

**KUZEYBATI ANADOLU'DAKİ APSİYEN-ALBİYEN YAŞLI (ALT KRETASE)
KİLİMLİ VE VELİBEY FORMASYONLARINDA ORGANİK OLGUNLAŞMANIN
İNCELENMESİ**

Murat TEKİN

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

ZONGULDAK

Mayıs 2011

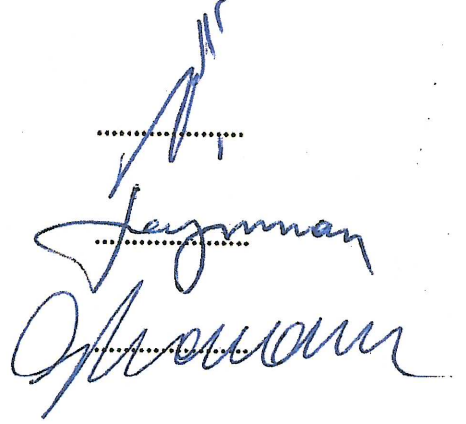
KABUL:

Murat TEKİN tarafından hazırlanan “KUZEYBATI ANADOLU’DAKİ APSİYEN-ALBİYEN YAŞLI (ALT KRETASE) KİLİMLİ VE VELİBEY FORMASYONLARINDA ORGANİK OLGUNLAŞMANIN İNCELENMESİ” başlıklı çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.
11/05/2011

Başkan :Yrd. Doç. Dr. İbrahim BUZKAN (ZKÜ)

Üye : Prof.Dr. Fazlı ÇOBAN(BÜ)

Üye : Doç.Dr. Gültekin KAVUŞAN (AÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. .../.../2011



Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”


Murat TEKİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUZEYBATI ANADOLU'DAKİ APSİYEN-ALBİYEN YAŞLI (ALT KRETASE) KİLİMLİ VE VELİBEY FORMASYONLARINDA ORGANİK OLGUNLAŞMANIN İNCELENMESİ

Murat TEKİN

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. İbrahim BUZKAN

Mayıs 2011, 83 sayfa

Kuzeybatı Anadolu kömür havzası Krz. Ereğli'den İnebolu'ya kadar yayılım gösteren birçok kömür oluşumuna sahiptir. Bu kömürlerin olgunlaşması sırasında oluşmuş olan gazlar kömür damarlarında ve kömürün çevre kayalarında depolanmışlardır. Bu depolanmalar çeşitli işletmelerdeki kömür üretimleri sırasında gaz püskürmeleri ve degaj olaylarının gerçekleşmesi şeklinde görülmektedir. Ayrıca kömür gazının (metan) enerji olarak kullanılabilmesi için

Türkiye Taşkömürü Kurumu İşletmelerinde de zaman zaman çeşitli çalışmaların yapılmış olduğu bilinmektedir.

Organik maddelerin olgunlaşması biyokimyasal ve jeokimsyal evrelerden oluşmaktadır. Bu nedenle Zonguldak kömür havzasındaki kömürlerin olgunlaşması sırasında, şu anda kömür damarlarının çevre kayaları ile bünyesindeki gaz birikiminin yanında, daha önce-sonra var olan kayaların rezervuar özelliklerine sahip olanlarında da gaz birikebileceği görülmektedir.

ÖZET(devam ediyor)

Bölgenin organik yapısı nedeniyle petrol ve doğal gaz oluşabilecek kayalarda olgunlaşma çalışmaları yapılmasına gerek duyulmuştur. Bölgede olgunlaşma çalışmaları genellikle kömürün kalitesi üzerine yapılmaktadır.

Ancak bölgedeki bazı birimlerin petrol migrasyonuna uygun olduğu düşünülmüş ve son dönemde bu tür çalışmalarda yapılmıştır.

Bu çalışmada kömürlü birimlerin üzerini örten Apsiyen-Albiyen yaşlı (Alt Kretase) Kilimli ve Velibey formasyonlarında organik olgunlaşma olup olmadığı incelenmiş ve bölgede doğal gaz veya petrol oluşum ve üretimi olanakları ile kömürlü birimlere göre daha genç yaşlı, kumtaşı ağırlıklı birimlerde de kerojen bulunması olasılığı araştırılmıştır.

Çalışma alanında, organik madde (kerojen) içerme potansiyeli olan yarmalardan alınan numuneler yüzdürme, peletleme ve parlatma gibi çeşitli laboratuvar aşamaları ile mikroskobik incelemeye hazırlanmış ve yansıtma değerleri ölçülmüştür. Mikroskobik ölçümlere göre Velibey Formasyonunda %Ro değerleri 0.4-0.5 arasında Kilimli formasyonunda %Ro değerleri 0.5-0.6 arasında değişim göstermektedir. Bu değerler doğrultusunda Apsiyen-Albiyen yaşlı birimlerin kendi diyajenezlerinin etkisindeki organik olgunlaşmaları tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucu Velibey ve Kilimli formasyonlarının olgunlaşma seviyelerine göre; kumtaşı ağırlıklı birimlerin petrol migrasyonuna uygunluğu ve kuru gaz (metan) ve doğal gaz potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür. Derin sondajlar ve korelasyon çalışmaları ile rezervuar kaya olasılığının detaylı incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Olgunlaşma, Laboratuvar deneyleri, Petrol migrasyonu, Organik madde,

Bilim Kodu: 606. 03. 02

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EXAMINATION OF THE ORGANIC MATURATION IN APTIAN-ALBIAN AGED KİLİMLİ and VELİBEY FORMATIONS IN THE NORTHWEST ANATOLIAN

Murat TEKİN

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Thesis Advisor: Asist.Prof.Dr. İbrahim BUZKAN

May 2011, 83 pages

Northwest Anatolian Coal basin have lots of coal formation showing spread from Krz. Ereğli to İnebolu. Gases, composed while maturation of that coal, stored at the coal seam and environment rock of coal. These depositions shown that realization of gas eruption and degasis while coal production at a variety of business. Furthermore it is known that to have been made sometimes a variety of study in TTK cause of the usebility as energy of coal gas (methane)

Maturation of the organic material consist of biochemical and geochemical stages. Therefore, while the coal maturation of the Zonguldak coal basin, in addition to gas accumulation inside of coal seam and environment rocks, shown that gas accumulation in rocks existing before-later with reservoir characteristics. Because of the organic structure of region was found necessary to making maturation studied in rocks to may occur oil and natural gas. İn the region, maturation studied usually makes on coal quality.

ABSTRACT (continued)

However, thought that some units in the region as appropriate to oil migration and this kind of studied have been made recently.

In this study, examined that organic maturation in the aptian-albian aged Kilimli and Velibey Formations overlies to coal units and investigated that opportunities of formation and the production of oil or natural gas with the probability of kerogen in younger than coal units, predominantly sandstone.

In the study area, samples taken from splitting with potential of inclusion organic material (kerogen) prepared to microscopic examination with laboratory steps, such as pelletizing and polishing and reflectance values were measured. According to the microscopic measurements %Ro values of Velibey Formation is change between 0.4-0.5, %Ro values of Kilimli Formation is change between 0.5-0.6. In accordance with these values, determined to diagenesis under the influence of organic maturation of aptian-albian aged units.

As a result of this study, according to the maturation level of the Kilimli and Velibey Formations; compliance of oil migration of the predominantly sandstone units and highly potential of dry gas and natural gas. Recommended to detailed examination of probability of reservoir rock with deep drilling and correlation studied.

Key Words: Maturation, Laboratory experiments, oil migration, organic material

Science Code : 606. 03.02

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın gerekleőmesinde değerli bilgilerini, katkı ve desteklerini esirgemeyen danıőman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. İbrahim BUZKAN'a (ZKÜ), teşekkür ederim.

Ayrıca tez jürimde yer alan, olumlu katkılarda bulunan değerli hocalarım Prof.Dr. Fazlı ÇOBAN (Balıkesir Üniversitesi), Doç.Dr. Gültekin KAVUŞAN'a (Ankara Üniversitesi) teşekkür ederim.

Tez çalıőmam süresince verdikleri destek ve yardımları için Yrd.Doç.Dr. Hülya KESKİN İTİROğLU (ZKÜ) ile Yrd.Doç.Dr. Gürkan BACAK' a (ZKÜ) teőekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Gülsen TEKİN, babam Akőin TEKİN ve kardeőim etin TEKİN' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI	3
2.1 İNCELEME ALANININ YERİ	3
2.2 COĞRAFİK YAPI VE MORFOLOJİ	5
2.3 AKARSULAR.....	5
2.4 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ	5
2.5 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.6 ORGANİK MADDELERİN OLGUNLAŞMASI.....	10
2.6.1 Organik Maddenin Diyajenez, Katajenez ve Metajenezi.....	10
2.6.1.1 Diyajenez	11
2.6.1.2 Katajenez	12
2.6.1.3 Metajenez.....	12
2.6.2 Organik Maddenin Erken Dönüşümü	13
2.6.2.1 Erken Dönüşümün Önemi ve Temel Adımları	13
2.6.2.2 Biyokimyasal İndirgenme.....	15
2.6.2.3 Polikondansasyon.....	17
2.6.2.4 Çözünmezlik	18
2.6.2.5 Diyajenezin Sonuç ve Dengesi	19
2.6.3 Jeokimyasal Fosiller ve Petrol Formasyonundaki Önemi.....	19

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.6.3.1 Diyajenez Katajeneze Karşı.....	19
2.6.4 Organik Maddenin Bileşimi ve Gelişimi.....	20
2.6.4.1 Maserallerin ayrılması.....	21
2.6.5 H/C- O/C Diyagramları.....	22
2.6.6 Vitrinitlerin Olgunlaşma Evrelerini Tanımlayan Yansıtma Derecesi Olgunlaşma İçin Evrensel Bir Rank Parametresi midir?.....	25
2.6.7 Kerojenin Bileşimi ve Sınıflaması.....	26
2.6.7.1 Kerojenin Tanımı ve Önemi.....	26
2.6.7.2 Kerojen İzolasyonu.....	26
2.6.7.3 Kerojenin Mikroskobik Bileşenleri.....	26
2.6.7.4 Kerojen Yapısının Kimyasal ve Fiziksel Tanımlaması.....	27
2.6.8 Organik Jeokimyada "Van Krevelen" Diyagramının Önemi.....	28
2.6.9 Jeolojik Süreçle İlişkili Olarak Petrol Oluşumu.....	29
2.6.9.1 Petrol Oluşumunun Genel Şeması.....	29
2.6.9.2 Organik Madde Tipi.....	31
2.6.10 Optik Özellikler.....	32
2.6.11 Organik Maddenin Olgunlaşması.....	43
BÖLÜM 3 BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	47
3.1 BÖLGESEL JEOLJİ.....	47
3.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler.....	47
3.1.1.1 Hamzafakıllı Formasyonu.....	47
3.1.1.2 Göktepe Formasyonu.....	47
3.1.1.3 Yılanlı Formasyonu.....	50
3.1.1.4 Alacaagzı Formasyonu.....	50
3.1.1.5 Kozlu Formasyonu.....	50
3.1.1.6 Karadon Formasyonu.....	51
3.1.1.7 Arıtdere formasyonu.....	51
3.1.1.8 Çakraz Formasyonu.....	51
3.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler.....	52
3.1.2.1 Himmetpaşa Formasyonu.....	52
3.1.2.2 Zonguldak Formasyonu.....	52

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1.2.3 Kilimli Formasyonu	52
3.1.2.4 Velibey Formasyonu	53
3.1.2.5 Saçça Formasyonu	53
3.1.2.6 Tasmaca Formasyonu	53
3.1.2.7 Cemaller Formasyonu	54
3.1.2.8 Gökçetepe Formasyonu	54
3.1.2.9 Başköy Formasyonu	55
3.1.2.10 Dinlence Formasyonu.....	55
3.1.2.11 İkse Formasyonu	55
3.1.2.12 Kazpınar Formasyonu.....	56
3.1.2.13 Liman Formasyonu.....	56
3.1.2.14 Kale Formasyonu	57
3.1.2.15 Sarıkorkmaz Formasyonu	57
3.1.2.16 Alaplı Formasyonu	57
3.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler	58
3.1.3.1 Yahyalar Formasyonu	59
3.1.3.2 Çaycuma Formasyonu	59
3.1.3.3 Alüvyonlar	59
3.2 İNCELEME ALANI JEOLJİSİ	59
3.2.1 Kilimli Formasyonu	59
3.2.2 Velibey Formasyonu	61
3.3 TEKTONİK.....	62
BÖLÜM 4 ARAZİDEN ÖRNEKLEME VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	63
4.1 ARAZİDEN ÖRNEKLEME.....	63
4.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	67
4.2.1 Mikroskobik Çalışmalar	73
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1	İnceleme alanı yer bulduru haritası.....4
2.2	Olgunlaşma evreleri diyagramı10
2.3	Hidrokarbon oluşumunun genel şeması.....13
2.4	Organik maddeden petrol ve gaz oluşumu.....20
2.5	Ligninin ısısal karbonizasyonu.....23
2.6	Vitrinit yansımasının adım adım yada süreksiz değişimleri33
2.7	Maseral gruplarının kömürleşmesi34
3.1	İnceleme alanının 1/50000 ölçekli jeolojik haritası.....48
3.2	İnceleme alanı ve yakın çevresinin stratigrafik kolon kesiti49
4.1	Velibey Formasyonunda araziden örnekleme.63
4.2	Velibey Formasyonunda araziden örnekleme.64
4.3	Kilimli Formasyonunda araziden örnekleme.64
4.4	Kilimli Formasyonunda araziden örnekleme.65
4.5	Araziden örneklerin alınması ve laboratuvarında mikroskobik çalışmalara hazırlanması sırasındaki akım şeması.66
4.6	Sapça mekiindeki Velibey kumtaşları içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 4).....67
4.7	Ilıksu mekiindeki Velibey kumtaşları içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 5).....68
4.8	Sapça mekiindeki Kilimli Formasyonu içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 8).....68
4.9	Sapça mekiindeki Kilimli Formasyonu içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 9).....69
4.10	Sapça mevkii Velibey Formasyonu ÖSK.69
4.11	Ilıksu mevkii Velibey Formasyonu ÖSK.70
4.12	Sapça mevkii Kilimli Formasyonu ÖSK.70
4.13	Velibey Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).....71
4.14	Velibey Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).....72
4.15	Kilimli Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).....72
4.16	Kilimli Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).....73

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Sapça mevki Velibey Formasyonu Rmax değerleri.	74
4.2 Ilıksu mevki Velibey Formasyonu Rmax değerleri.....	74
4.3 Sapça mevki Kilimli Formasyonu Rmax değerleri.	74
4.4 Rmax değerlerinin örneklere göre dağılımı.	75

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM	: Amerikan Test ve Materyal Standartları
Al ₂ O ₃	: Aliminyumoksit
C	: Karbon
C ₆ H ₄ O ₂	: Kuinon
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
CCl ₄	: Karbontetraklorür
CH ₄	: Metan
CO ₂	: Karbondioksit
Dky	: Yılanlı Formasyonu
H	: Hidrojen
Jkrz	: Zonguldak Formasyonu
Ka	: Alacağzı Formasyonu
Kraç	: Cangaza Kireçtaşı Üyesi
Kraö	: Örencik Kireçtaşı Üyesi
Krb	: Başköy Formasyonu
Krc	: Cemaller Formasyonu
Krd	: Dinlence Formasyonu
Krg	: Gökçetepe Formasyonu
Kri	: İkse Formasyonu
Krk	: Kilimli Formasyonu
Krkl	: Kale Formasyonu
Krkz	: Kazpınar Formasyonu
Krl	: Liman Formasyonu
Krs	: Sapça Formasyonu
Krsa	: Sarıkorkmaz Formasyonu
Krt	: Tasmaca Formasyonu
Krv	: Velibey Formasyonu

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

N	: Azot
NaOH	: Sodyumhidroksit
O	: Oksijen
ÖSK	: Özelleştirilmiş Stratigrafik Kesit
R	: Yansıma Değeri
S	: Kükürt
SiO ₂	: Silisyum dioksit
SO	: Kükürt monooksit
TOC	: Toplam Karbon Oranı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu oldukça geniş kömür havzalarına sahiptir. Bununla birlikte son yıllarda bölgede doğalgaz ve metan gazı arama çalışmaları yapılmaktadır. Daha önceki yıllarda, bölgedeki bazı formasyonların petrol migrasyonuna (göç) uygun olabileceğine dair inceleme sonuçlarına ulaşılmıştır. Tüm bu bahsi geçen yer altı kaynakları olgunlaşma ile yanıcı enerji kaynakları halini almışlardır. İçeriklerindeki karbonun olgunluk seviyesine göre yeterli kalitede enerji açığa çıkarabilecek hale gelmektedirler.

Zonguldak ili ve çevresinde kömür yataklarının bulunması dolayısıyla bölgedeki olgunlaşma üzerine çalışmalar çoğunlukla kömürün olgunluk derecesi (rank) için yapılmıştır. Oysa karbonifer yaşlı kömürlü formasyonları örten Barramiyen yaşlı kireçtaşı birimleri ve Apsiyen-Albiyen yaşlı kumtaşı ağırlıklı birimler bulunmaktadır. Bu çalışmada örtü birimlerinden Apsien-Albiyen yaşlı Kilimli ve Velibey formasyonları içerisinde organik karbon olgunlaşması bulunmakta mıdır sorusunun cevabı verilmeye çalışılmıştır.

Karbon olgunlaşması temelde üç aşamadan oluşmaktadır. Diyajenez, katajenez ve metajenez olarak bilinen bu aşamalar, Zonguldak ili ve çevresindeki kömür için, daha önceki çalışmalarda kömürleşme seviyeleri olarak, kömürün kalitesini ölçmek amaçlı, incelenmiştir. Bu çalışmada karbon olgunlaşmasının bu temel evrelerinin kumtaşı, karbonatlı kumtaşı ve silttaşı içerikli Kilimli ve Velibey formasyonları içerisinde gerçekleşmesi durumu üzerinde durulmuştur.

BÖLÜM 2

İNCELEME ALANININ TANITILMASI

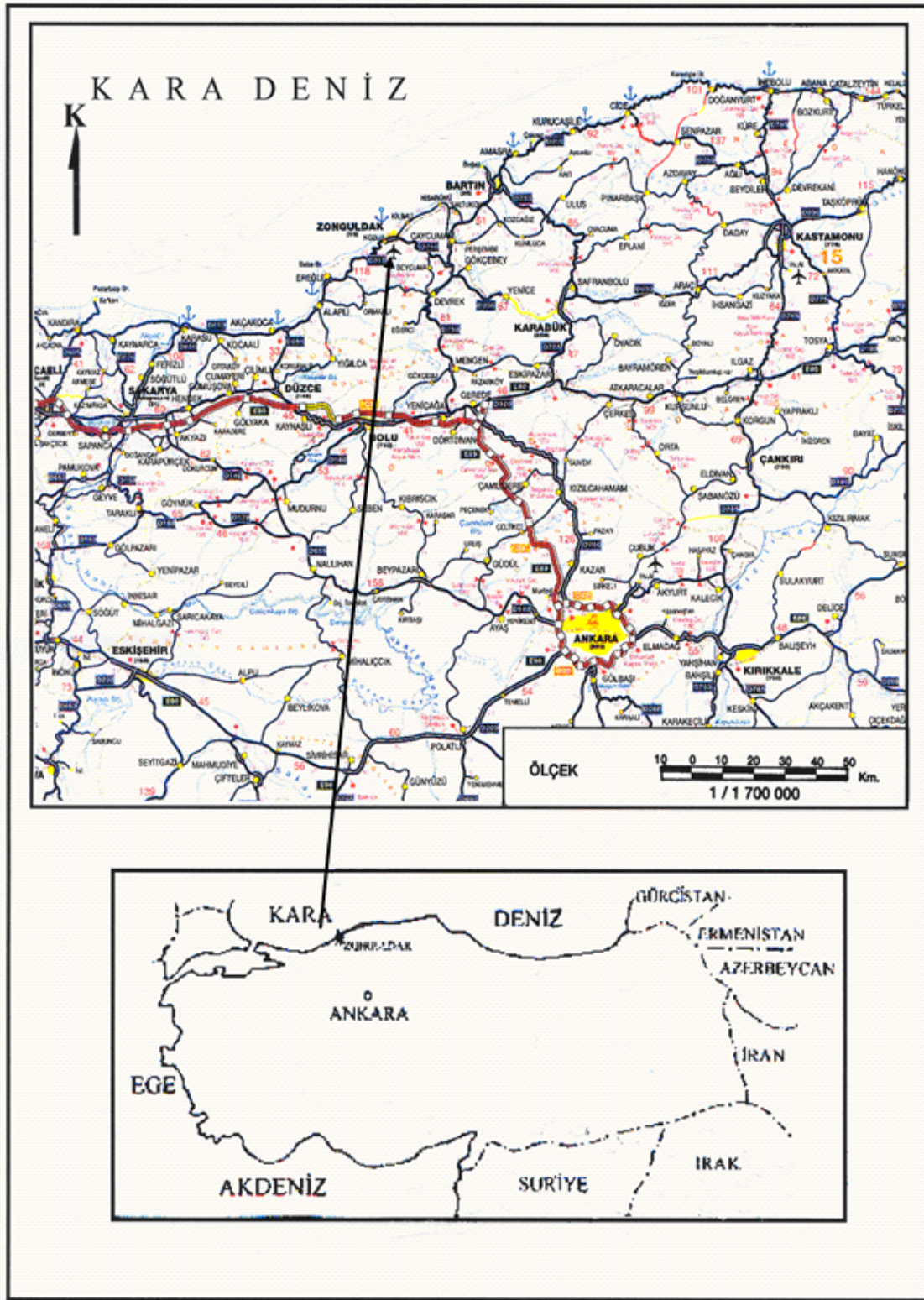
2.1 İNCELEME ALANININ YERİ

Bu çalışmada inceleme alanı genel olarak Kuzeybatı Anadolu olup inceleme alanının belirli bölümlerinden örneklendirmeler yapılmıştır. Bu örneklendirmeler için inceleme yapılan formasyonların mostra verdiği bazı bölgeler seçilmiştir.

Zonguldak-Ankara karayolu, Sapça mevkiinde Doğrutan Tepe'nin doğusunda kalan vadinin içerisinde Velibey ve Kilimli formasyonlarının bir dokanağı olduğu gözlenerek örnekleme çalışması yapılmıştır.

Zonguldak-İstanbul karayolu Ilıksu mevkiinde dere yatağı boyunca bulunan ve bazı yerlerde net mostra veren Velibey formasyonundan örnekleme yapılmıştır.

Örnekleme için seçilen yerler Zonguldak ilinin güneydoğusunda ve batısında olmak üzere seçilmiş böylece inceleme alanı hakkında daha geniş kapsamlı veri alınabileceği düşünülmüştür.



Şekil 2.1 İnceleme alanı yer bulduru haritası (Kara 2010).

2.2 COĞRAFİK YAPI VE MORFOLOJİ

Zonguldak ve çevresi çok engebeli bir morfolojiye ve derin vadilerle birbirinden ayrılmış kuzeydoğu-güneybatı gidişli yüksek tepelere sahiptir. Zonguldak Kuzey Anadolu Dağları'nın batı kesimini oluşturan Karadeniz'e paralel sıra dağlarla engebeleşmiştir. Zonguldak Karadeniz kıyısı ile Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında kalan Batı Pontid bölgesinde yer almaktadır. Bölgede kabaca KD-GB uzanımlı dağ sıraları yer almaktadır. Batı Karadeniz bölgesinde bozunma çok etkindir. Bölgede kireçtaşları hariç diğer jeolojik birimlerde yoğun bir drenaj ağı gelişmiş olup, dağ kuşağı bu drenaj ağı tarafından oldukça yarılmıştır.

2.3 AKARSULAR

Zonguldak İli ve çevresinde bulunan yerleşim yerlerinde akarsu ağı oldukça gelişmiştir. Hemen her mevsim yağış alabilen bölgedeki akarsular Karadeniz'e dökülmektedir. Zonguldak su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Filyos Çayı, Yenice Çayı, Devrek Çayı, Alaplı Çayı bölgenin önemli akarsularıdır.

2.4 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

İnceleme alanı ve yakın çevresi ılıman Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Her mevsimi ılık ve yağışlıdır. En fazla yağış sonbahar ve kış mevsimlerinde görülür. Mevsimler ve gece-gündüz arasında önemli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır. Sahil kesiminden iç bölgelere doğru gidildikçe, iklim biraz daha sertleşir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda önemli bir farklılaşma yoktur. Bölgede Mayıs ayı sonu ile Ağustos ayı sonu arasındaki aylarda en fazla güneşli günler yaşanmaktadır. Yine bu aylar arasında deniz suyu sıcaklığı da ortalama 20 °C düzeyinde bulunmaktadır. Yaz aylarında nisbi nem oranı % 75 oranındadır.

İnceleme alanı bitki örtüsü bakımından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Yüksek kesimlerde iğne yapraklı (kök nar, çam), daha aşağıları yayvan yapraklı (kayın, meşe, kestane, karaağaç, ıhlamur, kavak), akarsu kenarları da kavak, söğüt ağaçları bulunmaktadır.

2.5 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kuzeybatı Anadolu’ da organik ve inorganik olgunlaşma üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Ülkemizde Batı Karadeniz dışında da çok fazla olgunlaşma ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle önceki çalışmalar bölgesel olarak değerlendirilmemiştir.

