömür kalınlığı arttıkça kükürt kısmen artmaktadır. Aralarında tam bağımlı bir ilişki gözlenmemiştir. Kükürt miktarı ve gaz miktarları arasında da belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Kısmen gaz miktarı arttıkça kükürt miktarı azalmaktadır.

Merkez Fay'ın batısındaki alanda ise; doğu sahasına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kömür kalınlığı artıkça gaz miktarı kısmen azalmaktadır. Kükürt oranı ile gaz miktarı arasında azalan bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kömür kalınlığı arttıkça kükürt oranı da artmaktadır. Aralarında doğrusal artan bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Korelasyonu yapılan damarların ortalama gaz miktarları belirlenmiştir. Bu miktarlardan yola çıkılarak rezerv hesabı yapılmıştır. Ağırlıklı ortalama ile hesaplanan gaz rezervi aşağıdadır.

Damar A'nın toplam gaz miktarı :34.505.252 m^3

Damar B'nin toplam gaz miktarı :16,726,702 m^3

Damar C'nin toplam gaz miktarı :841.468.858 m^3

Damar D'nin toplam gaz miktarı :145.648.182 m^3 ' tür.

Doğu sahasındaki WC yaşlı korelasyonu yapılmış kömürlerdeki gaz miktarı 1,3 milyar m^3 bulunmuştur. Bugüne kadar yapılan çalışmalarla tespit edilen Amasra Bölgesi kömür rezervi dikkate alındığında potansiyel olarak metan gazı rezervi bölgedeki sanayi tesislerine yetecek kadar bulunmaktadır.

Gazın özellikleri dikkate alındığında gazın doğal gaz olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Güney bölgesinden elde edilecek gaz miktarı fazla olacağından doğal gaz olarak kullanılması uygun olacaktır. Diğer bölgelerden üretilecek gaz madencilik faaliyetlerine yakın olacağından maden işletmesinde ya da maden işletmesi civarında uygun amaçlarla kullanılabilecektir. Ayrıca, elektrik üretimi amacıyla kurulacak termik santrallerde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

ALTIPARMAK S., ÖZDEMİR M., 1992, Bartın-Amasra Taşkömür Havzası Jeoloji Raporu, *MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı*, I (I-VII), 1-35.

ANONYMOUS, 1999. "*Guidebook on coalbed methane drainage for underground coal mines*" [online], www.epa.gov/cmop/pdf/red 001.pdf.[Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2011].

ANONYMOUS, 1998. "*Coal mine methane*" [online], Environmental Protection Agency United States Air and Radiation, EPA 430-F-98-009. www.ravenridge.com/what%20is%20cmm.PDF. [Ziyaret Tarihi: 16 Ağustos 2011].

ANONYMOUS, 1998. "*Use of coal mine methane in coal dryers*", [online], EPA coalbed methane outreach program technical options series. www.epa.gov/cmop/docs/016red.pdf , [Ziyaret Tarihi: 16 Ağustos 2011].

ANONYMOUS, 1998. "*Coal mine methane use in brine water treatment*'' , [online], EPA coalbed methane outreach program technical options series. www.epa.gov/cmop/docs/002red.pdf. [Ziyaret Tarihi: 16 Ağustos 2011].

ANONYMOUS, 1998. "*Generating electricity with coal mine methane-fueled micro turbines*", [online], EPA coalbed methane outreach program technical options series. www.epa.gov/cmop/docs/microturbine.pdf. [Ziyaret Tarihi: 16Ağustos 2011].

ANONYMOUS., 2012, ''*Bartın İli Brifingi Subat 2012*'', [online], İl Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü Bartın Valiliği, http://www.bartin.gov.tr/dosyalar/GUNCEL_BRIFING.pdf, [Ziyaret Tarihi: 17 Mart 2012].

AYDIN, G. ve KARAKURT, İ., 2008, Yer altı Kömür Damarlarında Üretilen Metanın Kullanım Teknolojileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 15 (1), 129-139.

AYDIN, G. ve KESİMAL, A. 2007, "Kömür madenciliğinde metan drenajının uygulanabilirliğinin araştırılması " *Madencilik, 46 (4),* 11-20.

BAYKAL, F., 1971 , Historik Jeoloji, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayın No:38*, 346.

BERNARD, B.B, BROOKS J.M., SACKETT W.M., 1978. Light Hyrocarbons in Recent Texas Continental Shelf and Slope Sediments. *Journal of Geophysical Research,* 83, 4053-4061

BERNER, U., FABER, E., 1996. Empirical carbon isotope/maturity relationships for gases from algal kerogens and terrigenous organic matter, based on dry, open-system pyrolysis. *Organic Geochemistry,* 24, 947-955.

BİBLER , C. And CAROTHERS, P., 2001, Overview of Coal Mine Gas Use Technologies [online], Raven Ridge Resources Incorporated, http://www.ravenridge.com/Utilization.PDF [Ziyaret Tarihi: 7 Kasım 2011].

CAROTHERS, P. F., SCHULTZ, L. H. ve TALKİNGTON C.C. 2003. *"Mitigation of methane emissions from coal mine ventilation air: an update* [online]" , International Resources Group , www.irgltd.com/Resources/Publications/US/200305%20Mitigation%20of%20Methane%20Emissions%20from%20Coal%20Mine%20Ventilation%20Air%20Update.pdf [Ziyaret Tarihi: 17 Ağustos 2011]

DALLAGE, T. and BARKER, C., 1999, Coalbed Methane Gas-in-Place Resource Estimates Using Sorption Isotherms and Burial History Reconstruction: An Example from the Ferron Sandstone Member of the Mancos Shale, Utah, U.S., *Geological Survey Professional Paper*, 1625.

DEBELAK, D.A. and SCHRODT, J.I., 1979, Comparison of pore structure in Kentucky coals by mecrucy penetration and carbon dioxyde absorption, *Fuel,* 58, 727-736.

DİAMOND, P. W. and SCHATZEL, S.J., 1998, Measuring the Gas Content of Coal: A Review. *International Journal of Coal Geology*, 35, 311-331.

DİDARİ, V., 1985, Kömür tozu patlaması, *Madencilik, 24*, (4), 23-29.

DİL N., 1980, Zonguldak Karbonifer Havzasındaki Ortaya Çıkarılan Denizel Somatr ve Tatlısu Klavuz Seviyeleri Hakkında Açıklama, *Türkiye Jeoloji Mühendisliği 2. Bilimsel ve Teknik Kongresi, Bildiri Özetleri, 4-8 Şubat Ankara,* TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 213-224.

Dr. ARNİ P., 1940, Garbi Taşkömür Havzasının Zonguldak ve Amasra Havalisindeki Tetkkat ve Bartın Boğazı Demir Cevheri Zuhuratı nın İstikşafı, *MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı,* MTA Rp. No: 1113

Dr.ARNİ P., 1940, AMASRA- TARLAAĞZI TAŞKÖMÜR Mıntıkasının Jeolojisi ve Kıymetlendirilmesine Müteallik İlk İkmal Raporu, *MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı*, MTA Raporu no: 1274.

ECEES No:31, 2010, *Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage and Use in Coal Mines* [online], Economic Commission for Europe Energy Series No.31 http://www.unece.org/energy/se/pdfs/cmm/pub/BestPractGuide_MethDrain_es31.pdf [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2011].

EPA, 1999, *U.S. Methane Emissions 1990 – 2020 Inventories, Projections, and Opportunities for Reductions* [online], EPA 430-R-99-013, http://www.epa.gov/methane/reports/methaneintro.pdf [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2011].

EPA, 1999, *Guidebook on Coalbed Methane Drainage for Underground Coal Mines* [online], United States Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov/cmop/docs/red001.pdf, [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2011].

ERBAY, E., 2011, Metan Drenajı, *Türkiye Taşkömürü Kurumu İş Güvenliği ve Eğitim Daire Başkanlığı Yayın* No: 68, 1-99.

ERCAN T. ve DİĞERLERİ, 1984, Zonguldak Çevresinde Üst Kretase Yaşlı Yay Volkanizmasının Özellikleri, *Jeomorfoloji Dergisi*, 12, 81-105

EREN, N., 1989, *TTK Karadon Bölgesi Karadon Ocağındaki bazı damarların metan içeriğinin belirlenmesi,* Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

FLORES, R.M. 1997. "Coalbed methane: from hazard to resource", *International Journal of Coal Geology*, 35, 3-26.

FRATCHNER W. , 1953, Bartın Amasra –Kumluca- Kurucaşile- Ulus Bölgelerinde Etüd, *MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı.*

GASCHNİTZ, R., PRİNZ, D., GERLİNG, P., KALTWANG, H.J., 2000, Aenderung der Gasqualitat bei der Kohlefözentgasung-*Daten aus der Bohrung Weiher I., Saar-Becken-DGMK-Frühjahrstagagung 2000,* Tagungsbericht 2000-2. 411-421.

GAN, H., NANDI, S.P. and WALKER, P.L., 1972, Nature of porosity in American coals; *Fuel*, 51, .272-277.

GATNAR, K. ve TOR, A., 2003, Drainage and economic utilization of methane from coal seams in the Jastrzebie mining-field , *Applied Energy*, 74, 331–341.

GÜRDAL, G. ve YALÇIN, M.N., 1992, Kömürde Gaz Birikmesini Kontrol Eden Parametreler-Genel Bakış, *Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, 307-318.

