

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SİVAS

**ULAŞ (SİVAS) KUZEYİNDE YERALAN TERSİYER YAŞLI
BİRİMLERİN PETROL ANA KAYA VE ORGANİK FASİYES
ÖZELLİKLERİ**

Faruk AY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2006

**ULAŞ (SİVAS) KUZEYİNDE YERALAN TERSİYER YAŞLI
BİRİMLERİN PETROL ANA KAYA VE ORGANİK FASİYES
ÖZELLİKLERİ**

Faruk AY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



Nazan YALÇIN ERİK

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yrd.Doç.Dr.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu alışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

Üye:

Üye:

ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 2006

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof.Dr. Halil GÜRSOY

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 01.01.1994 tarihinde C.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayımlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****ULAŞ (SİVAS) KUZEYİNDE YERALAN TERSİYER YAŞLI
BİRİMLERİN PETROL ANA KAYA VE ORGANİK FASIYES
ÖZELLİKLERİ**

Faruk AY

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Nazan YALÇIN ERİK

Ulaş (Sivas) kuzeyinde yer alan Tersiyer yaşlı birimlerin petrol ana kaya ve organik fasiyes özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

İnceleme alanının temelini Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonu oluşturmaktadır. Bunun üzerine açılı uyumsuzlukla Eosen yaşlı Kaleköy, Yapalı ve Bozbel formasyonları gelmektedir. Bu birimlerin üzerine ise Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar ve Selimiye formasyonları çökelmiştir.

Kaleköy formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.06'dır. Formasyonda kömürsü organik madde hakimdir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığını, formasyonun petrol ana kayası olamayacağı saptanmıştır. Formasyon, D organik fasiyesinde çökelmiştir ve petrol türüm potansiyeline sahip değildir.

Eosen yaşlı Bozbel formasyonu, Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu örneklerinde yapılan organik jeokimyasal ve organik petroğrafik analizler yardımıyla bölgenin petrol ana kaya ve organik fasiyes özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Bozbel formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.07'dir. Formasyonda kömürsü organik madde egemendir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığını, formasyonun petrol ana kayası olamayacağı, ender olarak gaz üretebileceği saptanmıştır. Formasyon, D organik fasiyesinde çökelmiştir ve petrol türüm potansiyeline sahip değildir.

Selimiye formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.04'dür. Formasyonda kömürsü organik madde hakimdir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığını ve formasyonun petrol ana kayası olamayacağı belirlenmiştir. Formasyon, D organik fasiyesinde çökelmiş olup kaynak kaya potansiyeline sahip değildir.

Anahtar Kelimeler: Ulaş, Sivas, Anakaya, Organik Fasiyes, Eosen, Tersiyer Havzası, Organik Jeokimya

ABSTRACT**Ma Thesis****THE PROPERTIES OF THE OIL SOURCE ROCK AND OF THE ORGANIC
FACIES OF THE TERTIARY UNITS EXPOSED
IN THE NORTH OF ULAS (SIVAS)**

Faruk AY

Cumhuriyet University
Institute of Applied and Natural Sciences
Geological Engineering Department

Supervisor: Assoc.Prof.Dr.Nazan YALÇIN ERİK

The present study aims at revealing the characteristics of the oil source rock and organic facies of the Tertiary units exposed in the North of Ulas (Sivas).

The basement of the research of Upper Cretace-Paleocene is Tecer formation. Tectonic the Eocene Kalekoy, Yapalı and Bozbel formations overlies on these units. The Oligocene Küçüktuzhisar and Selimiye formation overlies these units. The latter successions have been sampled to carry out organic geochemical and organic petrographic

analysis in order to reveal the characteristics of the oil source rock and organic facies of the study area.

The average total organic carbon is 0.06 % in the Kalekoy Formation. Coalish organic matter in the formation is dominant. By the help of the vitrinit reflection measurements it has been determined that the unit is at diagenesis stage, not mature enough to be a source rock, but can rarely produce gas. The formation was deposited in the D organic facies and it does not have any source oil potential.

The average total organic carbon in the Bozbel Formation is 0.07 %. Coalish organic matter in the formation is dominant. By the vitrinit reflection measurements it has been determined that the unit is at the stage of diagenesis, not mature enough to be a source rock, but can rarely produce gas. The formation was deposited in the D organic facies and it does not have any source rock potential.

The average total organic carbon in the Selimiye Formation is 0.04 %. Coalish organic matter in the formation is dominant. By the vitrinit reflection measurements it has been determined that, the unit is at the stage of diagenesis, not mature enough to be a source rock but can rarely produce gas. The formation was deposited in the D organic facies, and it does not have any source rock potential.

Key Words: Ulaş, Sivas, Source Rock, Organic Facies, Eocene, Tertiary Basin, Organic geochemical.

TEŞEKKÜR

C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı Tezi kapsamında hazırlanan bu çalışmada, yardım ve katkılarını esirgemeyen ve beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Nazan YALÇIN ERİK'e;

Labratuvar ve yazım çalışmalarım sırasında katkı ve yardımlarından dolayı değerli hocalarım Prof.Dr. Hüseyin YALÇIN ve Doç.Dr. Kaan Şevki KAVAK'a;

Paleontolojik tayinlerin yapılmasında yardımcı olan Doç.Dr. Nazire ÖZGEN ERDEM'e;

Beni her konuda destekleyen ve yönlendiren çok değerli ve saygı duyduğum hocam Prof.Dr. Engin ÜNAY'a;

Arazi çalışmaları ve tez yazım aşamalarındaki destekleri ve sabırlarından dolayı aileme teşekkür ederim

Faruk AY

06.09.2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR	IX
İÇİNDEKİLER	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	XVI
MİKROFOTOĞRAFLAR DİZİNİ	XVIII
1. GİRİŞ	1
1.1. İncelemenin Amacı	1
1.2. İnceleme Alanın Konumu ve Yeryüzü Şekilleri	1
1.3. İnceleme Yöntemleri	3
1.4. Önceki Çalışmalar	3
2. STRATİGRAFİ	8
2.1. Tecer Formasyonu (KTt)	11
2.2. Kaleköy Formasyonu (Tkal)	12
2.3. Yapalı Formasyonu (Tya)	16
2.4. Bozbel Formasyonu (Tb)	17
2.5. Küçüktuzhisar Formasyonu (Tkü)	24
2.6. Selimiye Formasyonu (Ts)	26
2.7. Alüvyonlar (Qal)	30

3. PETROGRAFİK İNCELEMELER	31
3.1. Petrografik İncelemeler	31
3.2. XRD-TK İncelemeleri	31
4. PETROL ANA KAYASI İNCELEMELERİ.....	41
4.1. Saha İncelemeleri	41
4.2. Laboratuvar İncelemeleri	41
4.2.1. Ana kaya içindeki organik madde miktarı	42
4.2.2. Organik Madde Türleri	51
4.2.3. Vitrinit Yansıması Ölçümleri	69
4.2.4. Rock-Eval Analizleri	72
4.2.4.1. Rock-Eval Pirolyzi sonuçlarına göre ana kaya potansiyeli	77
4.2.5. Spor renk değişimleri (SCI)	80
5. ORGANİK FASİYES İNCELEMELERİ	84
5.1. Kaleköy Formasyonu Organik Fasiyesleri	86
5.2. Bozbel Formasyonu Organik Fasiyesleri	87
5.3. Selimiye Formasyonu Organik Fasiyesleri	87
6. SONUÇLAR	88
DEĞİNİLEN BELGELER	89

ÖZGEÇMİŞ

Ek: İnceleme alanının Jeoloji haritası (Türkiye jeoloji Haritası Sivas paftasından Değiştirilerek).

ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa No
Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası	2
Şekil 2.1. İnceleme alanının sadelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz)	10
Şekil 2.2. Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonu (Tkal) ölçülü Stratigrafik dikme kesiti ...	15
Şekil 2.3. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) kuzey antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti	22
Şekil 2.4. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) güney antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti	23
Şekil 2.5. Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) ölçülü stratigrafik dikme kesiti ..	27
Şekil 3.1. Kaleköy formasyonu (Ts) Delik Kaya 20-57 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Do: Dolomit, Kil: Kil mineralleri)	32
Şekil 3.2. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu'nu (Tkal) temsil eden Delik Kaya ölçülü dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi	33
Şekil 3.3. Bozbel formasyonu (Kt) Kuzey antiklinali 20-3 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Do: Dolomit, S: Sölestin mineralleri)	34
Şekil 3.4. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu'nu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi	35
Şekil 3.5. Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali 20-25 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Kil: Kil mineralleri)...	36
Şekil 3.6. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu'nu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi	37
Şekil 3.7. Selimiye formasyonu (Tb) Ziyaret Tepe 20-19 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Kil: Kil mineralleri)	38
Şekil 3.8. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu'nu (Ts) temsil eden Ziyaret Tepe ölçülü dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi	39
Şekil 4.1. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonunu (Tb) temsil eden Delik Kaya ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı	45
Şekil 4.2. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı	47

Şekil 4.3. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı.....	48
Şekil 4.4. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu (Tb) temsil eden Ziyarettepe ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı	50
Şekil 4.5. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonunu (Tkal) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitte belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.....	55
Şekil 4.7. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesitte belirlenen organik madde türlerinin dağılımı	59
Şekil 4.7. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitte belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.....	64
Şekil 4.8. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu (Ts) temsil eden Ziyarettepe ölçülü dikme kesitte belirlenen organik madde türlerinin dağılımı	67
Şekil 4.9. İncelenen birimlerde belirlenen organik madde türlerinin formasyonlara göre dağılımı	68
Şekil 4.10. Vitrit yansıması ve kerojen tipi açısından petrol ve gaz zonlarının yaklaşık sınırları (Tissot ve Welte, 1978)	72
Şekil 4.11. Rock-Eval pirolizi yapılan birimlerin Van Krevelen diyagramına göre ana kaya tipleri (Espitalie ve diğ., 1977)	76
Şekil 4.12. İnceleme alanındaki birimlerin hidrojen indeksi (HI) ve toplam organik karbon (TOC) değerlerine göre köken zenginliği (HI-TOC) diyagramı (Jackson ve diğ., 1983).	78
Şekil 4.14. İnceleme alanındaki örneklerinin HI-Tmax diyagramı (Mukhopadhyay ve diğ., 1995)	79
Şekil 5.1. Değişik çökelme ortamlarındaki farklı organik fasiyeslerin görünümü (Altunsoy ve Özçelik, 1993)	85

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa No
Çizelge 3.1. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonunu (Tkal) temsil eden Delik Kaya XRD-TK değerlendirme sonuçları	32
Çizelge 3.2. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali XRD-TK değerlendirme sonuçları	34
Çizelge 3.3. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali XRD-TK değerlendirme sonuçları	36
Çizelge 3.4. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu (Ts) temsil eden Ziyaret Tepe XRD-TK değerlendirme sonuçları	38
Çizelge 4.1. Toplam organik karbon miktarına göre ana kaya sınıflamaları	42
Çizelge 4.2. Kaleköy formasyonu (Tkal) Delik Kaya ölçülü dikme kesiti toplam organik karbon değeri	44
Çizelge 4.3. Bozbel formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesiti toplam organik karbon değeri	46
Çizelge 4.4. Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali ölçülü dikme kesiti toplam organik karbon değeri	46
Çizelge 4.5. Selimiye formasyonu (Ts) Delik Kaya ölçülü dikme kesiti toplam organik karbon değeri	49
Çizelge 4.6. Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonu (Tkal) Delik Kaya'da belirlenen organik madde türleri	53
Çizelge 4.7. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinalinde belirlenen organik madde türleri	60
Çizelge 4.8. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) Güney Antiklinalinde belirlenen organik madde türleri	60
Çizelge 4.9. Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) Ziyarettepe'de belirlenen organik madde türleri	65
Çizelge 4.10. İncelenen birimlerde belirlenen organik madde türlerinin formasyonlara göre dağılımı	68
Çizelge 4.11. İnceleme alanındaki birimlerin vitrinit yansıması ölçümleri	71

Çizelge 4.12. Kaleköy formasyonundan alınan örneklerin Rock-Eval pirolizi sonuçları.....	74
Çizelge 4.13. Bozbel formasyonundan alınan örneklerin Rock-Eval pirolizi sonuçları.....	75
Çizelge 4.14. Selimiye formasyonundan alınan örneklerin Rock-Eval pirolizi sonuçları.....	75
Çizelge 4.15. Spor renk indisi ve Olgunlaşma seviyesi skalası	80
Çizelge 5.1. Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskobik ve kimyasal karakteristikleri (Jones, 1987).....	86

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ**Sayfa
No**

- Foto 2.1.** İnceleme alanının kuzeyinden bir görünüm, Tecer formasyonu (Kt), Selimiye formasyonu (Ts) ve Bozbel formasyonu (Tb) (Çifteağıl köyü 1 km batısı, doğuya bakış)..... **9**
- Foto 2.2.** İnceleme alanının güneyinden bir görünüm. Tecer formasyonu (Kt) ve Bozbel formasyonu (Tb) (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, güneydoğuya bakış)..... **9**
- Foto 2.3.** Kaleköy formasyonunun (Tkal) görünümü. (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu)..... **13**
- Foto 2.4.** Kaleköy formasyonu (Tkal) çamurtaşlarında gözlenen simetrik çatlaklar (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu)..... **13**
- Foto 2.5.** Kaleköy formasyonu (Tkal) içerisindeki çamur topakçıkları (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu,)..... **14**
- Foto 2.6.** Kaleköy formasyonuna (Tkal) ait çakıltaşı, kumtaşı ve şeyl ardalanması (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu) **14**
- Foto 2.7.** Yapalı formasyonuna (Tya) ait birimlerin görünümü, Küçüktuzhisar formasyonu (Tkü) (Yapalı köyü 4 km kuzeydoğusu, kuzeye bakış) **17**
- Foto 2.8.** Bozbel formasyonunun (Tb) görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, doğuya bakış)..... **18**
- Foto 2.9.** Bozbel formasyonuna (Tb) ait kireçtaşı, marn ve kumtaşlarının görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi) **19**
- Foto 2.10.** Bozbel formasyonu (Tb) şeyllerinin görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi) **19**
- Foto 2.11.** Bozbel formasyonuna (Tb) ait çakıltaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasından bir görünüm (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, kuzeye bakış) **20**
- Foto 2.12.** Bozbel formasyonuna (Tb) ait çakıltaşı, kumtaşı ve marnların ardalanması (Ulaş'ın 3 km kuzeyi) **20**
- Foto 2.13.** Küçüktuzhisar formasyonuna (Tkü) ait jipslerden bir görünüm (Akkaya Köyü 4 km güneyi, doğuya bakış) **25**
- Foto 2.14.** Küçüktuzhisar formasyonuna (Tkü) ait jipslerde gelişen mağara görünümü (Yukarıadaköy'ün 2 km doğusu, kuzeybatıya bakış) **25**
- Foto 2.15.** Selimiye formasyonu (Ts) Ziyarettepe'den görünüm (Çifteağıl Köyü Güneyi, güneye bakış) **28**

- Foto 2.16.** Selimiye formasyonundan (Ts) bir görünüm (Bostankaya Köyü 3 km kuzeydoğusu, batıya bakış)..... 29
- Foto 2.17.** Selimiye formasyonu (Ts) tabakalı kumtaşlarından bir görünüm (Çifteağıl Köyü 1 km güneyi, batıya bakış)..... 29
- Foto 2.18.** Selimiye formasyonu (Ts) jips, kıltaşı, alacalı kumtaşı ve çakıltaşı ardalanması (Bostankaya Köyü 3 km kuzeydoğusu, doğuya bakış) 30

MİKROFOTOĞRAFLAR DİZİNİ	Sayfa No
Mikrofoto 2.1. Bozbel formasyonu içerisinde gözlenen mikritik dokudaki organik madde zenginleşmesi (Örnek no: 20-32).....	21
Mikrofoto 2.2. Selimiye formasyonu (Ts) kireçtaşlarında bulunan <i>İdalina sinjarica</i> (Örnek no: 20-16, Büyütme 20x10).....	28
Mikrofoto 3.1. Selimiye formasyonu (Ts) içerisinde gözlenen organik madde zenginleşmesi (Örnek no: 20-18, Büyütme 10x10)	40
Mikrofoto 4.1. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-4, Büyütme 10x10).....	53
Mikrofoto 4.2. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen amorf, kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-7 Büyütme 10x10).....	53
Mikrofoto 4.3. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-4, Büyütme 10x10).....	54
Mikrofoto 4.4. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen yuvarlak-yarı yuvarlak kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-5, Büyütme 10x10).....	54
Mikrofoto 4.5. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü organik madde ve spor, polenler (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10).....	55
Mikrofoto 4.6. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10).....	55
Mikrofoto 4.7. Bozbel formasyonuna (Tb) ait kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-24, Büyütme 10x10).....	58
Mikrofoto 4.8. Bozbel formasyonuna (Tb) ait kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-31, Büyütme 10x10).....	58
Mikrofoto 4.9. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).....	59
Mikrofoto 4.10. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).....	59
Mikrofoto 4.11. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).....	60
Mikrofoto 4.12. Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü ve otsu organik madde türleri (Örnek no: 20-36, Büyütme 10x10).....	62

- Mikrofoto 4.13.** Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-57, Büyütme 20x10)..... **63**
- Mikrofoto 4.14.** Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü organik madde türleri (Örnek no: 20-57, Büyütme 10x10)..... **63**
- Mikrofoto 4.15.** Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu örneklerindeki (Ts) otsu ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-17, Büyütme 10x10)..... **65**
- Mikrofoto 4.16.** Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) örneklerinde belirlenen kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-17, Büyütme 10x10)... **66**
- Mikrofoto 4.17.** Bozbel formasyonunda (Tb) görülen sarı ve açık kahve renkli sporlar (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10)..... **82**
- Mikrofoto 4.18.** Bozbel formasyonunda (Tb) görülen sarımsı renkli spor (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10)..... **82**
- Mikrofoto 4.19.** Kaleköy formasyonunda (Tkal) görülen kırmızı renkli spor (Örnek no: 20-57, Büyütme 10x10)..... **83**
- Mikrofoto 4.20.** Selimiye formasyonunda (Ts) görülen açık sarı renkli yuvarlak spor (Örnek no: 20-18, Büyütme 10x10)..... **84**