İnceleme alanında inorganik olgunlaşma üzerine yılında yayınlanan “Akçakoca (Bolu) Yöresi Devoniyen Yaşlı Sedimanter Serilerin Kil Mineralojisi ve İllit Kristalinite Yöntemiyle İncelenmesi” isimli çalışmada Akçakoca yöresindeki Devoniyen yaşlı birimlerden alınan örneklerin kil mineralleri belirlenmiş ve bu mineraller üzerinde yapılan ölçümlere göre devoniyen yaşlı birimlerin diyajenez etkisi altında kaldıkları sonucuna varılmıştır (Çoban 1986).

Organik olgunlaşma üzerine çalışmalar ise Karbonifer yaşlı, kömürlü birimlerde, kömürün kalitesi ile özdeşleşen olgunlaşma deneyleri ile sıklıkla yapılmaktadır. Daha önceleri ise modelleme ve kömür gazı (metan) üzerine olgunlaşma üzerine çalışmalar yapılmıştır.

1992 yılında yayınlanan 8. Türkiye Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı içerisinde “Armutçuk Yöresinde Karbonifer İstifinin Jeolojik Evrimi ve Modellemesi” isimli çalışmada Emrah CAN ve Namık YALÇIN modelleme öncesinde sadece kestirilebilen ısı akısı ve yüzey sıcaklığının zamana bağlı değişimi ile aşındırılmış birimlerin orijinal kalınlıklarını saptamışlardır. Çalışmada ayrıca kömürlü birimlerin sıcaklık evrimi ve olgunlaşma derecesinin zamana bağlı değişimi belirlenmiştir.

Yine 8. Türkiye Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı içerisinde yayınlanan Gülbin GÜRDAL ve Namık YALÇIN’ın “Kömürde Gaz Birikmesini Kontrol Eden Parametreler” isimli çalışmalarında metan gazının kömür kökenli doğalgaz olduğuna, kömür damarları içinde biriken bu gazın açılan kuyularla üretimi ve bunun için biriken gaz miktarının ve birikmenin özelliklerinin bilinmesi gerektiğine değinilmiştir.

Çalışmaya göre kendine has gözeneklilik yapısı ve adsorpsiyon yeteneği sonucu hazne kaya özelliği taşıyan kömürde, gaz birikimini kontrol eden parametreler özellikle gözenek boyut ve dağılımı ve iç yüzey alanı ile bunların ölçümü yapılmalıdır. Birikmenin en etkili mekanizması

adsorpsiyondur. Serbest gaz fazı halindeki birikmeler, makro gözenek, kırık ve çatlaklara bağlıdır. Bunların boyutları gaz miktarı ve örtü kayanın etkinliği ile denetlenir.

Karbonifer yaşlı birimleri örten daha genç sedimanter birimler içerisinde, petrol, ana kaya, hazne kaya veya migrasyon özellikli birimler için de olgunlaşma üzerine çalışmalar yapılmıştır.

“Karasu-Hatay Grabeni Kuzey Kesiminin Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanaklarının Araştırılması” isimli çalışmasında yükselimi farklılık gösteren stratigrafi ve yapı özelliklerinin, çökeltme ortamına bağlı fasiyes değişimleri ve yükselimlerin kuvvet alanı içindeki bağlı konumlar ile açıklanabileceğini belirtilmiştir (Yalçın 1980).

Karadeniz’ in petrol potansiyeli isimli çalışmalarında olgunlaşma konusunu kullanmışlardır. Çalışmada Karadeniz’ in Alpin Orojenez kuşağı içinde yer aldığından kıyıdaki tortul havzaların ve kıta sahanlıklarının petrol açısından önemli olduğuna değinilmiştir. Çalışmaya göre; Karadeniz provensi güneyde Kuzey Anadolu Sıradağları, doğu ve kuzeydoğuda Kafkas Dağları, batıda Balkan ve Karpat Dağları, kuzeyde Ukrayna masifi ile çevrilidir. Bu büyük provens petrol ve doğalgaz yönünden ümitli havzalar bulundurulur. İnceleme alanımızdaki Zonguldak ili Batı Karadeniz Havzasında, Bulgaristan sınırına kadar devam eden bölge içerisinde bulunmaktadır. Zonguldak iline bağlı Ulus mevkiinde yakınlarında petrol kökenli gaz sızıntısı olduğu, Akçakoca açıklarında Eosen kumlu serisinde metan gazı bulunduğu ve tuzlu su analizlerinde yağ ve hidrokarbona rastlandığı belirtilmiştir. Buna karşın Karadeniz’ e kıyısı olan diğer ülkeleri petrol üretimine rağmen ülkemizde petrol ve doğal gaz üretiminin dezavantajları olarak kıta sahanlığının dar olması, bölgedeki volkanizma etkisi ve hazne kaya özellikli serilerin aşırı yüzeyleşmiş olması gösterilmiştir (Pelin ve Korkmaz 1981).

“Jeokimya Yöntemleriyle Adana Havzası Petrol Potansiyelinin Araştırılması” isimli çalışmayla organik jeokimyasal analizlerle olası ana kaya içindeki organik madde miktarı, türü, bileşimi, olgunluğu ile ana kaya-petrol korelasyonuna elverişli parametreler saptanmış, Üst Paleozoik yaşlı şeyllerin orta-iyi ana kaya olabilecekleri ancak miyosen yaşlı birimlerin potansiyelinin düşük olduğunu, böylece Adana havzasının ana kaya açısından petrol potansiyeline sahip olduğu ama katajenik doğal gaz olanağına sahip olmadığı sonucuna varılmıştır (Yalçın 1982).

“Sinop Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları” isimli çalışmada bölgede Liyas-Kuvaterner zaman aralığında çökelen tortul istifin bulunduğu, birimlerde iyi ana kaya, orta hazne kaya ve iyi örtü kaya olabilecek birçok düzeyin bulunduğu belirtilmiş ve derin sondajlarla petrol ve doğalgaz potansiyelinin tespit edilmesi gerektiği önerilmiştir (Korkmaz ve Gedik 1984).

“Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Petrol Oluşumları” isimli çalışmada bölgede iyi ana kaya bulunmadığı, petrol sızıntılarının Karadeniz tabanındaki serilerde oluşan petrolün aktif faylar ve kırık hatlarıyla yüzeye çıkması sonucu olduğu belirtilmiştir (Korkmaz ve Gedik 1988).

“Sivas Havzasında Ana Kaya Fasiyesi ve Petrol Oluşumunun Organik Jeokimyasal Yöntemlerle araştırılması” isimli çalışmada organik jeokimyasal verilerden yararlanılarak sedimanter havzanın hidrokarbon oluşturma potansiyelinin belirlenebileceğine değinilmiştir (Korkmaz 1990).

“Mut-Eremenek-Silifke (Konya-Mersin) Havzasında Ana Kaya Fasiyesi ve Petrol Oluşumunun Organik Jeokimyasal Yöntemlerle İncelenmesi” isimli çalışmada organik jeokimyasal yöntemlerden yararlanılarak ana kayanın hidrokarbon üretip üretmediği ve organik jeokimyasal analiz sonuçlarının iyi yorumlanması ile sedimanter havzanın petrol oluşturma potansiyelinin anlaşılabilceğini belirtilmiştir (Korkmaz ve Gedik 1990).

“Türkiye’ de Bazı Tortul Havzalara Petrol Potansiyeli Açısında Bir Bakış” isimli çalışmada organik jeokimyasal yöntemlerden yararlanarak tortul havzalarda ana kayaların jeolojik devirler boyunca petrol veya doğalgaz üretip üretmediklerinin anlaşılabilceği vurgulanarak öncesinde yapılan çalışmalar desteklenmiştir (Korkmaz vd. 1991).

Modellemenin petrol jeolojisinin oldukça karmaşık yapısını anlamaya yardımcı olduğunu ortaya koyan “Basen Modellemesi ve Hidrokarbon Artaştırması” başlıklı çalışma yayınlanmıştır (Yalçın 1991).

inceleme alanı ve çevresinde son yıllarda bu çalışmada incelediğimiz konuya yakın çalışmalarda yapılmıştır; “Zonguldak Baseni, Amasra Bölgesinde Kömür Yatağı Gazının İzotopik ve Moleküler Bileşimi” isimli çalışmada Zonguldak baseni kömür yatakları metan potansiyelinin karbonifer birimli kömür yatakları kökenli olduğu ve bunun, gazın izotopik

bileşim verilerine ulaşamazken, yalnızca gazın moleküler bileşimi ve ilgili kaynak kayanın organik jeokimyasal özelliklerine göre tanımlandığına değinilmiştir. Batı Karadeniz bölgesinde kömür yatağı gazının birikmesine katkıda bulunan başka kaynak kayalarda bulunduğu bundan dolayı kömür yatağı gazının kaynağını tanımlamak ve gaz kaynağı kaya korelasyonu denemek amaçlı bir çalışma yapılmıştır. Bölgesindeki kuyulardan, kömür ve komşu sedimanlardan alınan örneklerde toplam organik karbon (TOC) ölçümleri ve kaya evrimi pirolizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, izotopik bileşime göre metan kısmen bakteriyel, kısmen termojenik oluşumlu bir karışımdır. Gazın ve muhtemel kaynak kayanın organik jeokimyasal özelliklerinin moleküler ve izotopik bileşimi, Westfaliyen-A Kozlu formasyonunda, organikçe zengin şeylerde ve kömürde meydana geldiğini göstermektedir. Bu bakteriyel girişim, karbonifer boyunca ki birincil bakteriyel metan oluşumu ve/veya sonraki ikincil bakteriyel metan oluşumu ile ilişkili olabilir (Hoşgörmez vd. 2002).

“Batı Karadeniz Bölgesinde Karbonifer Kömürlerinde / Şeylerinde Hareketli Gaz” isimli çalışmada Batı Karadeniz bölgesindeki olası petrol sistemlerini, rezervuar kayaları, sızdırmazlık ve kapanları incelenmiştir. Bu çalışmaya göre petrol sistemleri; Karbonifer kömürleri ve şeyleri Namuriyen-Westfaliyen periyodu boyunca erezyonal kanal dolgusu konglemera veya iri taneli kumtaşı ile başlayan ve kömür damarı yada karbonatlı şeyle biten döngüler halinde depolanır. Kömürlerin elemental analiz, piroliz ve organik petrografik deneyler ile tipik hümik kömürler olduğu belirtilir. Olgunlaşmanın havza genelindeki dikkate değer çeşitliliği muhtemelen, yükselme miktarı ve karboniferdeki, sırasıyla geç karboniferden erken permianeye kadar süren hersiniyen orojenezi boyunca ve eosenin ortalarından sonra olan Alpin Orojenezi boyunca ki çeşitlilikten kaynaklandığı düşünülmüştür. Zonguldak bölgesinin büyük bölümündeki kömür ve şeylerde petrol ve gaz oluşumu için olgunlaşma umulmuştur (Yalçın vd. 2003).

Rezervuar kayalar; geçirgen birimlerin ilki Üst Kretase yaşlı Velibey kumtaşlarıdır. Velibey kumtaşları porozite ile permeabilite arasında oldukça iyi bir korelasyon göstermiş. Bu nedenle, bu parametrelere göre Velibey kumtaşı üyesi iyi kalitede bir rezervuar kaya olarak görülmüştür.

Sızdırmazlık ve kapan; Geç Eosen kıvrımı ve sonrasındaki yükselme ve bununla birlikte, karbonifer kubbesi ve üzerini örten birimden dolayı Velibey kumtaşının rezervuar ve sızdırmazlığının erezyon penceresine eğimli olduğu görülmüş ve bu yana yatma, muhtemel

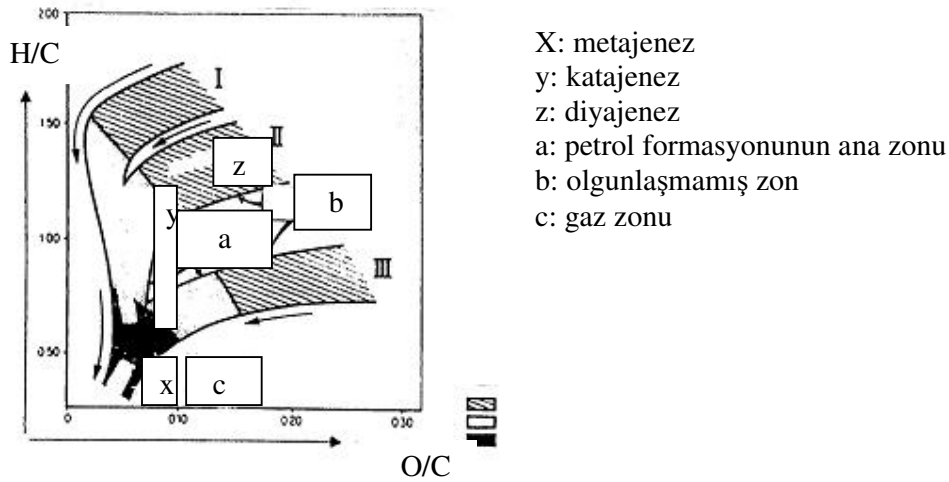
hidrokarbon birikiminin, örten yatak altındaki rezervuar birimin sürekliliği geçirimsiz fay tarafından bozulmazsa kırıklardan kaçmasıyla sonuçlanabileceği belirtilmiştir.

2.6 ORGANİK MADDELERİN OLGUNLAŞMASI

Organik maddelerdeki olgunlaşma sırası ile diyajenez, katajenez ve metajenez evrelerinden geçmektedir.

2.6.1 Organik Maddenin Diyajenez, Katajenez ve Metajenezi

Sedimanter havzanın jeolojik tarih sürecinde organik maddenin fizikokimyasal dönüşümü izole edilmiş ürün gibi dikkate alınmaz. Katı fazda inorganiklerin bileşimindeki çeşitlilik ve sedimanın çatlak suyu gibi temel faktörler olarak tanımlanan; erken biyolojik aktivite, sıcaklık ve basınç tarafından kontrol edilir. Ayrıca organik-inorganik etkileşim sediman evriminin farklı basamaklarında gerçekleşebilir. Organik maddenin doğallığı ve verimliliği, kayanın mineral ve yapısal bileşimi yoğun sıvı fazdaki organik bileşim ve dağılımında etkili olabilen, depolanmadan hemen sonra, mineral fazda, farklı davranışlarla sonuçlanabilir.



Şekil 2.2 Olgunlaşma evreleri diyagramı (Van Krevelen 1993).

2.6.1.1 Diyajenez

Sualtı kökenli ortamlarda sediman depolanması, büyük miktarda su (5 cm' lik killi çamurda %80 civarında porozite, toplamda sediman hacminin %60'ı), mineraller, ölü organik materyaller (eş yaşlı otokton veya alloktonlar), sayısız yaşayan mikroorganizma içermektedir. Çeşitli sedimanter süreçler ve farklı kaynaklardan birincil bileşenlerden oluşan bir karışımdır. Diyajenez sıg gömülme şartları altında dengeye yaklaşan sistemden, normal konsolide olan sedimana doğru olan süreçtir. Derinlik aralığı genellikle birkaç yüz metre ile bazen birkaç bin metredir. Erken diyajenez aralığında da sıcaklık artar ve basınç küçülür ve dönüşüm ılımlı durumlarda oluşur (Tissot vd. 1984).

Erken diyajenez boyunca dönüşümün ana etmenlerinden biri mikrobik aktivitedir. Sedimanın en üst kısmında yaşayan aerobik mikroorganizmalar serbest oksijeni tüketir. Anaerobikler gerekli oksijeni elde etmek için sülfatı azaltır. Enerji bu süreçte organik maddenin ayrışmasıyla karbondioksit, amonyak ve suya dönüşür. Değişim genellikle tamamen kumlar ve bir kısım çamur içinde olur. Aynı zamanda Eh aniden düşer ve Ph hafifçe artar. Mutlak katılar, organik aşınan $CaCO_3$ ve SiO_2 gibi doyunluğa ulaşırlar demir sülfat, bakır, kurşun ve çinko siderit gibi otojenik minerallerle birlikte yeniden çökerler (Tissot vd. 1984).

Sedimanla beraber organik madde bir dengeye doğru giriş yapar. Önceki biyojenik polimerler veya biyopolimerler (protein, karbonhidrat) erken diyajenez sedimantasyon sürecindeki mikrobik aktiviteyle yok oldirler. Sonraki aşamalarda onların bileşenleri kerojene öncülük ederek yeni polikondansasyon yapıları içinde artarak birbirine geçerler. Bitkilerden türemiş organik madde depolanırken mineral katkısına benzeyen, masif, turba ve sonrasında kahverengi kömür (lignit ve alt bitümlü kömür) oluşur. Diyajenez sırasında oluşan en önemli hidrokarbon *metandır*. Ek olarak organik madde CO_2 , H_2O ve diyajenezin sonraki aşamalarında bazı ağır heteroatomik bileşimler oluşur (Tissot vd. 1984).

Sedimanter organik maddenin diyajenezinin sonu için en uygun yer, hümik asit çıkarımının küçük miktara düştüğü ve karboksil gruplarının söküldüğü bölümlerdir.

2.6.1.2 Katajenez

Sedimanların birbirini izleyen depolanmaları, alçalan havzalarda örtü katmanına birkaç kilometre derinliklere ulaşan eski yatakların gömülmesiyle sonuçlanır. Bunun anlamı önemli sıcaklık ve basınç artışıdır. Tektonizma bu artışa katkıda bulunabilir. Sıcaklık 50-150°C aralığında olabilir ve örtü katmanından dolayı jeostatik basınç 300' den 1000 veya 1500 bara kadar değişebilir. Bu artış yerleşik sistemin dengeleri dışındadır ve yeni değişikliklerle sonuçlanır (Tissot vd. 1984).

Mineral fazlarının bileşim ve yapıları kil parçalarının bazı değişimleriyle korunur. Kayanın sıkışmasıyla ilgili en önemli inorganik değişiklikler; dışarı atılmaya devam eden su, belirgin şekilde düşen porozite ve permeabilite, çatlak suyunun tuzluluk oranında artış ve doygunlukla kapanmasıdır.

Organik maddenin denediği temel değişiklikler: ilerleyen evrim sürecinde kerojen ilk sıvı petrolü üretir. Daha sonraki bölümlerde sulu gaz ve nemi, ıslak petrol ve nem de beraberinde önemli miktarda metanı oluşturur. Masif organik depolanmalar çeşitli kömür derecelerinde ilerler ve aynı zamanda hidrokarbon çoğunlukla metan üretir.

Katajenez sonu, kerojen içindeki alifatik karbon zincirlerinin yok oluşunun tamamlandığı ve ana kerojen birimleri sıralanmalarının gelişmeye başladığı dereceye varmaktadır. Buraya tekabül etmesi, çeşitli kömür sınıflandırmalarına göre 2.0 civarı vitrinit yansıması yaklaşık antrasit başlangıcıdır.

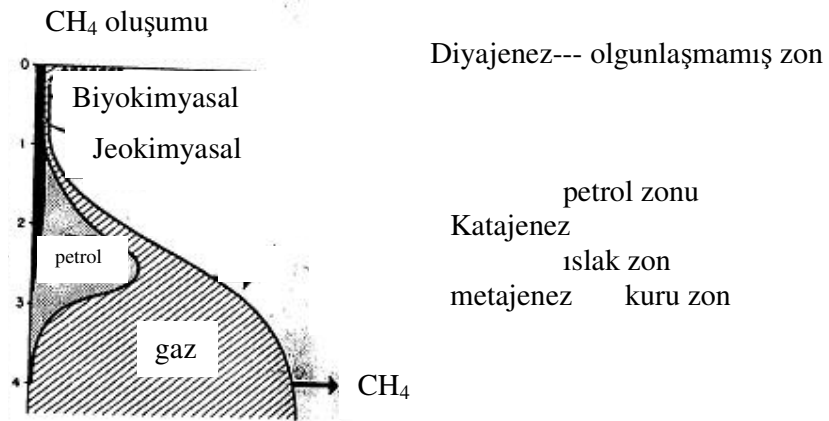
2.6.1.3 Metajenez

Sediman evriminin son basamağı, metamorfizma olarak bilinen, derine doğru erişilen ve jeosenklinal zonlardır. Burada sıcaklık ve basınç yüksek değerlere ulaşır, ilaveten kayalar mağma ve hidrotermal etkilere maruz bırakılmıştır. Petrol jeolojisi, sadece erken metamorfizmayla karakterize olmuş ve belirlenmiş öncül metamorfizmayla ilgilenir. Metamorfizmanın bu bölümü organik maddenin metajenezi olarak adlandırılır.

Mineraller şu koşullar altında şiddetli dönüşüme uğrar; kil mineralleri ana katman sularını kaybeder ve kristalleşme dereceleri artar, demiroksitlerin içerdikleri yapısal su susuz oksitle

değişir, şiddetli basınç, kuvarsit dizilimi gibi, erime ve yeniden kristallenme sağlar ve orijinal kaya yapısının kaybolmasına neden olur. Kaya, organik madde metajenezine önderlik eden sıcaklık koşullarına ulaşır. Bu bölümde organik madde sadece metan ve bazı kristal düzenlemelerin gelişmeye başladığı karbon artıkları oluşturur. Kömürler antrasite dönüşür.

Doğru koşullarda metamorfizma yeşil şist ve amfibolit fasiyesleri gelişimiyle sonuçlanır. Kömür, vitrinit yansımaları %4' den büyükse metaantrasite dönüşür. Artık kerojenin bileşenleri grafitik karbona dönüşür (Tissot vd. 1984).



Şekil 2.3 Hidrokarbon oluşumunun genel şeması (Van Krevelen 1993).

2.6.2 Organik Maddenin Erken Dönüşümü

2.6.2.1 Erken Dönüşümün Önemi ve Temel Adımları

Kabuk sedimantasyonu ürünleri, zaman ve genç sedimanlar içine yerleşen, yeni depolanmalar çok özel bir karbon döngüsü gösterirler. Su- sediman sınırının hemen altına ilk birkaç metredeki sedimanlar biyosferden jeosfere geçen organik karbona doğru ara yüz gösterirler. Sedimanter sütun içinde bu zondaki organik bileşiklerin yerleşme zamanı, organizmanın yaşam süresine kıyasla çok uzun ama jeolojik döngü sürecine göre çok kısadır. Sedimantasyon süreci boyunca ve genç sedimanlardan sonra organik madde mikrobik ve kimyasal etkilerin değişken dereceleriyle alterasyona maruz kalır. Sonuç olarak bileşimi oldukça değişir ve sonraki sıcaklık döneminin taslağıyla beraber jeolojik tarih kalıntılarının gelecekteki akıbeti yeniden tanımlanır.

Genç sedimanlar içindeki organik maddenin doğasını, türetilmiş yaşayan organizmayla karşılaştırsak, organizmanın çoğu normal bileşenin ve özellikle biyojenik makromoleküllerin kaybolması çarpıcı bir noktadır. Proteinler, karbonhidratlar, yağlar ve biyokütlenin serbest kül kökeni üstüne neredeyse toplam kuru ağırlık miktarında büyük bitkiler içindeki lignin, sualtı ve su üstü çevrelerde yaşarlar. Genç sedimanlar içerisinde çıkarılan aynı bileşimlerin toplam miktarı, toplam organik maddenin %20' sinden fazla değildir. Bu durum birbirinden ayrı aminoasitler, şeker vb. içerisinde bulunan bakterilerle makromoleküllerin indirgenmesiyle sonuçlanır. Monomerler gibi, onlarda makroorganizmaların beslenmesi ve süzüntüyle oluşan NaOH seyreltisinde bir kısım çözülebilen ve hümik asite benzeyen, kahverengi maddenin geniş miktarda polikondansasyonla şekillenmesinde kullanılırlar (Tissot vd. 1984).

Sedimentasyon sürecinde, sedimanlar birbirlerinden farklı yüzlerce metreye gömülürler. Çözünmezliği artar şekildeki organik maddenin çoğu artan polikondansasyonun birleşmesi sonucudur. Genç sedimanlar içindeki bu tamamen çözünmez madde hümin olarak adlandırılır. Kerojen olarak isimlendirilen eski sedimanlar içindeki çözünmeyen organik madde kayadaki yeniden mineralenme ile elde edilir. Bu işlemle hidrolize olabilen hüminin önemli bir bölümü genç sedimanlar içinde oldukça farklıdır. Hidrolize edilebilirlik gömülmeyle artarak düşer. Hümin, polen, spor vb. diğer organik çözünmezlerle birlikte toplu halde, kerojene ön madde olarak nitelendirilebilir. Ancak hümin ve kerojen terimleri tam anlamıyla ayrı değildir. Petrol jeokimyacıları kerojeni petrol bileşiminin ana kaynağı olarak değerlendirirler (Tissot vd. 1984).

Buradaki tüm süreç diyajenez olarak adlandırılır ve canlı organizmadan sentezlenmiş biopolimerden, kısmen yıkılıp makroorganizmanın yapı taşlarından yeniden düzenlenen jeopolimere doğru farklılaşmaya öncülük eder. Bu tartışmaya uygun olarak düşünülmüş üç basamak vardır:

- biyokimyasal indirgenme
- polikondansasyon
- çözünmezlik

Bu durum gerçekleştirildiğinde, birbirini yakından izleyen birinci ve ikinci basamaklar her iki sürecinde aynı anda aktive olduğu zonla sonuçlanır. Bu zon, suda ve sedimanın zirve

katmanlarında oluşur. Bununla beraber, küçük veya birim boyutta aminoasitler, yağlar ve şekerler oldukça eski kayalar içinde bulunurlar. Bazı organik materyaller için erken başlayabilecek olan çözünmezlik, kıtasal kökenli döküntü materyalleri içeren sedimanların birkaç yüz metre derinlerinde bulunur (Tissot vd. 1984)

2.6.2.2 Biyokimyasal İndirgenme

Genç sedimanların dört bölümü; mineraller, ölü hayvan yada bitki kalıntılarında gelen organik madde, çatlak suyu ve canlı bentik (sualtı yaşamı) organizmalardır. Mikroorganizmalar sığ deniz sedimanlarının birçok çeşidi arasında en çok aktif ve geniş dağılıma sahip olanıdır. Derin okyanusal ortamlarda genellikle düşük önemde ve aktivitededirler.