GÜRDAL, G., YALÇIN, M.N. ve SARAÇOĞLU, M., 1995, Zonguldak Havzası Kozlu-20/G Kuyusundaki Damarların Jeokimyasal Özellikleri, M.N. Yalçın ve Gürdal (Der.) Zonguldak Havzası Araştırma Kuyuları -I: Kozlu20/G, *Tübitak, Marmara Araştırma Merkezi, Özel Yayını,* 117-133.

GÜYAGÜLER, T., 1991, Ocak havalandırması, *TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, Ankara*, 1-148.

HARTMAN, H., MUTMANSKY, J.M., RAMANI, R.V., WANG, Y.J., 1997, Mine Ventilation and Air Conditioning, *3. Baskı, John Wiley & Sons, New York.*

HOŞGÖRMEZ, H., BUSCH, C., YALÇIN, M.N., MANN, U., SCHAEFER, R.G., 1997. Hydrocarbon gases in coals and adjacent strata of the Zonguldak Basin, Turkey: gas composition, Abstract, *European Coal Conference,* 5-10 May 1997, Izmir-Turkey, 24.

HOŞGÖRMEZ, H., MANN, U., YALÇIN., M.N., SCHAEFER, R.G., 1998. Total yield and composition of hydrocarbon gases in the coal bearing units of the Zonguldak Basin. In: 12th *International Petroleum Congress and Exhibition of Turkey, Proceedings,* 320 -328.

HOŞGÖRMEZ H., ve YALÇIN M.N., 2002, Amasra yöresindeki (Zonguldak Havzası) Karbonifer istifindeki gazların miktar ve bileşimi, *İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi,* 15, 1, 29-42.

HOŞGÖRMEZ, H., YALÇIN, M.N., CRAMER, B., GERLİNG, P., FABER, E., SCHAEFER, R.G., MANN, U., 2002, Isotopic and moleculer composition of coalbed gas in the Amasra Region (Zonguldak basin-Western Black Sea*), Organic Geochemistry* , 33, 1429-1439.

KARAYİĞİT, A.I., GAYER, R.A., DEMİREL, I.H., 1998. Coal and rank and petrography of Upper Carboniferous coal seams in the Amasra coalfield, Turkey. *International Journal of Coal Geology* ,36, 277-294.

KEREY, E., 1982 , *Kuzeybatı Karbonifer Birimlerinin Ortamsal Özellikleri* ,Doktora tezi

KİM, A.G., 1977, Estimating of methane content of bituminous coalbeds from absorption data, *U.S, Bureau of Mines Report of Investigation No.8245*, 22 .

KROSS, B.M., LİTKKE, R., MÜLLER, B., FRİELİGSDOR, J., SCHWOCHAU, K., IDİZ, E.F., 1995. Generation of nitrogen and methane from sedimentary organic matter: implications on the dynamics of natural gas accumulations. *Chemical Geology* 126, 291 -318

KRUGER, D. ve FRANKLİN, P. 2006. The Methane to Markets Partnership: Opportunities for coal mine methane utilization, *11th U.S./North American Mine ventilation synposium*, June 2006, 3-8.

KOCAL, K., 1985, *Ani Metan ve Kömür Püskürmeleri* [online], TMMOB Maden Mühendisleri Odası, www.madenorg.tr/resimlerekler/7d98119037c5b8a_ek.pdf. [Ziyaret Tarihi: 17 Ekim 2011].

LEVİNE, J.R., 1993. Coalification: the evolution of coal as source rock and reservoir rock for oil and gas. In: Law, B.E., Rice, D.D. (Eds.), Hydrocarbons from Coal, *AAPG Studies in Geology, Tulsa, 38, 39-77.*

LEYTHAEUSER, D., SCHAEFER, R.G. and POOCH, H., 1983, Diffusion of light hydrocarbons in subsurface sedimentary rocks, *Am.Assoc. Pet.Geol. Bull.,* 67, 889-895.

MANN, U., HERTLE, M., HORSFİELD, B., RADKE, M., SCHENK, H.J., YALÇIN, M.N., 1995. Petrographical, organic-chemical and petrophysical characterization of Upper Carboniferous coals from well K20/G, Zonguldak Basin, NW Turkey. In: Yalcın, M.N., Gürdal, G. (Eds.), Zonguldak Basin Research Wells-I: Kozlu K20/G: *Special Publication of TUBITAK*, Marmara Research Center, 133-165.

McPHERSON, M., 2004, *Subsurface Ventilation and Environmental Engineering* [online], Mine Ventilation Services, Inc., www.mvsengineering.com/chapter12.pdf [Ziyaret Tarihi: 10 Mart 2011].

MİNİSSALE, A., EVANS, W., MAGRO, G., VASELLI, O., 1997. Multiple source components in gas manifestations from North- Central Italy. *Chemical Geology,* 142, 175-192.

NOACK, K., 1997, Control of gas emissions in underground coal mines, *International Journal of Coal Geology*, 35 , 57–82

ÖKTEN G. ve DİDARİ V., 1989, Taşkömürün İçerdiği Gaz Miktarının Ölçülmesinde Uygulanan Yöntemler, *Madencilik, Mart 1989*, XXVIII , 1.

ÖZGÖKÇE, S., YALÇIN, M.N., 2001, Source rock characteristics of the Carboniferous shales of the Zonguldak Basin (NW Turkey). Abstract Book of the 20th *International Meeting on Organic Geochemistry*, Nancy, France, 10-14 September 2001, 335-336.

ÖZKOÇAK, O. , KONYALI, Y., ŞENTÜRK, İ., 1978, Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel *Bakış ,Türkiye I. Kömür Kongresi Bildiri Özetleri*, 23-27 Ocak 1978 Zonguldak, Türkiye Kömür İşletmeleri, 167-190.

PİLCHER, C.R., COTE, M.M., COLLİNGS, C.R. ve JAMES S. ve MARSHALL, S.J., 2004, *Recent Trends in Recovery and Use of Coal Mine Methane* [online], Raven Ridge Resources Incorporated
http://www.coalinfo.net.cn/coalbed/meeting/2203/papers/coalmining/CM056.pdf.
[Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2012].

RAVEN RİDGE RESOURCES İNCORPORATED, 1998, Geological Resoource Assessment of Coalbed Methane Potential fort he Zonguldak Coal Basin Turkey, *Raven Ridge Resources Report (unpublished)*, 1-128.

SANER S., 1980, Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Konumu ile Açıklanması, *MTA Dergisi,* 93/94, 1-19.

SCHOELL, M., 1980. The Hydrogen and carbon isotopic composition of methane from natural gases of various origins, *Geochemica et Cosmochemica Acta,* 44, 649-661.

SCHWOEBEL, J., 2001, *Learning from past experiences in Ukraine* [online], Environmental Protection Agency , http://www.epa.gov/cmop/pdf/learning.pdf [Ziyaret Tarihi: 18 Kasım 2011].

SCOTT, A.R., 1993, Composition and origin of coal gases from selected basins in the United States. In*: Proceedings of the 1993 International Coalbed Methane Symposi*um, The University of Alabama, School of Mines and Energy Development, 174-186.

SCOTT, A.R., KAİSER, W.R., AYERS, W.B., 1994. Thermogenic and secondary biogenic gases, San Juan Basin, Colorado and New Mexico–Implications for coalbed gas producibility. *AAPG Bulletin* 78, 1186-1209.

SÖÖT, M. P., JESSE, R.D. ve SİMİTH, E.M. 2006. Coal mine methane utilization options, *11th U.S./North American Mine ventilation synposium*, June, 407- 411.

STAHL, W.J., CAREY, B.D.J., 1975. Source-rock identification by isotope analyses of natural gases from fields in the Val Verde and Delaware basins, West Texas, *Chemical Geology*, 16, 257-267.

SU, S. ve AGNEW, J. 2005. Catalytic combustion of coal mine ventilation air methane, *Fuel*, 85, 1201- 1210

ŞENGİLLER, İ., 1996, Kömür Kökenli Doğal Gaz, *Jeoloji Mühendisliği,* 49, Ankara.

TOKAY M., 1955, Filyosçayı ağzı –Amasra-Bartın-Kozcağız-Çaycuma (Zonguldak) Bölgesinin Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, MTA Rp. No: 2099.

TUNAY, T., 1977, Kuzeybatı Anadolu Bölgesi Kömür ve Tabii Gaz Aramaları Rezistivite Etüdü, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*, Ankara.

TÜYSÜZ, O., ve YİĞİTBAŞ, E., 1990, Orta Pontidlerde Üst Jura –Alt Kretase Stratigrafisi ve Tektonik Anlamı, *8. Türkiye Petrol Kongresi, Bildirileir, (Jeoloji),* 16-20 Nisan 1990, Ankara, Türkiye Petrol Jeologları Derneği/ TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 340-350.

ÜNVER, B., ve AKBAL, M., 2010, *Kömür Madenlerinde Metan Yönetimi Kısa Teknik Rapor* [online], Maden Mühendisleri Odası, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/7ea3cfb64eeaa1e_ek.pdf?tipi=23&turu=X&sube=0, [Ziyaret Tarihi: 30 Ocak 2011].

WİNGERNİNG W., 1975. Die Änderung des natürlichen Kohlenstoff-Isotopenverhöltnisses im Methan von Grubengasen auf grund physikalischer Vorgänge. PhD thesis, *RWTH Aachen,* 1-112.