1. GİRİŞ

1.1. İncelemenin Amacı

"Ulaş (Sivas) Kuzeyinde Yeralan Tersiyer yaşlı birimlerin Petrol Ana Kaya ve Organik Fasiyes özellikleri" adlı bu çalışma 2005–2006 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Sivas havzası ülkemizdeki önemli sedimanter havzalardan biri olup havzadaki birimlerin litolojik, petrografik, sedimantolojik ve yapısal özellikleri farklı araştırmalara yıllardan beri konu olmuştur. Petrol jeolojisi açısından da buradaki birimlerin kalınlığı, litoloji çeşitliliği ve yapısal özellikleri ilgi çekici olmuş ve çeşitli araştırmacılar bölgeyi petrol potansiyeli bakımından değerlendirmişlerdir (Pisoni, 1965; Meşhur ve Aziz 1980; İllez ve diğ., 1990; Özçelik, 2000). Havzanın genelinde detaylı çalışmalar olmakla birlikte özellikle Ulaş kuzeyinde yer alan Tersiyer yaşlı sedimanlar ayrıntılı olarak araştırılmamış bu nedenle de inceleme alanının detaylı olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda arazi ve laboratuvar çalışmaları ile elde edilen bulgular değerlendirilerek, petrol ana kaya ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

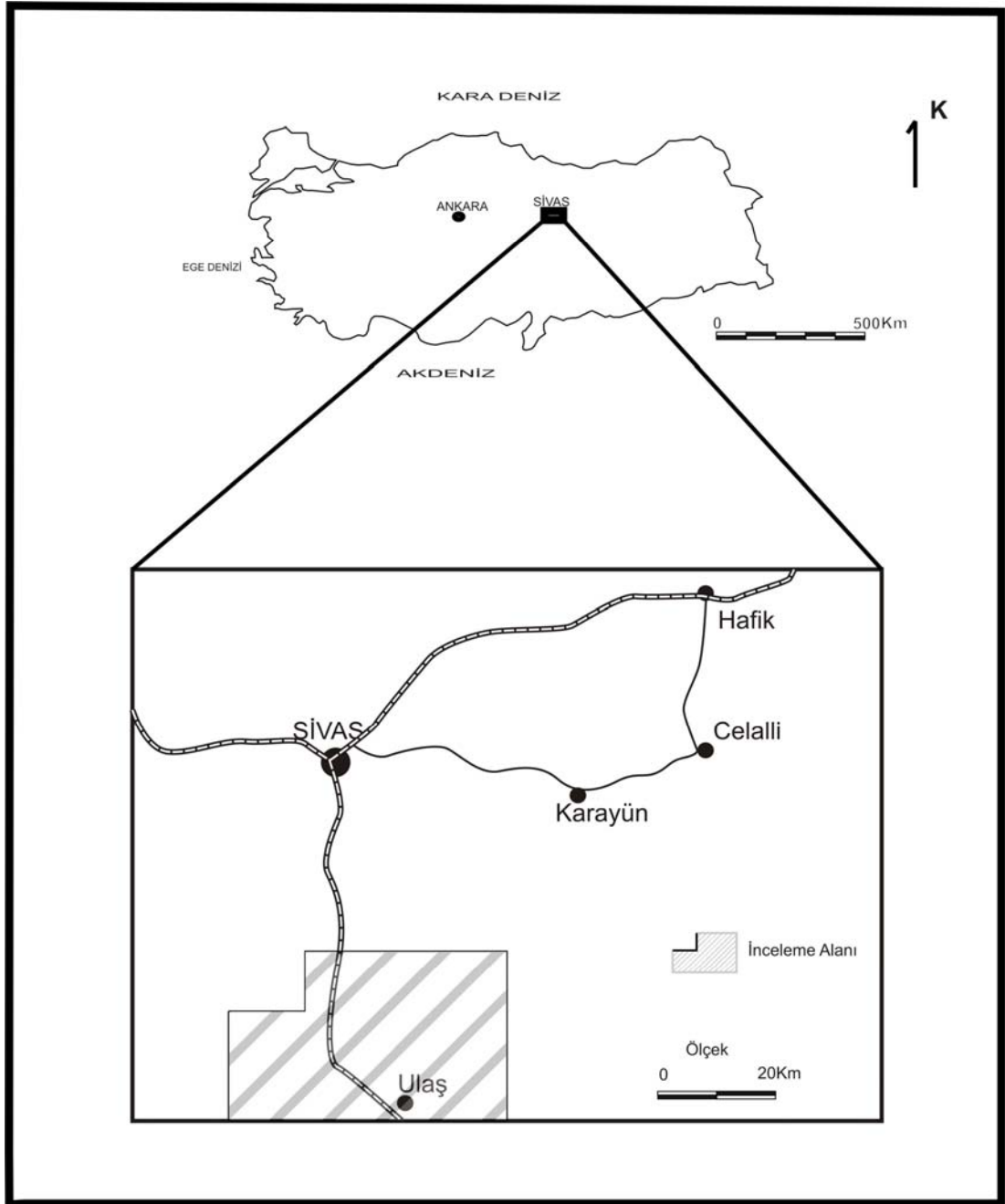
1.2. İnceleme Alanının Konumu ve Yeryüzü Şekilleri

İnceleme alanı, Ulaş (Sivas) ilçesinin kuzeyinde (Şekil 1.1) Sivas İ37-c3, İ38-d4, J37-b2 ve J38-a1 1/25 000 ölçekli pafta alanlarına dahildir ve yaklaşık 50 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. İnceleme alanında Ulaş ilçesine bağlı Yukarıadaköy, Aşağıada, Yapalı, Karacalar, Bostankaya, Akkaya, Hasbey, Çifağı ve Kovalı yerleşim birimleri bulunmaktadır.

Çalışma alanında: Delikkaya T. (1667 m), Çifteyatak T. (1496 m), Sarı T. (1573 m), Poyraz Höyüğü T. (1388 m), Sarı T. (1455 m), Kara T. (1528 m), Çoban T. (1496 m), Ziyaret T. (1604 m) yükselimleri; Tavukkaçar ve Poyrazhöyüğü sırtları; ve Tecer deresi yer almaktadır.

Bölgede ulaşım inceleme alanının tam ortasından geçen Sivas - Malatya karayolu, bazı kesimlerde stabilize yollar ve dağlık kesimlerde ise patikalarla sağlanmaktadır.

İnceleme alanı genellikle tarıma elverişli olduğu için yöre halkı geçimini tarım ve hayvancılıkla temin etmektedir.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası.

1.3. İnceleme Yöntemleri

İnceleme alanında daha önce yapılmış çalışmalardaki (Atabey ve Aktimur, 1997; Yılmaz ve diğ., 1989, 1997 ve Aktimur, 1988) 1/100 000 ölçekli jeolojik haritalardan yararlanılarak bölgedeki birimlerin sınırları gözden geçirilmiş ve çalışma amacına uygun olarak uygun yerlerden ölçülü dikme kesitler alınmıştır. İnceleme alanından alınan 110 örnekten 62' si ölçülü kesit örneği, 48' i ise noktasal örnektir.

Ölçülü dikme kesitler boyunca alınan örneklerin mineral yüzdelerinin belirlenmesi ve kayaç adlamalarının yapılabilmesi amacıyla mikroskopik çalışmalar yanısıra XRD-TK çözümüleme sonuçlarından da yararlanılmıştır.

Birimlerin organik zenginliğini belirlemek için ölçülü dikme kesitlerden derlenen örneklerin toplam organik madde miktarları (TOC) değerlendirilmiştir. Yeterli miktarda organik madde içeren örneklerde organik yoğunlaştırma işlemleri yapılarak, bu örneklerden parlatma kalıpları hazırlanmış, vitrinit yansıma (Ro) değerleri ölçülmüş, hazırlanan kerojen slaytlarından da spor renk indeksi ve organik madde tipleri saptanmıştır.

Organik maddenin tür ve evriminin belirlenmesi amacıyla Rock-Eval piroliz analizi yapılmıştır. Bu analizden elde edilen veriler yardımıyla, incelenen birimlerdeki organik madde türleri, olgunlaşma değerleri, petrol ve gaz oluşturma potansiyelleri belirlenmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda inceleme alanındaki Tersiyer yaşlı birimlerin ana kaya ve organik fasiyes özellikleri hakkında bilgi edinilmiştir.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılmış olan jeolojik amaçlı bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur;

Phillipson (1918), Jipsli serilere Alt Oligosen yaşını vermiş, Chaput (1947), Ulaş ve Deliktaş dolayındaki marn, gri ve gölsel kireçtaşlarından oluşan birimleri jipsli birim olarak tanımlamıştır. Blumental (1937)'e göre Ulaş çayının çöküntü tektoniği özelliği Eosen-Oligosene ait Alçıtaşı-marn formasyonu tarafından belirlenmektedir.

Blumenthal (1938), Hekimhan, Hasançelebi-Kangal civarındaki çalışmasında, Tecer Dağı'nda yüzlekler sunan kireçtaşlarının, yeşil kütleler üzerinde bir örtü durumunda olduğunu ve yaşının Paleozoyik veya Alt Kretase olabileceğini ileri sürmüştür.

Stchepinsky (1939)'e göre havza tabanındaki yükselimler Kretase-Paleosen aralığında başlayarak Oligosen sonuna kadar devam etmiştir. Ayrıca Oligosen sonunun önemli bir dağ oluşum evresiyle sınırlı olduğu, Miyosen'in Oligosen zerine açısal uyumsuzlukla geldiği belirtilmiştir.

Alpay (1948), 'a göre Tuzhisar tuzlası civarındaki Oligosen yaşlı detritikler lagüner bir ortamı yansıtmakta olup tuzlar bu detritikler üzerinde yer almaktadır

Okay (1952), Sivas güneydoğusunda yaptığı çalışmada, Tersiyer'in Eosen ile başladığını, st Kretase kireçtaşları ile "Eski Kalker" adını verdiği Mesozoyik yaşlı tabakaların bunun üzerine uyumsuz olarak geldiğini, Eosen'in genelde filiş fasiyesinde olduğunu ve st seviyelerin jips içerdiğini savunmuştur.

Kurtman (1961), Sivas-Divriği arasındaki bölgenin jeolojisi ve jipsli serileri hakkındaki çalışmasında; bölgede Paleozoyik-Kuvaterner yaşlı birimlerin yüzeylediğini; Mesozoyik ve Miyosen sonunda kıvrımlanmalar olduğunu açıklamaktadır. Yazara göre Sivas çevresindeki jipsler, Miyosen'de açık denizle zaman zaman bağlantıya geçen geniş lagünlerde okelmiştir.

Kurtman (1963), Tecer dağı ve çevresinde yaptığı çalışmada buradaki kireçtaşlarının st Kretase değil muhtemelen Eosen yaşında olduğunu belirtmiştir. Bu seri üzerinde Lütesiyen' e ait filiş tabakaları yer almaktadır. Yazara göre jipsli alacalı seri iki düzey halindedir. Bunlardan birincisi, Eosen üzerinde diskordan olarak bulunan ve taban kesimlerinde jips içeren Oligosen yaşlı kumtaşı tabakaları ile jips tabakalarının ardalanmasından oluşan ve denizel kireçtaşı-marn tabakalarıyla girift haldeki Miyosen serisidir.

Arpat (1964), Gürlevik Dağı bölgesinin petrol imkanlarını incelediği çalışmasında, yöredeki en yaşlı birimin st Kretase yaşlı kireçtaşları olduğunu, bu birimin zerine Söğütlü Karmaşığı olarak adlandırdığı serpantin çakıllı konglomeraların, st Eosen yaşlı şeyl ve kumtaşından oluşan Bozbel Formasyonu'nun geldiğini, kalın tüfit sedimantasyonuyla tipik olan Başyurt

Formasyonu'nun Bozbel Formasyonu içerisinde güneye doğru kamalandığını belirtmiştir. Yazara göre, Oligosen yaşlı Gündüz Formasyonu, Bozbel Formasyonu'nun üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Oligosen seviyelerinin üzerinde ise Alt Miyosen yaşlı Celallı Grubu açılı uyumsuzlukla yer almaktadır. Ayrıca Üst Kretase yaşlı Gürlevik Kireçtaşlarının petrol içerebileceği de ileri sürülmüştür.

Pisoni (1965), Sivas-Zara bölgesinin jeolojisi ve petrol imkanlarını incelediği çalışmada; bölgede hidrokarbon oluşumu açısından hazne kaya, ana kaya ve örtü kaya özelliğinde birimlerin olduğunu belirtmiş, kırıntılı Miyosen yaşlı birimlerin hazne kaya, Eosen Yaşlı Bozbel Formasyonunun ana kaya, Miyosen yaşlı birimlerin ise örtü kaya niteliği taşıdığını ileri sürmüştür.

Baykal ve Erentöz (1966), 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nın Sivas paftası açıklamasında, Üst Kretase yaşlı kayaçların metamorfik temel üzerine açılı uyumsuzlukla geldiği, bunu Paleosen-Eosen filişinin izlediği, bölgedeki Oligosen-Miyosen yaşlı lagüner oluşuklar olarak niteledikleri jipsli serinin ise bu filiş üzerinde uyumsuzlukla bulunduğunu belirtmiştir.

Sungurlu ve Soytürk (1970), Sivas Havzası ve civarının jeoloji etüdü adlı çalışmalarında, Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının iyi hazne ve anakaya özellikleri olmasına karşın, petrolün yataklanması için gerekli koşulları taşımadıkları ve petrol potansiyeline sahip olmadıklarını savunmuştur.

Meşhur ve Aziz (1980) tarafından, Sivas Baseninin Jeolojisi ve Hidrokarbon olanaklarının incelendiği çalışmada, Üst Kretase yaşlı Tecer kireçtaşlarının hazne kaya, Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu şeyllerinin orta-iyi nitelikli ana kaya olabileceği, Eosen sonrası birimlerin ise petrol oluşumu açısından hiçbir değer taşımadığı belirtilmektedir.

Gökçen ve Kelling (1982), Zara-Hafik yöresinde, Oligosen'in havzada yaklaşık 900 m kalınlıkta olduğunu açıklayarak, dört bölümde incelemiştir. Ayrıca Selimiye Formasyonu'nun en üstte kırmızı renkli kumtaşı ve çamurtaşlarından meydana geldiği, bu düzeyin altında gri ve yeşil renkli çamurtaşları ile kumtaşlarının bulunduğu, bunların üzerinde koyu kahverenkli kumtaşlarının yer aldığı, en altta da ince katmanlı mikritik kireçtaşları ile jipslerin varlığına değinilmiştir.

İnan ve İnan (1987), Tecer kireçtaşlarının Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı olduğu ve resifal-sığ deniz ortamında çökeldiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu birimin kuzeyde Lütseyen yaşlı Bozbel ve Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonları üzerine çökeldiğini belirtmişlerdir.

İllez ve diğ., (1990), tarafından Bozbel ve Ulaş civarında yapılan incelemelerde normal alkan, izoprenoid, steran ve terpanlar gibi biyolojik belirleyicilerin varlıkları ve özellikleri araştırılmıştır. Oleanan varlığı ile incelenen örneklerin yaşının Tersiyer olduğu saptanırken, litoloji, steran dağılımı, oleanan/hopan oranı, denizel dinoflagellat, karasal spor-pollen ve fungal spor oranlarına göre Bozbel ve Ulaş örneklerinin farklı organik fasiyes özelliği taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Aktimur ve diğ., (1990), tarafından Alt Kampaniyen-Alt Mestrihtiyen aralığında bölgeye ofiyolitli karışığın yerleştiği, ancak aralıklarla birkaç kez aktarılması nedeniyle Alt Miyosen sonlarına kadar devam ettiği belirtilmiştir. Ofiyolitli karışık üzerindeki Üst Mestrihtiyen-Paleosen-Eosen yaşlı kırıntıların birbirleriyle düşey yönde geçişli olduğu, Oligo-Miyosen ve Alt-Orta Miyosen yaşlı kırıntılarıyla karbonatların denizel, lagüner ve karasal ortam koşullarında çökeldiği, bölgenin Üst Lütseyenden itibaren kısmen karasallaşmaya başladığı, Üst Miyosen sonlarına doğru tamamen karalaştığı da tespit edilmiştir.

Gökten (1993), Ulaş (Sivas) doğusunda Sivas havzası Güney kenarının jeolojisi; İç Toros Okyanusu'nun kapanımıyla ilgili tektonik gelişimin değerlendirdiği çalışmasında, bölgede Geç Kretase-Paleosen'in neritik fasiyesde geliştiğini, Tecer formasyonunun bugünkü konumunun allohton olduğunu belirtmiştir.

Atabey ve Aktimur (1997), 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas G 24 paftası çalışmalarında, daha önce Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından tanımlanan Konakyazı, Kaleköy ve Yapalı formasyonlarının, Aktimur (1986) tarafından ayırtılan Gülandere formasyonu ve Kurtman (1973) tarafından ayırtılan Kozluca, Bozbel, Köseadağ formasyonları ile Bahçecik konglomeralarına karşılık geldiğini belirtmektedirler.

Atalay (1998), Sivas havzasının paleocoğrafik evrimini değerlendirdiği çalışmasında, havzada karasallaşmanın Eosen sonunda başladığı ve Oligosen sonuna

kadar devam ettiğini belirtmiştir. Oligosen sonu Miyosen başında sınırlı olarak denizel rejim tekrar egemen olmuş, regresyon ile aynı dönemin sonuna kadar karasal şartlar da gelişmiştir. Orta-Alt Miyosen sonuna kadar oluşan karasal birimlerin birbirleriyle geçişli ve uyumlu oldukları görülmüştür. Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı karasal kırıntıların daha yaşlı tüm birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla geldiğini belirtmiştir.

Özçelik (2000) tarafından Sivas havzasının organik jeokimyasal özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada, Eosen Kozluca ve Bozbel formasyonlarının TOC oranlarının zayıf-çok zengin aralığında değiştiği, Tip III kerojenlerin egemen olduğu, Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu örneklerinin düşük TOC bileşimi, düşük Hidrojen İndeksi ve düşük olgunlaşma değeri ile karakteristik olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar Eosen çökellerinin sıvı hidrokarbon için kaynak olamayacağını ancak yeterli olgunlaşma düzeyinde gaz türetebileceğini göstermektedir. Oligosen ve Miyosen sedimanları ise yeterince olgunlaşmamıştır ve hidrokarbon türetme potansiyelleri bulunmamaktadır.

Kavak ve İnan (2001), Savcun ve Karacaören (Ulaş-Sivas) Oligosen yaşlı Hafik formasyonu evaporitlerinin tabanında gelişen ve fayların tümünün, Sivas Bindirmesi'nin güneyinde bulunan geri bindirmeler olduğu ortaya çıkarılmıştır. Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığı ve Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen Yaşlı Tecer Formasyonuna ait kayaçların Alt Oligosen sonrasında güneyden kuzeye doğru tektonik olarak hareket ettikleri de belirtilmiştir.

2. STRATİGRAFİ

İnceleme alanında, Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonu, Eosen yaşlı Kaleköy, Yapalı ve Bozbel formasyonları ile Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar ve Selimiye formasyonuna ait birimler bulunmaktadır (Foto 2.1 ve 2.2).