Mikrobiyolojik aktivite

Mikroorganizmalar, çoğunlukla bakteri, mantar ve alg, genellikle orta derinliklerdeki sediman depolanmalarında çok olurlar. Bunların normal faaliyeti organik maddenin bozuluşu ve bundan enerji yada kendi hücrelerinin duvarlarını öreceği materyali sağlamaktır.

Su ortamında, özellikle bakteri önemle gözüktür, hem deniz hem göl ortamını sunar. Genç sedimanların üzerlerinde olurlar. Eğer çürüme devam ederse bakteri ve mikroorganizmaların bir miktarı derinlere gömülürler. İndirgenme ve var olan karbon bileşimini elde etmek için mikrobik bileşenlerin bir araya gelmesi için gereken enerji fotosenteze kadar sediman içinde olanaksızdır. Esasen aerobik koşullarda doğrudan solunum ve anaerobik koşullarda fermantasyondur (Tissot vd. 1984).

Bakterilerin beslenmesi geçişmeli yolla olur, organik madde kullanılmadan önce erir. Yeniden depolanma için gereken organik maddenin enzimatik süreciyle sonuçlanır. Proteinler karbonhidratlar aminoasit ve şeker temini için hidrolize edilir, lipid ve ligninler indirgemede düşük etkili cisimlerdir (Tissot vd. 1984).

Oksitlenme ortamında organik maddenin yıkımı oldukça uzağa gidebilir: aerobik bakteri, karbondioksit ve su ve serbest kalan enerjiye ayrılan organik bileşenin oksijen moleküllerini

kullanır. Derin okyanusal koşullar altında bu durum biraz değişir. Bakteriyel aktivite farklı ortamların indirgenmesinde görülür.

İyi tanelenmiş sedimanlarda, şeyl, silt, iyi karbonatlı çamur gibi, gözenek aralıkları hızla kapanır, çatlak suyu yukarıdaki deniz veya göl suyundan ayrılmıştır. Bu bölümde hapsedilmiş oksijenin çoğu aerobik faaliyetle tükenmiş ve anaerobik durum hızla yerleşmiştir. Bu koşullar altında organik madde fermantasyonla parça parça yeniden şekillenir.

Artan derinliklerde taneli sediman normalde üç ardışık zonda ilerler:

- Organik maddenin oksidasyonunda serbest oksijen hala kullanılabilir haldeyse; bu zon depolanan ortam oksijensizse bulunmaz.
- Anaerobik sülfat indirgenme zonu, tüm oksijen molekülleri kullanıldıktan sonradır.
- Anaerobik metan zonu, sülfatın büyük çoğunluğu indirgendikten sonradır.

Bakteri ve diğer organizmalar, organik maddenin yüksek olduğu ve çözülmüş oksijenin oldukça geliştiği ortamlarda yaşarlar. Bunlar zirve sularından sonradan elemine edilen oksijenlerdir. Aynı etki, jeolojik tarihi erken, organik maddenin en verimli besini kabul edilen, fosilli sedimanlar için bazı gölsel ortamlar veya kıyısız alanlarda olduğu kesin olan tropikal bataklıklarda varsayılabilir.

Fermantasyon, oksijen molekülü yerine kullanılan herhangi bir bakteri için, anaerobik süreçtir. Organik maddenin okside şekillerini özellikle karbonhidratları kullanır. Selüloz bakteri tarafından enzimatik olarak azaltılır. Metan formasyonu için düşük moleküler ağırlıklı öncüller (asetat, bikarbonat) üretilir. Sonuç bölümünde karbondioksit veya, tıpkı *metanobakteri* gibi, metan üretici bakterilerden asetat indirgenir (Tissot vd. 1984).

Denizel sedimanlar organik madde barındırırlar. Doose (1980), metan oluşumunun önemli bir parçası olan sülfatın, anaerobik indirgen-sülfat bakteriden kaynaklanan büyük oranda indirgenmeyle olduğunu gözlemlemiştir. Bu gözlem, metan üreticisi ve indirgen-sülfat arasında hidrojen için bir rekabet olarak yorumlanmıştır (Tissot vd. 1984).

Genç sedimanlar içerisinde serbest veya hidrolize edilmiş organik bileşikler

Protein ve Polisakkarid gibi makro moleküllere göre, genç sediman içerisinde mikrobik aktivite, birbirinden ayrı aminoasitler ve şeker bulunursa, sonucu yağlı asit veya hidrokarbondur. Şaşırtıcı şekilde, bunların toplam miktarları düşük olmasına rağmen, hatta sedimanın en üst seviyesinde olsalar da, organik maddenin büyük bölümü hidrolize edilmemiş yada organik çözücülerde ayrılmamış olsa da. Bu materyallere hümik bileşik yada hümin adı verilmiştir.

Çoğunlukla hidrolize edilmiş ve bağlı haldeki aminoasitler serbest yada hidrolize organik bileşiklerde bol miktardadır (Tissot vd. 1984).

Organik karbon için serbest yada bileşik yağlı asitlerin, hidrokarbonların, terpenlerin, sterollerin ve pigmentlerin toplam miktarı % 1 dir. Ancak algal depolanmalar gibi bazı istisnalar oluşabilir. Bu bileşiğin toplam miktarında derinlik arttıkça düşüş görülür. Bu düşüş bakteriler tarafından tüketimle yada çözünmez organik yapılarla bağlı olmalarıyla olabilir. Ek olarak sedimanın üst seviyesinde, sterol, terpen vb. serbest moleküller kimyasal değişime maruz kalır. Bu değişim karbon iskeletini etkilemez ama moleküllerin kararlılığını geliştirir (Tissot vd. 1984).

2.6.2.3 Polikondansasyon

Genç sedimanlar içindeki organik maddenin ana bileşenleri organik çözücüler tarafından hidrolize edilemez ve ayrıştırılamaz. Çoğu serbest veya hidrolize bileşik sığ derinliklerde kaybolur. Mikroorganizmalarca direk olarak kullanılmayan kısım, çözünmez yapılarda yeni polimerikler altında hızla birleşir.

Toprak bilimcilerin kullandığı teknikler genç sedimanlara uygulandığında sonuç hümik maddenin özüdür. Öz, seyreltilmiş sodyum hidroksit ve sodyum pirofosfat karışımı ile ve daha sonraki aşamalarda asit yağmuru ile bölünmelerle birbirine benzer fulvik asit ve hümik asiti oluşturur. Öz hümine benzeyen artıktan ayrılır (NaOH içinde çözünmez) (Tissot vd. 1984).

Yüzey topraklarında, hümik asit, az yada çok oksijenli koşullar altındaki mikrobik metabolizmanın organik artıklarının polikondansasyonundan sonuçlanır. Fenollerin oksijenli yoğunlaşması önemli bir süreçtir. Nitrojenli bileşiklerin eklenmesi kuinon ($C_6 H_4O_2$) gibi serbest radikallerin gelişigüzel polimerizasyonunu oluşturur (Tissot vd. 1984).

Denizel sedimanlarda, özellikle üst sütunlarda, polikondansasyona benzer süreçler oksijenli ve oksijensiz koşullar altında oluşur. Bunun gibi sedimanlarda hümik asit, otoktonların çoğunlukla planktonda türemiş maddelerin (protein, karbonhidrat ve yağlar) ve / veya allakton toprakta türemiş maddelerin (çoğunlukla lignin ve selüloz) polikondansasyonu ile gelişebilir. Aminoasitler ve karbonhidratlar hümik asite benzer, peptik zincirle bağlanmış polikondansasyona hazır bir madde üretmek için hızlıca tepkimeye girebilirler. Bu durum dahilinde, karasal kökenli, aşınmış yada dağılmış karmaşık hümik asitler oluşabilir (Tissot vd. 1984).

Hidrokarbonlar polikondansasyon süreçlerinden etkilenmediklerinden hümik maddeye göre bağlanmadıklarından gerekli işlevsel gruplardan mahrum kalmışlardır. Ancak hidrokarbon içeren organik bileşenlerin çeşitli tipleri hümik maddeyle, fiziksel adsorpsiyon (yüzeyle tutunma) ve hidrojen zinciri gibi güçsüz zincirlerle bağlanabilirler (Tissot vd. 1984).

Genç sedimanlar içindeki zenginlik ve doğal hümik ve fulvik asitler ortam koşullarına göre başkalaşabilir. Ara sıra karasal taşınmanın oldukça büyük olduğu zamanlarda, yüksek yerlerden gelen allakton maddeler çoğunlukla organik maddenin ana kaynağıdır. Bu gibi durumlarda fulvik ve hümik asitler çoğunlukla verimlidir. Karasal katmanlardan şekillenen ve akbinde depolanmak için havzalara taşınan hümik maddeler içerebilirler. Allakton maddeler, eski sedimanlardan aşınmış ve depolanma havzalarına nehirlerle taşınmış, işlenmiş organik maddeler içerebilirler.

2.6.2.4 Çözünmezlik

Organik maddenin ayrışma ve polikondansasyonu, genç sedimanlar içerisindeki toplam organik maddenin % 90' dan fazla gözüktüğü makro moleküller sonucu sedimanın ilk birkaç metresinde çoğunlukla oluşur. Ancak makro moleküllerin net bir bölümü hala NaOH çözücüsünde oluşmaktadır: 0-10 m arası üst kısımlarda fulvik ve hümik asitlerin toplamı, toplam organik madde miktarının % 10- 70 arasındaki oranlardadır. Deltalar veya nehir ağzı

karasal kökenli çamurlarda daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Gömülme derinliğinin artmasıyla, hümik ve fulvik asitlerin çözünmez hümüne dönüşmesinden dolayı geniş çeşitlilik azalır (Tissot vd. 1984).

Çözünmezlik, sedimanın diyajenezi sürecinde derinlikle ve önceki aşamalara göre daha geniş zaman skalalarında oluşur: birkaç yüz veya hatta bazen bin metre, birden milyonlarca yıla kadar. Artan derinlikle çözülmez hümin fulvik ve hümik asite üstün gelir. Dolayısıyla fulvik asit ve hümik asit oranları düşer. Organik maddeler fazla sıkışmaya uğrar kararırma gösterir ve gözle görülür ışığı emme oranları artar (Tissot vd. 1984).

Bu sıralama; fulvik asit, hümik asit ve hümin, karasal plakalardan türemiş organik maddeler için en uygun ve en muhtemel evrimleşme görüntüsüdür.

2.6.2.5 Diyajenezin Sonuç ve Dengesi

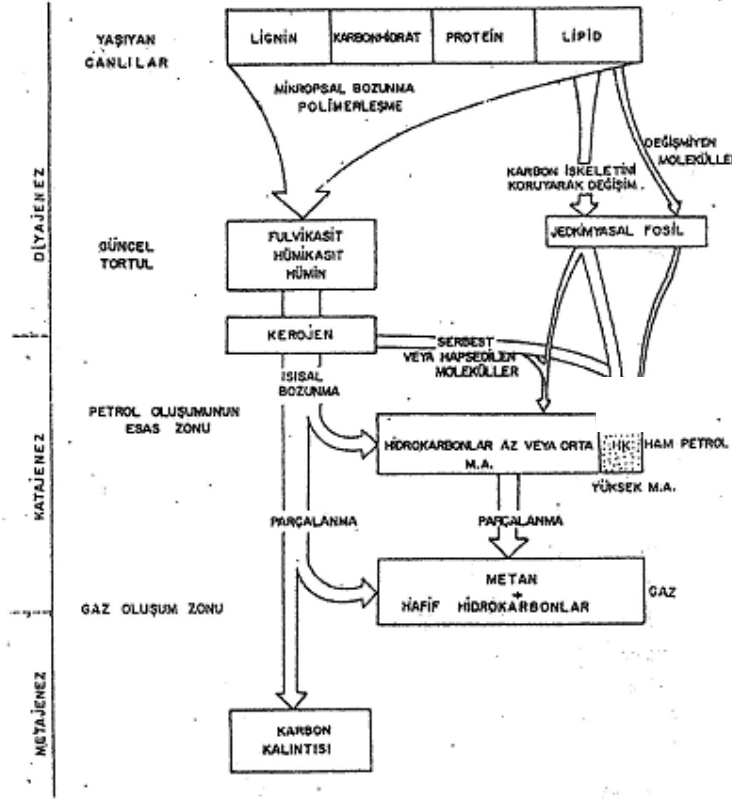
Mikrobik aktivitenin sonucu olarak, suda ve denizaltı kumlarındaki biyojenik polimerler azalmış ve büyük olasılıkla mikroorganizmanın metabolizması için kullanılmışlardır. İnce çamurlarda bile bir parça organik madde tükenmekte ve karbondioksit ve suya dönüşerek kaybolmaktadır. Diğer bir bölüm mikrobik hücre bileşenine sentezlenir ve biyolojik döngüye yeniden dahil edilir. Mikroorganizmaya uyumsuz, kalan kısım bir çözünmez olan kerojenle yeni bir polikondansasyona girer. Bu kimyasal süreç hafif sıcaklık ve basınç koşulları altında oluşur.

2.6.3 Jeokimyasal Fosiller ve Petrol Formasyonundaki Önemi

2.6.3.1 Diyajenez Katajeneze Karşı

Genç sedimanlarda diyajenez farklı önem derecelerindeki iki ana organik bölümle sonuçlanır: hidrokarbon içeren yağların bazı serbest moleküllerine ve ilgili bileşenlere dayanarak organik madde kütesinden kerojene varmak gibi. Bu moleküller değişmemiş veya yalnızca küçük değişikliğe uğrayarak sediman bünyesinde tutulmuş, canlı organizmalardan sentezlenen moleküllerdir. Nispeten yüksek moleküler ağırlıklı özel bileşenlerden oluşur ve jeokimyasal fosile veya fosil moleküllerine dönüştürülebilirler. Bunlar yüzeyin altındaki hidrokarbonlara ilk kaynağı sunarlar.

Kerojenden dolayı hidrokarbonlar derinlerde, katajenez evresinde, termal ayrışma sonucu oluşurlar. Bu hidrokarbonların bazıları kesin derecede orijinal biyojenik yapıya benzemektedir. Ancak yeni biçimlenen hidrokarbonları çoğu daha basit yapıdadır. Yüzey altı koşullarında yarı kararlı ve orta moleküler ağırlıktaki alkenleri ve aromatikleri kapsarlar. Bu durum yüzey altındaki hidrokarbonlara ikinci bir kaynağı göstermektedir (Tissot vd. 1984).



Şekil 2.4 Organik maddeden petrol ve gaz oluşumu (Tissot vd. 1984).

2.6.4 Organik Maddenin Bileşimi ve Gelişimi

Organik madde bileşenleri vitrinit, ekzinit/liptinit ve inertinit gibi üç grupta toplanmaktadır.

Literatürde vitrinit hariç maserallerin bileşimi ve özelliklerini içeren az miktarda veri vardır. Bu durum, parlak kömürde çıplak gözle görülebilecek boyutlarda ince bantlar veya merceksi yapılarda farklılık gösteren vitrinit ve fusinitte sürpriz olmaz. Diğer maseral grupları liptinit (ekzinit) ve mikrinit yalnızca mikroskop altında tanımlanabilirler.

2.6.4.1 Maserallerin ayrılması

Geçmişte, yalıtılmış eksinitin özelliklerini tanımlayabilmek için birçok denemeler yapılmıştır. Bazı eksinitlerin bileşim ve davranışlarına dair ilk veriler Zetzsche ve diğerleri (1928-32), Ruhr kömürlerinin maseral gruplarını hazırlayan Dormans ve diğerleri, (1957), 5 Avrupa kömürünün maseral gruplarının bileşim ve özelliklerini araştıran Dyrkacz ve Horwitz (1982) tarafından toplanmıştır (Van Krevelen 1993).

Açıkça söylemek gerekirse yalnızca vitrinit ve fusinit saf yüzeyde makroskobik olarak seçilebilecek maserallerdir. Ekzinit ve mikrinit ise diğer maserallerle bir aradadır ve onların özellikleri, yoğun grupların davranışlarından türer. Açık anlaşılır ki bu gruplaşmayı en iyi yerine getiren kömür bu maseralleri anlaşılır miktarda içerendir (Van Krevelen 1993).

Ekzinitler vitrinite göre hidrojen zengin mikrinitler fakirdir. Bu durumda beklenen ekzinitin yoğunluğunun vitrinite göre düşük mikrinitin ise yüksek olmalıdır. Yoğunluklardaki bu farklılıklar altında maseral gruplanma kaideleri oluşur (Saxby ve Shibaoka 1986).

Yoğunluk farkından yararlanılan iki metod vardır:

a-Batma-yüzme metodu; Kröger ve Van Krevelen tarafından kullanılan klasik methodur. Bu metod kullanılabilirlik açısından çok kolay ancak yoğunluk derecesi düşük zayıf materyallerde birçok kez tekrarlanma ihtiyacı duyulan bir methodur (Van Krevelen 1993).

b-Yoğunluk değişim santrifüjleme metodu (DGC); uzun yıllar molekül ve hücre biyologları tarafından kullanıldı. Birkaç farklı DGC tekniği vardır. Dyrkacz ve Horwitz, parçacıkların beklenen yoğunluk oranını ihtiva ettiği değişim derecesinde yoğunluk oranlarına sahip olduğu *isopicnic* methodu eklemiştir (Van Krevelen 1993).

Her iki metod da özellikle mikrinitle ilgili parçacıklara ayırmada sınırda ayrımlar yapar. Mikrinit hızlı yayılımı ve iyi olgunlaşmasından dolayı ayırma incelleme için özel yöntemlere ihtiyacı vardır. Başarılı ayırma için önemli anahtar elementler her iki grup içinde aynıdır.:

1. Serbest maseraller için doğru öğütücü
2. Demineralizasyon
3. Tüm kömür partiküllerinin ayrışmasının tamamlanması

Biz şimdi kısaca ayrışmanın iki methodunu tartışacağız.

a.Yüzme metodu; kömür 10 µm 'den küçük hale gelene kadar ,24 saat boyunca bilyalı değirmende ezilir, sonra çinko klorid solusyonu içine yayılır ve asıntı sonucu santifrüjün içine ayrılır. Parçacıklar serbest kloridle tamamen yıkandıktan sonra petrografileri, en son ve en yakın bileşimleri ve yoğunlukları tanımlanır. Nadiren, alınan maseral % 95' in üstünde yoğunlaşır; genellikle maseraller birbirinden çok farklı olmadığından sonuçta yoğunluk oldukça düşük çıkar.

b.Yoğunluk değişim santrifüjleme metodu; DGC metodunun etkinliği, özkütle içerisindeki ana maserallerin parçacıklar halinde bölünebilme kabiliyeti ile ilgilidir. Batma- yüzme metodunda çoğunlukla ayrılma için gerekli zamandan daha azı kullanılır (Van Krevelen 1993).

DGC metodu, alginit (çoğunlukla sert kömürlerde görülür) gibi konsantrasyonu saf maserallerin ayrılmasında önemli bir araçtır.

Polarizan mikroskopunu kullanarak, maseral konsantrasyonları hakkında sayısal petrografik analizler yapılabilir. Eğer bir grubu oluşturan yüzdelerden ekzinit a, vitrinit b, mikrinit c ise ve hidrojen içeriği H, saf maserallerin hidrojen içerikleri Hekz., Hvittr., Hmikr. ise aralarındaki geçerli ilişki;

$$H=[(a/100) \cdot Hekz]+ [(b/100) \cdot Hvittr] + [(c/100) \cdot Hmikr]$$

Aynı kömür örneğinde hidrojen harici bir element (C, O) ve farklı gruplar için benzer başlangıç dengeleri ayarlanabilir.

2.6.5 H/C- O/C Diyagramları

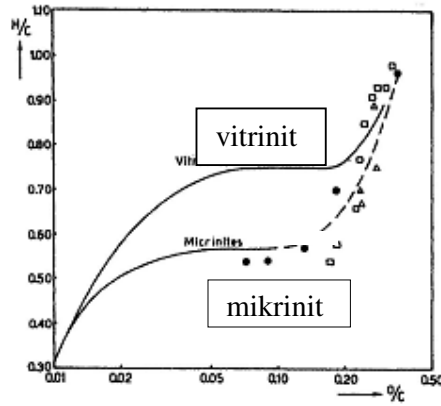
1950' de VAN KREVELEN "kömürlerin yapı ve reaksiyon süreçlerini çalışmak için grafiksel-istatistiksel metod" başlıklı yazısı yayımlanmıştır. Burada ilk kez, kömür çalışmalarındaki ana parametreler ve "Van Krevelen Diyagramı" olarak bilinen, H/C ve O/C atom oranlarını veren koordinat diyagramı sunulmuştur.

Diyagram hemen hemen yakın zamana kadar popülerdi. Ta ki atomik oranlar ve diğer boyutsuz parametrelerin kullanımı çoğalana kadar.

İlk olarak tüm basit reaksiyon türleri doğrusal çizgilerle temsil edilebilir. İlâveten, diyagram karbon iskeletinin yapısının biçimlenmesi hakkında kabaca fikir sahibi olmaya imkan vermektedir. Doğal ürün içerisinde var olan oksijen, büyük bölümü için, hidroksil grubu, eter grubu ve heterosiklik (halkasında karbon atomundan başka atom bulunan nesnelere, örn; pirol) oksijen bileşimi içerir. Herhangi bir üründe H/C oranının standart karbon iskeletindeki hidrokarbonlara eşitmiş gibi yakın olmasının açıklaması, oksijen atomlarının ayrılmasıyla nitelendirilmiş ürünler için şekillendirilmesi olabilir (Van Krevelen 1993).

Her yüksek moleküllü hidrokarbon, doğal ürün ile karşılaştırılabilecek H/C oranına sahip olmak ister. Selülozun H/C oranı, doymuş halkalardaki son derece uzun zincirlerle aynıdır. Bu durum bize modern organik kimyada selülozu şekillendirmek için olanak verir (Saxby 1980).

Lignin aromatik ve doymuş bileşimler arasında yerleşmiş görülmektedir. Bu pozisyon modern lignin aramalarının sonuçlarına uyumlu olarak fenilpropan iskeletine karşılık gelir.



Şekil 2.5 Ligninin ısısal karbonizasyonu (Van Krevelen 1993).

O Berl ve Schmidt, Δ Funasaka ve Yokokawa, . Schuhmacher, Huntjens ve Van Krevelen

Gelişim çizgileri;

H/C - O/C diyagramları çeşitli maserallerin gelişme çizgilerini açıkça göstermiştir. Önce odundan üreyen maseralleri değerlendirelim (vitrinit, fusinit). Odunlar aslında selüloz ve

ligninden oluşurlar. Selülozun biyokimyasal hücum olarak ligninden düşük olması bir kuraldır. Böylece selülozun her zaman tamamıyla bozuşup karbondioksit ve suya dönüşmediği ispatlanmış oldu.

a- Vitrinit: İki farklı yoldan ulaşacağımız yer vitrinitin, içindeki odunsu dokunun dönüşümüyle ortaya çıkmasıdır.

Birinci yol; hümik maddenin kolloidal çözeltisi içinde dönüşümü izleyen hidrolitik ayrışma ile tamamlanır. Sonraki iyi bilinen, turba formasyonları içinde var olan çeşit, ortalama bileşimi turbaya eşit olan *dopplerit*' tir (elastik veya jelimsi kütleler içinde oluşan kahverengimsi siyah bir doğal hidrokarbon) (Van Krevelen 1993).

Kömürleşmenin başka bir tipide ksilit (odunsu) lignitlerde iyi sonuç veren fosilleşmedir. Bu içerik ligninin ortalama bileşimine sahiptir. Ksilitin şekillenmesi sürecinde, selülozun hidroliz ile elimine olmasıyla oluşmuş olmalıdır. Tıpkı ksilit gibi, daha sonraki kömürleşme aşamalarında, kollonile birlikte yayılım göstererek tellinite dönüşecektir. Genellikle bu dönüşümler (kollonitleşme, tellinitleşme) farklı farklı değil sırayla oluşur (Van Krevelen 1993).

İyi bilinen alkalın çözeltilerinden oluşan kahverengi kömürlerden çıkan hümik asitler, odunsal dokunun kömürleşme bandının sağ tarafına yerleşirler ve bu nedenle ana oksidasyon ürünlerinden oluşur gibi görünürler.

b- Ekzinit: Mantarimsı dokunun bileşimi mum alkoller ve ligninin ortalarındadır. Bunun için bu oluşumun, selüloz gibi, ligninle birlikte benzer örneklere uygun olarak oluştuğunu varsaymak mantıksız değildir. Yapısal olarak, ekzinitlerin kömürleşme rotasından dolayı oldukça değişmeleri ve bileşimlerinin açıklaması: vitrinit rotası içerisinde aşamalı olarak daralan ve sonra tekrar birleşen ekzinit kömürleşme bandının genişliğidir (Van Krevelen 1993).

c- Mikrinit: Mikrinitlerin kömürleşme rotası, vitrinit rotasına neredeyse paralel ilerler. İki maseral aynı kömürleşme sürecine, mikrinitin önceki dehidrojenasyona bağlı kalmış gözükmesi farklılığıyla beraber sahiptirler (Van Krevelen 1993).