XUE, S. VE GUO, H., 2003, *Control Drainage Gas Quality and Quantity From Underground Coal Mines To Enhence Its Utilisation Options* [online], CSIRO Exploration and Mining, www.coalinfonet.cn/coalbed/meeting/2203/papers/coal-mining/CM009.pdf. [Ziyaret Tarihi: 9 Mayıs 2012].

YALÇIN, M.N., SCHENK, H.J., SCHAEFER, R.G., 1994, Modeling of gas generation in coals of the Zonguldak basin (NW Turkey). *International Journal of Coal Geology* 25 (2), 195- 212.

YALÇIN, M.N., 1995, Organic geochemical characterization of some Carboniferous coal seams of the Zonguldak Basin (NW Turkey). In: Snape, C. (Ed.), Nato Advanced Study Institute, Composition, *Geochemistry and Conversion of Oil Shales*. NATO ASI Series C 445, 461-476.

YALÇIN, E. Ve DURUCAN, Ş., 1984, Zonguldak Kömürlerinin Açığa Çıkabilen Metan İçerikleri, *Türkiye 4. Kömür kongresi Bildiriler Kitabı,* 7-11 Mayıs 1984, Zonguldak, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, 319-331.

YALÇIN, M.N., 1996. Effects of the geological evolution on the Coalbed methane potential in the Zonguldak basin, *In: The Proceedings of the 11th Petroleum Congress and Exhibition of Turkey*, 15-17 Nisan 1996, Ankara, Türkiye Petrol Jeologları Derndeği, 112-120.

YALÇIN, M.N., 1997, Role of basin modelling in coalbed methane resource assesment. *The 1997 International Coalbed Methane Symposioum Proceedings*, 12-17 Mayıs 1997, The University of Alabama, Tuscaloosa, Alabama U.S.A, 357-364.

YALÇIN, M.N., INAN, S., GÜRDAL, G., MANN, U., SCHAEFER, R.G., 2002, Carboniferous coals of the Zonguldak Basin (northwest Turkey): implications for coalbed methane potential. *AAPG Bull.,* 86, 1305-1328.

YALÇIN, M.N., 1994, Kömür Kökenli Doğal Gaz, *Türkiye 6. Enerji Kongresi Teknik Oturum Tebliğleri*, 17-22 Ekim 1994, İzmir, 3, 26-38.

YALÇIN, M.N., 1995, Kozlu-K20/G kuyusunun Zonguldak Havzasındaki bilgisayar destekli modelleme çalışmalarına katkısı: Zonguldak Havzası Araştırma Kuyuları-I: Kozlu-K20/G, M.N. Yalçın ve G. Gürdal (Der.), *TÜBİTAK, MAM, Özel Yayını*, s.173-196.

YALÇIN, M.N., 1994, Zonguldak Havzasındaki Kömürlü Birimlerin Ana Kaya Potansiyeli, *Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildirileri*, 11-15 Nisan 1994, Ankara, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 249-260.

YAVUZ, A., UZUN, C. ve KÖKOĞLU, Ç., 2011, HEMA Bartın-Amasra Bölgesi Jeolojisi (Yayınlanmamış), Hema Endüstri A.Ş. Raporu, 1-210.

YEREBASMAZ, G., 1987, Metan Drenajı, *TTK yayını,* 55, 220 .

YERGÖK A. F. VE DİĞERLERİ , 1987, Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojis I. Adlı Rapor, *MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdleri Dairesi*, 8273, 237.

EKLER

EK 1: Amasra-Bartın Jeoloji Haritası

EK 2:Amasra-Bartın Çevresi Sondaj Yerleri ve Fay Konumları

EK 3:Amasra-Bartın Bölgesinin Jeolojik Enine Kesitleri

3.1 : K-30, H-35, K-10 Sondajlarından Geçen K-G Yönlü Kesit

3.2 :K-30, H-35, AK-14 Sondajlarından Geçen KB-GD Yönlü Kesit

3.3 :SJ-74, H-36, K-14 Sondajlarından Geçen K-G Yönlü Kesit

3.4 : K-12, H-36, K-10 Sondajlarından Geçen B-D Yönlü Kesit

3.5 : SJ-34, H 46, SJ-38 Sondajlarından Geçen B-D Yönlü Kesit

3.6 :AK-9, H-30, H-46, H-35 Sondajlarından Geçen KD-GB Yönlü Kesit

EK 4:Amasra-Bartın Bölgesi GazDağılım Haritaları

4.1 :Amasra-Bartın Bölgesi Doğu Sahası WC Kömürleri Gaz miktarları Dağılım Haritası

4.2 : Amasra-Bartın Bölgesi Doğu Sahası WA Kömürleri Gaz miktarları Dağılım Haritası

4.3 : Amasra-Bartın Bölgesi Batı Sahası WA Kömürleri Gaz miktarları Dağılım Haritası

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi ve Yeri	:09.05.1987, Zonguldak
Uyruğu	:T.C.
Medeni Durumu	:Bekar
Yabancı Dil	:İngilizce

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans: 2005-2007	:Jeoloji Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi
:2007-2009	:Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi
:2009- ...	:İşletme, Anadolu Üniversitesi
Yüksek Lisans 2009-..	:Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi

TEZLER

Lisans Tezi :'' Zonguldak Bölgesinin Jeolojisi ve Maseral İncelemesi''

Danışman : Yard.Doç.Dr. Hasan EMRE

Yüksek Lisans Tezi: ''Amasra (Bartın) Havzası Karbonifer Kömürlerindeki Gazların Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Önemi''

Danışman : Yard.Doç.Dr. Hasan EMRE

YAYINLAR

YILMAZ Ç., TEKİNIRK A., 2011, Amasra- Bartın Kömür Havzası Tarlaağzı ve Bedesten Mevkiinde Namuriyen Yaşlı Kömür Damarlarının İncelenmesi, 64. Jeoloji Kurultayı, Bildiri, 25-29 Nisan 2011, Ankara,TÜRKİYE

TEKİNIRK A., YILMAZ Ç., 2011, Amasra Bartın Bölgesinde Sondaj ve Karot Bilgi Bankası Oluşturulması, Sondaj Sempozyumu ,Bildiri, 21-23 Aralık 2011, Ankara, TÜRKİYE

BİLİMSEL ÜYELİKLER

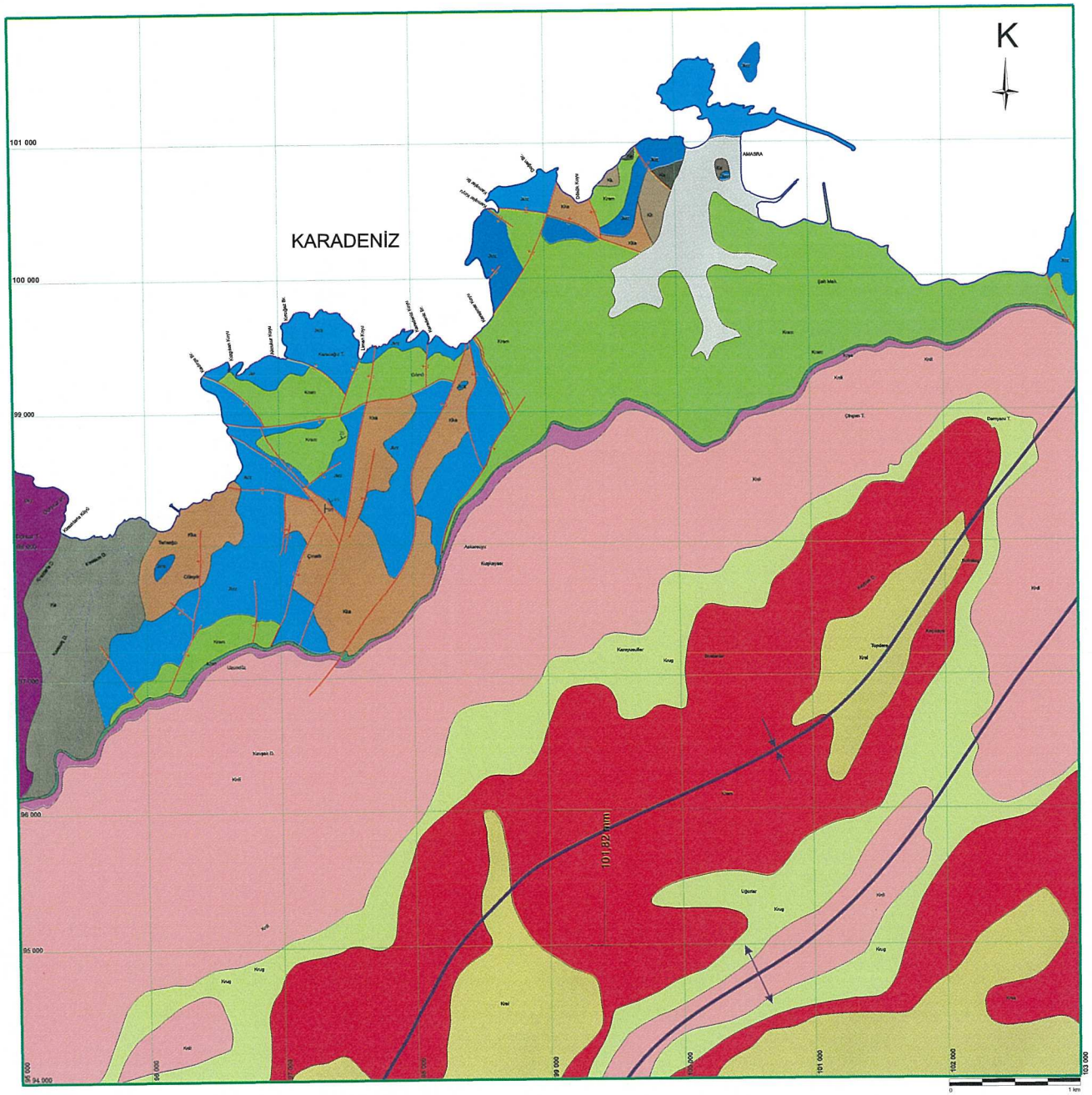
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