İnceleme alanının tabanında yer yer killi, kumlu, kısmen dolomitik, mercanlı kavkı parçalı kireçtaşlarından oluşan Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonu bulunmaktadır. Bu birim, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonunu oluşturan birimleri tektonik dokanakla üzerlemektedir. İnceleme alanında Eosen yaşlı birimleri, en altta volkano-tortul bir istifte temsil edilen Kaleköy formasyonu oluşturmaktadır. Kumtaşı, kıltaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Eosen yaşlı Yapalı Formasyonu ise, Kaleköy Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir.

Gri renkli kumtaşı, kıltaşı, marn ve kireçtaşı araldanmasından oluşan, filiş özelliği gösteren Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu, Yapalı Formasyonu üzerine yine uyumlu olarak çökelmiştir. Üzerine ise gri renkli kıltaşı, sittaşı, yer yer alacalı jips ve kumtaşı araldanmasından oluşan Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar formasyonu uyumlu olarak gelmiştir. Bu birimin üzerinde ise bordo, kırmızı, yeşil ve gri renkli kumtaşı, çamurtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı ve jipslerden oluşan Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu bulunmaktadır (Şekil 2.1).

İnceleme alanının en genç birimlerini Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturmaktadır.



Foto 2.1. İnceleme alanının kuzeyinden bir görünüm, Tecer formasyonu (Kt), Selimiye formasyonu (Ts) ve Bozbel formasyonu (Tb) (Çifteağıl köyü 1 km batısı, doğuya bakış).

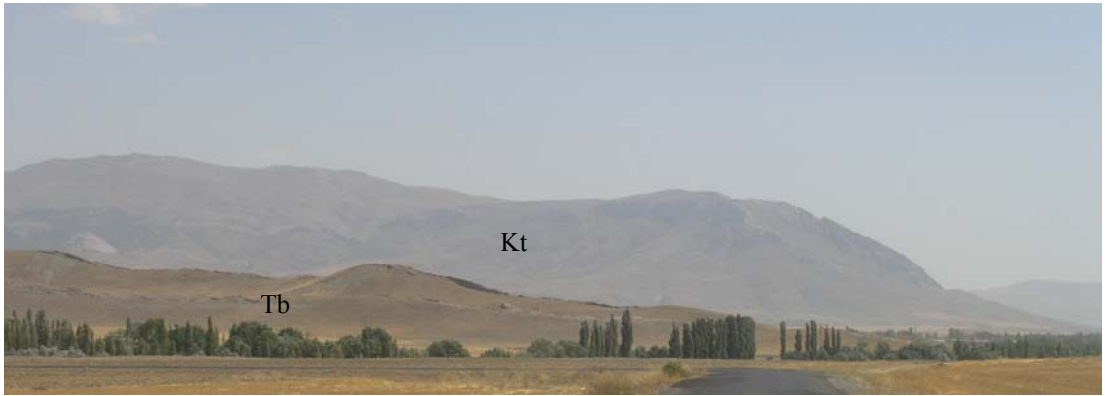


Foto 2.2. İnceleme alanının güneyinden bir görünüm. Tecer formasyonu (Kt) ve Bozbel formasyonu (Tb) (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, güneydoğuya bakış).

ÜST SİSTEM	SİSTEM		FORMASYON	SİMGE	KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	FOSİL İÇERİĞİ	
	SİSTEM	SERİ							
SENOZOYİK	KUVATERNER			Qa			Alüvyon		
	TERSİYER	OLİGOSEN	SELİMİYE	Ts	500		Masif jips, kırmızı alacalı-gri renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanması	<i>İdalina aff. sinjarica</i> <i>Globigerina officinalis</i> <i>Heterellina cf. guespellensis</i> <i>Archaia cf. compressus</i> <i>Alveolina sp.</i> <i>Miliolid sp.</i>	
				KÜÇÜKTUZHISAR	Tkü	100		Gri renkli kilttaşı, silttaşı, jips ve kumtaşı ardalanması	
				BOZBEL	Tb	250-500		Gri-yeşilimsi kumtaşı, marn ve kireçtaşı ardalanması	<i>Rotallia sp.</i> <i>Miliolid sp.</i> <i>Pseudalacazina oeztemveri</i> <i>Miscellanea primitiva</i> <i>Gypsina</i> <i>Nummulites sp.</i> <i>Alveolina sp.</i> <i>Bryozoa</i> <i>Alg</i>
		EOSEN	YAPALI	Tya	>200		Gri-sarımsı, orta ve ince katmanlı kumtaşı, kilttaşı ve şeyl ardalanması		
			KALEKÖY	Tkal	300		Yeşilimsi renkte orta-kalın katmanlı piroklastik ve epiklastik volkanik kayaların ardalanması		
		MEZOZOYİK	KRETASE	ÜST PALEOSEN	TECER	Kt	310-970		Koyu gri-siyah renkli kötü kokulu kireçtaşı	Scadonea aff. samnilica Laffitenia menqaudi Bolkarina aksarayi Orbitoides medius Miliolid sp. Bryozoa Alg

Şekil 2.1. İnceleme alanının sadeleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz).

2.1. Tecer Formasyonu (KTt)

Genel Tanım: Tecer dağı ve Gürlevik dağı dolaylarında yüzeyleyen birim ilk kez Blumenthal (1937) tarafından Tecer kalkeri olarak adlandırılmıştır. Formasyon daha sonra İnan ve İnan (1990) tarafından; inceleme alanının doğusunda yüzeyleyen Gürlevik kireçtaşıyla birleştirilerek Tecer Formasyonu olarak adlandırılmış ve bu çalışmada da aynı adlanmanın kullanılması uygun görülmüştür.

Dağılım ve Konum: Formasyon inceleme alanının güneydoğu kısmında yüzlekler vermekte ve yaklaşık 3 km² lik bir alanda yüzeylemektedir (EK 1). Tecer formasyonu inceleme alanının güneydoğusunda Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır. Tecer Kireçtaşı inceleme alanı dışında, güneydoguda tabanı Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu deneştirilebilecek tuf ve aglomeraları kapsayan Gülandere formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenilir (Aktimur, 1988).

Kaya Türü: Formasyon, siyahımsı-gri renkli, bol eklemli, çözünme boşluklu, yer yer algli ve bol makro fosil kavkılı, orta-kalın (50-70 cm.) katmanlı dolomitik içeriğinden dolayı kötü kokulu kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.1). Taze kırılmış yüzeyleri gri ve grinin tonlarında, oldukça masif özelliğe sahiptir. Yer yer killi-kumlu ve dolomitik seviyelerin bulunduğu birimde, çatlaklar kalsit dolguludur.

Kalınlık: Tecer formasyonuna ait kireçtaşlarının sahada klipler şeklinde yer almaları nedeniyle, birimin kalınlığının saptanması mümkün olamamıştır. Ancak, İnan ve İnan (1987); sözü edilen kireçtaşlarının inceleme alanının güneyinde, alttan üste doğru kalınlık verdiği bölgeleri seçerek yaptıkları tip ve yardımcı kesitlerde, kalınlığın 310-970 m arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Fosil içeriği ve yaş: Tecer formasyonunda, İnan ve İnan (1987) tarafından şu fosiller saptanmıştır.

Scadonea aff. *samnilica*, *Laffitenia manqaudi*, *Bolkarina aksarayi*, *Orbitoides medius*, *Miliolid* sp., *Bryozoa* ve *Alg.* Yukarıda belirtilen fosil topluluğu dikkate alınarak formasyonun yaşı Üst Maestrihtiyen-Paleosendir. Ayrıca, İnan (1988) Tecer dağında yapmış olduğu ayrıntılı çalışmada birimin Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığında çökeldiğini de tespit etmiştir.

Ortamsal yorum: Birimin içindeki mikrofauna topluluğu ve litolojik özellikler, formasyonun sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir.

2.2. Kaleköy Formasyonu (Tkal)

Genel Tanım: İnceleme alanının güney-güneybatısında yüzeyleyen ve genel olarak yeşilimsi renkte görülen Eosen yaşlı volkano-tortul dizi Gökten (1983) tarafından Kaleköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Dağılım ve Konum: Birim, çoğunlukla çalışma alanının güneybatısında, yaklaşık 2 km² lik bir alanı kaplamakta olup birimin Tecer formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından tanımlanan Konakyazı, Kaleköy ve Yapalı formasyonlarının, Aktimur (1986) tarafından ayırtılan Gülandere formasyonu ve Kurtman (1973) tarafından ayırtılan Kozluca, Bozbel, Köseadağ formasyonları ve Bahçecik konglomeralarına karşılık gelmektedir (Atabey ve Aktimur, 1997). Üstüne ise Eosen yaşlı kumtaşı, kiltası, şeyl ardalanmasından oluşan Yapalı formasyonu uyumlu olarak gelmektedir.

Kaya Türü: Formasyon yeşilimsi renkte, orta-kalın katmanlı, piroklastik ve epiklastik kayaçların ardalanması şeklindedir (Şekil 2.1). Piroklastikler, çoğunlukla volkanik kayaç parçaları ile piroksen ve plajiyoklazlardan oluşan camsı-kristalli tuf ve aglomeralardan oluşmaktadır. Epiklastikleri ise genel olarak volkanitlerden türemiş türbidit kumtaşı, çakiltası ve kireçtaşı, silttaşı blokları oluşturmaktadır (Şekil 2.2 ve Foto 2.3, 2.4, 2.5 ve 2.6).

Kalınlık: Yapalı Köyü doğusundaki Delik Kayada yapılan ölçülü dikme kesitte birim yaklaşık 300 m'lik kalınlıkta ölçülmüştür (şekil 2.1).

Fosil içeriği ve yaş: Arazi örneklerinin petrografik değerlendirmesi sonucunda fosil saptanamamış olup önceki araştırmacılar tarafından belirtilen (Gündüz, 1989) Lütésiyeen yaşı kabul edilmiştir.

Ortamsal yorum: Eosen yaşlı birimler bölgede genellikle sığ denizel bir ortamda çökelerken, Kaleköy Formasyonu pelajik ortam özelliği gösterir (Yılmaz ve diğ., 1989).



Foto 2.3. Kaleköy formasyonunun (Tkal) görünümü. (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu).



Foto 2.4. Kaleköy formasyonu (Tkal) çamurtaşlarında gözlenen simetrik çatlaklar (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu).



Foto 2.5. Kaleköy formasyonu (Tkal) içerisindeki çamur topakçıkları (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu,).



Foto 2.6. Kaleköy formasyonundaki (Tkal) çakıltaşı, kumtaşı ve şeyl ardalanması (Delikkaya, Yapalı köyü 3 km doğusu).

2.3. Yapalı Formasyonu (Tya)

Genel Tanım: Eosen yaşlı kumtaşı, kiltası, şeyl ardalanmasından oluşan birim Yapalı Köyü civarında karakteristik özellikleri ile görüldüğü için Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından Yapalı Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışma sırasında da aynı adlama kullanılmıştır.

Dağılım ve Konum: Birim, çalışma alanının güneybatı kesiminde Kaleköy epiklastik kırıntılı kayaları üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Formasyon Yapalı Köyü civarında yüzlekler verir ve yaklaşık 2 km² lik bir alanı kapsar (EK. 1). Bunun üzerine ise Eosen yaşlı kumtaşı, kiltası, şeyl ve kireçtaşından oluşan Bozbel formasyonu uyumlu olarak çökelmiştir.

Kaya Türü: Formasyonun, gri-sarımsı ve orta, ince katmanlı kumtaşı, kiltası, şeyl ardalanımının alt düzeylerinde kanal yapıları, orta ve üst düzeylerde yer yer olistostromal düzeyler görülür (Şekil 2.1, Foto 2.7). Killi-kumlu kireçtaşı ve çakıltası ara katkıları yaygındır. Olistostromal düzeylerin iri malzemeleri genel olarak volkanitlerden ya da Eosen öncesi yaştaki kireçtaşlarından türemiştir (Yılmaz ve diğ., 1989).

Fosil içeriği ve yaş: Arazi örneklerinin ince kesitleri paleontolojik olarak değerlendirilmiş ancak birimde fosil saptanamamıştır. Birim için Gündüz (1989) tarafından verilen Lütésiye yaş kabul edilmiştir.

Ortamsal yorum: Yapalı Formasyonunu oluşturan litoloji sınırlı açık sahanlık (şelf) ortamını göstermektedir.



Foto 2.7. Yapalı formasyonu (Tya) ve Küçüktuzhisar formasyonu (Tkü) görünümü, (Yapalı köyü 4 km kuzeydoğusu, kuzeye bakış).

2.4. Bozbel Formasyonu (Tb)

Genel Tanım: İnceleme alanı güneybatı kesiminde yer alan gri renkli kumtaşı, kıltaşı, şeyl ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan, filiş özelliği gösteren Eosen yaşlı kayatürü topluluğu ilk kez Kurtman (1973) tarafından Bozbel Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Foto 2.8).

Dağılım ve Konum: Formasyon çalışma alanında değişik yerlerde gözlenmektedir. Birim güneybatı ve Batıda Baharözü köyü, Yukarıadaköy ve yakın çevrelerinde önemli yüzlekler verir. Doğuda ise Ulaşın Kuzeydoğusunda ve Karatepenin doğusunda görülmektedir. Kuzeyde ise Bostankaya'nın kuzeyinde gözlenmektedir (EK.1). Birim inceleme alanında yaklaşık 9 km²lik bir alanı kaplar. İnceleme alanında birim Yapalı Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir (Yılmaz ve diğ. 1989). Üstte ise Küçüktuzhisar Formasyonu birim üzerine uyumlu olarak çökelmiştir.

Kaya Türü: Formasyonun tabanı, gri-yeşilimsi, orta katmanlı (15–20 cm), orta-iyi çimentolu, çapraz tabakalı ve yük kalıpları gözlenen kumtaşı-marn ve kireçtaşı ile yer yer marnlardan oluşur (Şekil 2.1, Foto 2.9). Özellikle güneybatı

kesimlerde alt ve orta düzeylerde kireçtaşı, serpantin ve volkanik blokların yanısıra gereçlerin büyük bir bölümü bu kayalardan türemiş olistostromal düzeyler gözlenir (Mikrofoto 2.1). Orta kesimlere doğru; ince-orta katmanlı kireçtaşı, gri, yer yer tektonize olmuş orta-kötü boylanmalı kumtaşları ile temsil edilen formasyon, lamina düzeyinde kumtaşları içerir. Bozbel formasyonu, üste doğru, gri-yeşilimsi kireçtaşı, ince jips seviyeleri içeren kumtaşı ve sarımsı-gri kireçtaşlarının egemen olduğu bir seviyeyle karakterize olur (Foto 2.10). Daha üste yeşil-gri, ince-orta katmanlı (20-25 cm) kumtaşı-marn-plaket kireçtaşı araldanmasına geçen formasyon, marn-kumtaşı tabakalarıyla yanal geçişli olarak gözlenen jipslerle sonlanır (Foto 2.11 ve 2.12).

Kalınlık: Kuzey Antiklinalinde yapılan ölçülü dikme kesitte yaklaşık 250 m, Güney Antiklinalinde ise yaklaşık 500 m kalınlık ölçülmüştür (Şekil 2.3 ve 2.4).

Fosil içeriği ve yaş: Arazi örneklerinin paleontolojik değerlendirmesi sonucunda aşağıdaki fosiller saptanmıştır (Özgen Erdem, 2001).

Nummulites sp., *Miliolidae*, *Rotallia* sp, *Pseudalacazina oeztemveri*, *Miscellaneaprimitiva*, *Gypsina* sp., *Alveolina* sp., *Bryozoa* ve *Alg*. Yukarıda belirtilen fosil topluluğu dikkate alınarak, Formasyon yaşı Alt Eosen olarak belirlenmiştir.

Ortamsal yorum: Bozbel Formasyonu, kıta sahanlığı, kıta yokuşu ve havza kapanımını temsil eder. Formasyon taban ve orta kesimlerinin daha çok orta derin-sığ denizel, üst kesimlerinin ise nispeten sığ karasal bir ortamda çökeldiği belirlenmiştir.



Foto 2.8. Bozbel formasyonunun (Tb) görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, doğuya bakış).



Foto 2.9. Bozbel formasyonuna (Tb) ait kireçtaşı, marn ve kumtaşlarının görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi).



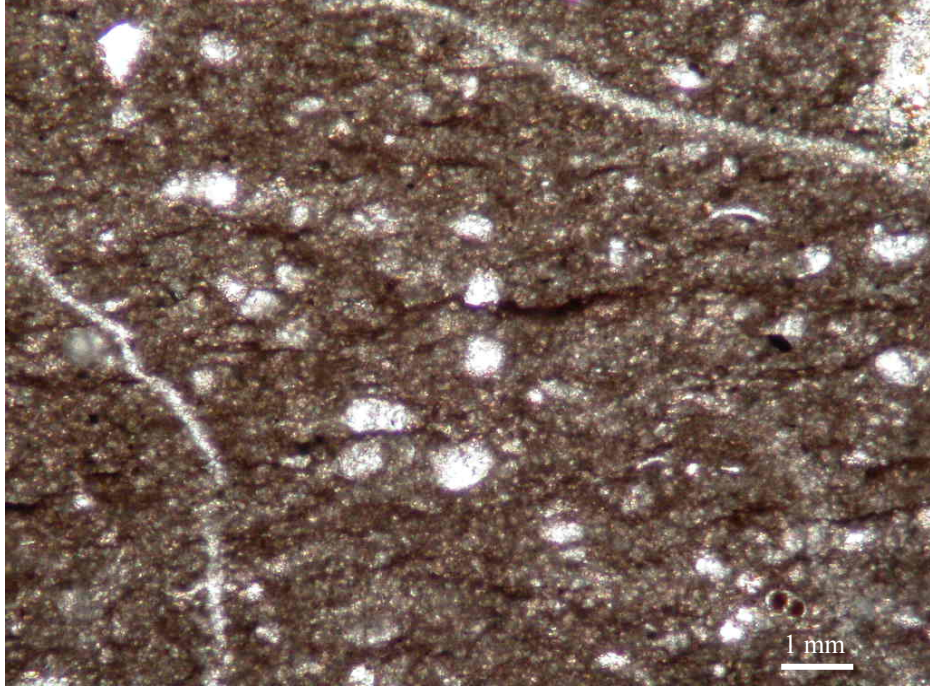
Foto 2.10. Bozbel formasyonu (Tb) şeylllerinin görünümü (Ulaş'ın 3 km kuzeyi).