Hümik asitler oksidasyona bağılı biçimlenir, normal kömürleşme rotasına uygun ortalama ürünler değildirler. Fakat bileşimleri normal üründen sapan kömürlerin kömürleşmelerini sağlayan yan üründür. Başka bir deyişle oksidasyon bileşimi değiştirir.

d- Fusinit: Füzenlerin bileşimi, temel materyallerden karbona kısa devirler oluşturan tek bir bant üzerinde uzanır. Kömürleşme hızlı oranda devam ederken, füzen kökenlilerin dehidrasyonu süresince, baskın ürünlerin aynı kaldığı görülür (Van Krevelen 1993).

Farklı derecelerdeki saf fusinitlerin karbon ve hidrojen oranları, diğer maserallerde gözlenen ile karşılaştırıldığında küçük farklılıklar gösterir.

e- Resinit: Resinler ve mumlar, hatta düşük ranklı bitümlü kömürler içindeki, temel resin bileşimini neredeyse sürdüren reçineli bileşenler bile kömürleşmenin ilk basamağında direnç gösterirler. Bu minerallerin polimerizasyon ve aromatisasyon reaksiyonları geçirdiği kabul edilir.

f- Alginin: Alginin kökeni bitki steroller ve yağlardır. Anlaşılan yoğun dönemde metan ve su eliminasyonlarının ulaştığı noktadır.

Tüm bu farklılıklara karşın bütün gelişim çizgileri tek bir geleceğe doğru ilerler; aromatisasyonun artması, saf karbona yönelim.

2.6.6 Vitritlerin Olgunlaşma Evrelerini Tanımlayan Yansıma Derecesi Olgunlaşma İçin Evrensel Bir Rank Parametresi midir?

Vitrit kömürlerle ilgili birçok konuda en önemli bileşendir. Vitrit en düzgün orijine sahiptir, bütün vitritler odunsal doku soyundan gelir. Devam etmekte olan kömürleşme sürecinde, birçok kömür arasından tanınabilirler, matrisleri vardır. Bileşimleri, hidrojen zengin liptinitler ve hidrojen fakir inertinitler arasında ortalamadır. Dolayısıyla vitritin bütünüyle anlaşılabilir olgunlaşması, kömürlerin gerçek rank içeriklerinin bilinmesinde dikkate alınır.

Bu durum aynı havzadaki, birbiriyle akraba olan kömürler için kesindir. Onlar aynı kökene ve aynı tarihe sahiptirler. Bundan dolayı vitrit yansıması bu kömürler için iyi bir kıyaslamadır.

Bununla birlikte dünyanın farklı yerlerinden alınan kömürler için, başka bir deyişle tamamen farklı kökene ve farklı tarihe sahip kömürler için sorulabilir bir durumdur.

Sonuç olarak vitrinit yansıması göreceli bir rank parametresidir. Evrensel değildir ama kesin bir parametredir (Van Krevelen 1993).

2.6.7 Kerojenin Bileşimi ve Sınıflaması

2.6.7.1 Kerojenin Tanımı ve Önemi

Kerojen terimi, sulu alken çözeltilisinde yada genel organik çözücülerde çözünmeyen, sedimanter kayalar içindeki organik bileşeni tanımlamak için kullanılmaktadır. Genç sedimanlar içindeki kerojenin öncüsü hümin olarak adlandırılan çözünmez materyaldir. Genç sedimanlardaki hümin ile eski sedimanlardaki kerojen arasındaki en temel fark; hümin içinde hidrolize olabilir bölümlerin varolmasıdır. Bu bölümler derinlerde artarak kaybolur.

2.6.7.2 Kerojen İzolasyonu

Kerojen çalışırken ilk ve en olası engel, genel yapıda dikkate değer alterasyonlar dışında nicelik olarak izole olmuş kerojenlerdir. İnorganik maddeden bu kabataslak izolasyon birçok fiziksel ve kimyasal analiz için gereklidir (Tissot vd. 1984).

2.6.7.3 Kerojenin Mikroskobik Bileşenleri

Mikroskobik tanımlama teknikleri (doğal ışık yansıması ve iletme, UV ışınımı) hem kerojen içeren kaya hem izole olmuş kerojene uygulanabilir. Mikroskobik araştırmalar, kömür petrolojisinde, çeşitli kömür maserallerini tanımlamak ve turbadan antrasite olan ilerlemelerindeki karbonizasyonda onların ranklarını ölçmek için uzun zamandır kullanılmaktadır.

İnsitu Kerojen

Genellikle sedimanter kayalar içine organik maddenin yerini belirlemek zordur, hatta mikroskobik tekniklerle bile, çünkü çoğu temiz hatlar dışında yayılmıştır. Ortalama

sedimanter kayalarda UV ışınımı ve elektron mikroskopunu birlikte kullanılırsa, çoğu amorf organik maddenin floresans özelliği sığ derinliklerde görülür.

2.6.7.4 Kerojen Yapısının Kimyasal ve Fiziksel Tanımlaması

Analizlerin farklı fiziksel ve kimyasal teknikleri kerojen yapısı üzerinde değerli bilgiler verebilir. Bunula birlikte kerojen değişken oranlarda çeşitli bileşenlerden oluşur. Bunların bazıları, çoğunlukla amorf kütle kalıntıları maseral olarak tanımlanır. Bu nedenle, temel kaya numunesinin bir analizi çoğunlukla bütünsel bir figürle sonuçlanır.

Niceliksel bakış açısına göre amorf kerojen çoğunlukla ayırt edilebilir organik kalıntı üzerinde epeyce etkilidir.

Kimyasal Analiz

a- Elemental Analiz: Kerojenin tüm çeşitleri için ana atomik bileşenler karbon ve hidrojenidir. 1000 karbon atomu için hidrojen oranı 500- 1800 arasındadır. Bir sonraki çok miktardaki atom oksijen 25- 300 arasındadır. Genellikle nitrojen ve sülfür az miktardadır. 1000 karbon atomu için 5- 30 sülfür ve 10- 35 nitrojen bulunmaktadır (Tissot vd. 1984).

b- Bitüm Özütleme: Bitüm organik çözücüler yardımıyla kerojenden özütlenerek ayrılabilir. Bitümün bileşenleri arasında hidrokarbon ortalama moleküler ağırlığa oranla düşüktür (Tissot vd. 1984).

c- Oksidasyon, Hidrojenoliz ve Piroliz: Düşük moleküler ağırlıklı bileşenlerin kerojenlerini derecelendiren metodlardır (Tissot vd. 1984).

Fiziksel Analiz

a- Elektron dağılımı ve X ışını: Elektron dağılımı, farklı skalalardaki ve gömülme boyunca olan evrimdeki amorf kerojenin karbon yapısını derecelendirmek Oberlin (1974) tarafından kullanılmıştır. Bu metod, kerojen içinde ikiden dörde kümelenen veya daha az paralel aromatik katman bulunduğunu gösterir. Ek olarak aromatik katmanlar alifatik veya fonksiyonel gruplar taşıyabilirler, ancak bu gruplar bu teknikte görünmezler (Tissot vd. 1984).

Daha klasik X ışını dağılımları kömürlerde kullanılır.

b- Kızılötesi Spektroskopi: Bu teknik, doymuş halkalara ekli alifatik zincirlerine karşı karbonil ve/veya karboksil gruplarının oransal önemini değerlendirme imkanı verir.

c- Nükleer Manyetik Rezonans: Bu teknik aromatiklik derecelerinin karakterize olması için sıvı fazdaki çözünmüş asfaltlenlere uygulanır.

d- Termal analiz: Kerojene uygulanan farklı termal analiz teknikleri vardır. Bu teknikler kerojen yapısıyla ilgili bazı bilgiler verebilir. Ancak asıl katkıları kerojenin evrimini takip etmektir.

2.6.8 Organik Jeokimya "Van Krevelen" Diyagramının Önemi

H/C ve O/C diyagramları çoğunlukla organik kimyada kullanılırlar. Diyagram üç çeşit kerojen, mineralin ana materyalini göz önüne getirmektedir.

Biyolojik kaynak materyallere bağlı olarak, üç ana farklı kerojen tipi tanınabilir:

a- TİP I Kerojen; alg yağlarından türemiş ve alifatik yapıdadır. Bu tip oldukça yüksek gaz ve petrol oluşum potansiyeline sahiptir.

b- TİP II Kerojen; indirgen ortamda denizel organik maddelerden şekillenmiş ve alisiklik yapıdadır. Petrol oluşum potansiyeli yüksek ama TİP I' e göre düşüktür.

c- TİP III Kerojen; karasal yüksek bitkilerden oluşur ve aromatik yapıdadır. Hümik kömürlere benzer. Petrol oluşum potansiyeli düşük, kuru hidrokarbon gazları oluşturabilir.

Kerojenlerin evrimi en az üç basamaktan oluşur:

1. Diyajenez: Sığ derinliklerde meydana gelen mikrobiyolojik aktivite safhasıdır ve biyo-organik materyalden kerojene ilerler. Bu aşama boyunca birçok kullanışlı grup elenir ve hetero-atomik zincir kırılır. Esas olarak su ve karbondioksit ortaya çıkar. Bu basamaktaki kaynak kayalar olgunlaşmamıştır.

2. Katajenez: Sedimanter havzalardaki gömülme boyunca olan jeokimyasal dönüşüm safhasıdır. Bu safhada derinlik artar, sıcaklık yükselir, kerojenin termal indirgenmesi petrol ve gaz oluşumundan sorumludur.

3. Metajenez: Büyük derinliklerde ve nispeten yüksek sıcaklıklardaki jeotermal reaksiyon safhasıdır. Bu safhada aromatik halka grupları yeniden düzenlenir ve katmanlar oluşur. Yalnızca kuru gaz, başlıca metan oluşur. Tüm kerojenler kısmen veya tamamen bu safhada gelişir.

2.6.9 Jeolojik Süreçle İlişkili Olarak Petrol Oluşumu

2.6.9.1 Petrol Oluşumunun Genel Şeması

Petrol oluşumunun tarihçesi özetle ana kayanın gömülme hızının artışının fonksiyonudur bu yalnızca orijinal organik maddenin doğasına uygun olabilecek, jeotermal gradyan ve gömülme yaklaşımıdır.

-Diyajenez

a- Genç sedimanlar: Sığ derinliklerde az miktarda hidrokarbon sunar. Canlı organizmaların, genç sedimanın erken diyajenezi sırasındaki küçük değişikliklerle, doğrudan kalıntılarıdır. Biyojenik orijinlerinden dolayı karakteristik yapılar sunarlar ve jeokimyasal fosil olarak nitelendirilirler.

Bu ortamdaki tek yeni üretilen hidrokarbon *metan*' dır. Özel nedenlerden dolayı mikrobik aktivite verimli metan oluşumu ile sonuçlanabilir (biyojenik gaz).

b- Olgunlaşmamış ortam: Hidrokarbon ve kerojenin küçük değişimlerinin olduğu, derin mesafeler ve kayda değer zaman sürecinde, ve sıcaklığın yeterli artışına ve yeniden düzenlenme için zamana ihtiyacı olan yan-yüzey koşulları altında yarı kararlıdır.

Derinlik ve sıcaklık artışı yeterli seviyeye ulaştığında kerojen içindeki heteroatomik bağlar artarak kopar. Kerojendeki oksijen azalması bu safhada özellikle önemlidir ve CO₂ ve H₂O oluşumuyla sonuçlanır (Tissot vd. 1984).

Çoğunlukla heteroatomik bileşiklerin içerdiği değişimlerle serbest kalan N, SO bileşikleri ilk petrol ürünleridir.

-Katajenez

a- Petrol formasyonunun temel ortamı: Sıcaklık artışını tamamladığında C-C bağları gibi bazı bağlar kopar. Hidrokarbon molekülleri ve özellikle alifatik zincirler, kerojenen ve önceden oluşmuş N, S, O bileşiklerinden ürerler. Yeni hidrokarbonların çoğu, petrol oluşumunun ana zonu boyunca orta ve düşük moleküler ağırlıklarda oluşurlar. Karakteristik yapıları veya spesifik dağılımları yoktur (Tissot vd. 1984).

b- Nem ortamı ve kreaking ile ıslak gaz oluşumu: Gömülme için sıcaklık artışı tamamlandığında, kopan C-C bağları sıklıkla çoklu bağlar oluştururlar ve hem yeni şekillenen ana kaya hidrokarbonlarını hem de geri kalan kerojeni etkilerler. Kerojenin gelişmiş yapısı ve şekillenmedeki hareketinden dolayı metan, hızlıca serbest kalmış, hakim bileşikler oluşturur (Tissot vd. 1984).

-Metajenez

Kuru gaz zonu: Çoğu karasız materyaller katajenez boyunca eksildikten sonra kerojen içinde, sıralamadaki yüksek gelişimle birlikte, yapısal yeniden düzenleme meydana gelir. Bununla birlikte, metajenezde önemli miktarda hidrokarbonlar, bazı metanlar hariç kerojenen üretilmiştir. Geniş miktarda metan, ana kaya hidrokarbonlarının ve rezervuarlanan sıvı petrolün çatlaması sonucu olabilir.

Sıcaklık, Zaman ve Basınç

Gömülme ve buna bağlı olarak sıcaklık artışı, hidrokarbon oluşumu için birincil önemdedir. Bununla birlikte, sıcaklık zaman ve basıncın kesin rolleri tanımlanmış (Huang 1996).

Petrol ve gaz, birbirini izleyen reaksiyonlarla, ana kayanın kerojenlerinden oluşurlar. Bu reaksiyonlar, kimyasal reaksiyonların olağan kinetikleri ile yönetilir ve sedimanter havzalardan alınmış örneklerle doğrulanır. Bu nedenle sıcaklık ve zaman üzerindeki değişim derecelerine bağlıdır.

2.6.9.2 Organik Madde Tipi

Sedimanter kerojenlerin çeşitli tipleri arasındaki farklılık, uygun kaynak kaya değerlendirmesi için esastır. Çünkü organik maddenin farklı tipleri farklı hidrokarbon potansiyeline sahiptir. Farklılık organik maddenin kimyasal yapısındaki çeşitlilikten ortaya çıkar.

Büyük bileşimler içindeki ana kimyasalların farklılıkları, sulu ortamda yaşayanlar ve karasal ortamda yaşayanlar arasında var olmaktadır. Bu fark, karasal bitkilerin, lignin gibi polimerin yapısal desteğine ihtiyacı olduğu süreçteki genelleştirmeden gelir. Sulu ortam bitkileri etrafını saran sudan destek alır, onun dışında ihtiyacı olmaz. Bu nedenle, sulu ortam organizmalarından türeyen ile karasal yüksek bitkilerden türeyen kerojen arasındaki fark önemlidir. Ayrıca taşınan ve depolanan ve sonuçlanma biçimiyle korunan ortam aynı zamanda organik maddenin kimyasal bileşimini de etkilerler.

Kerojenin tipi ve kalitesi optik mikroskop ve fizikokimyasal metodlarla ayırt edilebilir ve değerlendirilebilir. Optik metod kerojeni görüntüleme imkanı verir ve farklı kaynaklardan gelip karışmış detaylara değer kazandırır. Çoğu optik teknik sediman içindeki toplam kerojenin sadece bir bölümünü tanımlayabilir, bir bölümü yeterli örnek değildir. Diğer taraftan fizikokimyasal metod, genellikle bulk analizi yöntemi ile farklı bileşenleri yada kaynakları tanımlamadan toplam organik maddeyi görüntüler.

Optik mikroskop metodu

Optik mikroskopi yalnızca sedimanın, optik mikroskopta gözle görülebilir büyüklükteki parçaları (1µm ve daha büyük) oluşturan organik madde bölümünü tanımlayabilir. Genellikle kaynak kayanın mikroskobik çalışmaları için 3 farklı teknik uygulanır:

- 1.Kaya parçacıklarının cilalı yüzeyinden yansıyan ışığı araştırma.
- 2.Cilalı, yoğunlaşmış, kayadan ayrılmış organik parçalardan yansıyan ışığı araştırma.
- 3.Kayadan ayrılmış organik parçalardan geçen ve cam yüzey üzerinde dağılan ışığı araştırma.

2.6.10 Optik Özellikler

Molar yansıma ve emme spektrumu moleküler yapıyla doğrudan ilişkilidir. Apaçık bir bilgidir ki optik özellikler çalışılan kömür için göze çarpan önemdedir. Optik özelliklerin belirlenmesi, renksiz ve erimez katı cisimler gibi kömürün doğal yapısından gelir.

Kömürün optik sabitleri

Kömürün optik özellikleri arasında yansıma, direk methodları belirlemede kolay olduğu kadar en çarpıcı olanıdır. Fiziksel özelliklerle ilgilenilmesi, mikroskobik yüzeylerin yansımalarını ölçmek için 1930' da Berek tarafından geliştirilmiş mikrofotometreden beri geniş ölçüde çoğaltılmıştır. Bu cihaz, kömür içerisinde mevcut maserallerin her birinin özelliklerini tanımlamada kullanılabilir. Yansımanın mutlak ölçüsü, yansıması bilinen bir cisimle bir örneği karşılaştırarak tanımlanabilir (Van Krevelen 1993).

Bir yarı saydam ayna W_1 , ışık ışınlarını A ve B olarak iki ışın halinde sınıflandırılır. A ışını, fotometre kübü W_2 ' ye doğru giden ve kısmen yansıtılmış C örneğine doğru, P ve S polarizan cisimlerin içinden geçer. Işın B, R prizmasından yansır ve W_2 ' ye doğru, N_1 ve N_2 polarizan prizmalarından geçer. W_2 ' den geçtikten sonra, iki ışının ışık yoğunluğu, bölgenin yarısını aydınlatan her biri için gözle görülen kısım karşılaştırılır. Dönen N_2 ile standart B ışınının yoğunluğu, bölgenin iki yarısının eşit aydınlanmasında farklılık yaratabilir. Yansıması bilinen bir kristalle ikinci bir gözlem yaparak, polarizan cisim N_2 'nin ayarlarından örneğin yansıması hesaplanabilir (Van Krevelen 1993).

Yansıma objektif ve subjektif olmak üzere iki metodla tanımlanabilir. İlkinde görüntünün bir fotoğrafı alınır ve bölgenin iki tarafı arasındaki yoğunluk farkı tanımlanır veya iki fotoselli mercekle ışık yoğunluğu ölçülür. Subjektif metod hatalı ölçümlerin yol göstermesine ihtiyaç duymaz, Huntjens ve Van Krevelen 'ın gözlemlediği görüntüden uygulanır (Van Krevelen 1993).

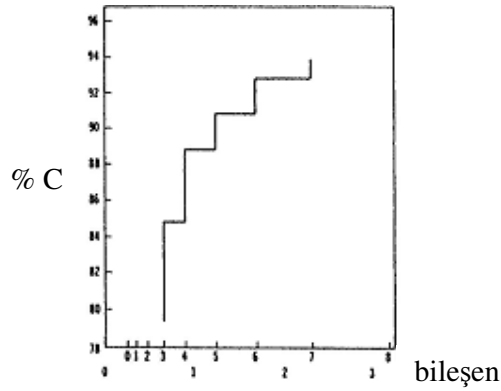
Bugünlerde Berek fotometresi Otomatik Yansıma Mikroskobu ile değiştirilmiştir.

Vitrinit yansması birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Hoffmann ve Jenker katı nesnelere yaptığı ölçümlerde; artan rank ve düşen uçucu madde içeriğinde yansımının arttığı sonucuna varmışlardır (Van Krevelen 1993).

Seyler ağaç kökenli petrol örneği ile tedbirli denemeler uygulamıştır. Kömür rankının fonksiyonel yansımada süreksiz değişmeler var olması gibi sürpriz bir sonuçla karşılaşmıştır. SEYLER ' in tüm kanıtlamaları, kömürün ağaçtan türemiş bileşenleri içindeki, 10 optik unsur yansımının basit bir formül izlediğini gösterir:

$$R_o \max = 0,26 \cdot 1,363^{N_r}$$

Nr bütün değişkenleri 1' den 9' a olan bileşken numarasıdır. Yansımada bileşken numarasındaki herhangi değişim deneysel bir hatadan kaynaklanır. Seyler'in bileşenlerinin yansımada dereceleri ve karbon içerikleri tabloda verilmiştir (Van Krevelen 1993).



Şekil 2.6 Vitrinit yansımalarının adım adım yada süreksiz değişimleri (Van Krevelen 1993).

Seyler'in buldukları diğer araştırmacılar için tartışma konusu olmuştur. Bazıları, Seyler' in adım adım ve süreksiz değişmelerinin artan rank ile doğrulandığını iddia etmiştir (Van Krevelen 1993).

Sonuçtaki birleşme noktalarından oluşan yansımada verilerinin büyük bölümü, rank ile adım adım ve süreksiz değişmeler içermemektedir.

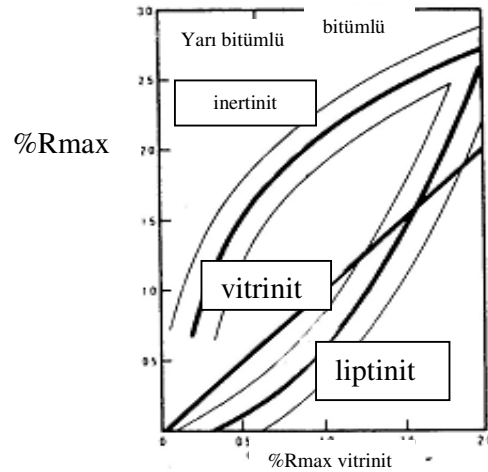
Bazı araştırmacılar ortada bir konum almıştır. Onlara göre yansımalarındaki sapmaların deneysel hatalardan olduğu kesin değildir. Seyler' in görüşünde bazı doğrular olabileceği düşüncesine sahiptirler. Bu unsurların rank fonksiyonundaki tekrar eğrileri kömür oluşumundaki tubalaşmadan olabileceğini düşünmektedirler.

Maksimum ve Minimum Yansım

Doğal ayrılma yüzeylerinde yansım

Genellikle maserallerin yansım

Düşük ranklı kömürlerde göreceli olarak, hidrojen zengin liptinit düşük yansım



şekil 2.7 Maseral gruplarının kömürleşmesi (Van Krevelen 1993).

Yansımaya dataları üzerindeki bu tartışma bazı ilginç sonuçlara varır. Gilbert (1960)' in elde ettiği vitrinit yansımaları üzerindeki ışığın dalga boyunun etkisi gibi (Van Krevelen 1993).

Emilme olmayan iki ortam arasındaki sınır tabakalarında yansımaya, inceleme alanındaki kırılma indislerinin fonksiyonudur.

Eğer ışığın çarptığı plakalar birbirine dikse yansımaya R, Fresnel 'in ilişkisini verir:

$$R = (N_2 - N_1)^2 / (N_2 + N_1)^2$$

N_1 ve N_2 iki ortamdaki kırılma indisleridir.

Eğer ışık ikinci ortamda emiliyorsa, ilişki Beer' in denkleğine doğru değişir:

$$R = [(N_2 - N_1)^2 + (N_2^2 * K_2^2)] / [(N_2 + N_1)^2 + (N_2^2 * K_2^2)]$$

K: emilme indisi; Lambert' in ilişkisindeki $I_0 - I$ ile tanımlanan l bölümünün ışık ışını uzunluğudur.

$$I = I_0 * (-4\pi * K * l / \lambda_0)$$

λ_0 ; boşluktaki ışığın dalga boyu

Gelen ışığa bağlı olarak yansımaya, geldiği tabaka ile ilgili polarizasyonun yönelimine bağlıdır. Eğer ışık geldiği tabakaya paralel polarize oluyorsa ve iki ortam tarafından da emiliyorsa Fresnel' in ilişkisine ek olarak;

$$R = \tan^2 (\Theta_i - \Theta_r) / \tan^2 (\Theta_i + \Theta_r)$$

Θ_i = gelme açısı. Θ_r = kırılma açısı

Güçlü emilme ortamları ve homojen olmadığı için ışık kırılmalarının dalga boyları uzun süreli kullanılmadığında, yansımaya, geliş açıları ve kırılma arasındaki ilişki karmaşık hale gelir (Van Krevelen 1993).

Kömür gibi oldukça yüksek emilme indisine sahip kırılma indisleri tercihen düşey gelen ışıkla tanımlanır. Ancak, Berek prensiplerine göre, ışık ışınının bir bölümü eğik açıyla çarptığında, yapılan ölçümde bu durum olanaksızdır. Bu nedenle, fotometrenin çözünürlüğünü azaltsa da, objektifteki diyafram açıklığını mümkün olduğu kadar küçük tutmak tavsiye edilir (Van Krevelen 1993).

Kırılma ve emilme indisleri arasındaki denklik, dik gelen ışık kullanımı ile tanımlanabilir. Bu sonuca göre, iki yansıma ölçüsü de odun kökenli gaz ve hava olan ortamda yapılabilir.

Organik Maddelerde Molar Kırılma

Maxwell- Lorentz' in elektromanyetik teorisine göre, molar kırılma şu yolla formüle edilebilir:

$$R_m = [(n^2 - 1/n^2 + 2)] \cdot (M/\rho) = 4/3 \pi \cdot N_a \cdot \alpha$$

(n: kırılma indisi, M:moleküler kütle, ρ: yoğunluk, Na: Avogadro sayısı, α: polarize olabilirlik.)

R_m yalnızca alifatik cisimlerin katkısıyla bulunur. Aromatik bileşim için her zaman uyuşmazlık bulunur. Yani aromatik yada kısmen aromatik bileşimler için geçerli ilişki:

$$R_m = (C \cdot R_c) + (H \cdot R_h) + (O \cdot R_o) + \dots + \Delta mR$$

Aromatik yapıların parametreleri ile ΔmR arasında memnun edici bir ilişki elde edilmektedir. Bu deneysel olarak, yani aromatik model içerikli yapılamış, ve teorik olarak; sıkıştırılmış aromatik halka kümelerinin polarize olabilirliği şeklinde geliştirilmiştir (Van Krevelen 1993).