EK-1

AMASRA-BARTIN JEOLOJİ HARİTASI

AYSUN TEKİNIRK

2012



AÇIKLAMALAR

KUVATERNER			Alüvyon, yamaç molozu
			Diskordans
KRETASE	Maestrihtiyen	Kral	Alaplı Fm. Marnlı Kireçtaşı
	Kampaniyen	Krka	Kazpınar Fm. Andezit
	Kampaniyen	Krug	Uğurlar Fm. Marnlı Kireçtaşı,Tüf
	Santoniyen	Krdi	Dinlence Fm. Aglomera, Andezitik Tüfit
	Turoniyen	Kras	Askersuyu Fm. Marnlı Kireçtaşı
	Senomaniyen	Krah	Ahatlar Fm. Kumlu Kireçtaşı
			Diskordans
	Apsiyen	Kram	Amasra Fm. Filiş
JURA	Barremiyen	Jkrz	Gömü Fm. Kireçtaşı
			Diskordans
KARBONİFER	Westfaliyen BCD	Kka	Karadon Fm. Konglomera, Kumtaşı, Kiltaşı, Kömür
	Westfaliyen A	Kk	Kozlu Fm. Konglomera, Kumtaşı, Kiltaşı, Kömür
	Namuriyen	Ka	Alacaağzı Fm. Kumtaşı,Kiltaşı, Kömür
DEVONİYEN	Vizeen	Dky	Yılanlı Fm. Dolomitik Kiraçtaşı

Düşey Fay

Formasyon Sınırı

Dere yatağı

Senklinal

Antiklinal

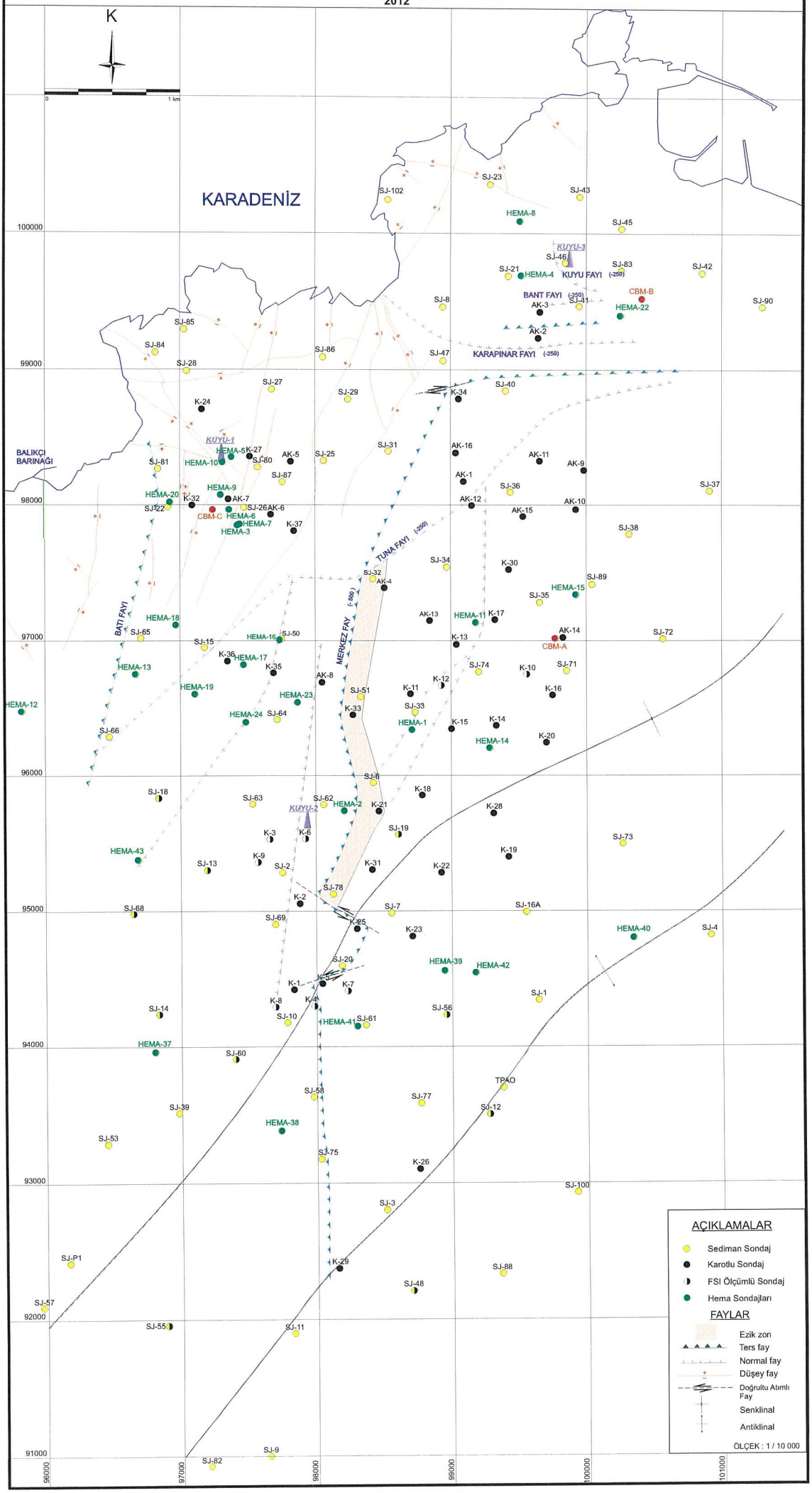
*MTA tarafından yapılan jeoloji haritasından düzenleme yapılarak alınmıştır.