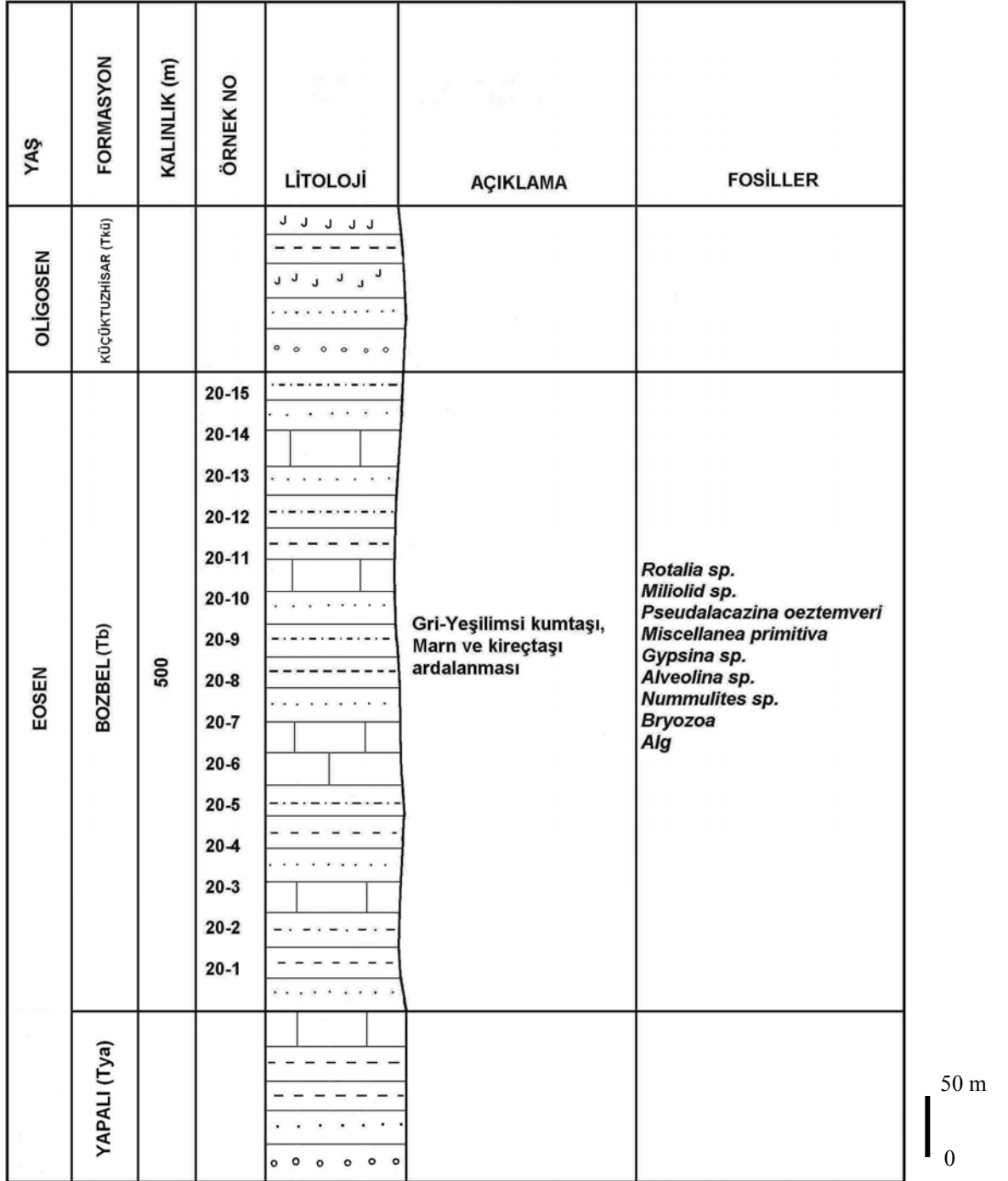
Foto 2.11. Bozbel formasyonundaki (Tb) çakıltaşı, kumtaşı ve marn ar dalanmasından bir görünüm (Ulaş'ın 3 km kuzeyi, kuzeye bakış).



Foto 2.12. Bozbel formasyonuna (Tb) ait çakıltaşı, kumtaşı ve marnların ar dalanması (Ulaş'ın 3 km kuzeyi).



Mikrofoto 2.1. Bozbel formasyonu içerisinde gözlenen mikritik dokudaki organik madde zenginleşmesi (Örnek no: 20-32)



Şekil 2.3. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) kuzey antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti.

YAŞ	FORMASYON	KALINLIK (m)	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	FOSİLLER
OLİGOSEN	KÜÇÜKTUZHISAR (TKÜ)			J J J J J - - - - - J J J J J o o o o o		
EOSEN	BOZBEL (Tb)	250	20-33	Gri-Yeşilimsi kumtaşı, Marn ve kireçtaşı ardalanması	<i>Rotalia sp.</i> <i>Miliolid sp.</i> <i>Pseudalacazina oeztemveri</i> <i>Miscellanea primitiva</i> <i>Gypsina sp.</i> <i>Alveolina sp.</i> <i>Nummulites sp.</i> <i>Bryozoa</i> <i>Alg</i>
			20-32		
	20-31	.....			
	20-30	.....			
	20-29	.....			
	20-28	.....			
	20-27	.....			
	20-26	.....			
	20-25	.....			
	20-24	.....			
	20-23	.....			
	20-22	.....			
	20-21	.....			
	20-20	.....			
YAPALI (TYa)			 - - - - - o o o o o		

25 m
0

Şekil 2.4. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) güney antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti.

2. 5. Küçüktuzhisar Formasyonu (Tkü)

Genel Tanım: İlk kez Gökten (1983) tarafından üye düzeyinde tanımlanan birim daha sonra sahada oldukça yaygın yüzlekler vermesi nedeniyle Yılmaz ve diğ. (1989) tarafından formasyon olarak değerlendirilmiştir. Formasyonun egemen kaya türü beyaz, yer yer alaca renkli jipsler olup ara düzeylerinde irili ufaklı kırmızı çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı araldanmaları içerir.

Dağılım ve Konum: İnceleme alanının batı kesimlerinde, özellikle Yukarıadaköy ve civarında geniş yüzlekler verir (EK. 1). Birim inceleme alanında yaklaşık 5 km² lik bir alanda gözlenir. Formasyon, altta Bozbel formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir. Birimin üzerine Selimiye formasyonu uyumlu olarak çökelmiştir (Şekil 2.1) (Atalay, 1993).

Kaya Türü: Formasyonun tabanını gri renkli kiltası, silttaşı ve bunlarla araldanmalı ince tabakalı jipsler ve kumtaşları oluşturur. Birim genel olarak yeşil, gri, sarımsı ve kırmızı silttaşı, kiltası ve çok ince taneli kumtaşı ve bunların içinde gelişmiş çapıtlı kalınlıklarda jipslerden oluşmuştur (Şekil 2.1, Foto 2.13). Jipsler içerisinde gelişmiş çözünme sonucu oluşmuş boşluklar ve mağaralar bulunmaktadır (Foto 2.14).

Kalınlık: Formasyon çalışma alanının kuzey batı kesiminde yaklaşık 100 m. kalınlıkta iken inceleme alanının dışında daha büyük kalınlıklar da sunmaktadır.

Fosil içeriği ve yaş: Küçüktuzhisar Formasyonu'ndan alınan örneklerin içerisinde fosil bulunmadığından, formasyonun yaşı stratigrafik ilişkilerden ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Stratigrafik ilişkilere göre, Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmesi; Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Akören Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmesi, birimin Oligosen yaşta olma olasılığını artırmıştır.

Ortamsal yorum: Formasyonu oluşturan birimleri olasılıkla denizle ilişkili bir sabka ortamında çökelmiştir (Yılmaz ve diğ., 1995). Formasyonun güney kesimlerde tabanını oluşturan jipsli birimler lagün ortamında, kuzeyde ise formasyonun üst bölümlerini oluşturan jips arakatlı birimler playa göl ortamında çökelmişlerdir (Atalay, 1993).



Foto 2.13. Küçüktuzhisar formasyonuna (Tkü) ait jipsler (Akkaya Köyü 4 km güneyi, doğuya bakış).



Foto 2.14. Küçüktuzhisar formasyonu (Tkü) jipslerinde gelişen bir mağara (Yukarıdaköy 2 km doğusu, kuzeybatıya bakış).

2. 6. Selimiye Formasyonu (Ts)

Genel Tanım: İnceleme alanında önemli yüzlekler veren formasyon bordo, kırmızı, yeşil ve gri renkli birimlerden oluşur. Bu birimler kumtaşı, marn, kireçtaşı ve geniş alanlar yüzeyleyen jipslerdir. İlk kez Kurtman (1973) tarafından Selimiye formasyonu olarak adlandırılmış ve bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

Dağılım ve Konum: İnceleme alanının kuzey orta ve doğu kesimlerinde yüzeyleyen birim yayılım olarak en fazla alanı kapsamaktadır. Birim yaklaşık olarak 14 km²lik bir alanda yüzeylemektedir (EK 1). Küçüktuzhisar formasyonu üzerinde uyumlu olarak gelirken üzerini alüvyonlar açılı uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 2.1, Foto 2.15).

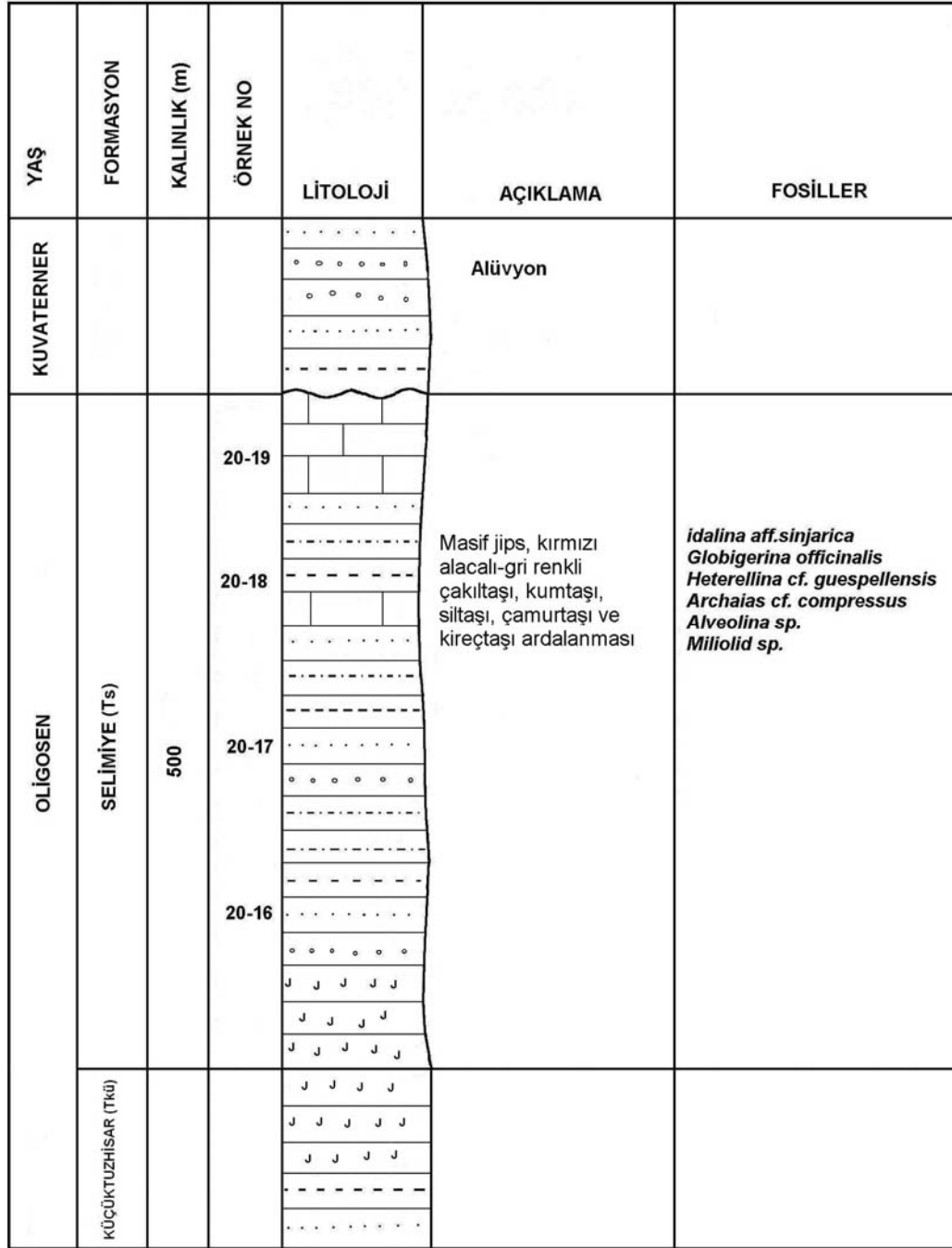
Kaya Türü: Formasyon değişik kaya türlerinden oluşur, birim içerisinde jipsler, kırıntılı karasal oluşuklar ve kireçtaşları da bulunmaktadır (Şekil 2.1). Formasyon, tabanda 200 m'ye varan masif jipslerle başlamaktadır. Kırmızı, alacalı, üst düzeylere doğru gri renkli olan çakıltası, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ardalanımı kalın-orta ve orta-ince katmanlıdır. Üst düzeylerde yer alan kireçtaşları bol fosil içermektedir (Şekil 2.5 ve Foto 2.16, 2.17 ve 2.18).

Kalınlık: Selimiye formasyonunun kalınlığı, Sivas havzasında bazı bölgelerde yaklaşık 1500 m'ye kadar ulaşabilirken inceleme alanı dahilinde 500 m. olarak saptanmıştır (Şekil 2.5).

Fosil içeriği ve yaş: İnceleme alanına ait örneklerde aşağıdaki fosiller saptanmıştır (Özgen Erdem, 2001). Bunlar;

İdalina aff.sinjarica (Mikrofoto 2.2), *Heterellina cf. guespellensis*, *Archaias cf. compressus*, *Globigerina officinalis*, *Alveolina sp.*, *Miliolid sp.* dir. Bu fosil toplulukları dikkate alınarak, formasyon yaşı Alt Oligosen olarak belirlenmiştir.

Ortamsal yorum: Formasyonun taban kesimlerini oluşturan jipsler, buharlaşmanın yüksek olduğu lagüner bir ortamda çökelmiştir. Kırmızı renkli ve ince taneli çökellerde rastlanan çamur çatlakları suların yer yer çekildiğini gösterir. Ortamın açık denizle bağlantısının sağlandığı zamanlarda denizel gri ve yeşil renkli kumtaşları ile karbonatlar çökelmiştir.



Şekil 2.5. Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) ölçülü stratigrafik dikme kesiti.

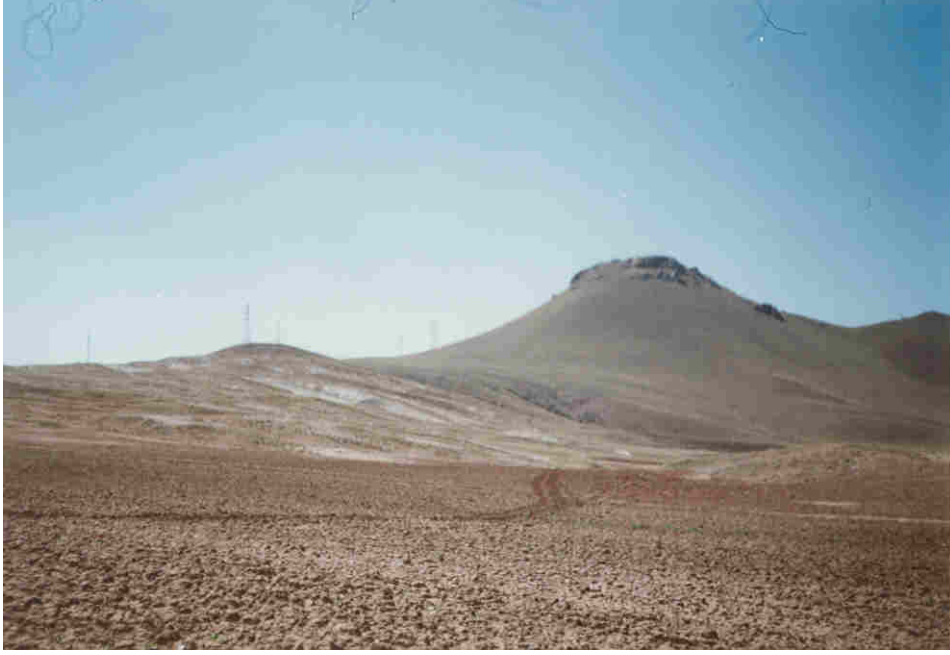


Foto 2.15. Selimiye formasyonunun (Ts) Ziyarettepe'den görünüm (Çifteağıl Köyü Güneyi, güneye bakış).



Mikrofoto 2.2. Selimiye formasyonu (Ts) kireçtaşlarında bulunan *İdalina sinjarica* (Örnek no: 20-16, Büyütme 20x10).



Foto 2.16. Selimiye formasyonundan (Ts) bir görünüm (Bostankaya Köyü 3 km kuzeydoğusu, batıya bakış).



Foto 2.17. Selimiye formasyonu (Ts) tabakalı kumtaşlarından bir görünüm (Çifteağıl Köyü 1 km güneyi, batıya bakış).



Foto 2.18. Selimiye formasyonu (Ts) jips, kiltası, alacalı kumtaşı ve çakıltası ardalanması (Bostankaya Köyü 3 km kuzeydoğusu, doğuya bakış).

2.7. Alüvyonlar (Qal)

İnceleme alanında dere yataklarında serbest çakıl ve kum olarak genç alüvyon çökellerine rastlanmaktadır. Özellikle Tecer deresi boyunca gelişmiş alüvyonlar bölgenin en genç çökellerini oluşturmaktadır.

3. PETROGRAFİK İNCELEMELER

3.1. Petrografik İncelemeler

Çalışma alanındaki Kaleköy, Bozbel ve Selimiye formasyonları örneklerin petrografik ince kesitleri optik mikroskopik yöntemlerle incelenmiştir. Birimlerin ayrıntılı olarak tanımlanması ve fasiyes farklılıklarının ortaya çıkarılabilmesi için olabildiğince sık aralıklarla petrografik değerlendirme yapılmasına çalışılmıştır.