R_m değerinin tanımlanması bazı yorumlara bağlıdır. n ve ρ için direk ölçüm yapılamayan tüm model cisimler anizotropik kristalen katılardır. Bununla birlikte uygun çözücülerde çözülmüş, molar kırılması bilinen ve kırılma indisi ve bu çözeltinin yoğunluğu ile beraber ölçülür ve ortalama molar kütleleri çözücünün bileşiminden hesaplanır.

Molar kırılma şu formülle verilir:

$$R_m = [R_{m_{\text{çözelti}}} - y_2 \cdot R_{m_{\text{çözücü}}}] / y_1$$

y_1 ve y_2 sırasıyla çözelti ve çözücünün mol oranlarıdır (Van Krevelen 1993).

Sıkıştırılmış aromatik kümelerin molar kırılması için bir teori;

$\Delta mR / C$ ile aromatik küme ölçüsü arasındaki fonksiyonel ilişkinin teorik olarak hesaplanması mümkün müdür?

Mümkün olduğu (Schuyer, 1953) kanıtlanmıştır. Bir model seçilir. Seçilen modelde aromatik küme içerisinde, tıpkı iletken metaller içindeki elektronların mobilizasyonu gibi mobilizasyon derecesi yüksek, π – elektronları içindeki yatay mikro levha dikkate alınır. Bu elektronlar hızla dalgalanan elektromanyetik ortamın ardından gevşer ve mikro levha izole olmuş hidrojen atomlarıyla kuşatılır (Van Krevelen 1993).

Bir yalıtkan parçacık, anizotropik polarize olabilirliği sunan evrim sürecinde elipsoidal şekillenebilir. Ana simetri eksenlerine a ve b eksenleri adı verilir. Scholte (1949) polarize olabilirliği simetri eksenlerinin yönleriyle şöyle tanımlar;

$$\alpha_1 = [(\epsilon_i - 1) / (24 \cdot \{ 1 + (\epsilon_i - 1) \cdot \beta_1 \})] \cdot a \cdot b^2$$

ϵ_i = parçacığın yalıtkanlık sabiti

β_1 = depolarizasyon etkisi

$$\beta_1 = [- 1 / (\rho^2 - 1)] + [\rho / (\rho^2 - 1)^{3/2}] \cdot \ln [\rho + (\rho^2 - 1)^{1/2}]$$

$a/b > 1$ için;

$$\beta_1 = [- 1 / (1 - \rho^2)] - [\rho / (1 - \rho^2)^{3/2}] \cdot \arccos \rho$$

$a / b < 1$ için;

Ana eksenlerden b uzunluğuna sahip olanın polarize olabilirliğini (α_2) hesaplamak için, β_1 ' in sadece β_2 ' yi değiştirdiği bir eşitlik kullanılabilir;

$$\beta_1 = (1 - \beta_2) / 2$$

Metalik iletkenlerden kaynaklı olarak aromatik kümelerin yalıtkan bileşimi sınırsız farz edilir. Durağan olmayan ortamlarda, bu varsayım, eğer parçacık dalgalı ortamın frekansıyla ilgili dalga boylarıyla karşılaştırılırsa tutmaz (Van Krevelen 1993).

$$\alpha_1 = ab^2/24\beta_1 \quad \alpha_2 = ab^2/24\beta_2$$

Tüm yönlerde polarize olabilme ortalamasını takiben;

$$\acute{\alpha} = (\alpha_1 + 2\alpha_2)/3 = ab^2/72 \cdot (1/\beta_1 + 2/\beta_2)$$

veya ; $\acute{\alpha} = ab^2 \cdot \psi_1 \cdot (a/b)$ $\psi_1 \cdot (a/b)$ fonksiyonel sabittir.

Polarize olabilirlik için bu değerleri kullanmak, aromatik kırıntı yapısından molar kırılmaya kadar hesaplamalarda katkıda bulunur:

$$(R_m)_a = 4\pi/3 \cdot N_a \cdot ab^2 \cdot \psi_1 \cdot (a/b)$$

Varsayalım bu moleküller diğer bir aromatiğe göre çift zincir iğermesin,

$$\Delta mR/Ca = 4\pi/3 \cdot N_a \cdot ab^2/Ca \cdot \psi_1 \cdot (a/b) - R_c$$

$\Delta mR /Ca$ değeri a ve b eksenlerinin uzunluklarını tam olarak tanımlar. a ve b değerleri aromatik birimler üzerindeki boyutlara bağlıdır. Ana eksen a, eğer π -elektronlarının hareket yarıçapı aromatik yüzeye dikse ince tabakalı aromatiklerin kalınlığını gösterir. Ana eksen b, eilipsoidin ekvatorial alanlarında ve aromatik karbon atomlarının toplam yüzeylerinde eşitlik gösterir.

Benzen molekulnde yerleşmiş olan alan (S) şöyle verilir:

$$S = 2.46 \text{ Ca} \cdot \text{Å}^2 \approx 2.5 \text{ Ca} \cdot \text{Å}^2$$

ab^2/Ca bir sabit olduğundan a/b , Ca 'nın basit bir fonksiyonudur. Bundan dolayı S içinde öyledir.

$$\Delta mR/\text{Ca} = \psi_{11} (1/S)$$

Bu ilişki kömürün yapısal analizlerinde büyük önem taşır. S , Ca ile çoğalan bir fonksiyonken $\Delta mR/\text{Ca}$ ile değildir. Model cisimlerdeki deneysel verilerin ile teorik kıvrımlanma ile uygunluk göstermesi memnun edicidir (Van Krevelen 1993).

Teorik kıvrımlanma takip eden ifadelerde şuna benzer:

$$\text{Log } \Delta mR/\text{Ca},u = 0.35 - 0.63 \log (100/S)$$

$S = 2.5 \text{ Å}^2$ iken, $100/S = 40/\text{Ca},u$ öngörürki:

$$\text{Log } \Delta mR/\text{Ca},u = 0.63 \log \text{Ca},u - 0.66$$

Bu tanım' a göre $\Delta m/\text{Ca}$ ölçümü biliniyorsa aromatik karbon atom numaralarını hesaplamak kolaydır (Van Krevelen 1993).

Kömürlerde karışık yükleme transferi

Schuyer (1956)' e göre şarj problemi, ışık kuantumu ve elektronlar arasındaki etkileşime bağlı dönüşen kristaller içindeki lameller arasında yüklenebilir şarj transferi olmasıdır. Elektrik iletkenliğinin artması bu fikre destek verir (Van Krevelen 1993).

Bu teorinin doğruluğu göz önünde tutularak, yüksek ranklı kömürlerin kristalleri karışık yükleme transferi yapabilirler. Bu durum, donanımın basit elipsoid modelinin bahsedilen oranın üzerindeki aromatik lamellerde uygulanamadığını ifade eder. Çünkü lamel içindeki π -elektronları elipsoidin sınırları kadar uzun sınırlara sahip değildir (Van Krevelen 1993).

Bu model çok az modifiye edildikten sonra hala geçerliliğini korur. Bu modifikasyon, toplu haldeyken donanımın elipsoidini oluşturan, kristal içinde m şeklinde istiflenmiş lameller için bir varsayımdır. Bu lamelle arasındaki şarj transferi ile simetri eksenleri ma ve orijinal ana eksen b ortaya çıkar.

Denklem şöyle değişir;

$$(m \cdot \Delta mR) / Ca,u = \{4\pi / 3\} \cdot Na \cdot \{(m \cdot ab^2) / Ca\} \cdot \psi \cdot \{(m \cdot a) / b\} = m \cdot Rc$$

Veya kısayolu;

$$\Delta mR / Ca,u = \psi \cdot (m, 1 / S)$$

Lamel numarası m, yüzey alanı S arttıkça, molar artış düştükçe, artar (Van Krevelen 1993).

Kömürler üzerine hesaplamalar için türetilen metodların uygulanması yapısal birimler içerisindeki aromatik kümelerin ölçümüdür.

Ortalama kırılma indisi

Polarize olabilirlik tüm yönler için bir denklik içerir.

Widmer geometrik ortalama üzerinde tanımlamak için fikir üretmiştir;

$$\hat{n} = (n\epsilon \cdot nw^2)^{1/3}$$

Aritmetik ortalama bunun yerine, $\hat{n} = (n\epsilon^2 + 2nw^2)^{1/3}$ kullanabilmelidir.

nε: sıra dışı ışınların yansıma indisi, nw: normal ışınların yansıma indisi

Aritmetik ortalama n' in kendisi için, teorik olarak doğru değerler verdiğini bulmuştur.

Eğer nε ve nw arasındaki fark küçükse geometrik veya aritmetik ortalamadaki değişim uygulamada aynı sonucu gösterir (Van Krevelen 1993).

Organik Maddelerde Soğurum

Spektrumda gözle görülür bölge içindeki ışığın Emilimi

Bizler gözle görülür bölgedeki ışığın emilme indisinin yansıma ölçümlerinden türetildiğini yeni yeni görüyoruz. Emilme indisinin direk ölçümü, aşırı derecede ince ışık kömür tabakalarına çapraz olana kadar zordur. Böyle bir tabaka kalınlığı tanımlanabilir ama deneysel metodlar güvenilir sonuçlar verecek kadar yeterli değildir. Dahası bu kalınlığın tüm noktalarda eşit olacağı kesin değildir.

Kömürde emilme indisinin direk ölçümü Huntjens ve Van Krevelen tarafından gerçekleştirilmiştir. Deneylerinde kullanılan kömür dilimleri farklı metodlarla hazırlanmaktadır (Van Krevelen 1993).

İlk olarak, Velsen kömürlerinden bir dilim ince kesit olarak hazırlanır. Dilimin kalınlığı, ortalama 3µm' yi bulan üç boyutlu mikroskop altında ölçülür.

İkinci olarak, Pitsburg kömürlerinden, aynı ranklı bir vitrinit, karbon tetraklorit içindeki ultrasonik titreşime tabi bırakılır. Askıda kalan parçacıklar (<1µ) teflon plaka üzerine püskürtülür ve karbon tetraklorit buharlaşır. Bu yolla ince kömür şeridi, müdahale sınırında rakamlardan türetilmiş olabilecek ortalama kalınlıkta bırakılır.

Yansıma derecesine göre emilme indisinin hesaplanması ölçümlerle kontrol edilir. Direk ölçümlerin göreceli hataları göz önünde bulundurulduğunda sonuçlar memnun edicidir (Van Krevelen 1993).

Bu çalışmaların sonuçlarına göre kesin olan değerler, aralarındaki farklılıklar ve eğrinin rotasından daha az önemlidir. Spektrumun gösterdiği eğrinin, serbest π-elektronları ile emilmesinden oluştuğu fikri bütünüyle sürmektedir. Bu emilme rankla artar.

Kömürün Ultraviyole Spektrumu

Kömürün ultraviyole spektrumu hakkında edinilmiş bilgi nadirdir. Friedel iki dalga boylu pitsburg vitrinitlerinin az bir kısmının emilme katsayısını ölçmüştür. Friedel aynı zamanda

yoğunlaştırılmış aromatiklerin maksimum emilme katsayılarında ölçmüştür. 200 ve üstünde κ -değerleri bulmuş ve araştırılmış vitrinitlerin aromatikliklerinin çok küçük olması gerektiği sonucuna varmıştır (Van Krevelen 1993).

Van Krevelen vd. (1958) bununla birlikte, çözünmüş aromatik bileşimin kendine özgü spektrumunun maksimum κ -değerlerinin, hesaba katılmamış, kendine özgü kömür spektrumu olmayanların κ -değerlerine göre karşılaştırmasını göstermiştir (Van Krevelen 1993).

Kızıl ötesi bölgedeki sürekli elektronik emilme

Kızıl ötesi bölgedeki elektronik emilmenin, genel olarak, karakteristik emilime bantlarını gözlemlemeye izin verecek kadar yeterli olduğu varsayılır. Deneysel olarak bu varsayım % 91 civarı karbon içeren kömürler için doğrulanır.

Bu sürekli elektronik emilme, ilerleyen kömürleşme ile birlikte beklenmedik ve hızlı bir yükselme gösterir.

Organik Maddede floresans Mikroskopisi

Kaynak kayadan ve düşük ranklı kömürden alınan cilalı vitrinit yada inertinit örneği, normal gelen beyaz ışıkta açıkça görülebilir. Liptinit ve eksinit ancak bazen mineral hamurundan ayırt edilir ve zor fark edilir. Bu tüm bileşenlerin, zayıf yansımalarından olur. Kısa dalga boylu ışık ışını altında liptinitler floresansları sayesinde görülebilir hale gelirler. Bazı liptinitler floresanslarına rağmen saptanamamıştır, çünkü normal beyaz ışık, yarı saydam minerallerde veya boşlukta hatalıdır (Van Krevelen 1993).

Floresans

Floresans kısa dalga boyunda ilk emilmeden sonra moleküllerden radyasyon yayılmasıdır. Bu durum, düşük enerjili tek parçacıktan (S_1) sahaya (S_0) elektronların dönmesiyle oluşmaktadır.

Enerjili elektronlar sahaya farklı yönlerden dönebilir:

- a. Çarpışma – etkisizleştirme; ekstra enerjinin termal akıma dönüştürülmesi.
- b. Doğal floresans
- c. İçsel değişim yolu ile engellenmiş üçüncül değişme

Emilmenin zirve noktası, floresans ve/veya düşen bir sıklık gösteren fosforesanstır. Floresans yayılımı emilme spektrumunun aynadaki görüntüsüdür.

Floresans yüksek sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık arttıkça yayılma derecesi düşer azaldıkça artar. Bu halka sistemindeki moleküller, çoğunlukla bileşimi O, N ve S olan doymamış hidroaromatiklerdir (Van Krevelen 1993).

Ana floresans parametreleri

1. λ_{max} , floresans yoğunluğu maksimum olan dalga boyudur.
2. $I(\lambda)$, floresans yoğunluğu karakteristik dalga boyundadır. Genellikle 4 dalga boyu kullanılır; λ_{500} (yeşil), λ_{546} (sarı), λ_{650} (kırmızı), λ_{max}
3. $\varphi(\lambda_1 / \lambda_2)$, "hayali oran"; çoğunlukla bunlarda kullanılır:
 $\varphi(650) = \varphi(650/500)$, $\varphi_{max} = \varphi(max / 500)$

Floresans parametreleri kömür rankı ve maseral tipiyle ilişkilendirilir (Van Krevelen 1993).

2.6.11 Organik Maddenin Olgunlaşması

Kaynak kayanın termal evriminde, diyajenez, katajenez ve metajenez boyunca, organik maddenin birçok fiziksel ve kimyasal özelliği değişir.

Olgunluğun optik göstergesi

Geçen veya yansıyan ışıkta, floresans dahil veya hariç, yapılacak bir inceleme organik maddenin termal evrimi üzerinde farklı tiplerde bilgi sağlayabilir. Optik tekniğin en önemli avantajı, farklı kaynaklardan olan organik maddelerin ayırt edilmesi ve yerlerinin belirlenmesi, ayrıca evrimle ilgili ranklarının ölçülmesidir.

a.polinomorfların karbonizasyonu:

Geçen ışığın yoğunlaşmasının palinolojik olarak incelenmesi, olgunlaşmanın birçok derecesi için kökendir. Rengin veya yapının farklılık gösterdiği spor, polen ve diğer mikro fosillerde kullanılır. Renk genellikle, başlangıçta sarı daha sonra giderek turuncu veya kahverengi-sarı (diyajenez), kahverengi (katajenez) ve son olarak siyah (metajenez) olur. Yapısal ilerleyişteki alterasyon çoğunlukla katajenez ve metajenez safhalarında oluşur.

b.vitrinit yansımaları:

Yansıyan ışıktan ölçülen kömür maserallerindeki yansıma, kömür rankı hesaplamalarında kullanılır. Hüminit-vitrinit yansımaları ve kömür rankının diğer karakteristik özellikleri arasında bir ilişki kurulmuştur. (Alpern 1969, Teichmüller 1971, McCartney ve Teichmüller 1972). Bu nedenle, vitrinit yansımaları, kömürleşme safhalarını tanımlamada en iyi parametre olarak nitelendirilir (Tissot vd. 1984).

$\dot{R}o$ -vitrinit yansımalarının, ana kaya olgunlaşmasındaki diğer parametrelerle birlikte korelasyonunda şu basamaklar görülebilir ($\dot{R}o$: petrol içinde yansıma):

a. $\dot{R}o < \%0.5-0.7$: diyajenez safhası, ana kaya olgunlaşmamış.

b. $\%0.5-0.7 < \dot{R}o < \%1.3$: katajenez safhası, petrol oluşumunun ana zonu.

c. $\%1.3 < \dot{R}o < \%2$: katajenez safhası, ıslak gaz ve nem zonu.

d. $\dot{R}o > \%2$: metajenez safhası; metan tek hidrokarbon olarak kalır (Tissot vd. 1984).

Petrol, farklı oranlarda üremiş geniş çeşitlilikteki bileşenlerin karmaşık toplamını sunduğundan petrol zonunun net sınırları yoktur. Ayrıca kerojen düzenli yapıya sahip değildir. Onun yerine, kimyasal bağların zenginlik oranı, kerojen tipi ile değişen kuvvet içinde farklılaşır. Zayıf bağların yüksek oranlı zenginliği, tıpkı Tip-II kerojen içinde sık görülen bazı heteroatomik bağlar gibi, petrol oluşumunun başlangıcının, olgunlaşma sürecinin erken safhalarında meydana geldiği anlamına gelir. Tam tersine, güçlü bağların yüksek zenginliği, tıpkı Tip-I kerojenin esas kısmını oluşturan alifatik ağların C – C bağları gibi, petrol oluşumunun başlangıcının, olgunlaşma sürecinin geç safhalarında meydana geldiği anlamına gelir.

Hüminit-vitrinit yansıması, kaynak olgunlaşmasını tanımlamak için en sıklıkla kullanılan optik tekniktir (Wilkins vd.1995).

c.floresans:

Çeşitli liptinit bileşenlerinin floresansı mavi yada UV ışıkla uyarılmıştır. Uyarılmaya karşılık kerojen tarafından yayılan görünür ışık onun yoğunluğunu ve renk spektrumunu karakterize edebilir. Floresans derin olmayan, olgunlaşmamış numunelerde yoğundur ve diyajenez sürecinde ve katajenezin büyük bölümünde azalır. Petrol zonunun sonunda tamamen kaybolur. Ayrıca, renk spektrumu artan biçimde değişir: floresans ışığın dalga boyu oranı katajenezin artmasıyla sarıdan kırmızıya doğru hareket eder. Bu değişim farklı liptinit maseralleri için nicel olarak başkalaşır fakat nitelik olarak aynı kalırlar (Tissot vd. 1984).

Olgunlaşma ölçümü için piroliz metodu

Pirolizin bazı tiplerinden yararlanılan birçok metod, organik maddenin evrim rankının karakterize olması için önerilir. Genellikle piroliz durağan atmosfer koşulları altında (nitrojen helyum) sıcaklık oranı yeniden seçilerek (yaklaşık 10-50°C) yürütülür. Piroliz, organik maddenin tipini karakterize eden, metodu 3 bölümde tanımlayan(S1, S2, S3) 3 ana grup açığa çıkarır.

- Sıcaklık ölçüsü 200-250 C arası buharlaşan kayanın sunduğu hidrokarbonlar (S1),
- Çözünmez kerojenin pirolizinden daha yüksek sıcaklıkta oluşmuş hidrokarbonlar ve ilişkili bileşenler (S2),
- Karbondioksit (S3) ve su

Espitalie (1977) 'nin piroliz metodu 3 parametreden yararlanılmasını sağladı, diğer metodlar yalnızca S1 ve S2 parametrelerini ölçüyordu. Ek olarak sıcaklık T_{max} piroliz boyunca maksimum hidrokarbon oluşumunu kaydeder (Tissot vd. 1984).

Barker (1974), Claypool ve Reed (1976) ve Espitalie (1977) göstermişlerdir ki; bu iki içerik evrim rankının karakteristiği ile büyük ölçüde ilgilidir: $S1/(S1+S2)$ oranı ve T_{max} sıcaklığı. Bu iki içerik arasında iyi bir korelasyon vardır. T_{max} vitrinit yansıması gibi diğer parametrelerle de korele edilebilir (Tissot vd. 1984).

BÖLÜM 3

BÖLGESEL JEOLojİ VE İNCELEME ALANININ JEOLojİSİ

3.1 BÖLGESEL JEOLojİ

3.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler

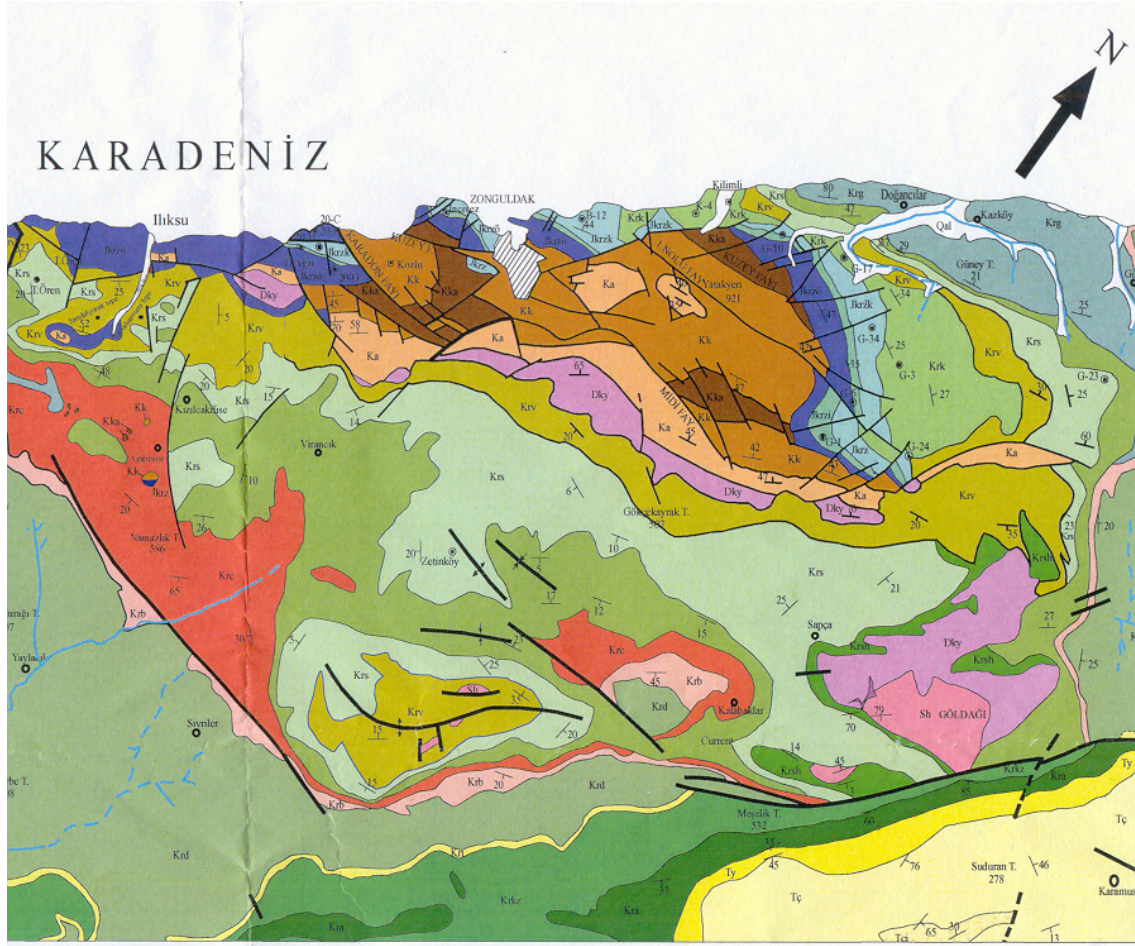
Batı Karadeniz Bölgesinde Paleozoyik yaşlı birimler olarak, Hamzafakıllı Formasyonu, Gökçetepe Formasyonu, Yılanlı Formasyonu, Alacaagzı Formasyonu, Kozlu Formasyonu, Karadon Formasyonu ve Çakraz Formasyonu bulunmaktadır.

3.1.1.1 Hamzafakıllı Formasyonu

Formasyona ilk isim 1949'da Tokay tarafından verilmiştir. Batı Karadeniz bölgesinde temeli oluşturan bu formasyon; kuvarsit, konglomera-mikrokonglomera, metakumtaşı ve arkozdan meydana gelmekte olup kırmızı, sarı ve kavun içi renklerde dir. Eski araştırmacılar buldukları fosillerle bu formasyona, Üst Silüriyen yaşını vermişlerdir (Okçu vd. 1994).

3.1.1.2 Gökçetepe Formasyonu

Bu ad bölgede ilk kez Tokay (1949) tarafından kullanılmış olup istifin en iyi, Ereğli güneyi Gökçetepe yöresinde ve Bartın-İnküme dolayında izlenmektedir. Bu formasyon metasilttaşı, metakumtaşı ve kalkıştten meydana gelen antimetamorfik birimdir. Rengi, boz, siyah ve yeşilimsi siyahtır. Diyabazik ve andezitik sil ve daykları tarafından sıkça kesilmekte olup kalınlığı 500m dolayındadır. Karbonatlı seviyelerde bulunan konodontlara göre yaşlı Devoniyen'dir (Orhan 1995).