EK-2

AMASRA-BARTIN ÇEVRESİ SONDAJ YERLERİ VE FAYLARIN KONUMU

AYSUN TEKİNIRK

2012

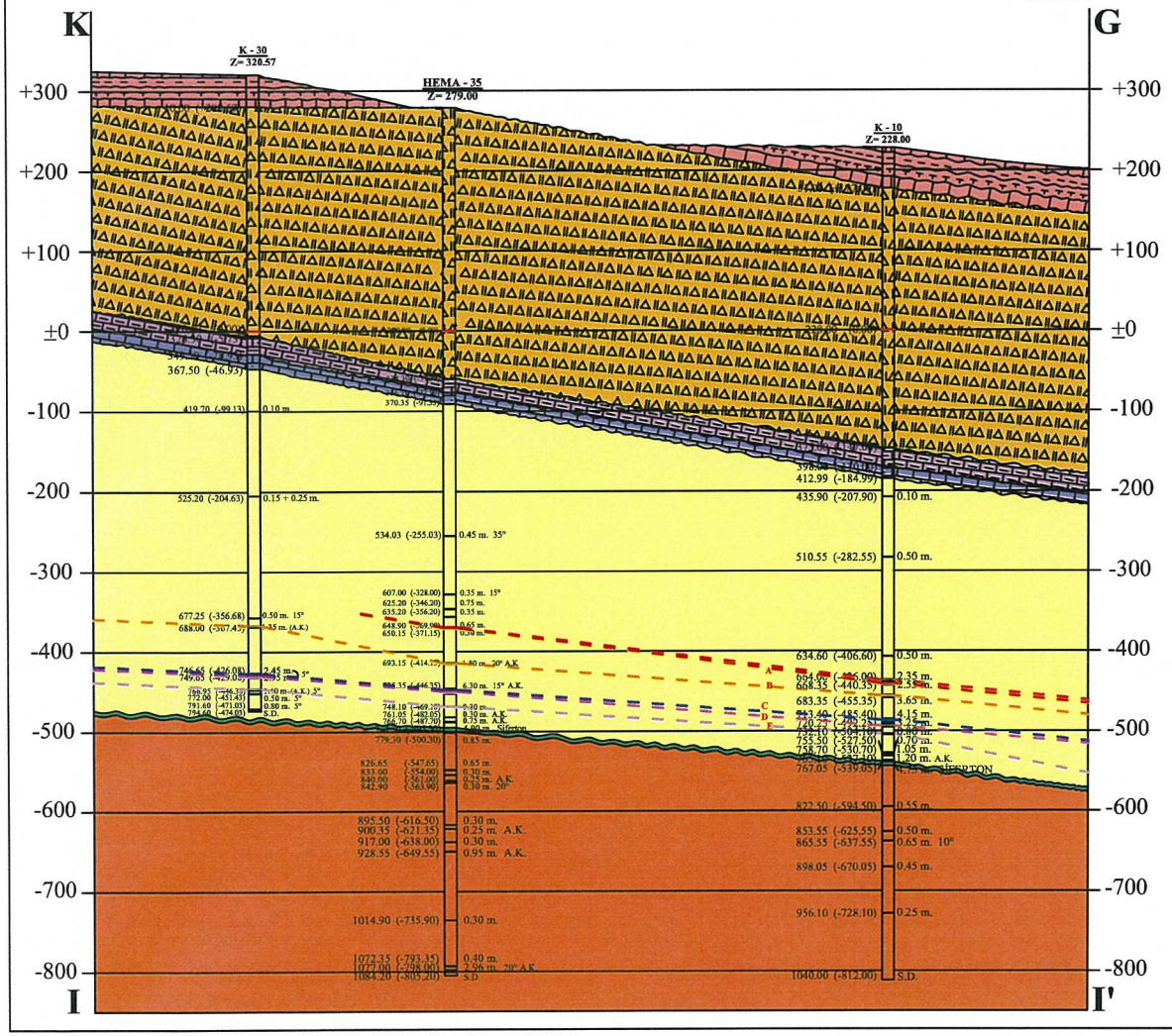


EK - 3.1

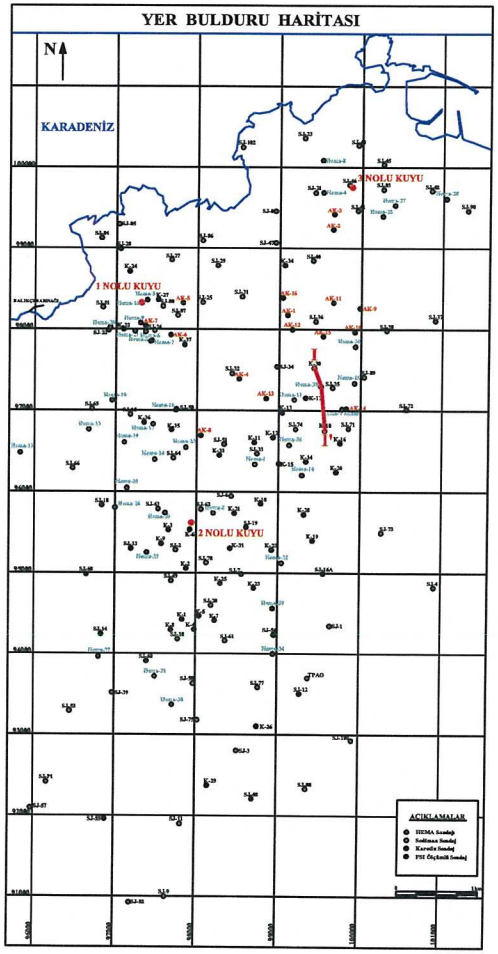
K-30, Hema-35, K-10 SONDAJLARINDAN GEÇEN K - G YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012



- Kampaniyen Uğurlar Formasyonu
- Santoniyen-Koniasiyen Dinlence Formasyonu
- Turoniyen Askersuyu Formasyonu
- Senomaniyen Ahatlar Formasyonu
- Westfaliyen C Karadon Formasyonu
- Şiferton
- Westfaliyen A Kozlu Formasyonu

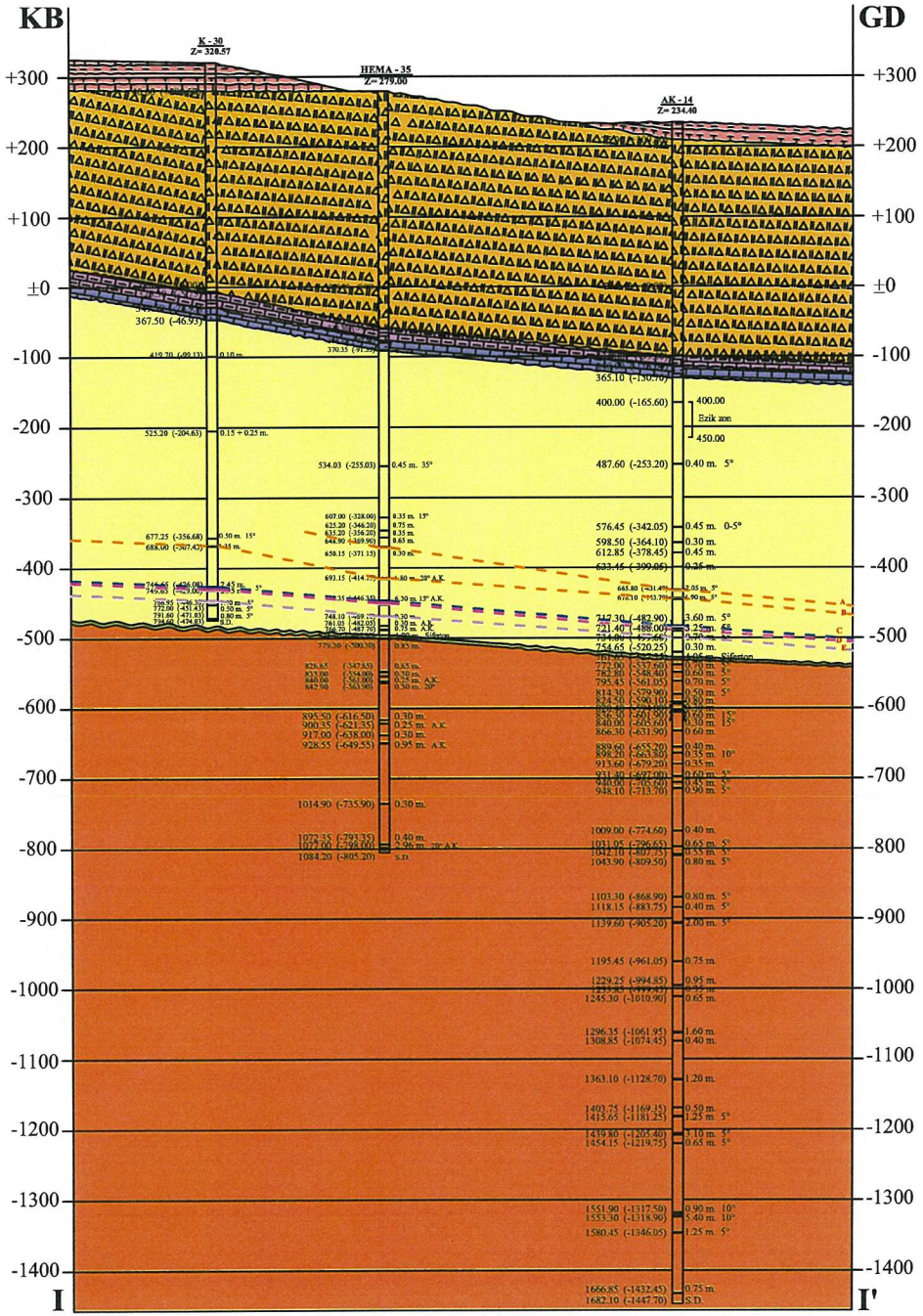


EK - 3.2

K-30, Hema-35, AK-14 SONDAJLARINDAN GEÇEN KB - GD YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012