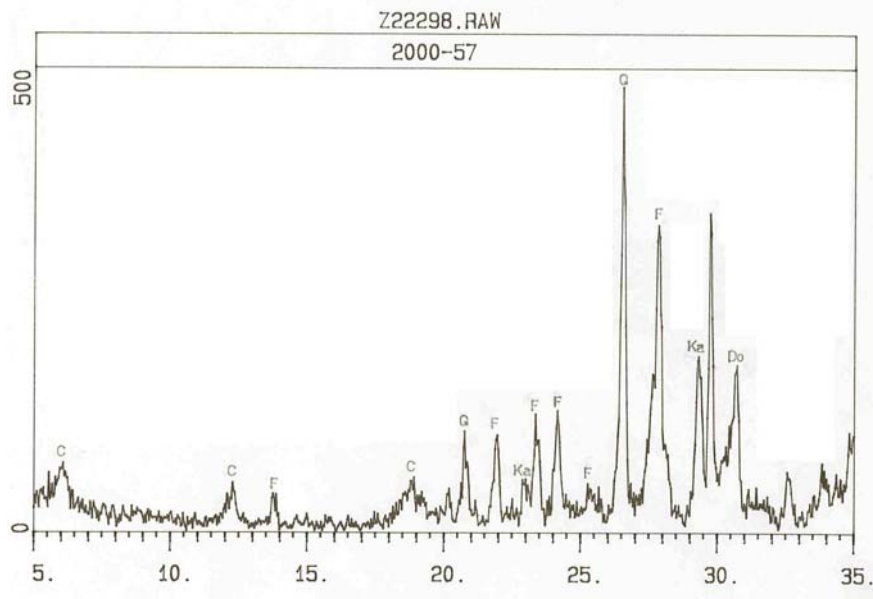
3.2. XRD-TK İncelemeleri

İncelenen birimlere ait örneklerin yaklaşık nicel mineral bolluklarının belirlenmesi amacıyla X Işınları Difraksiyonu-Tüm Kayaç (XRD-TK) incelemeleri yapılmıştır. X ışınları incelemelerinde C.Ü. Jeoloji Mühendisliği MİPJAL' da X Işınları (Rigaku DMAX III C Cu K α) Difraktometresi kullanılmıştır.

Bunun için örneklerin oksitlenmemiş kısımları çeneli kırıcıda 0,5-1 cm'lik parçalar haline gelinceye kadar kırıldıktan sonra, öğütücü alet yardımıyla 20-25 dakika kadar öğütülmüştür. Daha sonra bunların plaketi hazırlanmış ve çekimleri yapılmıştır. Tüm kayaç toz çekimlerinde gonyometre hızı 5 °/dak ve kayıt aralığı $2\theta = 5-35^\circ$ dır. Minerallerin yarı nicel yüzdeleri difraktomlardaki pik şiddetlerine göre belirlenmiştir.

Kaleköy formasyonundan 10, Bozbel formasyonundan 13 ve Selimiye formasyonundan ise 3 olmak üzere toplam 26 adet örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır.

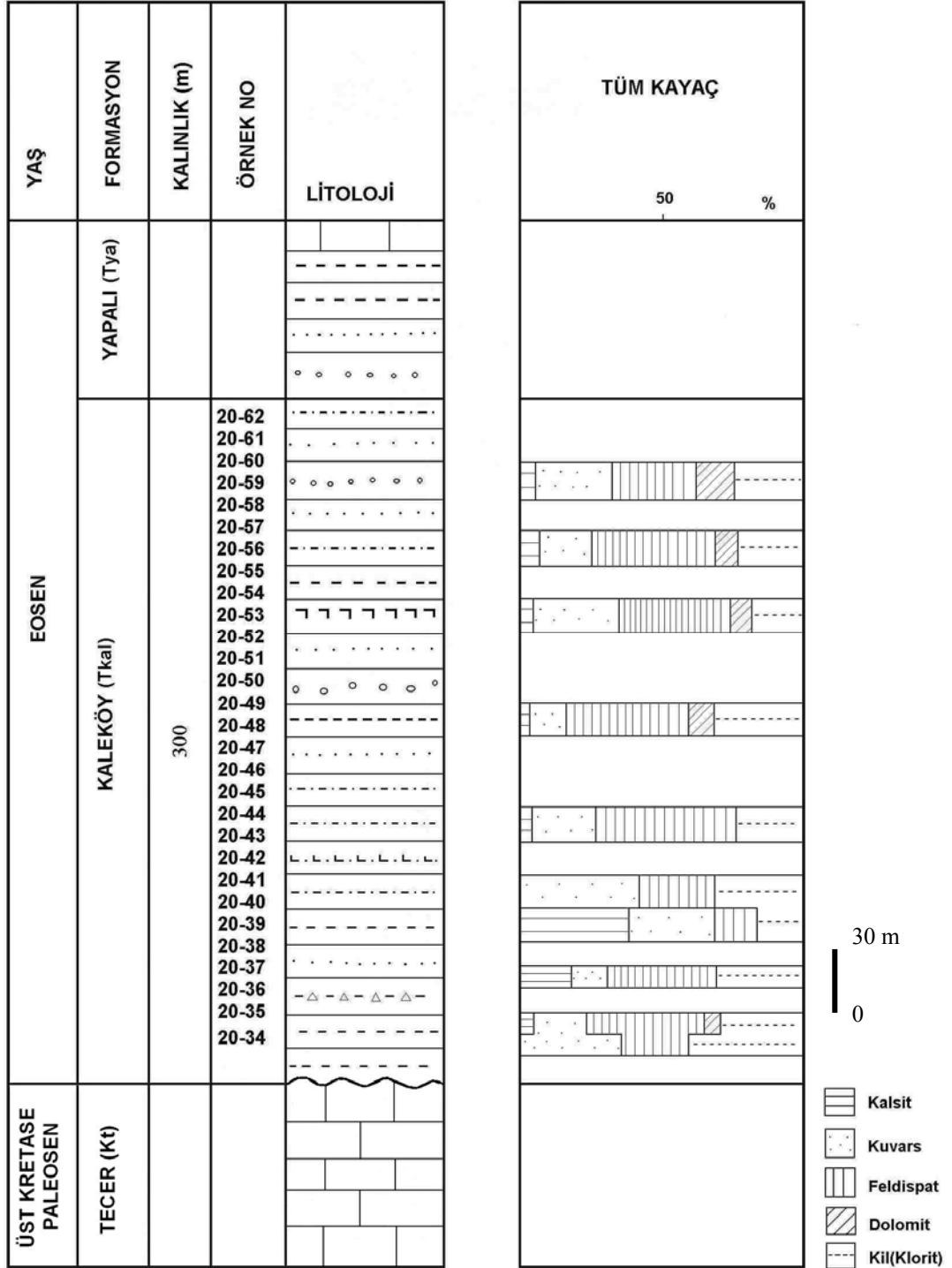
Eosen yaşlı Kaleköy formasyonunu temsil eden Delik Kaya ölçülü dikme kesitinde toplam 10 örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır. Örneklerde ortalama % 9 Kalsit minerali, % 26 kuvars minerali, % 36 feldispat minerali, % 4 Dolomit ve % 25 kil mineralleri belirlenmiştir (Şekil 3.5 ve 3.6 – Çizelge 3.3).



Şekil 3.1. Kaleköy formasyonu (Ts) Delik Kaya ölçülü stratigrafik dikme kesitindeki 20-57 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Do: Dolomit, Kil: Kil mineralleri).

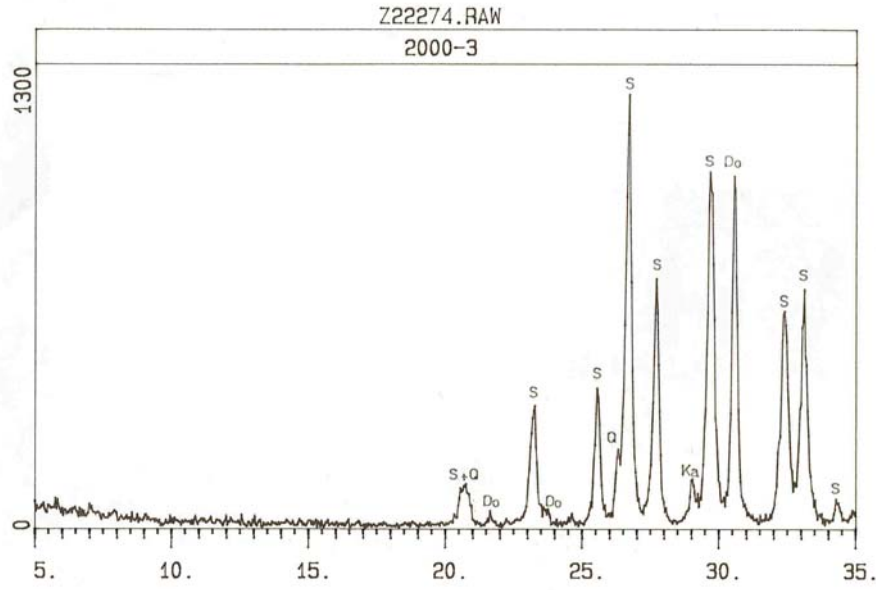
Çizelge 3.1. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu (Tkal) Delik Kaya ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirme sonuçları.

Örnek No	Kalsit %	Kuvars %	Feldispat %	Dolomit %	Kil(Klorit) %
20-36	-	36	22	-	42
20-37	3	21	42	5	29
20-41	25	13	39	-	23
20-45	37	31	15	-	17
20-46	-	41	27	-	32
20-49	4	24	51	-	21
20-52	3	13	45	9	30
20-55	5	32	40	7	16
20-57	7	18	44	8	23
20-59	5	28	31	13	23



Şekil 3.2. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu (Tkal) Delik Kaya ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi.

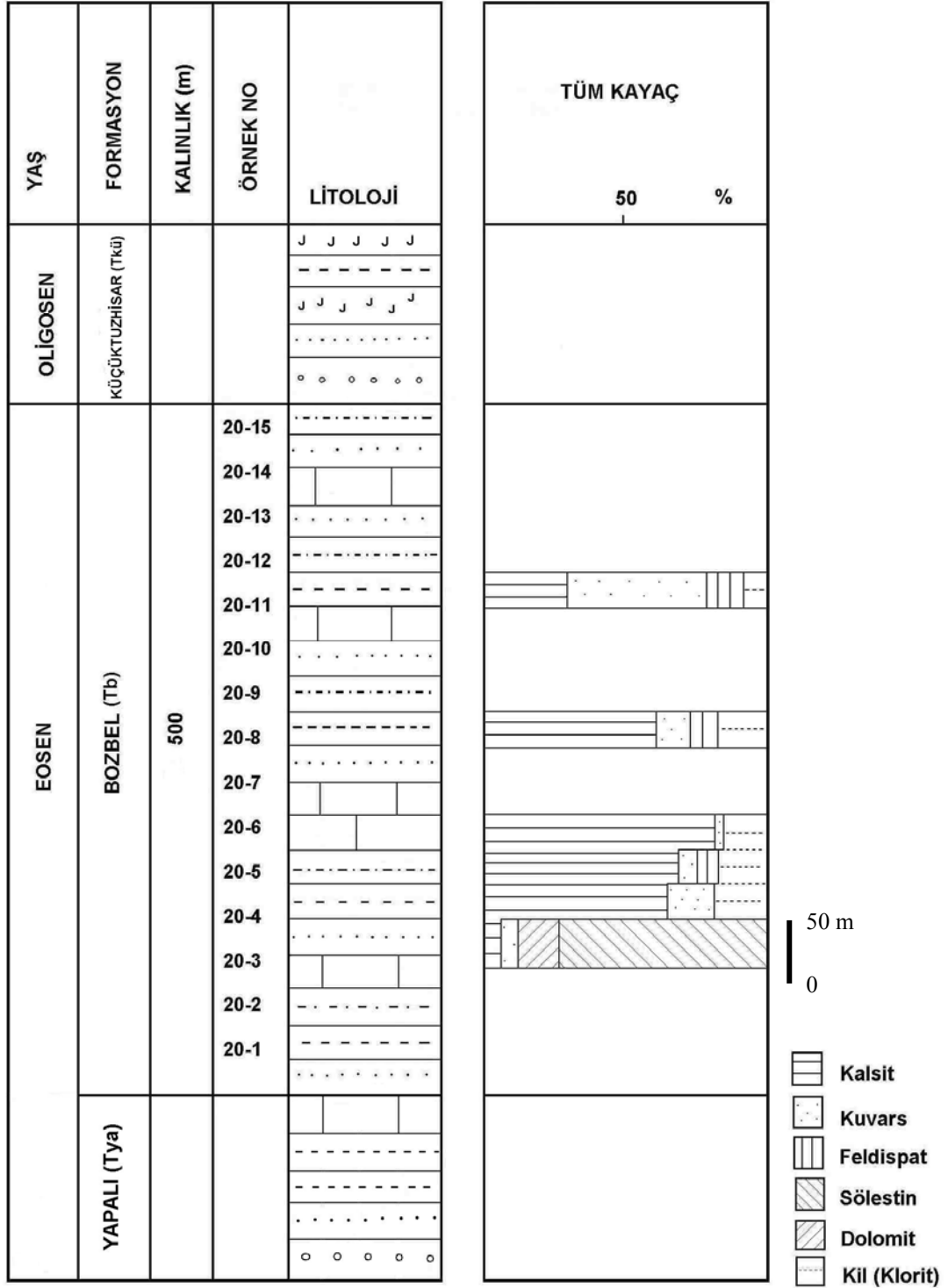
Eosen yaşı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesitinde toplam 6 örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır. Örneklerin genelinde Kalsit minerali % 50' nin üzerindedir. Yalnızca bir örnekte görülen dolomit minerali % 13 iken sölestin minerali % 82 dir. Kuvars minerali genellikle tüm örneklerde bulunmaktadır (ortalama % 15). Bununla birlikte feldispat ortalama % 5 ve kil mineral ise % 12 oranındadır (Şekil 3.1, 3.2 ve Çizelge 3.1).



Şekil 3.3. Bozbel formasyonu (Kt) Kuzey antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesitindeki 20-3 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Do: Dolomit, S: Sölestin mineralleri).

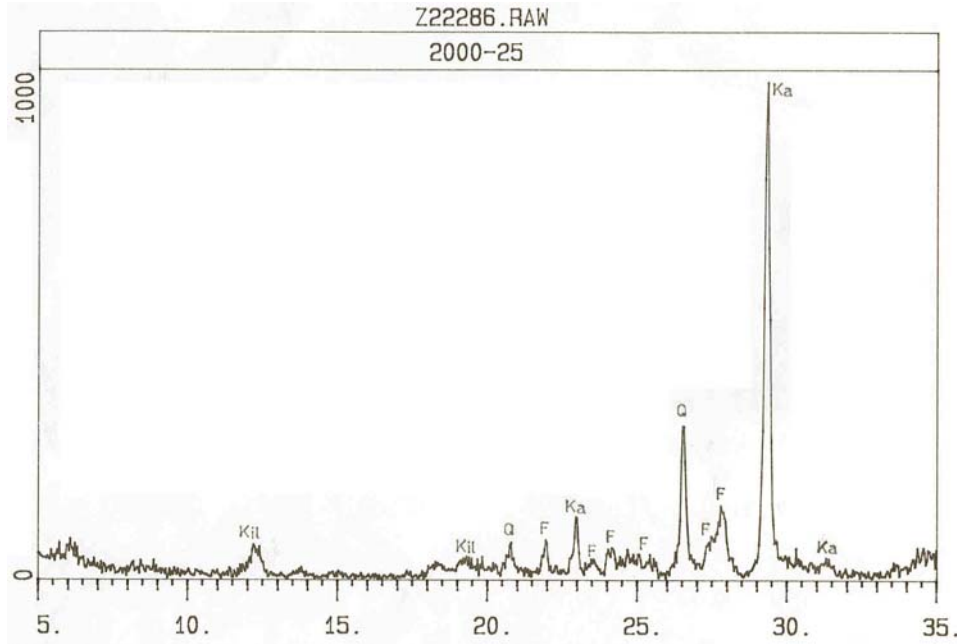
Çizelge 3.2. Eosen yaşı Bozbel formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirme sonuçları.

Örnek No	Kalsit %	Kuvars %	Feldispat %	Dolomit %	Sölestin %	Kil (Klorit) %
20-3	2	3	-	13	82	-
20-4	65	18	-	-	-	17
20-5	68	6	7	-	-	19
20-6	83	2	-	-	-	15
20-8	60	12	11	-	-	16
20-11	29	49	14	-	-	9



Şekil 3.4. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi.

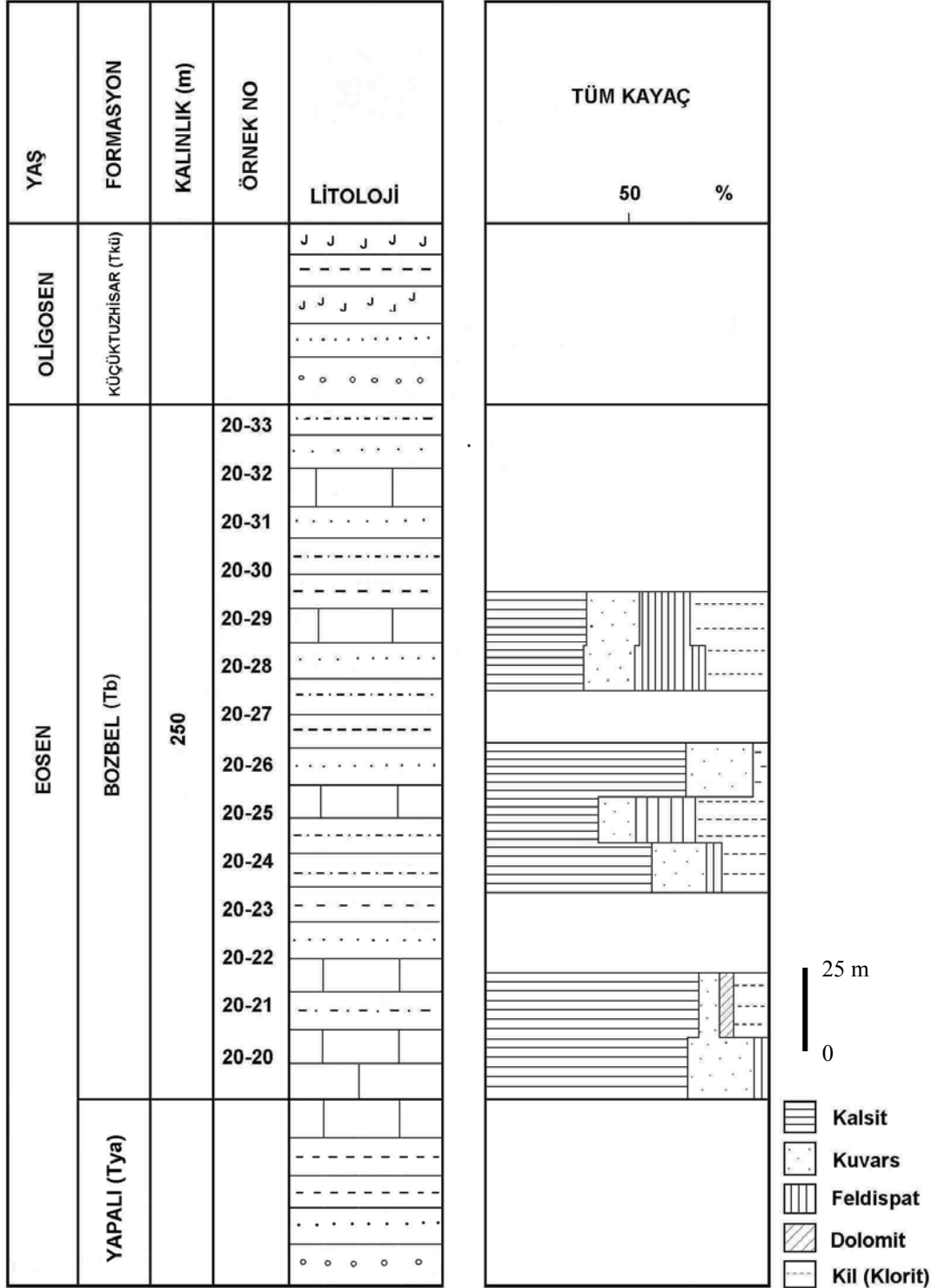
Eosen yaşlı Bozbel formasyonu Güney Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesitinde ise 7 örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda örneklerin genelinde Kalsit mineralinin % 50' nin üzerinde olduğu, dolomit mineralinin sadece bir örnekte görüldüğü (% 4), kuvars mineralinin genellikle tüm örneklerde bulunduğu (ortalama % 17) belirlenmiştir. Bunun yanısıra feldispatın (ortalama % 10) ve kil minerallerinin ise (% 17) kesitte değişen oranlarda olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.3 ve 3.4 – Çizelge 3.2)



Şekil 3.5. Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesitindeki 20-25 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Kil: Kil mineralleri).