LEJAND

KUATERNER	Qal	Alüvyon
PALEOSEN-EOSEN	Tç	ÇAYCIUMA FM. İlev Volkanit Üyesi
	Ty	YAHİYALAR FM.
MEASTRIHTİYEN	Krs	ALAPLI FM. Örencik Kireçtaşı Üyesi
	Krs	SARIKORKMAZ FM.
	Krd	KALE FM.
	Krd	LİMAN FM.
TURBIDİTUS-KAMBIYEN	Krs	KAZIENAR FM.
	Krn	İKSE FM.
	Krd	DİNLENCE FM.
	Krb	BAŞKÖY FM.
SENOMANYEN	Krg	GÖKÇETEPE FM.
	Krs	CEMALLER FM.
	Krs	TASMACA FM.
ALBİYEN	Krs	ŞAPÇA FM.
APSIYEN	Krv	Himmetsöğüt Üyesi
	Krk	VELİBEY FM.
BARREMYEN	Krk	KILIMLI FM.
	Krk	ZONGULDAK FM.
	Krk	Kapuz Kireçtaşı Üyesi
WESTFALİYEN	Krk	İncöz Kırmitli Üyesi
	Krk	Öküzne Kireçtaşı Üyesi
NAMURİYEN	Ka	KARADON FM.
SİLÜRİYEN	Ka	KOZLU FM.
	Dky	ALACAĞZI FM.
VİZEYEN	Sh	YILANLI FM.
		HAMZAFAKIL FM.

ACIKLAMALAR

—	Dokanak
- - -	Olası dokanak
▲	Şaryaj hattı
—	Fay
—	Olistolit sınırı
- - -	Olası fay
+	Antiklinal
+	Senklinal
18°	Tabaka doğrultu, eğimi
▨	İl. ilçe
○	Köy

ÖLÇEK
0 0,5 1,0 1,5 Km

Şekil 3.1 İnceleme alanının 1/50000 ölçekli jeolojik haritası (MTA 1994).

3.1.1.3 Yılanlı Formasyonu

Yılanlı Formasyonu adlaması Saner (1981) tarafından yapılmıştır. Birim bu çalışmada (Dky) ile simgelenmiştir. Zonguldak Havzası'nın güneyinde ve Bartın kuzeyinde geniş mostralara vermektedir. Birim batıda İhsaniye Deresi'nden itibaren doğuya doğru Ulutam ve Kokaksu derelerinin de bulunduğu bölgeye doğru genişleyerek prodüktif Karboniferin güney sınırı boyunca uzanmaktadır (Bulkan 2000). Birim kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit çörtlü kireçtaşı araldanmasından meydana gelmektedir. Kireçtaşı ve dolomit genellikle Devoniyen yaşlı kayalarda izlenmesine karşın, çört yumrulu ve çört banlı kireçtaşları Vizeyen yaşlı kayalarda görülmektedir. Birimin rengi gri, siyah, koyu kahve ve açık kahve gibi değişik renklerde olmaktadır. İstifin kalınlığı Zonguldak dolayında 800-850m olmasına karşın, Ereğli ve Bartın dolayında 1500m kalınlığa ulaşmaktadır (Orhan 1995). Yılanlı Formasyonu Batı Karadeniz dolaylarında Zonguldak Bölgesinin güney ve güneybatısında en iyi şekilde mostra vermektedir (Tokay 1952). Formasyon içerdiği fosillere göre Devoniyen-Vizeyen yaşını vermektedir (Özler vd. 1992).

3.1.1.4 Alacaağzı Formasyonu

Birim ilk defa Ralli (1932) tarafından, Alacaağzı Formasyonu olarak adlandırılmış olup, (Ka) ile simgelenmiştir (Ralli 1932). Alacaağzı Formasyonu'nda istiflenme; kumtaşı, kiltası, siltaşı, şeyl, kömürlü şeyl tabakaları ve kömür damarlarının araldanmasından oluşmaktadır. Formasyonda daha çok kiltası ve siltaşı seviyeleri hakim olmaktadır. Birimin rengi genellikle gridir. Birimin kumtaşları iyi boylanmalı olup, siltaşı ve kiltaları şeyl özelliğindedir. İstifin üst seviyelerinde, ekonomik öneme sahip olmayan, yanal yayılmaları sınırlı ve merceksel şekilli ince kömür damarları bulunmaktadır (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı 600m kabul edilmektedir. Birim Alt Karbonifer Namuriyen yaşlı olmaktadır (Özler vd. 1992).

3.1.1.5 Kozlu Formasyonu

Bu birim, Zonguldak Havzası Kozlu bölgesinde tip kesitinin mostrasını verdiği için Kozlu Formasyonu olarak adlanmıştır (Orhan 1995). Zonguldak Havzasında Armutçuk ve Alacaağzı, Zonguldak, Kozlu, Üzülmez, Karadon kömür üretim bölgelerinde görülmektedir. Kozlu Formasyonu konglomera, mikalı kumtaşı, kumtaşı, kiltası, siltaşı, şeyl tabakaları ile ve kömür damarlarının araldanmasından oluşmaktadır.

Konglomeralar genellikle iyi yuvarlaklaşmış kuvarsit, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Orhan 1995). Kumtaşları genellikle kaba-orta tanelerden oluşmaktadır. Tabaka kalınlıkları ise ince ve kalın tabakalı arasında değişmektedir. Kömür damarlarının tavan ve tabanında genellikle kıltaşı ve silttaşından oluşan ince bir seviye bulunmaktadır. Kömür damarlarının kalınlıkları 0.50m'den 6.00m'ye kadar ulaşabilmektedir. Birim üretilebilir özelliklere sahip 25 adet kömür damarı içermektedir (Buzkan 1997).

3.1.1.6 Karadon Formasyonu

Karadon Formasyonu genellikle Zonguldak, Kozlu, Üzülmez, Karadon, Sapça, Pelitovası ve Bartın dolaylarında yüzeylenmektedir. En belirgin tip kesitinin mostraları Karadon Yöresinde bulunduğu için bu şekilde adlandırılmaktadır (Özler vd. 1992). Birim litolojik olarak konglomera, kumtaşı, silttaşı tabakaları ve kömür damarlarının ardalanmasından oluşmaktadır. Konglomeraların kırıntılı bileşenleri genellikle kireçtaşı, kuvarsit ve granit kökenlidir. Kumtaşları kaba taneliden ince taneliye kadar değişen boyutlardadır.

3.1.1.7 Arıtdere formasyonu

Bu formasyon Arıt mevkii dere içinde izlenmektedir. Şarap tortusu ve yeşil, gri renklerde bantlı, ince-orta taneli, laminasyonlu fosil ve kömür bakımından steril, şist ve marnlardan oluşur. Bazı alt seviyelerde chert ve yeşil renkli kuvarsa ait yuvarlak çakıllar ihtiva eden konglomeralar bulunur. Alttaki Karbonifer ile konkordan görünür. Üstte ise bir diskordans ile Alt Kretase kalkerleri tarafından örtülüdür. Formasyonun kalınlığı batıdan doğuya gidildikçe artar. Permiane atfedilen bu tabakalar topluluğu Arıtdere Serisi olarak adlandırılır (Tokay 1952).

3.1.1.8 Çakraz Formasyonu

Bu formasyon Bartın ve doğusunda izlenmektedir. Bu ad ilk defa Arpat ve diğerleri (1978) tarafından kullanılmıştır. Formasyon kumtaşı içermekte olup nadiren kıltaşı ve konglomera bulunduran bir istifdir. Ayrıca formasyonun üst seviyelerinde nadir jips ve marnlar izlenmekte olup kırmızı, yeşil renklerde (Orhan 1995). Formasyonun genellikle masif olup, yer yer ince-orta katmanlıdır. Birim içinde büyük ölçekli çapraz katmanlanmalar sıkça izlenir. Birimin kalınlığı 2000m'den fazladır. Birimin yaşı Permo Triyas olmaktadır (Orhan 1995).

3.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler

Batı Karadeniz Bölgesinde Mesozoyik yaşlı birimler olarak Himmetpaşa, Zonguldak (Öküşne Kireçtaşı Üyesi, İncüvez Kırıntılı Üyesi, Kapuz Kireçtaşı Üyesi), Kilimli, Velibey, Sapça (Himmetoğlu Üyesi), Tasmaca, Cemaller, Gideros, Gökçetepe, Başköy, Dinlence, İkse, Kazpınar, Limankale, Sarıkorkmaz ve Alaplı Formasyonu (Örencik Üyesi ve Cangaza Üyesi) bulunmaktadır (MTA 1994).

3.1.2.1 Himmetpaşa Formasyonu

Bölgede Bartın ve doğusunda mostralar vermektedir. Bu formasyon kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera ardalanmasından meydana gelmekte olup, yeşil, gri ve kırmızı renklindedir. Tabaka kalınlığı silttaşı ve kiltası seviyelerinde ince-orta katmanlı, kumtaşı ve konglomeralarda masif katmanlı olarak izlenmektedir. Bu birimin batı kesimleri kömürlü olup kömürleşme bazen katmanlı olarak izlenmektedir. Kömürleşme bazen çok iyi olmasına karşın, bazı kesimlerde silisleşmiş ağaç şeklinde köken korunmuştur. Bölgedeki kalınlığı 600m dolaylarındadır. Birimin yaşı Alt Jura Liyas olmaktadır (Orhan 1995).

3.1.2.2 Zonguldak Formasyonu

Bölgede (Jkrz) olarak simgelen Zonguldak Formasyonu ilk kez Tokay (1955) tarafından adlanmıştır. Yergök ve diğerleri (1987) aynı adlamayı kullanmışlardır. Orhan ve Canca (1989) tarafından Zonguldak Formasyonu; Öküşne Kireçtaşı Üyesi, İncüvez Kırıntılı Üyesi, Kapuz Kireçtaşı Üyesi olarak üç üyeye ayrılmıştır. Zonguldak Formasyonu; kalınlığı 15-50m arasında değişen bir taban konglomerasıyla başlamaktadır. Karbonat çimentolu olan bu karbonat seviyesi Paleozoyik (Silüriyen, Devoniyen, Karbonifer) yaşlı birimlerin çakıllarından oluşmaktadır (Özen 2000).

3.1.2.3 Kilimli Formasyonu

Bu formasyona ismi, ilk kez Zonguldak dolayının jeolojisi isimli raporunda Saner ve diğerleri (1981) tarafından verilmiştir (Yergök vd. 1987). Formasyon litolojik olarak kiltası, killi kireçtaşı, karbonatlı kiltası, kumtaşı ardalanmasından oluşmuş fliš karakterlidir. Formasyon Zonguldak-Bağlık yöresinde başlayıp Kırımsa Köyü'ne kadar devam etmektedir. Yüzey

çalışmalarına göre formasyonun kalınlığının 700m kadar olduğu tahmin edilmektedir (Oktu vd. 1994).

3.1.2.4 Velibey Formasyonu

Bölgede, (Krv) olarak simgelenen Velibey Formasyonu ilk kez Velibey Greleri olarak Tokay (1949) tarafından adlanmıştır (Taşçı 2000). Velibey Formasyonu Zonguldak Havzasının güney kesiminde kesintisiz olarak yer alır.

Doğudan batıya doğru Aydındere, Hayatköy, Taşkesen'de izlemek mümkündür. Velibey Formasyonu silis çimentolu kumtaşı ve iyi yuvarlaklaşmış çakıltaşlarından oluşmuştur. Ortalama %96 oranında kuvarsit ve kuvars tanelerinden oluşan formasyon açık sarı yer yer turuncu renklidir.

3.1.2.5 Sapça Formasyonu

Birim Saner ve diğerleri (1980) tarafından Sapça Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada (Krs) olarak simgelendirilmiştir. Birim bol miktarda glokoni içermesinden dolayı glokonili kumtaşları ile tipiktir (Bulkan 2000). Sapça Formasyonu; türbitik kumtaşları, marn, kumlu kireçtaşları, mavi ve siyah şeylerden oluşmaktadır. Birimin rengi gri ile yeşilimsi gri arasında değişmektedir. Formasyonun kumtaşları, orta taneli kumtaşları ve arkozlardır (Görür vd. 1993). Kısmen marn içerirler ve tabakalanmaları oldukça iyidir. Bileşimlerinde kuvars, glokoni, kaya parçaları bulunmaktadır. Birimin içindeki mavi ve siyah şeyler organik maddece oldukça zengindir (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı, çalışma alanındaki diğer formasyonlar gibi çok fazla değişim göstermektedir. Kalınlık değeri 50-450m arasındadır (Görür vd. 1993). Birimin yaşı Albiyen olarak verilmektedir (Tokay 1952).

3.1.2.6 Tasmaca Formasyonu

Bölgede (Krt) olarak simgelenen Tasmaca Formasyonu ilk kez Saner (1979) tarafından isimlendirilmiştir. Çalışma alanının güneyinde kalın bir istif sunar. Tasmaca Formasyonu; marn, kıltaşı, kumtaşı ve siltaşı ar dal anmasından oluşmaktadır. Çok seyrek olarak tuf ara katkılıdır. Mavimsi gri rengi karakteristiktir. Birimin taneleri iyi çimentolanmamıştır. Hava temasıyla kolayca ayrışır ve dağılır. Tabaka kalınlığı 1-20 cm arasındadır. İstifin içerdiği

şeyler organik maddece zengindir (Bulkan 2000). Formasyonun kalınlığı genel olarak 100-400m arasında değişmektedir (Siyako vd. 1981). Tasmaca Formasyonu, Alt Senomaniyen yaşlıdır (Tokay 1952).

3.1.2.7 Cemaller Formasyonu

Bölgede (Krc) olarak simgelene Cemaller Formasyonu ilk kez Tokay (1952) tarafından kullanılmıştır (Yergök vd. 1987). Cemaller Formasyonu kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera ve bloklardan meydana gelen flišik nitelikte bir istiftir.

Formasyonun birçok yerinde oldukça hızlı çökel özelliğı gösteren kanallar boyunca çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı akmaları meydana gelmektedir. Cemaller Formasyonu farklı yerlerde, çok değişik renkler göstermektedir. Yeşil, sarı, kül rengi, mavi, krem, menekşe, kıvıll renkler çok kısa mesafelerde dahi göze çarpmaktadır. Tabaka kalınlığı kiltası, silttaşı, çamurtaşı seviyelerinde laminalı ile 10cm arasında değişirken, kumtaşında 10-60cm arasında, konglomerada ise 40cm ile 1m arasında değişmektedir. Çapraz katmanlanma gerek küçük ölçekli gerekse büyük ölçekli olmaktadır. Cemaller Formasyonu'nun kalınlığı 250m kadardır. Cemaller Formasyonu yaşı Senomaniyen'dir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.8 Gökçetepe Formasyonu

Bölgede (Krg) olarak simgelenen Gökçetepe Formasyonuna ilk ismi Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Formasyon en batıda Ereğli-Köseağızı dolaylarında mostra vermektedir. Doğuya doğru Bayat dolaylarına kadar uzanmaktadır. Formasyon volkano klastik olarak izlenen, kumtaşı, mikrokonglomera, kiltası, silttaşı aralanmasından meydana gelmektedir. Hemen her yerinde eksfoliyasyon yapısı izlenmektedir. Rengi haki, kirlili yeşildir. Tabakalarına killi seviyelerde 20-40cm arasında kumtaşlarında 20cm ile 100cm arasında değişkendir. Gökçetepe Formasyonu'nun kalınlığı 200m'dir. Gökçetepe Formasyonu'nda fosil, killi marnlı seviyelerde oldukça nadir olarak izlenmekte olup, Bolli fosilleri bulunmuş ve Türoniyen yaşı verilmiştir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.9 Başköy Formasyonu

Bölgede (Krb) olarak simgelenen Başköy Formasyonu'na ilk isim Siyako vd. (1981) tarafından verilmiştir. Formasyon Ereğli kuzeyindeki Örucü fenerinden başlayarak doğu-batı doğrultusunu izleyerek Neyren, Sücüllü'den sonra tektonik dokanakların güney kesimlerini izleyerek Osmanlı Dağ yakınlarına kadar izlenmektedir. Başköy Formasyonu marn, killi kireçtaşı ardalanmasından meydana gelir. Ancak yer yer tüffit, kumtaşı ardalanmaları ile çok nadir olistolit taşımaktadır. Olistolit olarak konglomera bloku, Aglomera bloku, yeni yol üzerindeki Sücüllü'de izlenmektedir. Formasyonun kalınlığı Sücüllü yakınlarında 360m kadardır. Ancak batıda Neyren yakınlarında 30-40m kadardır. Yine adını aldığı Başköy dolaylarında kalınlığın maksimuma ulaştığı yerlerde kalınlığı 60m kadardır. Başköy Formasyonundan alınan numunelere fosil determinasyonu sonucunda yaşının Türoniyen olduğu saptanmıştır (Yergök vd. 1987).

3.1.2.10 Dinlence Formasyonu

Bölgede (Krd) olarak simgelenen Dinlence Formasyonu'na ilk isim Tokay (1955) tarafından verilmiştir. Dinlence Formasyonu'nun izleneceği yerler; Ereğli-Zonguldak eski yol güzergahında, Neyren ile Atlı İncekbaşı Tepesi arasında ince olarak mostra vermektedir. Aglomera-tüf ardalanmasından meydana gelmektedir. Ancak baskın olarak aglomera-tüf ardalanması, çoğun marn, andezitik lav akıntısı, su altı heyelanı ile ani depolanmalar gösteren fasiyes farklılıkları ile oldukça değişim gösteren bir formasyondur. Formasyonun rengi değişik kesimlerde ve baskın olan volkanik gerece göre değişim göstermektedir. Genellikle gri kül rengindedir. Dinlence Formasyonu'nun kalınlığı farklı yerlerde değişim olmaktadır; Ereğli yakınlarında 150-200m kadar kalınlık göstermesine karşın Sücüllü ile İkse köyünün doğusundan kalınlığı 2000m'den fazladır. Dinlence Formasyonun yaşı Türoniyen-Kampaniyen olarak saptanmıştır (Yergök vd. 1987).

3.1.2.11 İkse Formasyonu

Bölgede (Kri) olarak simgelenen birime ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Birim en iyi İkse köyünde net olarak izlenir. Üçköy dolayında, Bartın yakınlarındaki Kazpınar köyü dolayında ve yakın çevresinde bu formasyon mostra vermektedir. İkse Formasyonu genellikle marn, kili kireçtaşı, tüffit, kumtaşı, kiltası ardalanmasından meydana gelmektedir. Nadir

olarak aglomera seviyesi taşımaktadır. Genellikle marnlı seviyeler ve killi kireçtaşlarından çimentolanma çok iyidir. Bu formasyon genellikle pembe, kırmızı ve sarımsı beyaz, kirli sarı olmak üzere iki tezat renk göstermektedir. Marn ve kilaşları Ereğli-Zonguldak yakın çevresinde kırmızı, pembe renkler göstermektedir. Bartın ve Kurcaşile dolayında ise sarı renk hakimdir. İkse Formasyonu İkse köyü dolayındaki kesitte 120 m kalınlıkta ölçülmüştür. İkse Formasyonun yaşı Türoniyen-Kampaniyen olarak belirlenmiştir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.12 Kazpınar Formasyonu

Bölgede (Krkz) olarak simgelenen Kazpınar Formasyonuna ilk isim Tokay (1955) tarafından verilmiştir. Kazpınar Formasyonunun net izlendiği yerler batıdan doğuya doğru Ereğli-Zonguldak yolunda, Yörüklü-Soğanlı mahallesi ile Lünmeran doruğu arasında kalan alanda, Serdaroğlu mahallesinde Serdaroğlu derede verdiği kesit, Mugada yakın çevresinde, Bartın'ın hemen kuzeyinde Kocareis dolayında tipik izlendiği yerlerdir.

Genellikle Andezit, Latit andezit, Piroksen andezit gibi isimler makro ve petrografik gözlemler sonucu verilmiştir. Makro gözlemlerde, genellikle pembe, yeşil, gri renkli bir çimento içersinde beyaz renkli pljiyoklas, az hornblend ve biyotit kristallerinden meydana gelen bir kaya özelliği gösterir. Kırılma yüzeyi pürüzlü, taze yüzeyi daha koyu tonlarda bulunmaktadır. Formasyon Örenköy'den doğuya doğru 200m ile 600m arasında değişen kalınlıklar göstermektedir. Bartın yakınlarında 100-200m arasında kalınlığı değişmektedir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.13 Liman Formasyonu

Bölgede (Krl) olarak simgelenen Liman Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Liman Formasyonunun tip kesitini doğuda Belendağ dolayında izlemek mümkündür. Liman Formasyonu tüfit, aglomera ardalanmasından meydana gelmektedir. Ancak daha az olarak kumtaşı, kilaşı, silttaşı ardalanması bu birimde yer alır. Liman Formasyonunun rengi tüflerin baskın olduğu kesimlerde kirli sarı, açık sarı, kırmızı, konglomera seviyelerinin baskın olduğu kesimlerde gri, kül rengi, kumlu seviyelerin olduğu kesimlerde yeşil, haki renklerde. Birimin kalınlığı 230 m'ye kadar ulaşmaktadır (Yergök vd. 1987).

3.1.2.14 Kale Formasyonu

Bölgede (Krkl) olarak simgelenen Kale Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Kale Formasyonunun tip kesiti Ereğli-Zonguldak karayolu boyunca, Yörüklüsoğan köyü yakınlarında, Aydınlar köyü kuzeyinde Kasanlar tepe dolayında net olarak izlenmektedir. Kale Formasyonu genellikle marn, kiltası, tuf araldanmasmdan meydana gelmektedir. İçersinde ilginç menevişli yapılar ile tanınmaktadır. Kale Formasyonunda taneler karbonatlı bir çimento ile sıkı tutturulmuştur. Kale Formasyonunun yaşı Kampaniyen'dir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.15 Sarıkorkmaz Formasyonu

Bölgede (Krsa) olarak simgelenen Sarıkorkmaz Formasyonuna ilk isim Tokay (1949) tarafından verilmiştir. Sarıkorkmaz Formasyonunun tip kesit verdiği yer Örenköy güneybatısıdır.

Ereğli senklinalinin iç kesimi, Ocaktaş mahallesi ile Hilmihoça çiftliği arasındaki karayolu güzergahı bu istifin tip yerleridir. Sarıkorkmaz Formasyonu kumtaşı, silttaşı, kiltası araldanmasından meydana gelir. Bu litolojilere ilave olarak konglomera çok nadir olarak tuf ara seviyeleride mevcuttur. Çimentolarınma genellikle fazla gelişmemiştir. Rengi genellikle haki olup bazı kesimlerde yeşil, sarı, kirli beyaz renklerde bulunmaktadır. Formasyonu 150m kadar bir kalınlık göstermektedir. Formasyonun yaşı Kampaniyen olarak verilmektedir (Yergök vd. 1987).

3.1.2.16 Alaplı Formasyonu

Bölgede Alaplı Formasyon adlaması ilk olarak Tokay (1949) tarafından yapılmıştır. Alaplı Formasyonunun tip kesit yeri Alakilise dolayında, Aydınlar çayında görülmektedir. Alaplı Formasyonu genellikle birçok yede marn olarak izlenir. Ancak ara katkı olarak killi kireçtaşı, kiltası, tuf, nadir süttası, kumtaşı ara seviyeleri mevcuttur. Kurucaşile dolayında marn-kiltası araldanması çok yaygındır. Ereğli yakın çevresinde marn ve killi kireçtaşı çok baskın olarak yer almaktadır.

Alaplı formasyonunun rengi genelde beyaz, açık sarı, nadir pembe, kırmızı, yeşil olmaktadır. Batıdan başlayarak doğuya doğru kalınlık 80m'den 250mm'ye doğru artmaktadır. Alaplı formasyonun önemli özelliklerinden bir tanesi içerisinde bol miktarda fosil kavkısı içermesidir. Formasyonun yaşı Maestrichtiyen'dir (Özkoçak vd. 1978).

Örencik Kireçtaşı Üyesi

Bölgede (Kraö) olarak simgelenen formasyonun adlanması ilk olarak Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Örencik kireçtaşı üyesinin tip kesiti Alakilise köyü kuzeyinde Yazıcılar çayı dolayından itibaren başlayarak, batıya doğru devam eden kesit boyunca alınmaktadır. Genellikle kumlu-killi kireçtaşı karbonat çimentolu kumtaşı kiltası ardalanmasından meydana gelir. Tanelerin boylanma ve derecelenmesi kötü gelişmiştir. Mikritik çimentolu olup, gri kirli sarı duman rengindedir. Tabakalanma orta-masif katmanlamalıdır. Tüm istif çok güzel mostra vererek kolaylıkla takip edilmesine karşı katmanlanma net olarak izlenememektedir. Alaplı formasyonunun içerdiği fosillere göre, Örencik kireçtaşı üyesi Maestrichtiyen yaşındadır (Yergök vd. 1987).

Cangaza Bazalt Üyesi

Bölgede (Kraç) olarak simgelenen formasyonun adlanması Yergök vd. (1987) tarafından verilmiştir. Alaplı Formasyonun üst kesimlerinde yer alan Cangaza Bazalt Üyesinin tip kesit verdiği yerlerde genellikle lav akıntısı, dayk ve tüf olarak görülmektedir. Birim tipik kesiti Cangazı (Çangırı) köyü güneyidir. Cangaza Bazaltları; genellikle plajiyoklas, piroksen, bazaltik horblend (titanlı amfibol), olivin fenokristallerinden meydana gelmektedir. Kayaç içerisindeki veziküller zeolit (analsim) karbonat mineralleri tarafından doldurulmuştur. Cangaza Bazalt Üyesi Alaplı Örencik Kireçtaşı Üyesi üzerine ani bir lav akıntısı olarak gelmektedir. Bazaltik lav akıntısının rengi kurşuni, siyah renklindedir. Olivin minerallerinin bozlaşması sonucu hafif yeşil renk tonlarında bulunmaktadır. Alaplı Formasyonunun Cangaza Bazalt Üyesinin yaşı Maestrichtiyen olarak verilmektedir (Yergök vd. 1987).