Kampaniyen
Uğurlar Formasyonu

Santoniyen-Koniasiyen
Dinlence Formasyonu

Turoniyen
Askersuyu Formasyonu

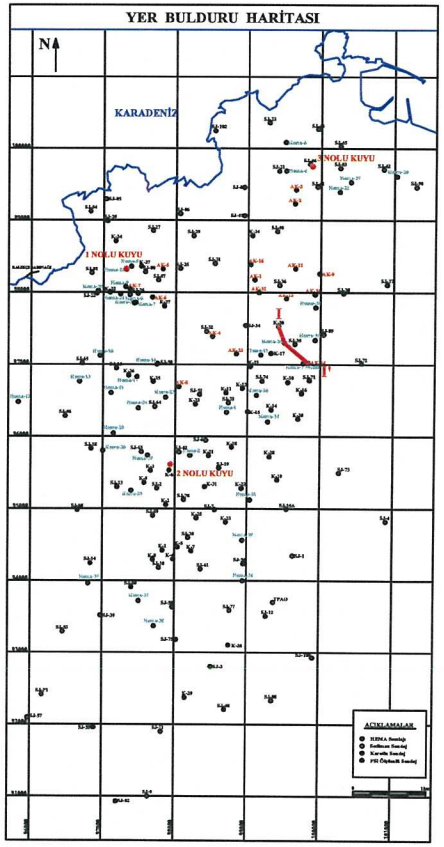
Senomaniyen
Ahatlar Formasyonu

Westfaliyen C
Karadon Formasyonu

Şiferton

Westfaliyen A
Kozlu Formasyonu

0 200m

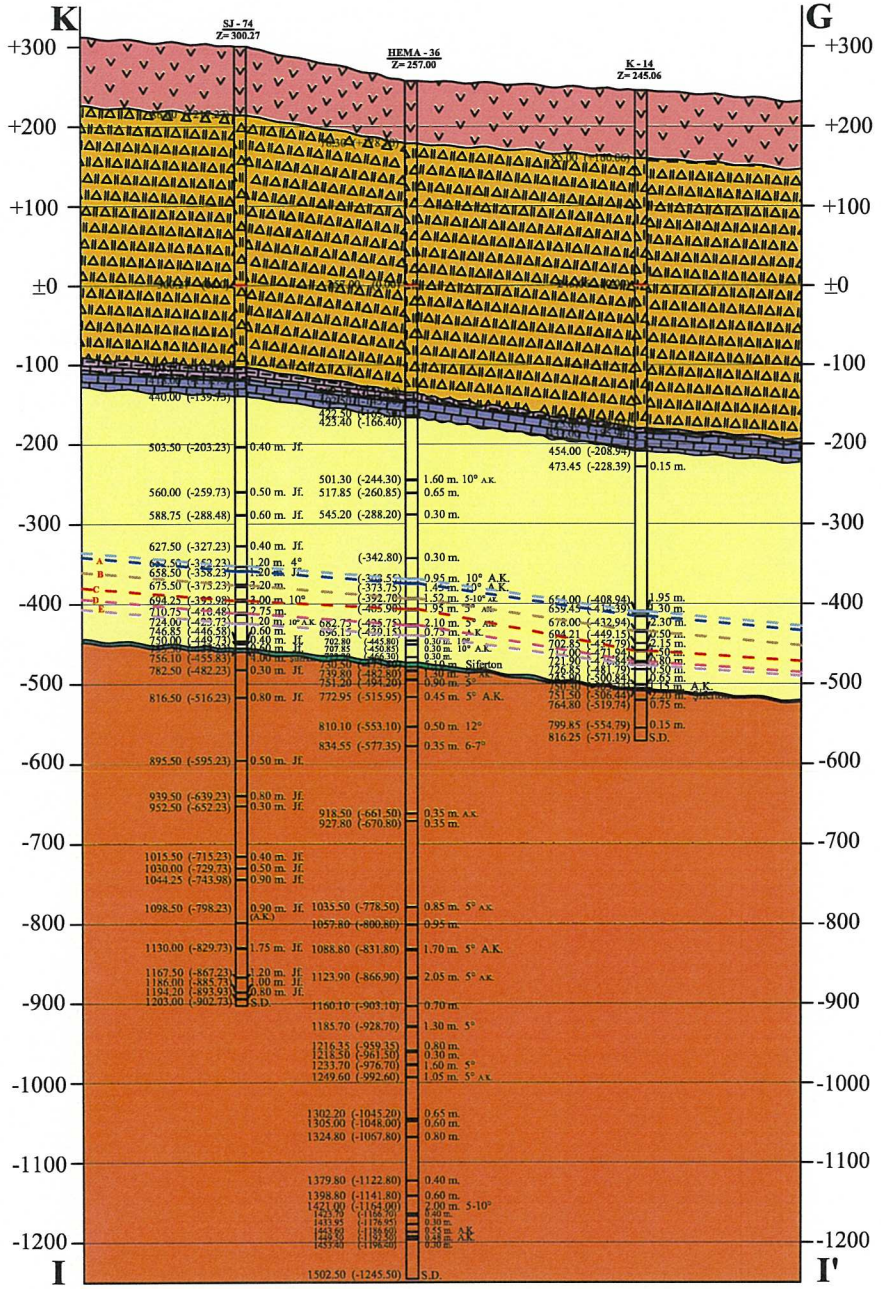


EK - 3.3

SJ-74, Hema-36, K-14 SONDAJLARINDAN GEÇEN K - G YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012



Kampaniyen
Kazpınar Formasyonu

Santoniyen-Koniasiyen
Dinlence Formasyonu

Turoniyen
Askersuyu Formasyonu

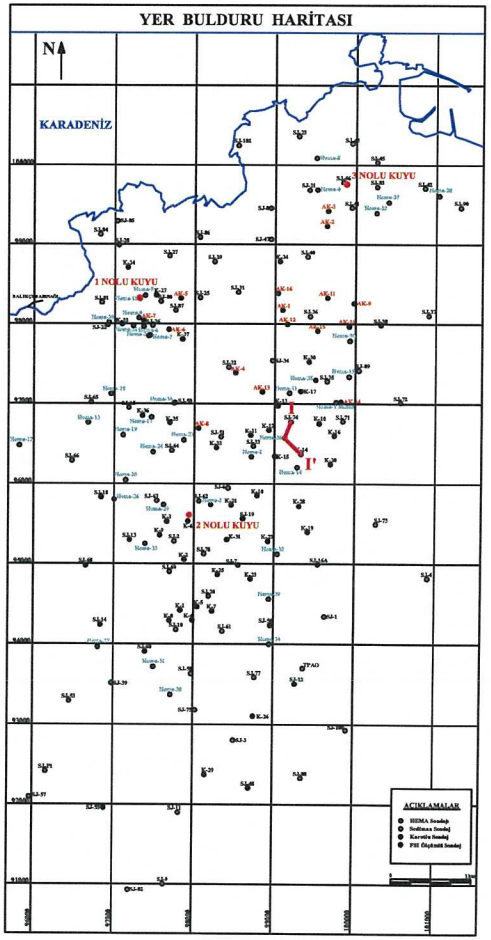
Senomaniyen
Ahatlar Formasyonu

Westfaliyen C
Karadon Formasyonu

Şiferton

Westfaliyen A
Kozlu Formasyonu

0 200m

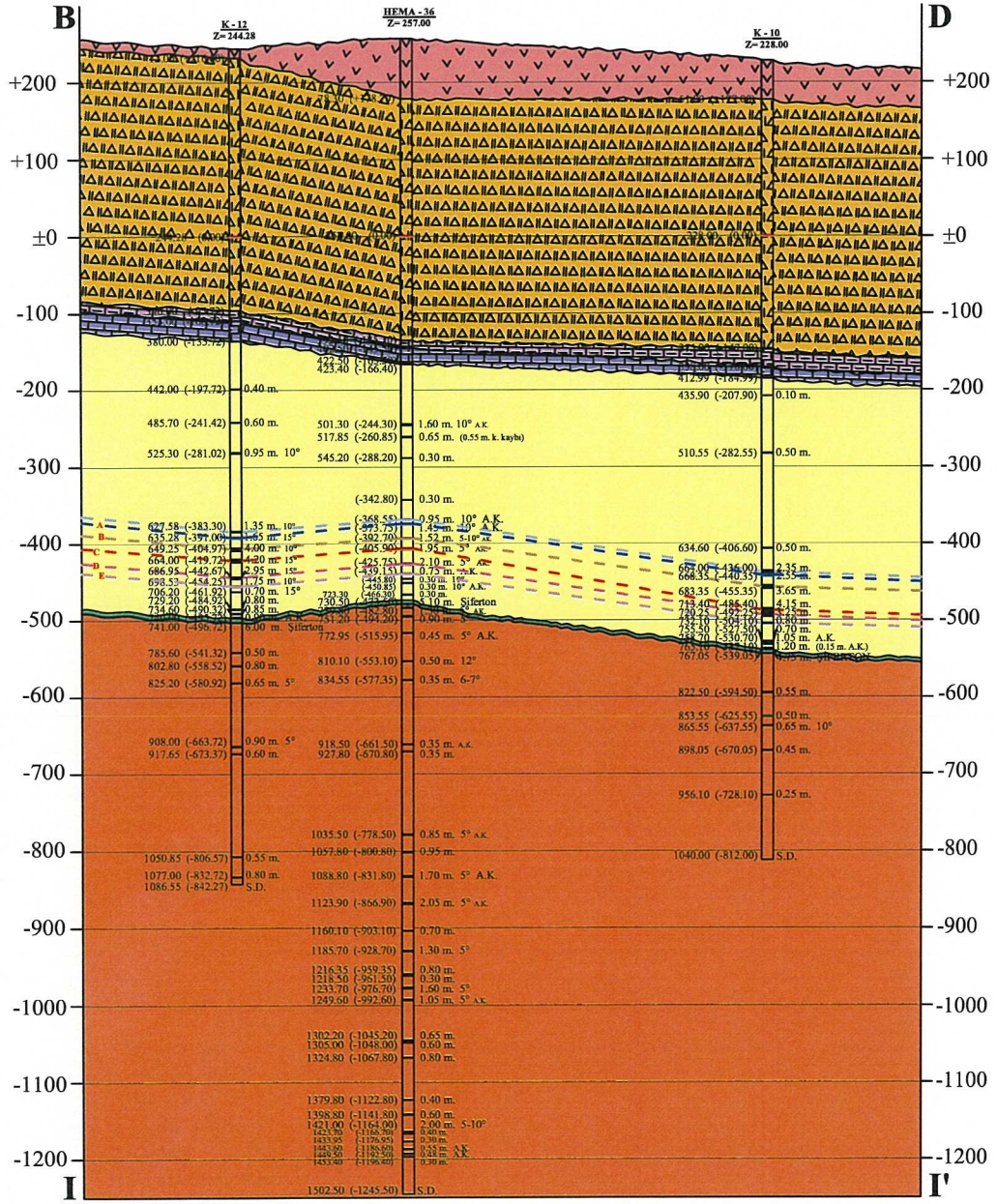


EK - 3.4

K-12, Hema-36, K-10 SONDAJLARINDAN GEÇEN B - D YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012