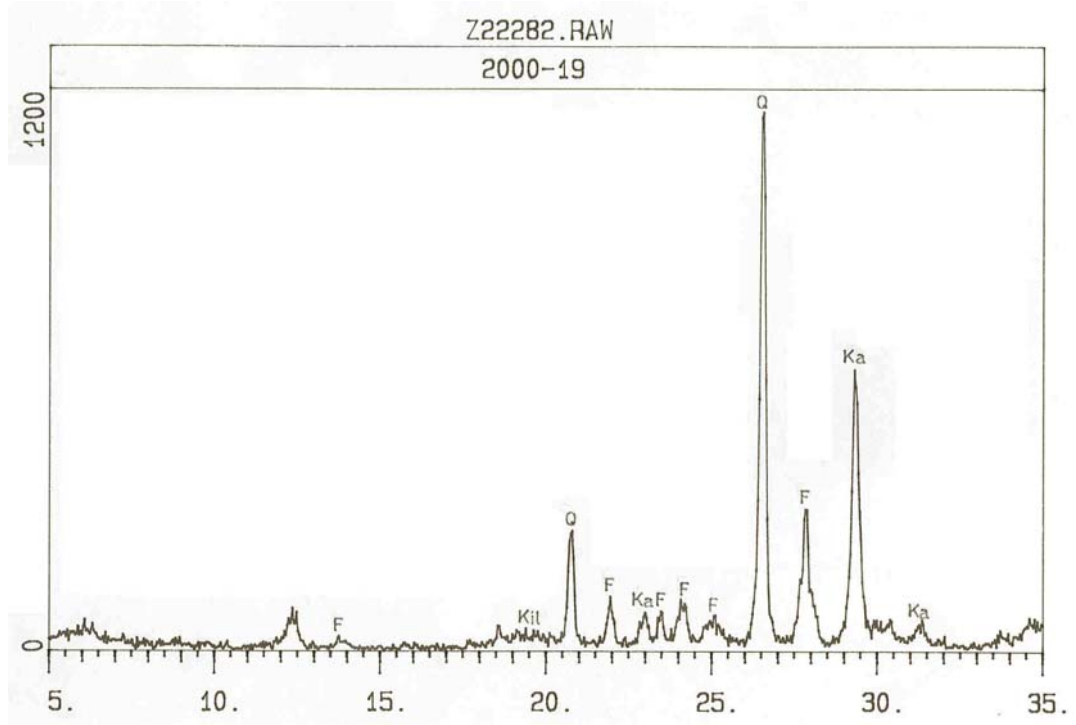
Çizelge 3.3. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirme sonuçları.

Örnek No	Kalsit %	Kuvars %	Feldispat %	Dolomit %	Kil (Klorit) %
20-20	71	24	5	-	-
20-21	74	8	-	4	14
20-24	56	19	5	-	20
20-25	39	13	20	-	28
20-26	70	23	-	-	7
20-28	34	17	25	-	24
20-29	35	18	17	-	31



Şekil 3.6. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi.

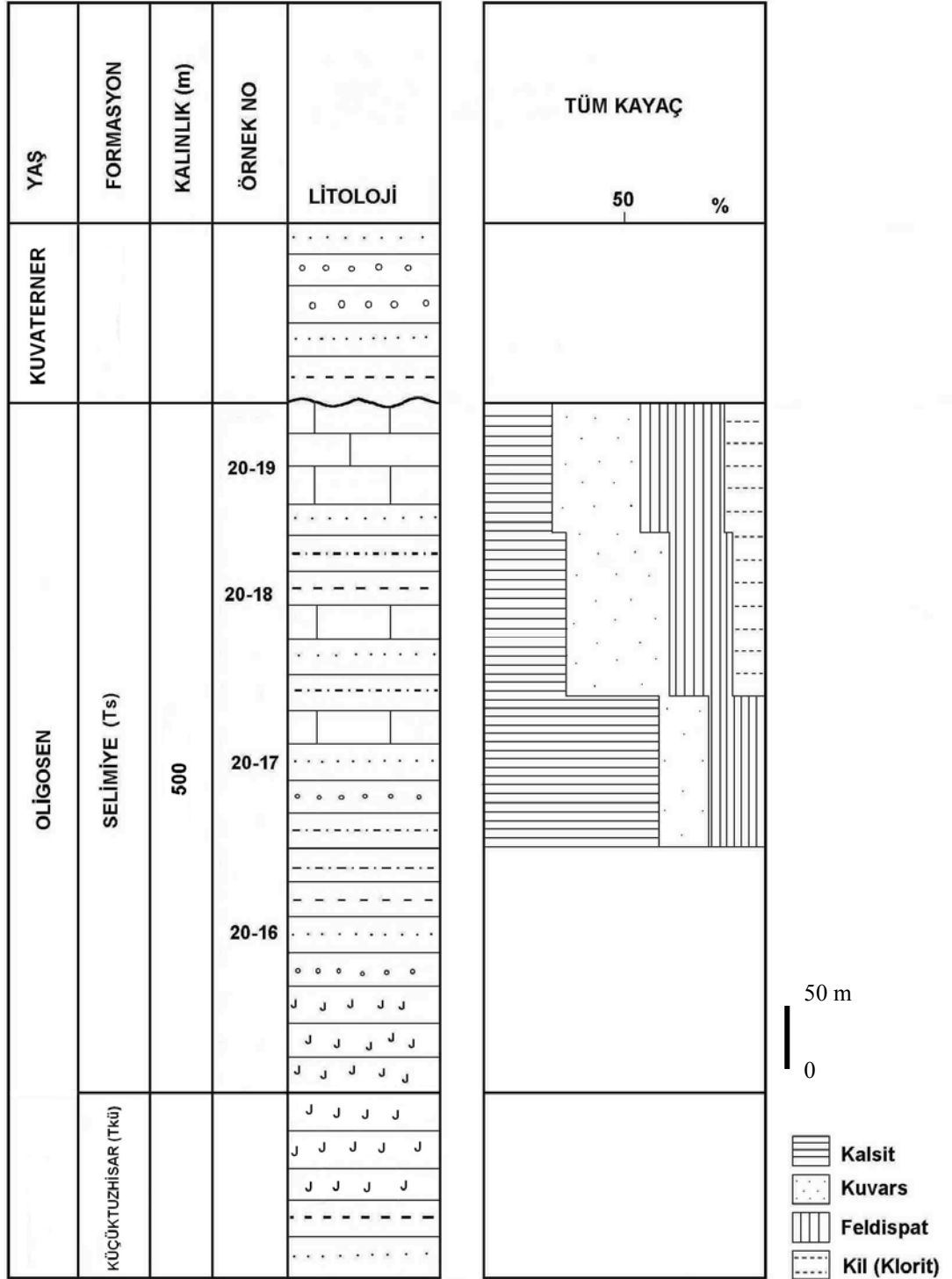
Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu temsil eden Ziyaret Tepe ölçülü dikme kesitinde toplam 3 örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır. Örneklerin genelinde Kalsit minerali % 33' nin üzerinde iken kuvars minerali ortalama % 29, feldispat ortalama % 25 ve kil mineralleri ise % 13 oranındadır (Şekil 3.7, 3.8 – Çizelge 3.4).



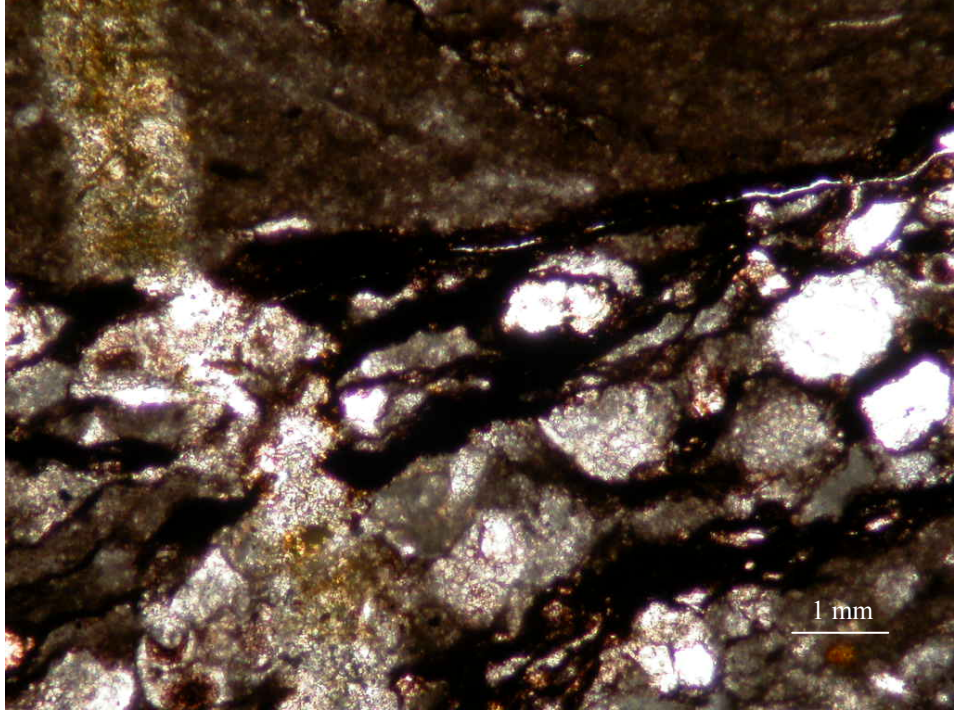
Şekil 3.7. Selimiye formasyonu (Tb) Ziyaret Tepe ölçülü stratigrafik dikme kesitindeki 20-19 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, F: Feldispat, Kil: Kil mineralleri).

Çizelge 3.4. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) Ziyaret Tepe ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirme sonuçları.

Örnek No	Kalsit %	Kuvars %	Feldispat %	Kil (Klorit) %
20-17	62	17	21	-
20-18	20	38	26	16
20-19	17	31	30	22



Şekil 3.8. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) Ziyaret Tepe ölçülü stratigrafik dikme kesiti XRD-TK değerlendirmesi.



Mikrofoto 3.1. Selimiye formasyonu (Ts) içerisinde gözlenen organik madde zenginleşmesi (Örnek no: 20-18, Büyütme 10x10) .

4. PETROL ANA KAYASI İNCELEMELERİ

Petrol jeolojisi çalışmalarında, organik madde bakımından zengin, gri ve siyah renkli, ince taneli, indirgen ortamda çökelmiş, oksidasyon koşullarından etkilenmemiş sedimanter kayaçlar petrol ve gaz türetme potansiyeline sahip olabilmektedir ve petrol ana kayası olarak adlandırılmaktadırlar (Guillemont, 1964; Dow, 1978).

Herhangi bir çökeltme ortamında bir petrol ana kayasının gelişebilmesi için sedimanlarla beraber çökelen organik maddenin ekonomik anlamda petrol birikimini gerçekleştirebilecek miktar, tip ve olgunlukta olması gereklidir. Kara ve denizlerde yaşayan çeşitli organizmalar petrol, gaz veya kömür gibi fosil yakıtlarının ana kaynağını oluşturmaktadır. Bu organizmalar öldükten sonra sedimanlar içinde birikip, asidik ve indirgen koşullarda korunarak sedimanter organik maddeyi oluşturmaktadır.

Petrol ana kayası incelemelerinde saha ve laboratuvar değerlendirmelerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışma sırasında da Ulaş (Sivas) Kuzeyinde yer alan Tersiyer yaşlı birimlerin petrol ana kayası özellikleri irdelenmiş ve bulunan sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak ilgili bölümlerde sunulmuştur.

4.1. Saha İncelemeleri

İnceleme alanında, Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu, Eosen yaşlı Bozbel formasyonu ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarından ölçülü dikme kesitler boyunca ve incelenen birimi temsil edebilecek biçimde sık aralıklarla örnekler alınmıştır. Özellikle organik madde içeriğinden dolayı koyu renk almış olduğundan şüphelenilen ince taneli örnekler saha çalışmasında dikkat çekici olmuştur ve bunlardan daha sık aralıklarla örnekleme yapılmıştır.

4.2. Laboratuvar İncelemeleri

Petrol jeolojisi çalışmaları sırasında incelenen birimlerin jeolojik zamanlarda petrol üretip üretmediği çeşitli organik ve inorganik laboratuvar analizleriyle değerlendirilebilmektedir. Ana kaya değerlendirmelerinde öncelikle incelenen birimlerin yeterince organik madde içerip içermediği değerlendirilir. Bu

değerlendirme rutin olarak toplam organik karbon (TOC) analizi ile gerçekleştirilmektedir. Bu analiz sonucunda yüksek oranda organik karbon içeren örneklerde organik petrografik analizler yapılarak, organik madde türleri ve olgunlaşmaları ile petrol-gaz türüm potansiyelleri belirlenmektedir.

Kayaçlar içerisindeki organik maddeler belirli fizikokimyasal koşullar altında diyajenez, katajenez ve metajenez evreleri sonucunda petrol ve gaz oluşturmaktadır (Tissot ve Welte, 1978).

Ana kaya çalışmaları sırasında başlıca üç tür parametre belirlenir ve herbiri diğer özelliklerle karşılaştırılarak değerlendirilir. Bunlar; ana kaya içindeki organik madde miktarı, organik madde türü ve organik maddenin olgunluk derecesidir.

4.2.1. Ana kaya içindeki organik madde miktarı

Sedimanter kayaçlar içindeki organik madde yoğunluğu havzanın petrol potansiyelini gösteren en önemli parametrelerden birisidir. Bu nedenle ana kaya çalışmalarında toplam organik karbon (TOC) analizlerine öncelik verilmektedir.

Ana kayaların ekonomik miktarda petrol türetebilmeleri için belirli miktarda organik madde içermeleri gerekmektedir. Sedimanlar içindeki organik madde miktarı ağırlık yüzde olarak belirlenen toplam organik karbon (TOC) parametresi ile ifade edilir. Ekonomik anlamda petrol birikiminin olabilmesi için gerekli TOC değerleri çeşitli araştırmacılar tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Toplam organik karbon (TOC) miktarına göre ana kaya sınıflamaları.

	(TOC) (%)	Ana kaya
Thomas (1979)	<0.5	Zayıf
	0.5-1	Orta
	1-2	İyi
	2-4	Çok iyi
	>4	Mükemmel
Kraus ve Parker (1979)	<0.5	Zayıf
	0.5-1	Orta
	>1	İyi
Fransız Petrol Enstitüsü (IFP)	0.01-0.20	Çok zayıf
	0.21-0.50	Zayıf
	0.51-1.00	Orta
	1.01-3.00	Zengin
	>3.00	Çok zengin

Ağırlık yüzdesi bakımından % 0.5' den daha fazla organik karbon içeren kayaçlar petrol ana kayası olarak tanımlanmaktadır (Ronov, 1958; Gehman, 1962; Welte, 1965; Mc Iver, 1967; Tissot ve Welte, 1978 ve 1984; Ala ve diğ., 1980; Basu ve diğ., 1980; Ünal ve Harput, 1982; Korkmaz, 1984). Organik karbon değeri %0,5'den düşük olan kayaçlar ise ana kaya özelliği taşımamaktadır. Bu tip kayaçlar petrol türetmiş olsalar bile göç ettiği yerde önemli bir birikim sağlamamaktadır. Ancak bazı özel durumlarda bulunmaktadır. Örneğin Gulf Coast bölgesinde bulunan Frio formasyonunda toplam organik karbon değeri % 0.1 – 0.4 aralığında olmasına rağmen petrol üretimi yapılabilmektedir (Galloway ve diğ., 1982).

Bu çalışma kapsamında saha çalışmaları ile Bozbel formasyonu (Tb) Kaleköy formasyonu (Tkal) ve Selimiye formasyonlarından (Ts) ölçülü dikme kesitler boyunca alınan örnekler üzerinde öncelikle Toplam Organik Karbon değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Analizler TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarı'ndaki (Ankara) Rock-Eval 2 (RE-2) cihazında, IFP (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz öncesinde inorganik karbonlarından ve karbonat bileşenlerine bağlı olarak bulunan karbonlarından arındırılmak amacıyla çeşitli işlemlere tabii tutulmuştur (Tissot ve Welte, 1978). Öncelikle analizi yapılacak örnek öğütülmüş, daha sonra %5 lik hidroklorik asitle (HCl) tepkimeye sokularak içerisindeki inorganik karbonların atılması sağlanmıştır. Asitleme işleminden sonra örneğin asitten temizlenebilmesi için üç kez dekantasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve bir saat süreyle 104 °C lik etüvde bekletilmiştir. Bütün bu işlemler sonucunda örnek analize hazır hale getirilmiştir.