3.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler

Batı Karadeniz Bölgesinde Senozoyik yaşlı birimler olarak, Yahyalar Formasyonu, Çaycuma Formasyonu ve Alüvyon birimler ile dolgu birimler yer almaktadır.

3.1.3.1 Yahyalar Formasyonu

Bölgede Bartın ve Zonguldak arasında izlenmesine karşın, Ereğli dolayında izlenmemektedir. Alt kesimleri kırmızımsı şarabi renkli killi kireçtaşı, üst kesimleri ise açık sarı renkli kireçtaşı istifi olarak izlenir. Kalınlığı 100-150m dolayında olup, Alaplı Formasyonu üzerinde tedrici geçişli olarak yer almaktadır (Orhan 1995).

3.1.3.2 Çaycuma Formasyonu

Bölgede Ereğli-Zonguldak ve Bartın güneyinde gözlenmektedir. Açık sarı, beyaz kirli, kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalımalı türbiditik özellikler gösteren aglomera, tuf ve marn ara seviyeli bir istifdir. Kalınlık 1200m dolayında olmakta, taban ilişkisi Yahyalar Formasyonu ile geçişlidir. Ayrıca birim içinde Zonguldak ve Bartın yöresinde mostra veren aglomera, tuf ve marn'dan oluşan İlev volkanik üyesi ayırtlanmaktadır. Formasyon litolojik olarak; aşınan, taşınan ve volkanik patlamalarla çökme havzasına ulaşan malzemelerden meydana gelen, türbiditler olarak yorumlanabilir. Biriminin yaşı Alt-Orta Eosendir (Orhan 1995).

3.1.3.3 Alüvyonlar

Bölgede bulunan alüvyon ve plaj çökelleri, bölgedeki önemli dere-çay yatakları ve bunların deniz ile birleşim yerleri, kıyı şeridi ve dere yataklarında görülmekte olup, akarsu çökelleri ile plaj çökelleri girişimli olarak oluşmuşlardır. Bölgedeki plaj çökellerinin ilksel litolojileri, genellikle açık renkli olup kuvars kumu ağırlıklıdır. Plaj çökelleri ise kömür atıklarından dolayı kirlenerek, gri-siyah renkli bir durumda gözlenmektedir.

3.2 İNCELEME ALANI JEOLJİSİ

3.2.1 Kilimli Formasyonu

Kilimli formasyonu Zonguldak'ın batı kesiminde izlenmemesine karşın, doğusunda kilimli yöresinde ve Amasra dolaylarında sıkça izlenen bir formasyondur.

Kilimli dolayında kumlu kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası araldanmasından meydana gelen bir istif sunar. İyi pekişmemiştir. Gri, kurşuni kül renklidir. Katmanlanma fazla belirgin değildir.

Amasra dolaylarında fosil içerikli, karbonatlı kumtaşı, kiltası, silttaşı seviyeleri halinde bulunur. Zonguldak formasyonunun karbonatları üzerinde geçişli olarak yer alır. Sarı, kirli sarı, gri renkte, belirgin olmayan katmanlanma göstermektedir (Yergök vd. 1987).

Kilimli formasyonunun alt dokanak ilişkisi net izlenmemektedir. Ancak Kilimli yöresinde Kapuz üyesi üzerinde yatay ve düşey yönde geçişli olması gerekmektedir. Amasra'nın batı bölgelerinde Zonguldak formasyonu üzerinde keskin ancak uyumlu bir dokanak ilişkisi yer alır. Amasra civarındaki diğer bölgelerde izlenen dokanaklar tektonik ilişkilidir. Düşey veya düşeye yakın fay sistemleri boyunca formasyon dilimlenmiştir.

Tavan ilişkisi ise Kilimli dolaylarında kumtaşı seviyeleri artması ve kumtaşlarındaki kuvars miktarının tedrici artışı ile Velibey formasyonuna geçiş göstermesidir. Amasra dolayında Kilimli formasyonu üzerinde, paralel diskordans ile Senomaniyen yaşlı kumlu karbonatlar ile Tasmaca formasyonuna karşılık gelen bir birim yer alır.

Kilimli formasyonunun kalınlığı Kilimli güneyinde ve Amasra dolayında 700 metreye ulaşır. Zonguldak dolayında Kapuz kireçtaşı üyesi ile yanal geçişli olması gerekmektedir (Yergök vd. 1987).

Kilimli formasyonu Amasra dolayında bulunan fosillere göre Apsiyen-Albiyen yaşlıdır.

Kilimli formasyonu çökelme ortamı olarak değişik alanlarda değişik özellikler gösteren bir formasyondur. Kilimli yakın çevresinde derin deniz özelliği gösterir. Bu bölgede iki paleotopografik (Zonguldak ile Amasra) yükselti arasında kalmış kuzeye bakan bir derin deniz ortamını karakterize eder. Ancak Apsiyen sonuna doğru tekrar bölgede sığlaşma olmakta ve plaj kumu özelliği gösteren Velibey formasyonu çökelmektedir. Amasra ve çevresinde ise Zonguldak formasyonu üzerinde fazlaca derin olmayan sığ çalkantılı bir ortam koşulları egemen olmaktadır. Bu devirde tektonik etkinlikler sonucu kırılmış ufak vadiler boyunca çökelmeler olmuştur. Amasra doğusunda ise oldukça sığ bataklık ortamı koşulları görülmektedir (Yergök vd. 1987).

3.2.2 Velibey Formasyonu

Çoğu kez Kapuz kireçtaşı üyesi üzerinde yer alan, bazen de Kilimli formasyonu ile dereceli geçişli olarak yer alan çok fazla miktarda kuvars kumu tanesi içeren kumtaşı, nadir kuvarsit çakıllı kumtaşı seviyelerinden oluşan istifdir. Velibey formasyonu Ereğli dolaylarından başlar Karadeniz kıyısına paralel Cemaller dolayında denize girer. Hemen sonra tekrar mostra vererek Zonguldak paleozoyiğinin en güney kesimlerinde direk paleozoyik üzerine oturur, kuzeydoğuya doğru paleozoyik üzerinde kesiksiz olarak Zonguldak formasyonu yer alır.

Bu istifin üzerinde Kilimli formasyonu bulunur Velibey formasyonu, Kilimli formasyonu üzerinde tedrici geçişli olarak yer alır.

Velibey formasyonunun; kumtaşı, nadir kuvarsit çakıllı (badem şeklinde 4mm-4cm arasında değişen çaplarda), olması karakteristik özelliğidir. Çimentolanması açısından üç ayrı özellik göstermektedir; %50 'si gevşek çimentolu, %25 'i orta sıkı tutturulmuş, %25 'i orta sertlikte elle ufalanabilir olduğu belirtilmektedir. Kuvars kumları çok iyi yuvarlaklaşmıştır. Kuvars tanelerinin silisli bir çimentoyla tutturulmasından oluşmaktadır. Sarı, turuncu renkler ile arazide kolayca tanınır. Tabakalanması belirgin değildir. Tabaka yüzünde dalga ve akıntı yapılarına rastlamak mümkündür.

Velibey formasyonu bazı bölgelerde Zonguldak formasyonu üzerinde ince kıltaşı, siltaşı seviyesinden sonra yer alırken bazı bölgelerde tedrici olarak glokonili tanelerin artışından sonra dereceli bir geçiş ile Sapça formasyonu yer alır. Zonguldak-Devrek karayolunda Yılanlı formasyonunun üzerinde tektonik bir dokanak boyunca Velibey formasyonu yer alır. Bu bölgede (Zonguldak paleozoyiğinin güney kesiminde, Zonguldak Devrek asfaltı üzerinde) Zonguldak formasyonu karbonatları ekay dilimler halinde Yılanlı formasyonu üzerinde yer alır. Bu ekay dilimli zonun üzerinde Velibey formasyonu yine tektonik ilişkili olarak yer alır.

Velibey formasyonunun kalınlığı 160 metre kadardır. Ancak batıdan doğuya doğru kalınlık az miktarda artış gösterir. Kilimli dolayında tekrar incelik. Daha doğuda Bartın Amasra dolaylarında Velibey formasyonu bulunmaz (Yergök vd. 1987).

Velibey formasyonu çalışma alanında Apsiyen yaşlı Kilimli formasyonu ile Albiyen yaşlı Sapça formasyonu arasında kaldığı için Üst Apsiyen-Alt Albiyen yaşlıdır.

Velibey formasyonunun çökeldiği Apsiyen’de Zonguldak paleozoyik mostralarının etrafını saran Zonguldak formasyonu karbonatları mevcuttur. Ancak Zonguldak’ ın yakın çevresinde bu karbonatlar kuzey, kuzeydoğu kesimlerde olmasına karşın güney alanlarda yoktur. Velibey formasyonu Apsiyenin plaj kumları olarak daha sığ kesimlerine karşı gelmektedir. Matrix olmaksızın çok iyi yıkanmış olmaları bu devir öncesinde güney kesimlerin karasallaşma süreci geçirdiğinin bir belirtisidir. Zonguldak paleozoyiğinin kuzey kesimlerinde Üst Jura Barramiyende varolan denizin artık yavaş yavaş güneye doğru ilerleyerek bugün mostra veren paleozoyik istifini sardığı sonucuna varılır. Velibey formasyonu plaj kumu özelliği göstermektedir (Yergök vd. 1987).

Velibey kumtaşları geçirgen bir birimdir. İyi gelişmiş taneler arası poroziteye sahiptir. Porozite ile permeabilite arasında oldukça iyi bir korelasyon vardır. Bu parametrelere göre Velibey kumtaşı üyesi iyi kalitede bir rezervuar kaya özelliği göstermektedir (Yalçın vd. 2003).

Velibey kumtaşlarının Rezervuar özellikleri, taneler arasını dolduran diyajenetik silis ve kil çimentoya bağlı olarak değişmekte ve geniş bir dağılım göstermektedirler (Can 2000).

3.3 TEKTONİK

Neotetis okyanusunun yakınsaması ile kuzeye dalma-batma yani sıkışma rejimi başlamış ve buna bağlı olarak da çalışma alanında ada yayı ürünleri gelişmiştir. Üst Kretase de başlayan sıkışma rejimi Orta Eosen sonlarına kadar devam etmiştir. İnceleme alanında sıkışma rejimine bağlı olarak kuzeydoğu, güneybatı istikametli kıvrımlanmalar ve küçük ölçekli faylar gözlenmektedir. İnceleme alanında Kuzey Anadolu Fayı’nın gelişimiyle ana fay sistemine uygun küçük faylar görmek mümkündür.

BÖLÜM 4

ARAZİDEN ÖRNEKLEME VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

4.1 ARAZİDEN ÖRNEKLEME

Bu çalışma Kuzeybatı Anadolu hakkında, genel olarak Alt Kretase yaşlı birimlerde, organik olgunlaşma üzerine fikir sahibi olunabilmek için yapılmış ve bu geniş alanda araziden örnekleme için belirli bölgeler tercih edilmiştir. Bu bölgeler Zonguldak ili çevresinde bulunmakta olup Kilimli ve Velibey formasyonları hakkında rahatlıkla bilgi edinilebilecek mostralardan seçilmiştir. Çalışma alanında öncelikle mostra vermiş olan Kilimli ve Velibey Formasyonlarında organik madde (kerojen) içerme olasılığı olan alanlar, mevcut yarmalarda belirlenmiştir. Bu alanlarda görülen organik madde içeren kayalar, TSE 2942 standartlarına göre, yarmalardan oluk numuneleri şeklinde alınmışlardır. Bu bölgelerden biri Zonguldak ilinin batısında diğeri ise güneydoğusundadır. Böylelikle Zonguldak ili ve çevresi hakkında daha geniş bilgi edinilebileceği düşünülmüştür.



Şekil 4.1 Velibey Formasyonunda araziden örnekleme.



Şekil 4.2 Velibey Formasyonunda araziden örnekleme.



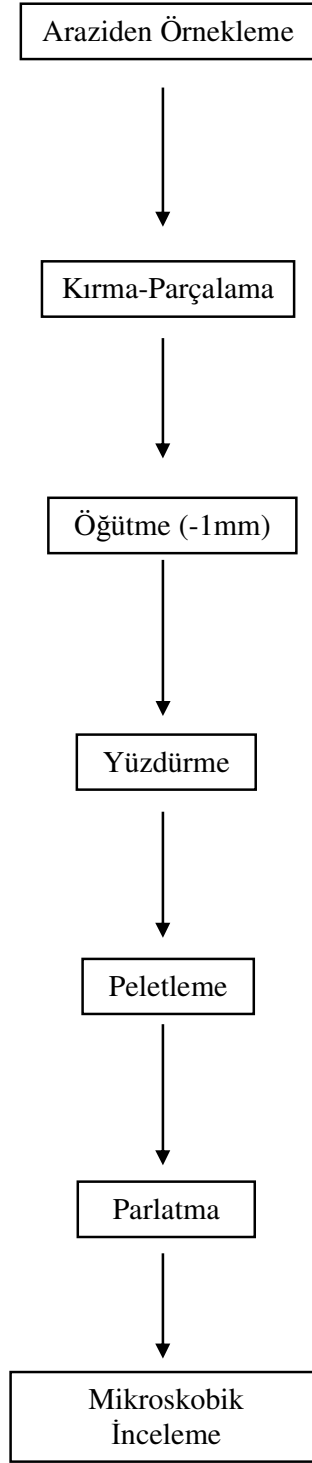
Şekil 4.3 Kilimli Formasyonunda araziden örnekleme.



Şekil 4.4 Kilimli Formasyonunda araziden örnekleme.

Zonguldak ilinin batısında, Ilıksu mevkiinde dere yatağı boyunca belirli yerlerde Velibey formasyonu literatür özelliklerini oldukça uygun mostralar vermektedir. Bu mevkide Zonguldak-Ereğli karayolu üzerinde, yol kenarında, çekiç ile ana kayadan, laboratuvar deneylerinde kullanılabilir miktarda, numune kırılarak örnekleme çalışması yapılmıştır.

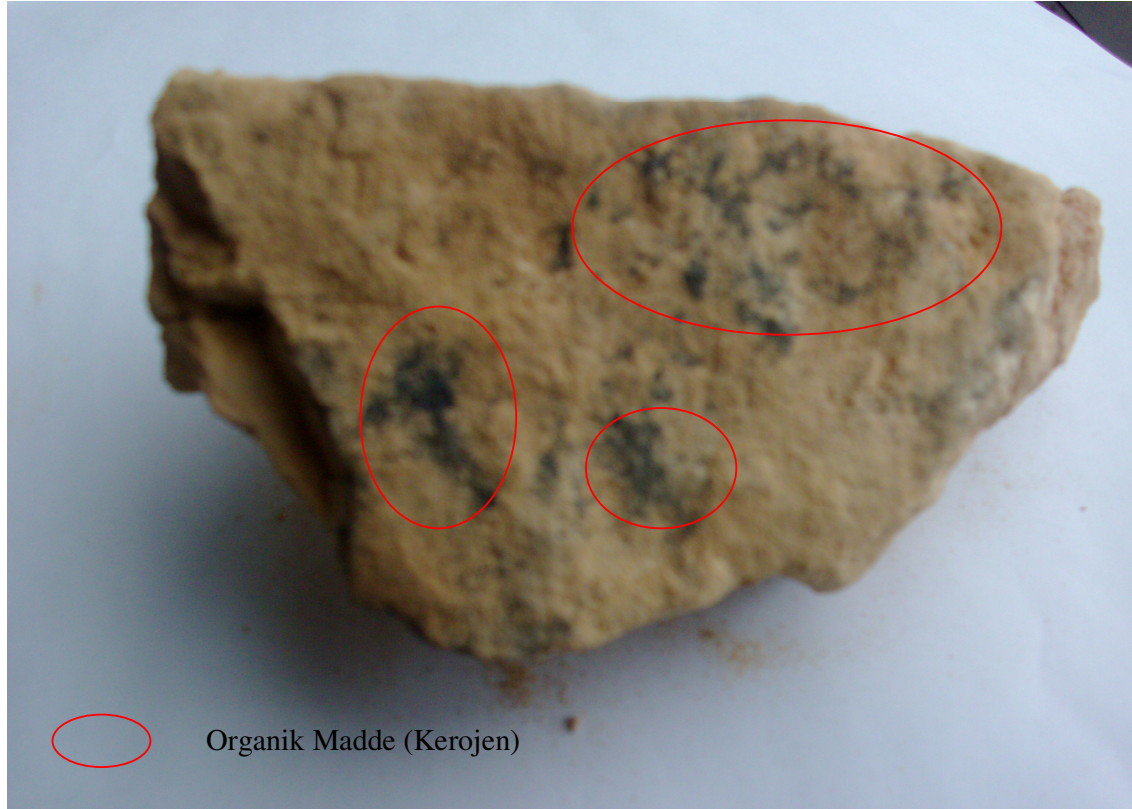
Zonguldak ilinin güney doğusunda, Sapça mevkiinde Kilimli ve Velibey formasyonlarının tedrici geçişli dokanağı yüzeylemektedir. Zonguldak-Ankara karayolu Doğrutan Tepe' nin doğusunda kalan vadinin içerisinde yine laboratuvar çalışmalarında kullanılacak miktarda numune iş makinesi yardımı ile erişilebilen yüksekliklerden ve boy hizasından, çekiç ile kırılarak örnekleme yapılmıştır.



Şekil 4.5 Araziden örneklerin alınması ve laboratuvarda mikroskopik çalışmalara hazırlanması sırasındaki akım şeması.

4.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

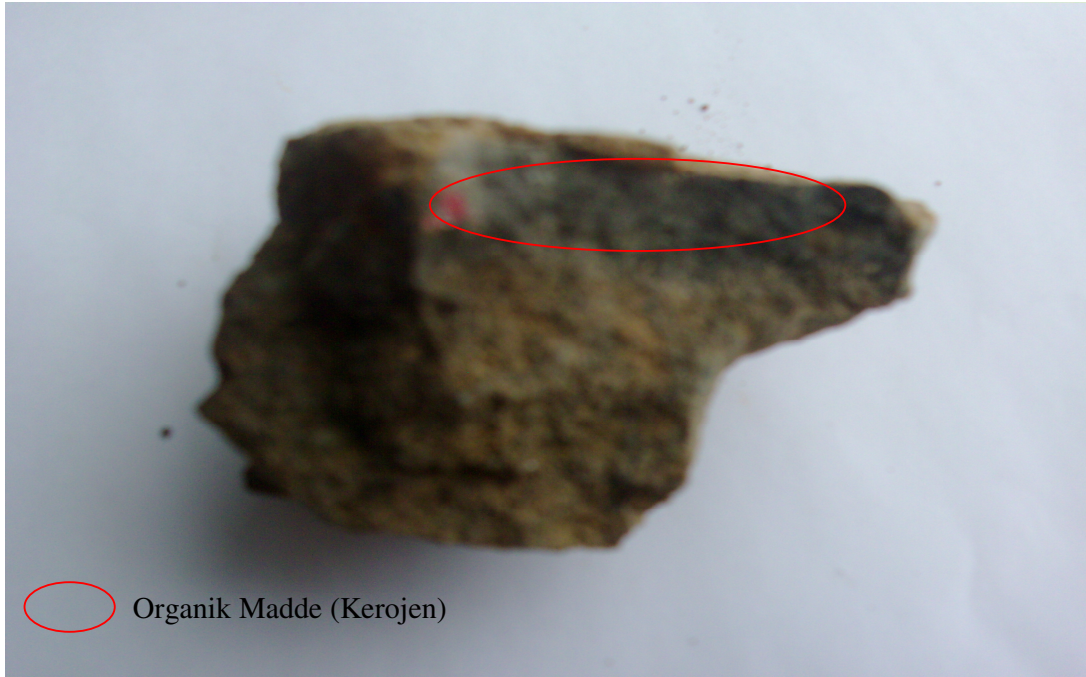
Çalışma alanında Kilimli ve Velibey Formasyonlarında organik madde (kerojen) içermesi olasılığı olan alanlardaki yarmalardan alınan numuneler Laboratuvara getirilerek alındıkları formasyonlara göre gruplandırıldıktan sonra, el örneği ve ASTM D 2013-86 (ASTM 1994) standartlarına göre mikroskobik çalışmaya hazırlanacak örnek olarak, iki gruba ayrılmışlardır.



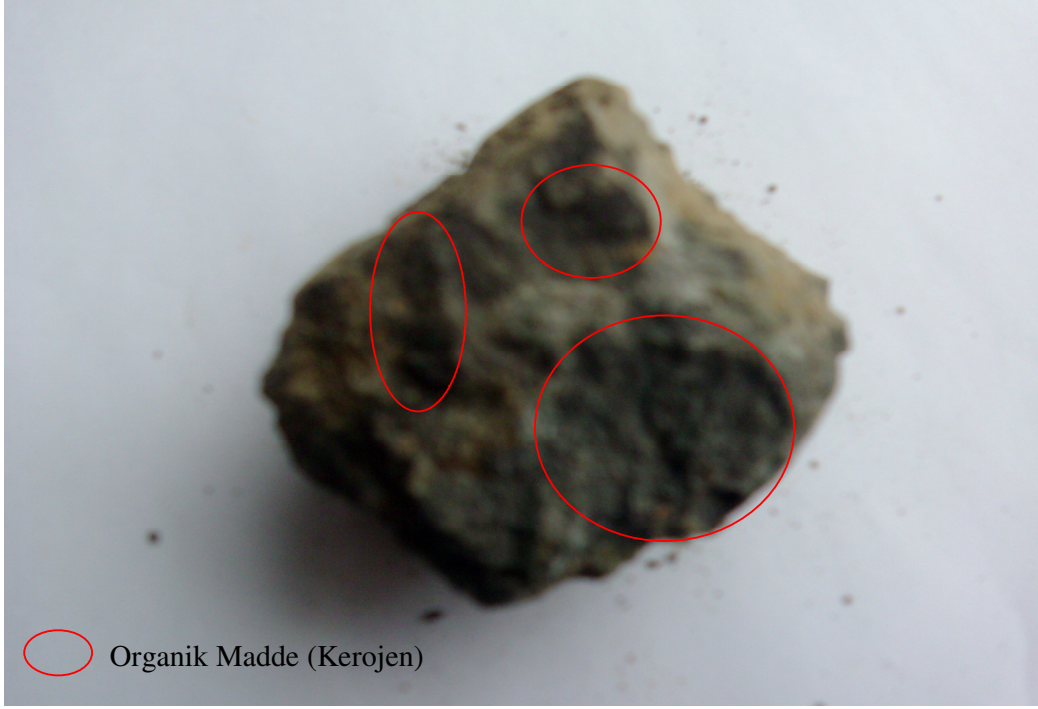
Şekil 4.6 Sapça mekiindeki Velibey kumtaşı içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 4).



Şekil 4.7 Ilıksu mekiindeki Velibey kumtaşları içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 5).



Şekil 4.8 Sapça mekiindeki Kilimli Formasyonu içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 8)



Şekil 4.9 Sapça mekiindeki Kilimli Formasyonu içerisinde görülen organik madde (kerojen) (El örneği 9).

El örnekleri incelenerek numune alımı için belirlenen bölgelere göre Özelleştirilmiş Stratigrafik Kesitler hazırlanmıştır.

Killi, Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 1_....._....._....._.....
Killi, Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 2_....._....._....._.....
Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 3
Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 4

Şekil 4.10 Sapça mevkii Velibey Formasyonu ÖSK.

Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 5
---------------------	-------------	----------------

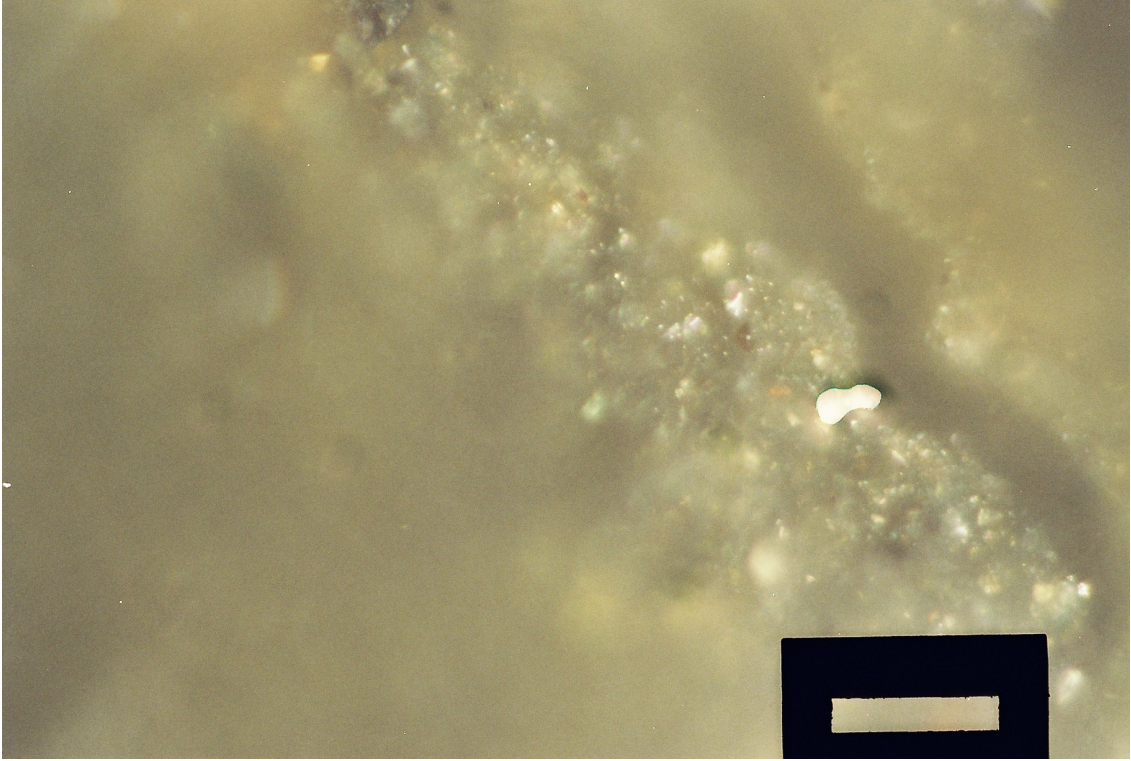
Şekil 4.11 Ilıksu mevki Velibey Formasyonu ÖSK.