Kampaniyen
Kazpınar Formasyonu

Santoniyen-Koniasiyen
Dinlence Formasyonu

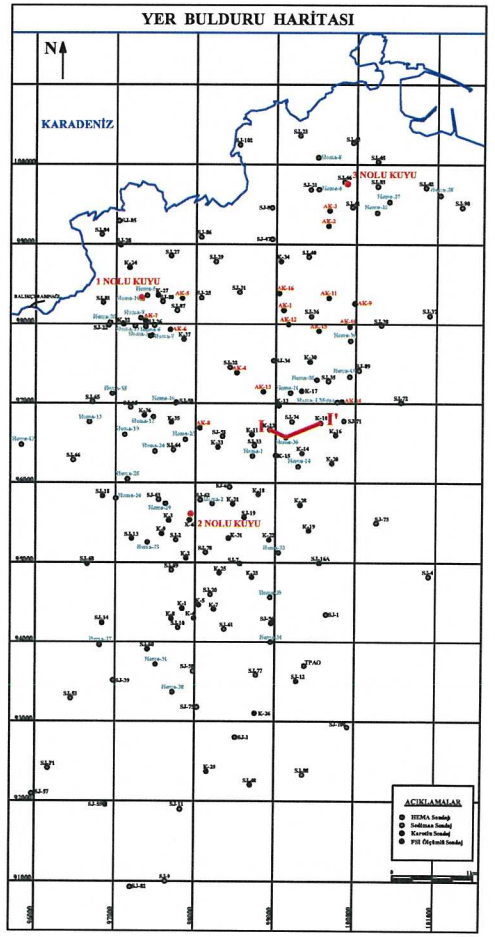
Turoniyen
Askersuyu Formasyonu

Senomaniyen
Ahatlar Formasyonu

Westfaliyen C
Karadon Formasyonu

Şiferton

Westfaliyen A
Kozlu Formasyonu

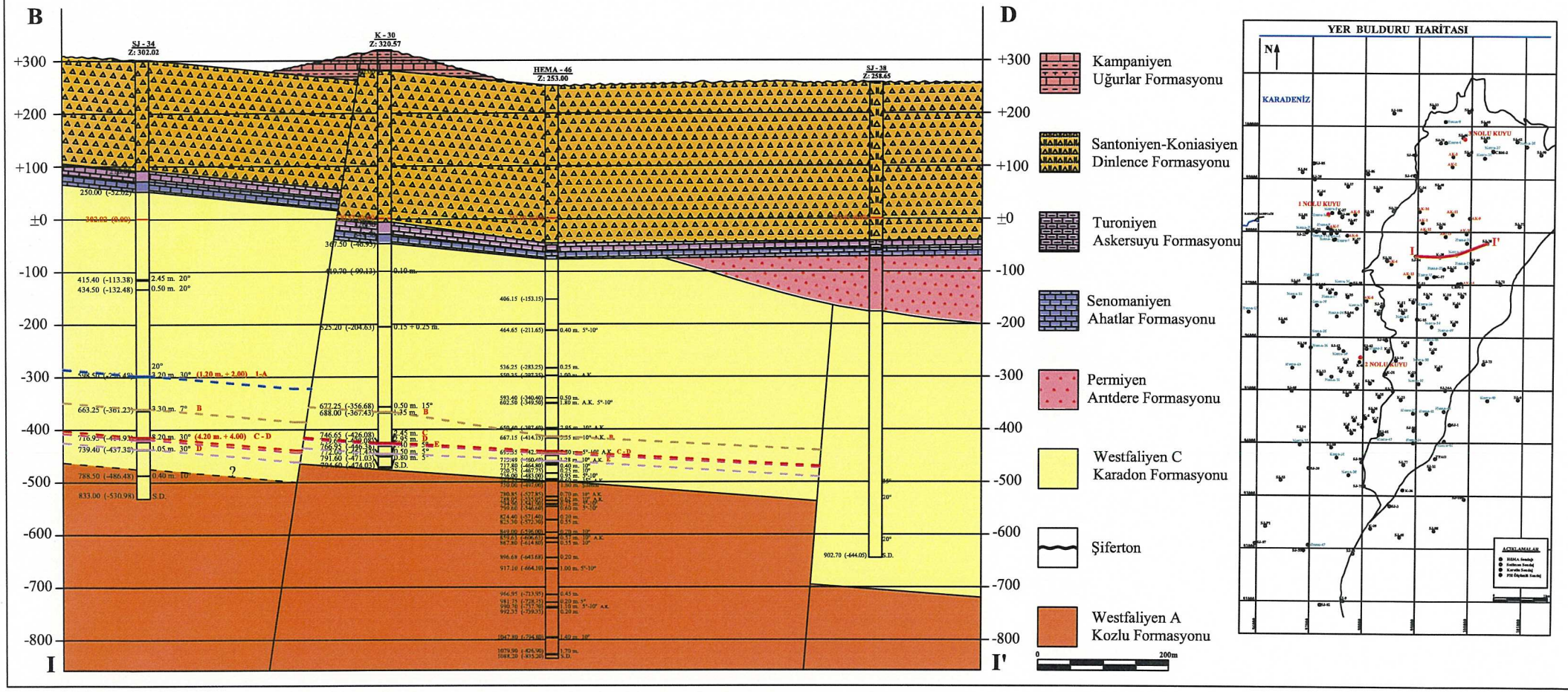


EK - 3.5

SJ-34, K-30, Hema-46, SJ-38 SONDAJLARINDAN GEÇEN B - D YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012