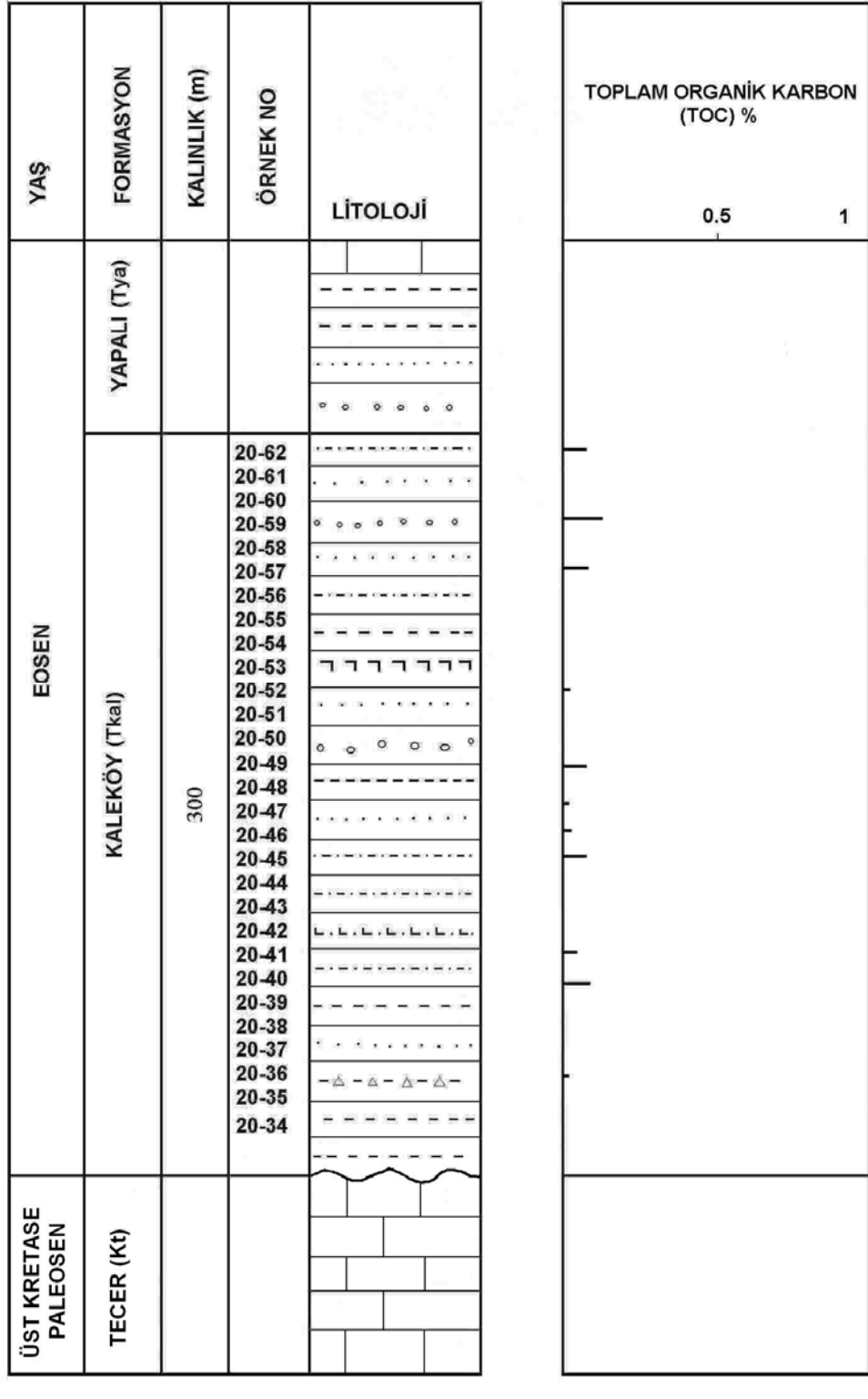
Analize başlanmadan önce aletlerin kalibrasyonunun iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir. Analiz için 0,2-0,5 gr örnek tartılarak fırına yerleştirilmiş ve buradaki yakma işleminden sonra sonuçlar otomatik olarak elde edilmiştir.

İnceleme alanına ait örneklerin TOC değerlendirmesinde Thomas (1979) sınıflaması kullanılmıştır. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu'nda 11, Eosen yaşlı Bozbel formasyonu'nda 23 ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu'da 3 olmak üzere toplam 37 örnekte TOC değerleri belirlenmiştir.

Kaleköy formasyonu Delik Kaya ölçülü dikme kesiti boyunca alınan örneklerde % 0,01–0,12 aralığında değişen (ortalama %0.06) TOC değeri saptanmıştır (Çizelge 4.4). Formasyonun bazı kesimlerdeki çamurtaşlarında TOC değeri ortalama değerden yüksek olsa da birim genelinde çok düşük (zayıf) organik madde içeriği hakimdir. Bu değerler Kaleköy formasyonunun ana kaya olabilmesi için yeterli organik maddeye sahip olmadığını belirtir.

Çizelge 4.2. Kaleköy formasyonu (Tkal) Delik Kaya ölçülü dikme kesitindeki toplam organik karbon değerleri.

ÖRNEK NO	TOPLAM ORGANİK KARBON (%)
20-36	0.01
20-40	0.09
20-41	0.04
20-45	0.06
20-46	0.04
20-47	0.02
20-49	0.07
20-52	0.02
20-57	0.09
20-59	0.12
20-62	0.07



Şekil 4.1. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu'nu (Tb) temsil eden Delik Kaya ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı.

Bozbel formasyonu, Kuzey Antiklinali ve Güney antiklinali ölçülü dikme kesitlerinden alınan örneklerde % 0,00 – 0,18 aralığında değişen (ortalama %0.073) TOC değeri saptanmıştır. Kuzey antiklinali ölçülü dikme kesitinde alt seviyelerde TOC değerinde düşme gözlenirken, orta düzeylerde nispeten bir artış vardır (Çizelge 4.2 ve 4.3). Güney antiklinali ölçülü dikme kesitinde ise orta kesimlerde TOC değeri yüksek, üst kesimlerde ise TOC değeri daha düşüktür (Şekil 4.1 ve 4.2).

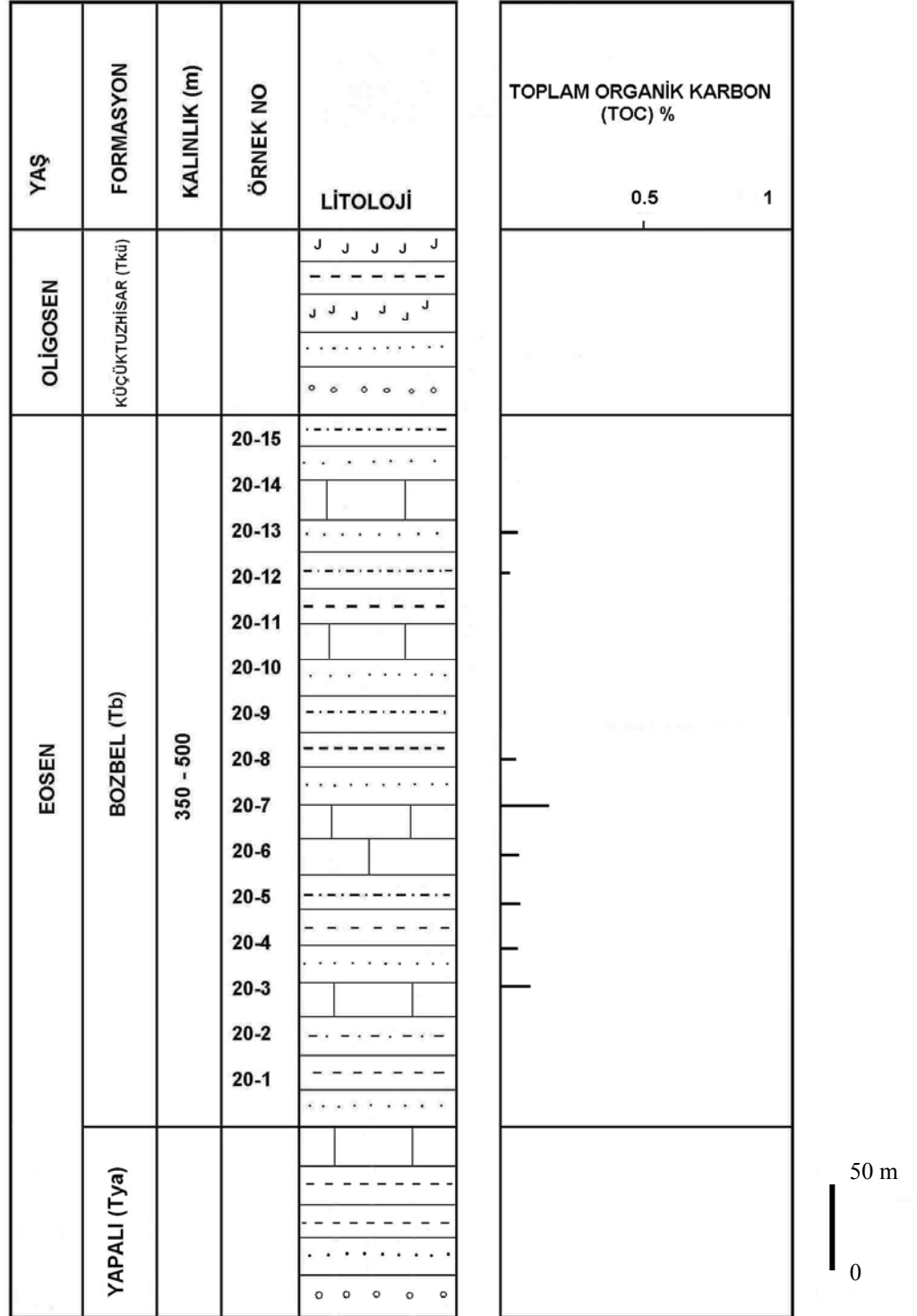
Genel anlamda, bu ölçülü dikme kesitlerdeki örnekler üzerinde değerlendirilen Bozbel Formasyonu'nun organik madde bakımından çok fakir olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2 ve 4.3).

Çizelge 4.3. Bozbel formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesitindeki toplam organik karbon değerleri.

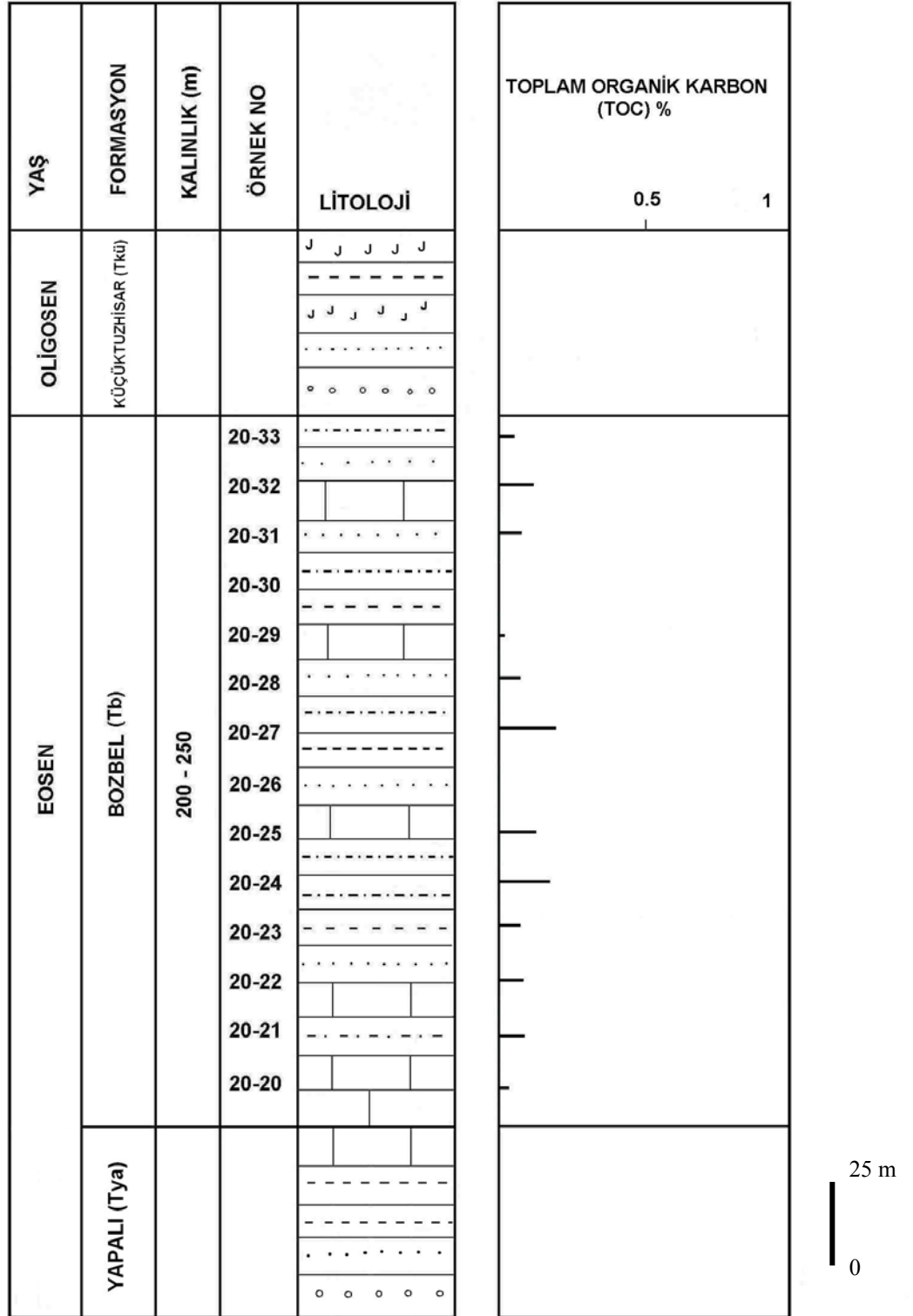
Örnek No	Toplam Organik Karbon (%)
20-3	0.09
20-4	0.05
20-5	0.06
20-6	0.06
20-7	0.16
20-8	0.05
20-10	0.12
20-11	0.00
20-12	0.02
20-13	0.05

Çizelge 4.4. Bozbel formasyonu (Tb) Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitindeki toplam organik karbon değerleri.

Örnek No	Toplam Organik Karbon (%)
20-20	0.02
20-21	0.08
20-22	0.08
20-23	0.07
20-24	0.17
20-25	0.12
20-26	0.00
20-27	0.18
20-28	0.06
20-29	0.01
20-31	0.07
20-32	0.11
20-33	0.04



Şekil 4.2. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu'nu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı.



Şekil 4.3. Eosen yaşlı Bozbel formasyonu'nu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı.

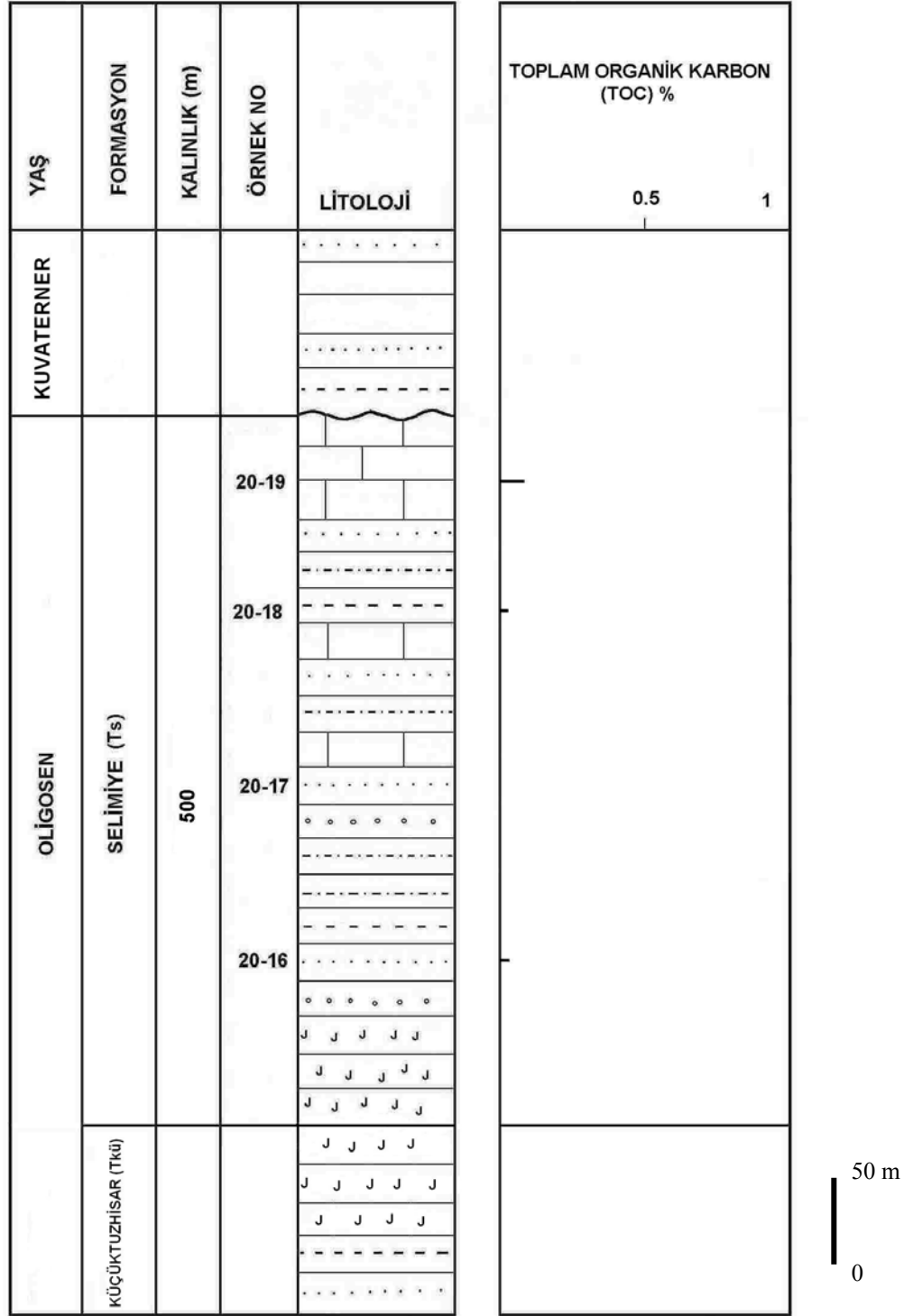
Selimiye formasyonu Ziyarettepe ölçülü dikme kesiti örneklerinde ise 3 örnekte TOC analizi yaptırılmış bunun sonucunda % 0,01 – 0,08 aralığında değişen (ortalama %0.04) TOC değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Formasyonun genelinde çok düşük (zayıf) organik karbon değeri izlenmektedir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.5. Selimiye formasyonu (Ts) Ziyarettepe ölçülü dikme kesiti toplam organik karbon değeri.

ÖRNEK NO	TOPLAM ORGANİK KARBON (%)
20-16	0.02
20-18	0.01
20-19	0.08

İncelenen birimlerin genel organik madde miktarı değerlendirmesi;

İnceleme alanına örneklerin genelinde TOC değerleri oldukça düşüktür. Kaleköy formasyonu'nda ortalama % 0.06, Bozbel formasyonu'nda ortalama % 0.073 ve Selimiye formasyonu'nda ise % 0.04 TOC değeri saptanmıştır. İncelenen birimlerdeki ortalama TOC değerleri dikkate alındığında Kaleköy formasyonu, Bozbel formasyonu ve Selimiye formasyonunun organik madde içeriği bakımından zayıf olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.4. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu'nu (Tb) temsil eden Ziyarettepe ölçülü dikme kesiti ve Toplam Organik Karbon (TOC) dağılımı.