Karbonatlı Kumtaşı, Silttaşı	Örnek no: 6
Karbonatlı Kumtaşı, Silttaşı	Örnek no: 7
Karbonatlı Kumtaşı, Killi Silttaşı	Örnek no: 8
Karbonatlı Kumtaşı, Killi Silttaşı	Örnek no: 9

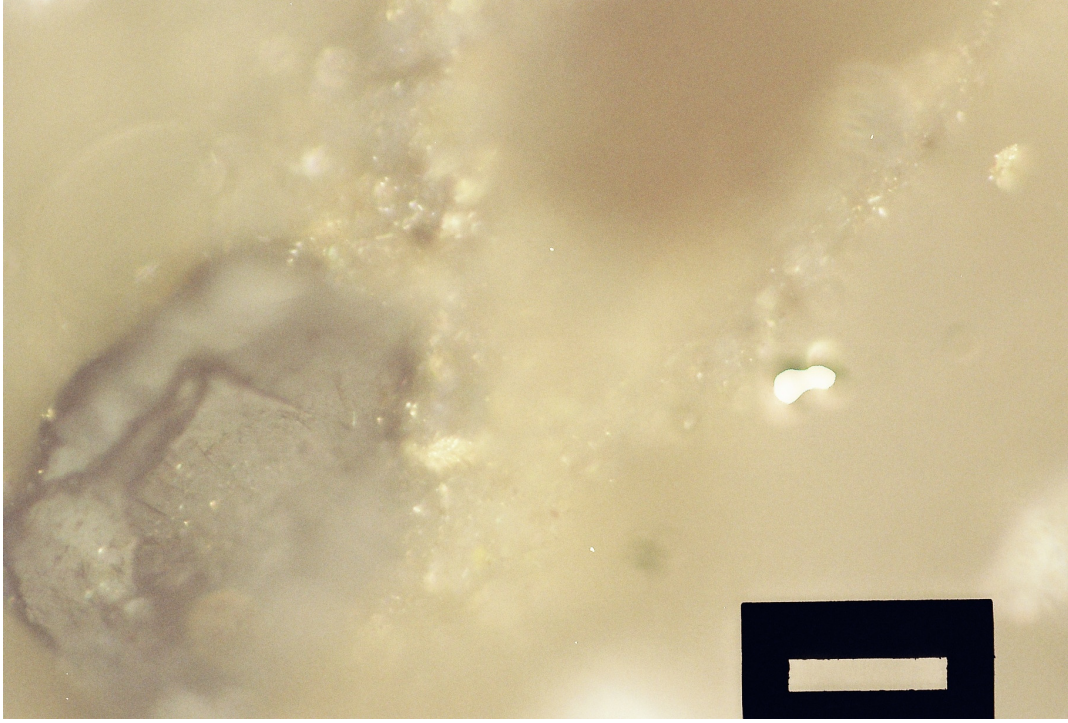
Şekil 4.12 Sapça mevki Kilimli Formasyonu ÖSK.

Mikroskobik çalışmaya hazırlanacak örnekler, ön kırma-parçalama işleminden geçirilerek boyutları -5/10 mm altına indirgenmiştir. Bu boyuttaki malzemeler daha sonra bilezikli değirmende öğütülerek -1mm tane boyutunun altına indirgenmişlerdir. Boyutları -1mm altına indirgenen numuneler daha sonra 1.6 yoğunluklu Karbon tetraklorür (CCl₄) kimyasal karışımlarında yüzdürülerek içerisindeki organik ve inorganik madde ayrımı yapılmıştır. Bu organik madde kazanımları süzgeç kağıtları üzerinde süzülerek-kurutularak petrografik analiz için parlatma yapımı (parlak blok) amacı ile ASTM D 2797 standartlarına göre hazırlanmıştır. Kazanılan organik maddeler polyester malzeme ile bağlanarak ilgili silikon numune kalıplarının içine dökülmüş ve etüvde 40°C 'de 24 saat bekletilerek sertleştirilmişlerdir. Sertleştirilen örneklerin, daha sonra zımpara kağıtları (280, 500, 800, 1000 ve 1200 numara)

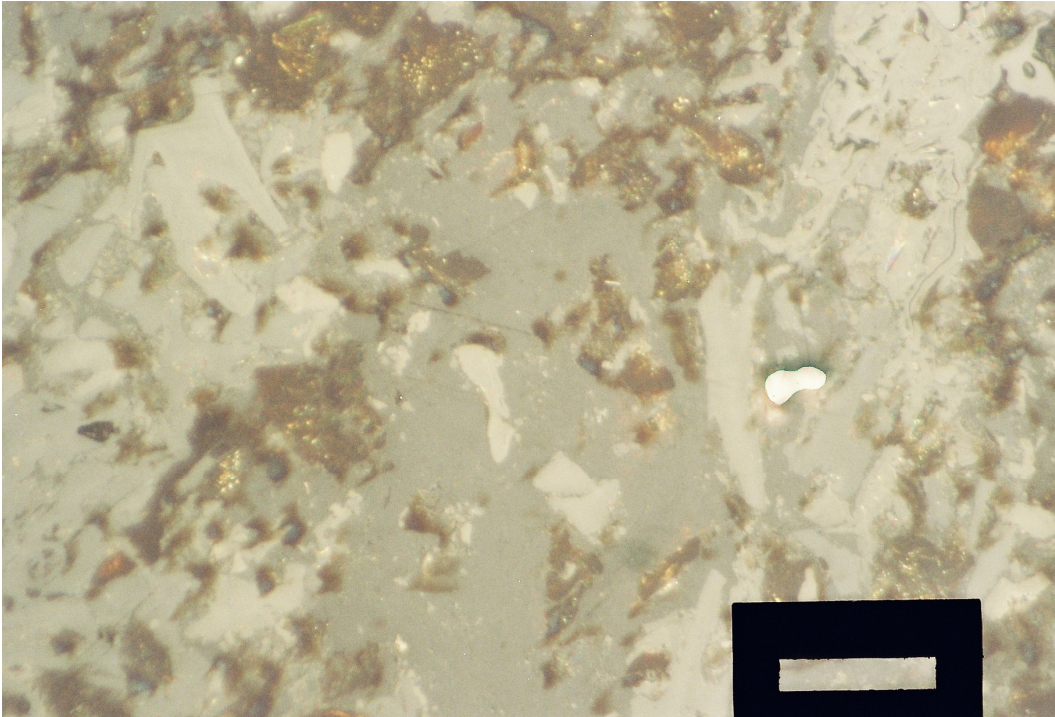
kullanarak yüzeylerinin aşındırılması ve Al_2O_3 tozlar ve keçeler kullanarak parlatması yapılmıştır. Bu rnekler üzerinde kalabilecek olan tozlar işlem sonrasında ultrasonik su banyosunda alınarak temizlenmiştir. Yüzeyleri kurutulan örnekler sarılarak mikroskobik inceleme için koruma altına alınmıştır. Bu rnekler üzerinde Zeiss marka MPM 400 model mikroskop fotometre ile $n=1,516$ immersiyon yağı kullanarak ASTM D 2798 standartlarına göre olgunlaşmaları (yansıtma değerleri) lmlmüştr. Daha sonrada fotoğrafları çekilmiştir.



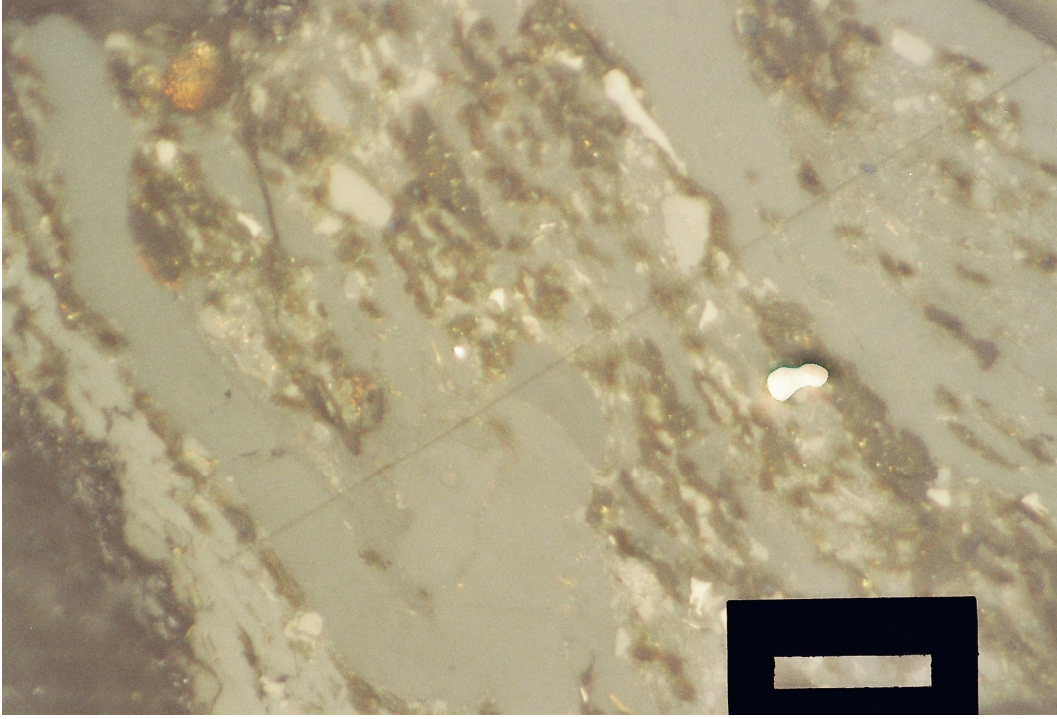
şekil 4.13 Velibey Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).



Şekil 4.14 Velibey Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).



Şekil 4.15 Kilimli Formasyonuna ait mikroskopta görülen organik madde (kerojen).



Şekil 4.16 Kilimli Formasyonuna ait mikroskofta görülen organik madde (kerojen).

4.2.1 Mikroskobik Çalışmalar

Laboratuvarında çeşitli işlemlerden geçtikten sonra mikroskofta incelenmeye hazır hale gelen örneklerin, Zeiss MPM 400 model mikroskop fotometre ile ölçülen yansıtma değerleri ile organik madde (kerojen) içerikleri belirlenmiştir. Yansıtma değerlerinin ölçümlerine göre; %Ro değerleri 0.4-0.6 arasında değişmektedir. Kilimli Formasyonunda %Ro; 0.5-0.6 aralığında, Velibey Formasyonunda ise %Ro; 0.4-0.5 aralığındadır. %Rmin değerleri Kilimli Formasyonunda 0.32-0.38 arasında değişirken Velibey Formasyonunda 0.20-0.25 arasında değişmektedir. Yansıtma değerlerinin grafiklendirildiği %Rmax değerleri ise Kilimli Formasyonunda 0.55-0.65 arasında değişim gösterirken Velibey Formasyonunda 0.5-0.6 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.1 Sapça mevkii Velibey Formasyonu Rmax değerleri.

Killi, Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 1	Rmax: 0.53
Killi, Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 2	Rmax: 0.57
Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 3	Rmax: 0.50
Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 4	Rmax: 0.60

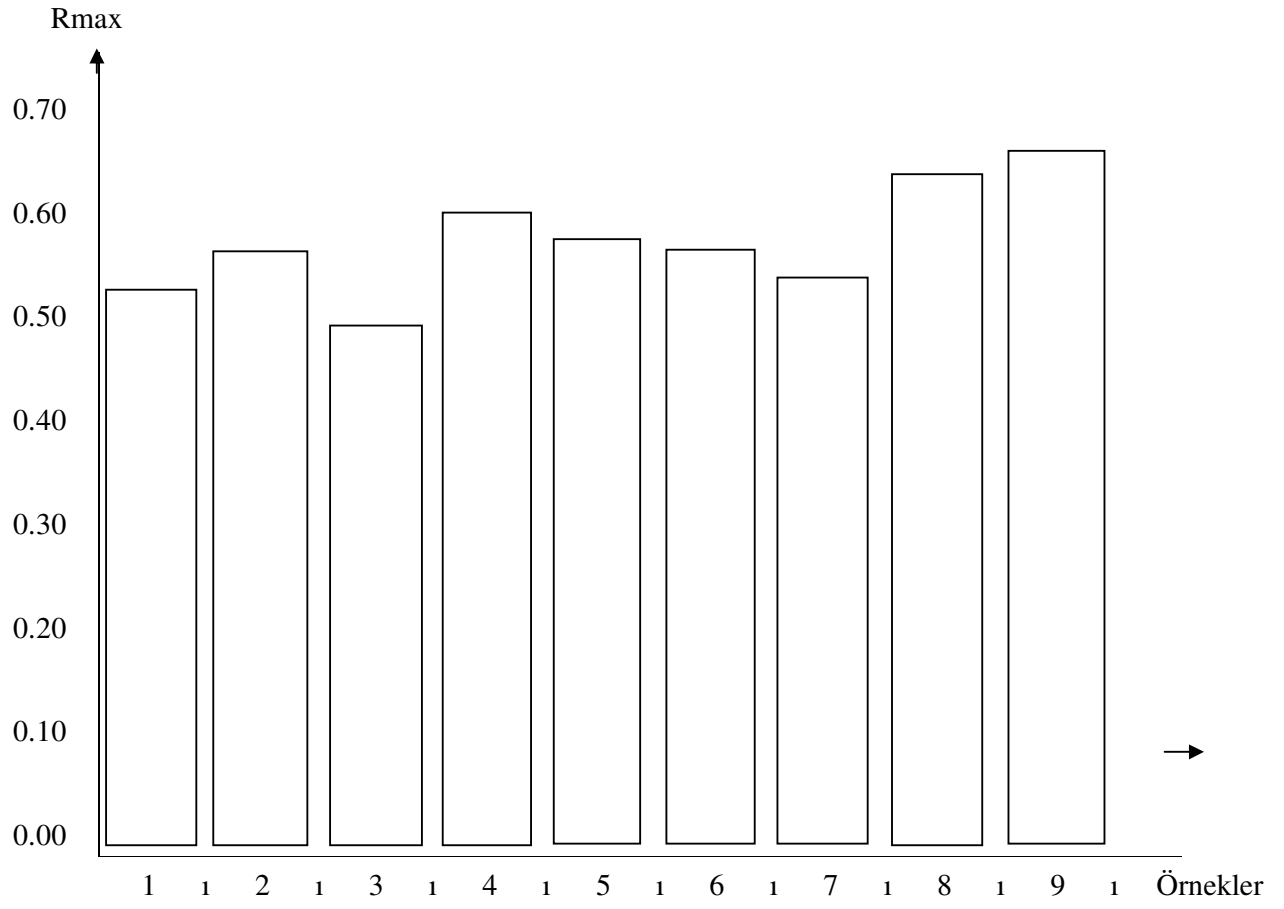
Çizelge 4.2 Ilıkso mevkii Velibey Formasyonu Rmax değerleri.

Kuvarslı Kumtaşı	Örnek no: 5	Rmax: 0.58
------------------	-------------	------------

Çizelge 4.3 Sapça mevkii Kilimli Formasyonu Rmax değerleri.

Karbonatlı Kumtaşı, Silttaşı	Örnek no: 6	Rmax: 0.57
Karbonatlı Kumtaşı, Silttaşı	Örnek no: 7	Rmax: 0.55
Karbonatlı Kumtaşı, Killi Silttaşı	Örnek no: 8	Rmax: 0.63
Karbonatlı Kumtaşı, Killi Silttaşı	Örnek no: 9	Rmax: 0.65

Çizelge 4.4 Rmax değerlerinin örneklere göre dağılımı.



BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Laboratuvar çalışmaları sonucu mikroskopta incelenen parlak kesitler ile R_{max} - R_o - R_{min} değerleri hesaplanarak örnekleme yapılan birimlerin kerojen içerikleri yorumlanmıştır. Kilimli ve Velibey formasyonlarından alınan numuneler formasyonlarına göre ve örnekleme yapılan yerlere göre sınıflandırılarak Apsiyen- Albiyen (Alt Kretase) yaşlı, kumtaşı ağırlıklı birimlerin olgunlaşma seviyeleri belirlenmiştir.

Arazide örnekleme ve laboratuvar çalışmaları sonucu, mikroskobik inceleme ile yansıtma değerleri ölçülen örnekler ile Kilimli ve Velibey formasyonlarının organik madde içerikleri belirlenmiştir. Yansıtma değerlerine göre Kilimli Formasyonuna ait % R_o değerleri 0.50-0.60 arasında, Velibey Formasyonuna ait % R_o değerleri ise 0.40-0.50 arasında değişmektedir. Bu yansıtma değerlerine göre öncelikli sorumuz olan; kömürlü birimleri örten Apsiyen-Albiyen yaşlı örtü birimlerinde olgunlaşma seviyesi tespit edilmiştir. Organik madde (kerojen) miktarının belirlenmesi ile çalışma alanında mostra veren Kilimli ve Velibey formasyonlarının kömür oluşturabilme potansiyelleri, petrol ana-kaya yada hazne-kaya içerikleri, migrasyona uygunlukları ve kuru gaz (metan) yada doğalgaz ihtiva etme potansiyelleri hakkında fikir yürütülebilmesini sağlamıştır.

Apsiyen- Albiyen yaşlı Kilimli ve Velibey Formasyonlarının yaşlarına oranla olgunlaşma seviyeleri birimlerin geçirdiği diyajenez aşaması ve sık heyelanlar sonucu olgunlaşma etkenlerinden olan basıncın etkisizliği ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucu, Kilimli ve Velibey formasyonlarında hesaplanan olgunlaşma seviyelerine göre; yüksek poroziteli, kumtaşı ağırlıklı birimlerin petrol migrasyonuna uygunluğu, kuru gaz (metan) ve doğal gaz potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca örnekleme yapılan mevkiilerin korele edilebilecek uygunluğu gösterdiği fark edilmiştir. Derin sondajlar ile bu korelasyon çalışmalarının yapılmasının petrol rezervuar kayası olabilecek bölgelerin tespitini sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ASTM** (1994) Annual Book of ASTM Standats-Constuction: Soil and Rock. ASTM Publication, 04.08: 987.
- Bulkan Ö** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Hazne Kaya Özellikleri (Zonguldak İli Hatayköy Dolayı). Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul,6-16.
- Buzkan İ** (1997) Relationships Between petrographic and coking features of coals in Zonguldak Basin. *European Coal Geology, 3th European Coal Conference*, 101-114.
- Can Y** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri (Zonguldak Güneyi). Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 24-39.
- Can E ve Yalçın M N** (1992) Armutçuk Yöresinde Karbonifer İstifinin Jeolojik Evrimi ve Modellemesi. *Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*.
- Çoban F** (1986) Akçakoca (Bolu) Yöresi Devoniyen Yaşlı Sedîmanter Serilerin Kil Mineralojisi ve İllit Kristalinite Yöntemiyle İncelenmesi. *Jeoloji Mühendisliği*, 29: 21-26.
- Gedik A ve Korkmaz S** (1984) Sinop Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. *JMO Yayın Organı*, 19: 53-79.
- Görür N, Tüysüz O, Okay A, Sarkınç M, Yiğitbaş E ve Akkök R** (1993) Cretaceous Red Pelagic Carbonates of Northern Turkey: Their Place in the Opening History of the Black Sea. *Eclagae Geol. Helv.*, 86: 819-838.
- Gürdal G ve Yalçın M N** (1992) Kömürde Gaz Birikmesini Kontrol Eden Parametreler. *Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*.
- Hoşgörmez H, Yalçın M N, Cramer B, Gerling P, Faber,E, Schaefer R G ve Mann U** (2002) Isotopic and molecular composition of coal-bed gas in the Amasra region (Zonguldak basin—western Black Sea). *Organic Geochemistry*, 33: 1429–1439.
- Huang W** (1996) Experimental Study of Vitrinite Maturation: Effects of Temperature, Time, Pressure, Water, and Hydrogen Index. *Organic Geochemistry*, 24: 233-241.
- Kara Ü A** (2010) Kentsel Alt Yapı Tesislerinin Planlanmasında Yapılan Jeolojik-Jeoteknik Çalışmalar ve Kilimli (Zonguldak) Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 6.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Korkmaz S** (1990) Mut-Ermenek-Silifke (Konya Mersin) Havzasında Ana Kaya Fasiyesi ve Petrol Oluşumunun Organik Jeokimyasal Yöntemlerle İncelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*,2: 29-38.
- Korkmaz S, Gedik A ve Pelin S** (1991) Türkiye’ deki Bazı Tortul Havzalara Petrol Potansiyeli Açısından Bakış. *Jeoloji Mühendisliği*, Sayı 39, s. 5-14.
- Korkmaz S ve Gedik A** (1988) Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Petrol Oluşumları. *Jeoloji Mühendisliği*, 32: 5-15.
- Korkmaz S** (1990) Sivas Havzasında Ana Kaya Fasiyesi ve Petrol Oluşumunun Organik Jeokimyasal Yöntemlerle Araştırılması. *Jeoloji Mühendisliği*, 37: 61-68.
- MTA** (1994) Batı Karadeniz Karbonifer Havzası Hakkında Özet Bilgi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Zonguldak.
- Özen F** (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri (Gelik Güneydoğusu- Zonguldak). Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, 12.
- Pelin S ve Korkmaz S** (1981) Karadenizin Petrol Potansiyeli. *KTÜ Yer Bilimleri Dergisi*, 2: 145-147.
- Ralli G** (1932) Bassin Hauiller d’Heradee. İstanbul.
- Saxby J D** (1980) Atomic H/C ratios and the generation of oil from coals and kerogens. *Fuel*, 59: 305-307.
- Saxby J D ve Shibaokaa M** (1986) Coal and coal macerals as source rocks for oil and gas. *Applied Geochemistry*, 1: 25-36.
- Siyako M, Aksoy Z, Burkan K A ve Demir O** (1981) Zonguldak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi (Unpublished report), No: 1536, 77.
- Taşçı R** (2000) Zonguldak-Sofular Dolayı Velibey Kumtaşının Yayılımı ve Haznekaya Özellikleri. Diploma Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 11.
- Tissot B P ve Welte D H** (1984) Petroleum Formation and Occurrence. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Tokay M** (1949) Karadeniz Ereğlisi Alacağzı-Deliler Köyü Bölgesi Örtüsü Jeolojik Etüdü. MTA Raporu, No: 1820.
- Tokay M** (1952) Amasra Bölgesinin Jeolojisi ve Karboniferde Gravite Yoluyla Bazı Kayma Olayları. *M.T.A. Dergisi*, 112-113.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Tokay M** (1955) Çaycuma Çayı-Amasra-Bartın-Kozcağz-Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi. *MTA Dergisi*, 46-47 ve MTA Derleme No: 2099.
- Oktu G, Erduran B, Kır N ve Alkılıç Ç** (1994) Zonguldak İlinde yer Alan Gelik-İnağzı, Bağlık-Kozlu Kömür Sahalarının Hidrojeolojik Etüdü. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Orhan E** (1995) Zonguldak Taşkömür Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu-K/20G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi. MTA Raporu, Zonguldak.
- Özler Y, Orhan E, Yaver Y, Canca N, Kır N ve Tongac O** (1992) Zonguldak Değirmenağzı İle Göbü Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı. MTA Raporu.
- Özkoçak O, Konyalı Y ve Şentürk I** (1978) Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış I. Kömür Kongresi, 167-202.
- Van Krevelen** (1993) Coal- Typology, Chemistry, Physics, Constitution. Amsterdam, Londra, New York, Tokyo.
- Wilkins R W T, Wilmshurst J R, Hladky G, Ellacott M V and Buckingham C P** (1995) Should fluorescence alteration replace vitrinite reflectance as a major tool for thermal maturity determination in oil exploration?. *Organic Geochemistry*, 22: 191-209.
- Yalçın M N, İnan S, Hoşgörmez H ve Çetin S** (2003) A new Carboniferous coal/shale driven gas play in the Western Black Sea Region (Turkey). *Marine and Petroleum Geology* 19: 1241-1256.
- Yalçın M N** (1980) Karasu Hatay Grabeni Kuzey Kesiminin Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanaklarının araştırılması. Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Ankara.
- Yalçın M N** (1991) Basin Modelling and Hydrocarbon explaration. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 379-398.
- Yergök F A, Akman Ü, Tekin F, Karabahk N N, Akat U, Armağan F, Erdoğan K ve Kaymakçı H** (1987) Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi. MTA Raporu, No: 2818, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Murat TEKİN, 1980 yılında Zonguldak' ta doğdu. İlk öğrenimini Kozlu Cumhuriyet İlkokulu, orta öğrenimini Zonguldak Anadolu Lisesinde tamamladı. 1999 yılında Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne girdi. 2007 yılında mezun oldu. 2008 yılında girdiği Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Fatih Mah. M. Kösterit Cad.
Mühendisler Yapı Koop.
C/Blok, Kat: 1, No: 2.
Kozlu/ ZONGULDAK

Tel: (372) 266 03 10

E-posta: murattekin1305@hotmail.com

Murat TEKİN