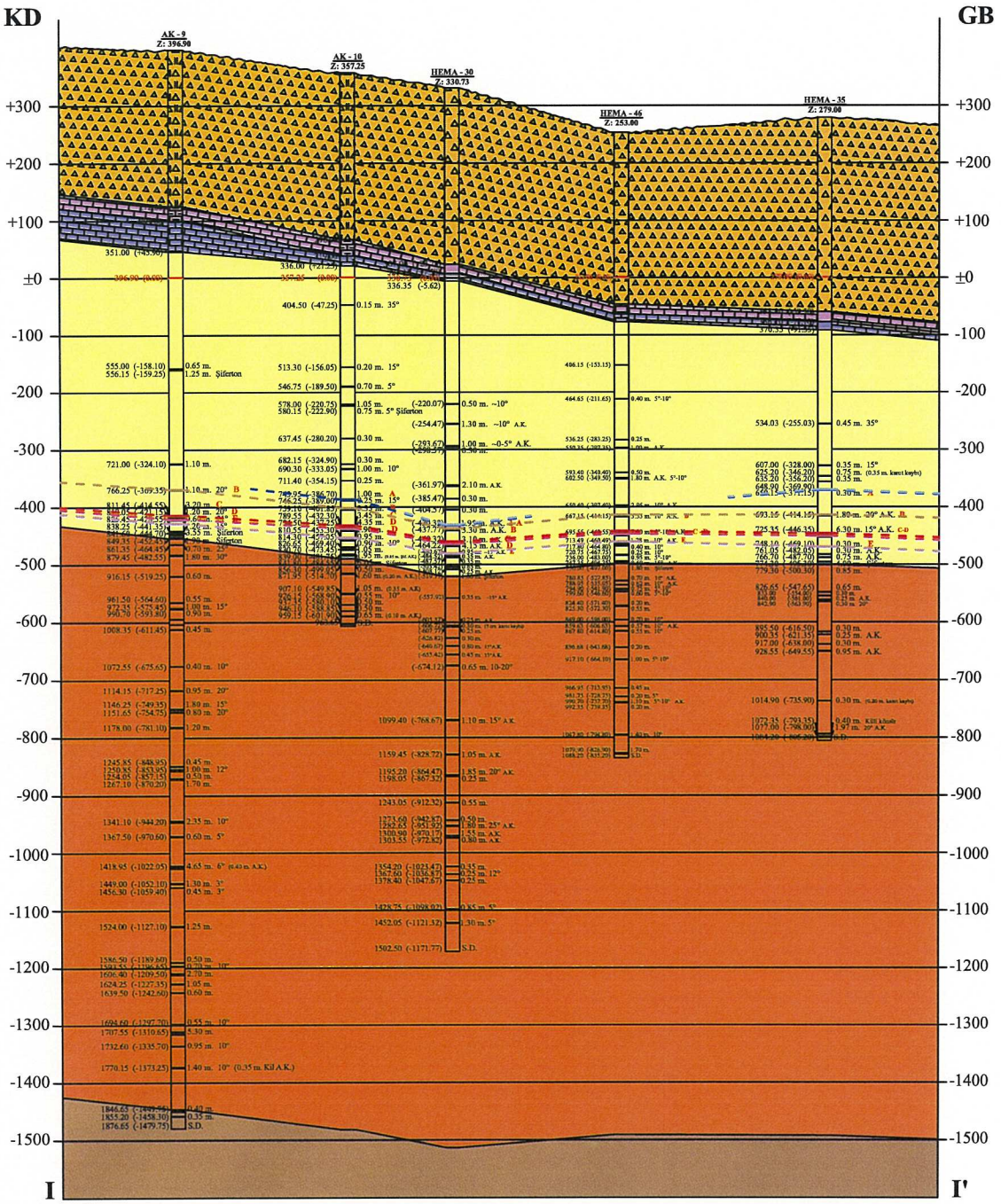


EK - 3.6

AK-9, AK-10, Hema-30, Hema-46, Hema-35 SONDAJLARINDAN GEÇEN KD - GB YÖNLÜ KESİT

AYSUN TEKİNIRK

2012



Santoniyen-Koniasiyen
Dinlence Formasyonu

Turoniyen
Askersuyu Formasyonu

Senomaniyen
Ahatlar Formasyonu

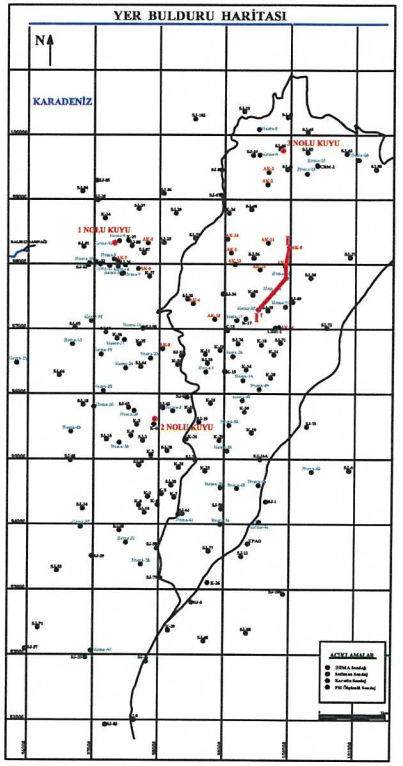
Permiyen
Arıtdere Formasyonu

Westfaliyen C
Karadon Formasyonu

Şiferton

Westfaliyen A
Kozlu Formasyonu

Namuriyen
Alacaağzı Formasyonu



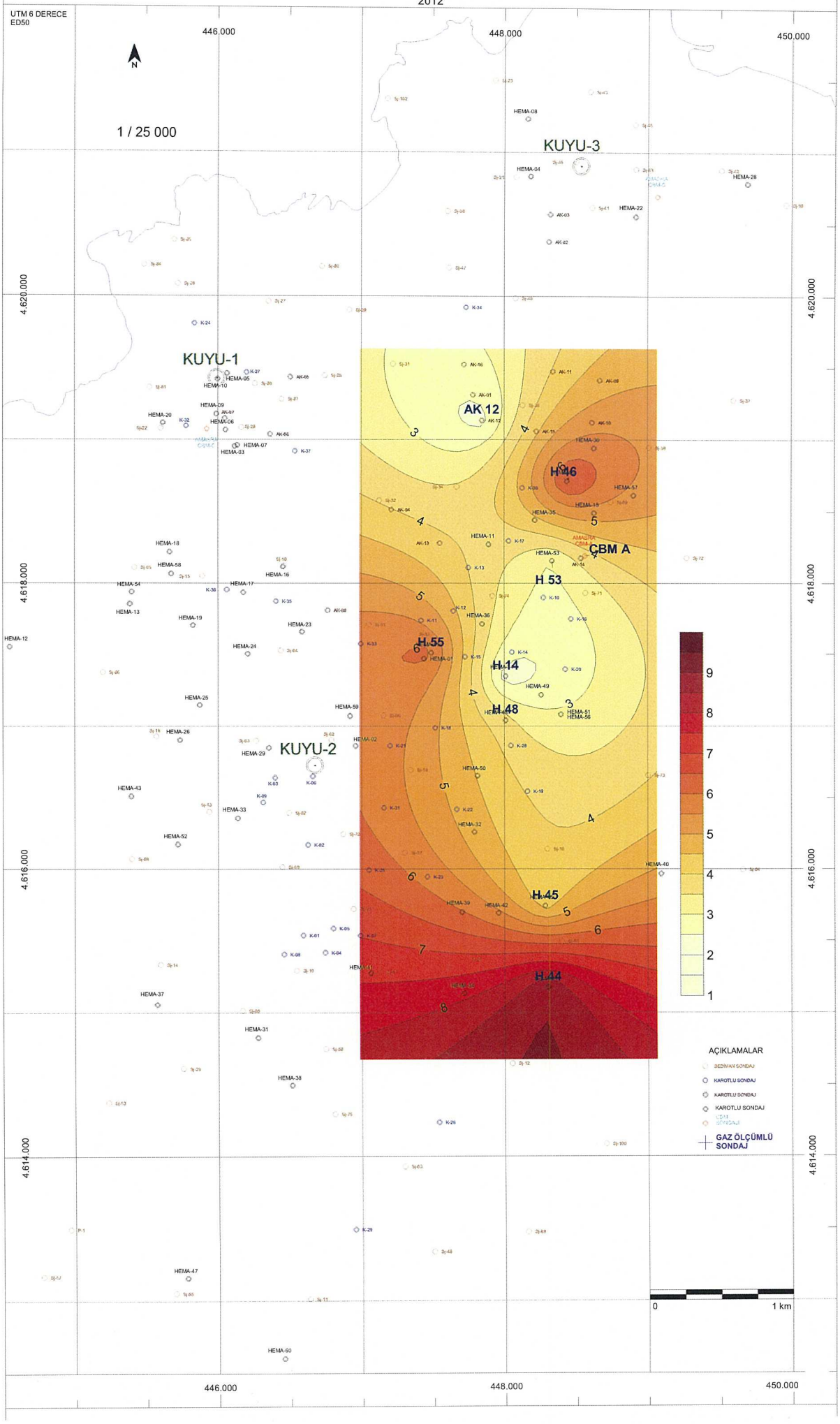
0 200m

EK-4.1

AMASRA BARTIN BÖLGESİ DOĞU SAHASI WC KÖMÜRLERİ GAZ MİKTARLARI DAĞILIM HARİTASI

AYSUN TEKİNIRK

2012

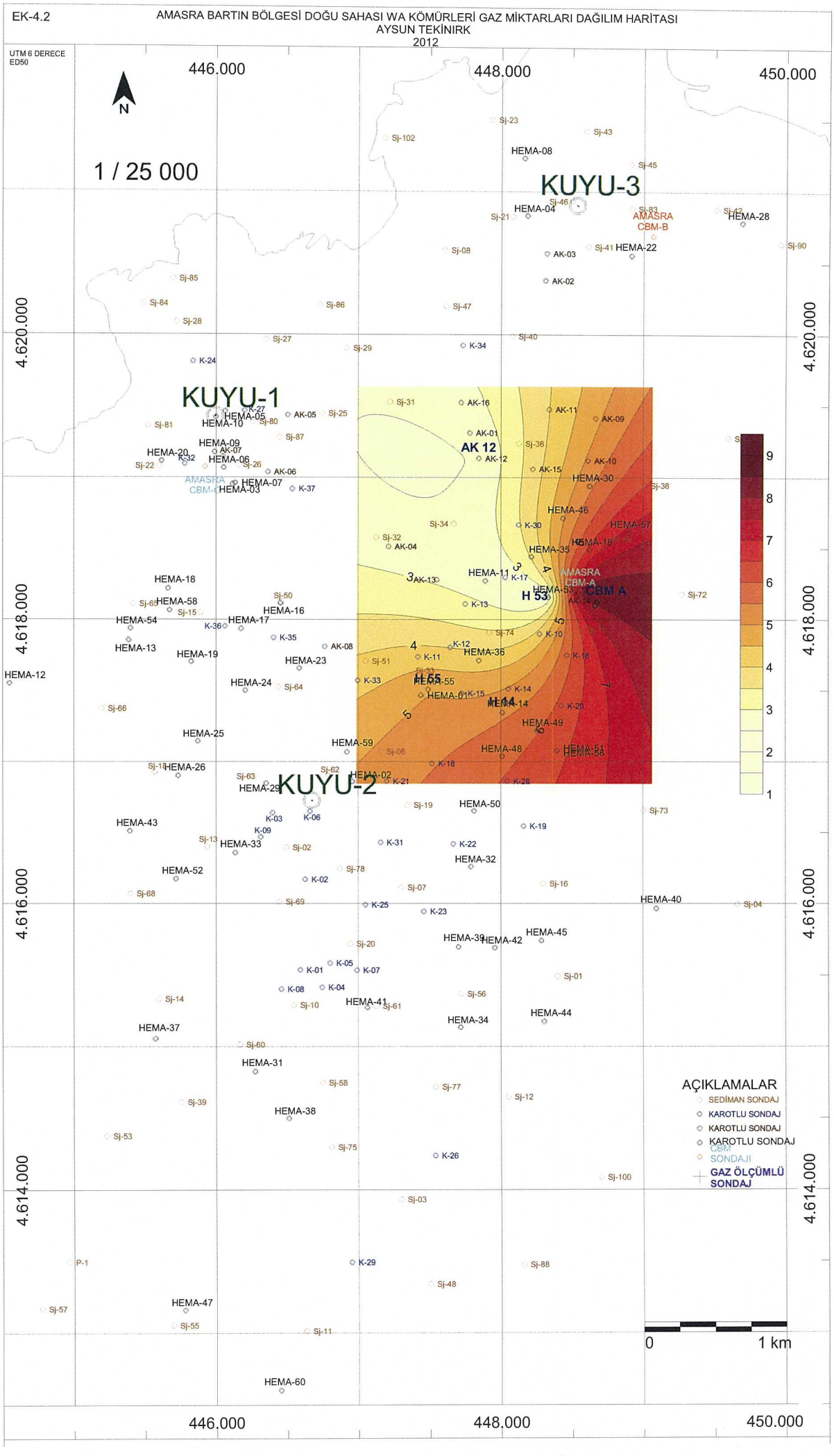


EK-4.2

AMASRA BARTIN BÖLGESİ DOĞU SAHASI WA KÖMÜRLERİ GAZ MİKTARLARI DAĞILIM HARİTASI

AYSUN TEKİNIRK

2012



EK-4.3

AMASRA BARTIN BÖLGESİ BATI SAHASI WA KÖMÜRLERİNİN GAZ MİKTARLARININ DAĞILIM HARİTASI

AYSUN TEKİNIRK

2012