4.2.2. Organik Madde Türleri

İncelenen birimlere ait örnekler içerdikleri organik madde türlerinin (kerojen tipi) ve spor renklerindeki değişimlerin belirlenebilmesi için çeşitli analiz aşamalarından geçirilmektedir. Organik petrografik değerlendirmeler olarak da bilinen bu çalışma süreci çeşitli uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Kısaca bunlar;

1. Kırma ve temizleme,
2. İnorganik bileşenlerden ayırma ,
3. Kerojen slaytlarının hazırlanması,
4. Konsantre kalıp dökülmesi,
5. Parlatmadır.

Kırma ve temizleme işleminde, örneklerin oksitlenmiş ve alterasyona uğramış kısımları temizlenir ve şeyl için 25-30 g, karbonatlı kayaçlar için 50-60 g kadar alınarak 3-4 mm boyutunda olacak şekilde kırılır. Behere alınan örnek ince taneli bileşenlerden ve tozlardan arındırılması amacıyla üç kez dekantasyon işlemine tabii tutulur.

İnorganik bileşenlerden ayırma işleminde iki aşamalı asitleme yapılmaktadır:

1. Hidroklorik (HCl) asit ile karbonatların giderilmesi,
2. Hidroflorik (HF) asit ile silikatların giderilmesi.

Organik madde yoğunlaştırılması sırasında karbonatların yok edilmesi amacıyla %33'lük hidroklorik (HCl) asit kullanılmaktadır. Çeker ocak altında yapılan bu işlemde 50 ml kadar hidroklorik asit örnek üzerine dökülür. Asitleme işleminden sonra yaklaşık 2-3 saat beklenir ve tüm karbonatların tuza dönüşmesi sağlanır. İşlem sonunda örneğin asitten ve tuzdan temizlenmesi amacıyla 3-4 kez dekantasyon işlemi yapılır.

İnorganik karbonatlarından temizlenen örnekteki silikatların temizlenmesi için ise % 40'luk hidroflorik asit (HF) kullanılmaktadır. Plastik behere alınan örnek üzerine 30-40 ml kadar hidroflorik asit ilave edilerek 4 saat kadar beklenir.

Reaksiyon tamamlandıktan sonra örnekler 3-4 kez dekantasyon işlemine tabii tutulur ve silikat tuzları tamamen atılır.

Karbonat ve silikatlarından temizlenen örnekteki çeşitli ağır minarellerin ve diğer inorganik bileşenlerin atılması için özgül ağırlığı 2.0-2.5 arasında olan çinko klorür ($ZnCl_2$) veya çinkobromür ($ZnBr_2$) kullanılmaktadır. Cam tüplere alınan örnekler üstlerine ağır sıvı eklenerek, 3000 devirde iki dakika santrifüjlenir. Tüpün üst kısımlarında biriken organik maddeler bir damlalık yardımıyla başka tüplere aktarılırlar. Organik maddenin ağır sıvıdan arındırılabilmesi için 3-4 kez dekantasyon işlemi yapılır.

Ayrılan organik madde önce alkol sonra da saf su ile yıkanarak temizlenir ve küçük tüplere alınarak slayt yapılabilecek hale getirilir.

Hazırlanan bu organik madde slayt yapımı için sulandırılır ve bundan 4 ml kadar alınarak başka bir cam tüpe aktarılır. Slayt yapımı için yeterli homojenlik sağlandıktan sonra bir damlalık yardımıyla bir miktar alınarak lam üzerine yayılır. Üzerine de bir lamel hava kabarcığı kalmayacak biçimde yapıştırılır. Lamın kenarına örnek numaralar yazılarak, alttan ayrılmalı mikroskopta incelenecek duruma getirilir.

İncelenen birimlerin organik madde tiplerinin değerlendirilmesi;

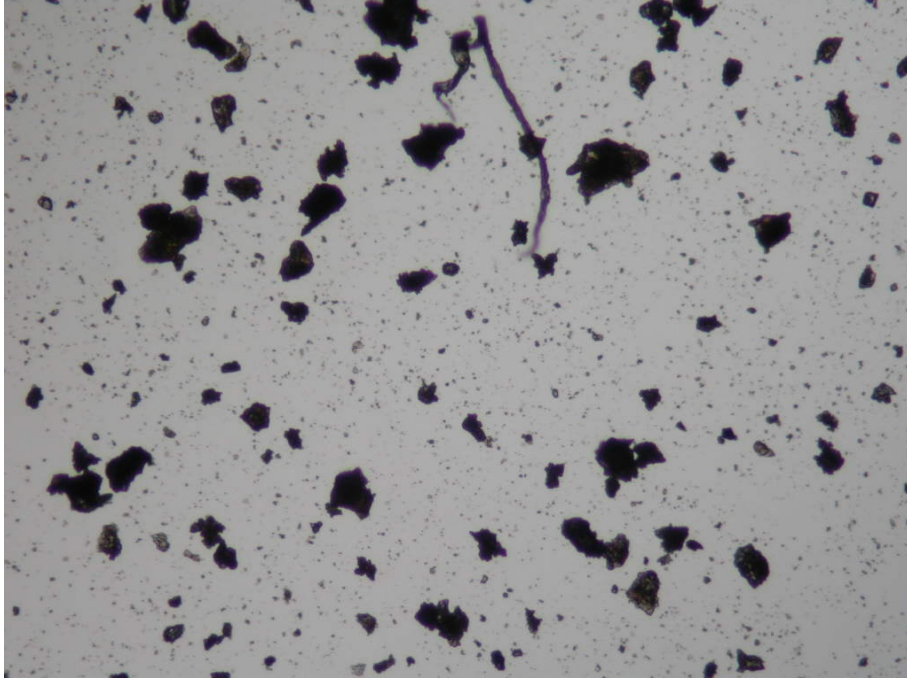
İncelenen birimlerdeki organik madde türlerinin belirlenebilmesi amacıyla kerojen slaytları yukarıda belirtildiği şekilde C.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Petrol Jeolojisi Laboratuvarında hazırlanmıştır. Mikroskopik incelemeler sonucunda; örneklerin genelinde siyah renkli kömürsü organik maddeler yoğun bir şekilde gözlenmiş olup bunlar öz şekilli ve kısmen yuvarlaklaşmıştır (Mikrofoto 4.1). Öz şekilsiz, dağınık biçimde ve ince taneli amorf organik maddeler de yaygın olarak gözlenmektedir (Mikrofoto 4.2). Otsu organik madde genellikle açık ve koyu kahverengimsi sporlar şeklinde olup (Mikrofoto 4.3). Odunsu organik maddenin rengi açıktan koyu kahverengine doğru değişmektedir (Mikrofoto 4.4).

Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu'ndan alınan örneklerde ortalama %2 amorf, %10 otsu, %12 odunsu, %76 kömürsü organik madde belirlenmiştir (Çizelge 4.8) Egemen olarak kömürsü organik maddelerin gözlendiği örneklerde organik madde

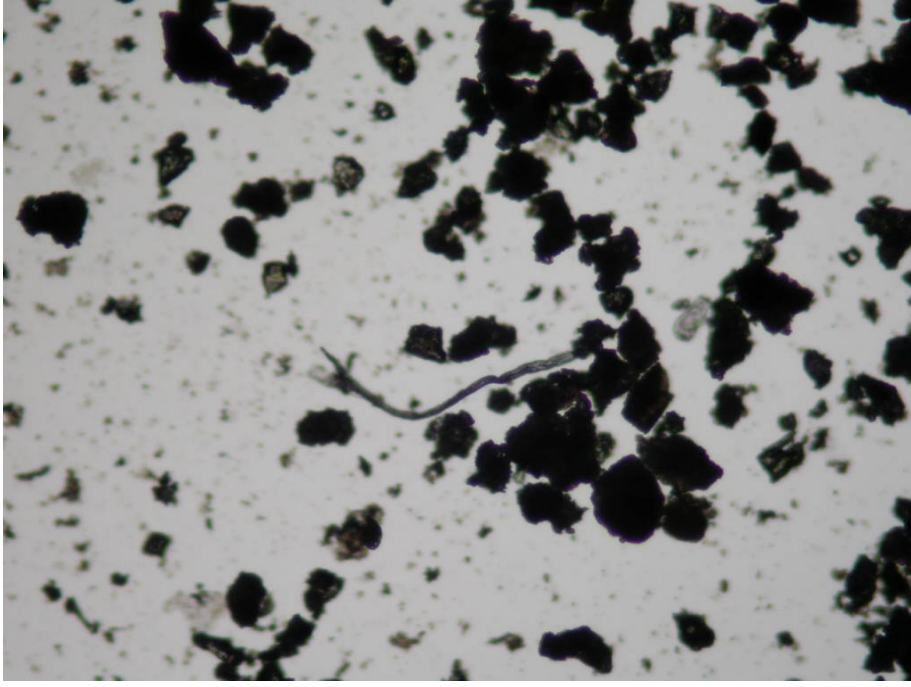
alterasyon renkleri ve spor renkleri derinlikle birlikte artmaktadır (Mikrofoto 4.15, 4.16 ve 4.17) (Şekil 4.7).

Çizelge 4.6. Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonu (Tkal) Delik Kaya'da belirlenen organik madde türleri.

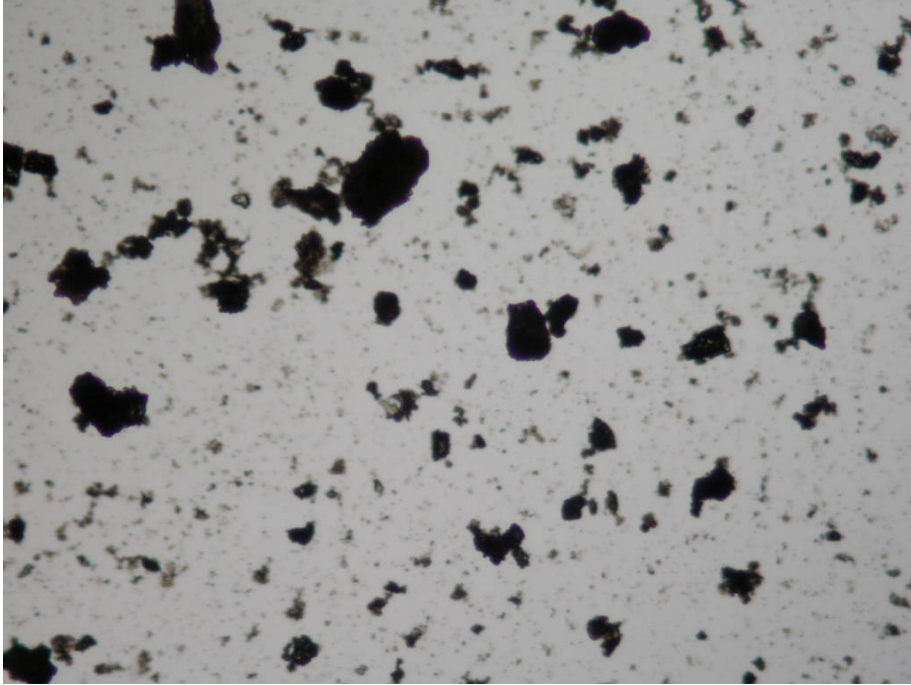
Örnek no	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	Spor renk indeksi
20-62	5	15	10	70	6,5
20-57	-	5	15	80	3-6,5
20-36	-	10	10	80	9



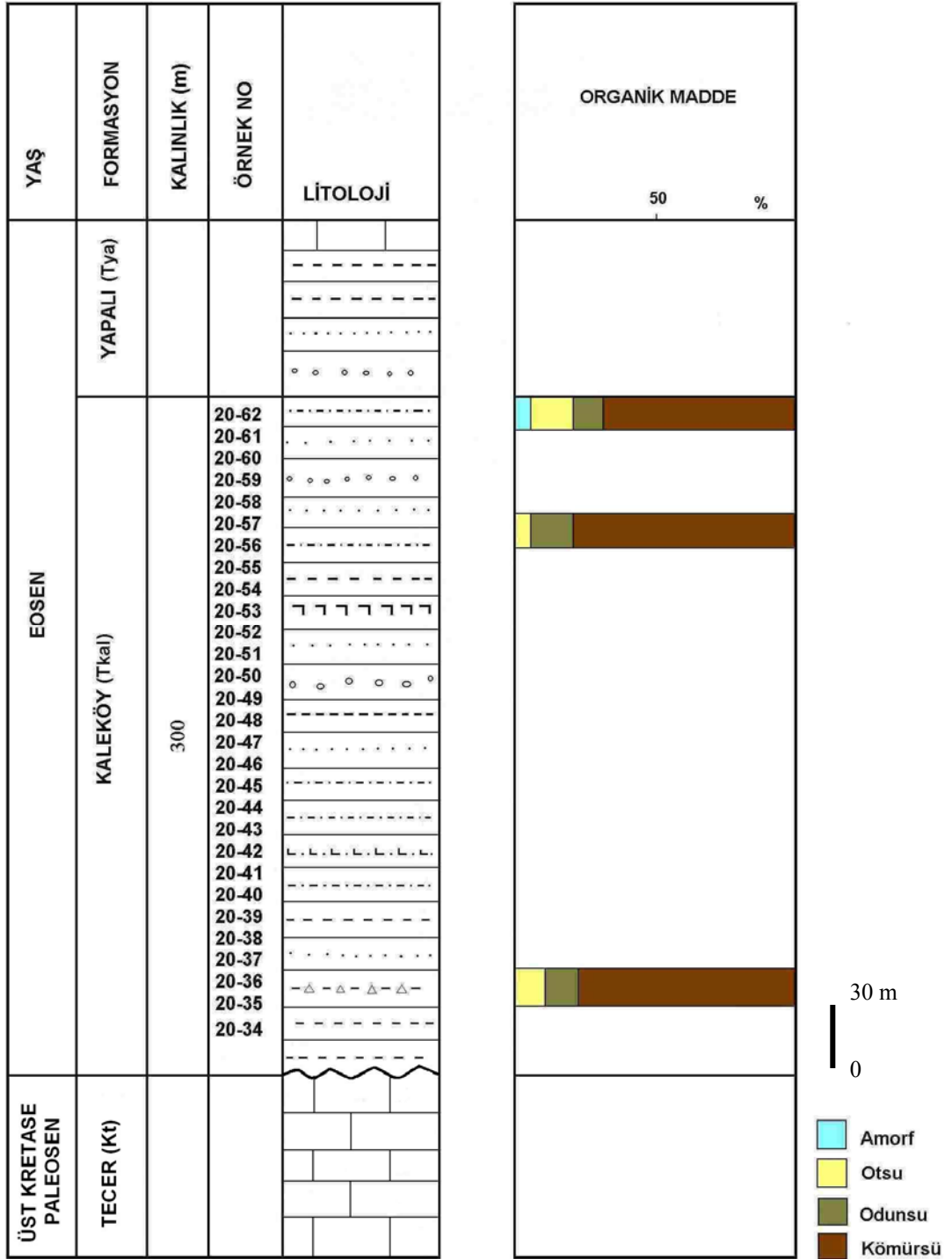
Mikrofoto 4.1. Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü ve otsu organik madde türleri (Örnek no: 20-36, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.2. Eosen yaşı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-57, Büyütme 20x10).

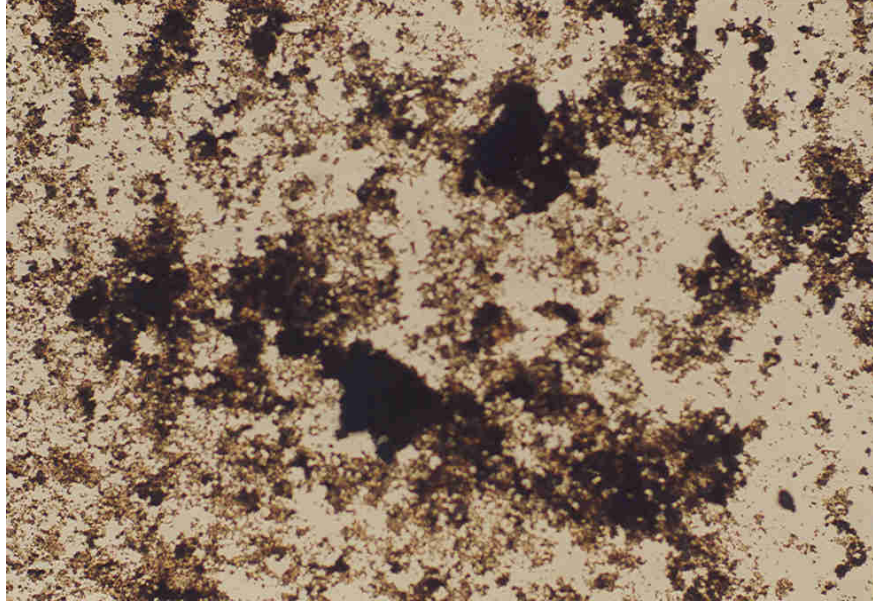


Mikrofoto 4.3. Eosen yaşı Kaleköy Formasyonuna (Tkal) ait kömürsü organik madde türleri (Örnek no: 20-57, Büyütme 10x10).

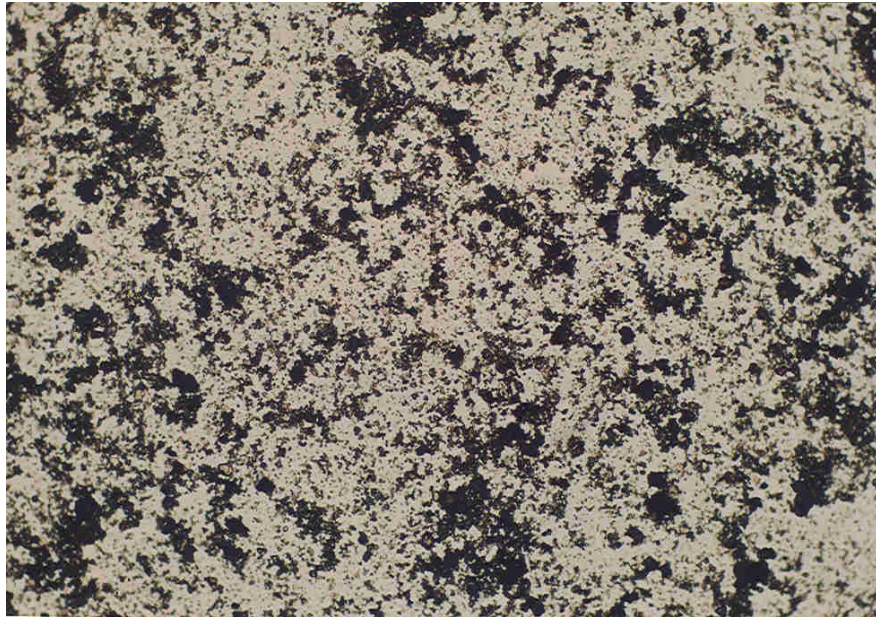


Şekil 4.5. Eosen yaşlı Kaleköy formasyonunu (Tkal) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitinde belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.

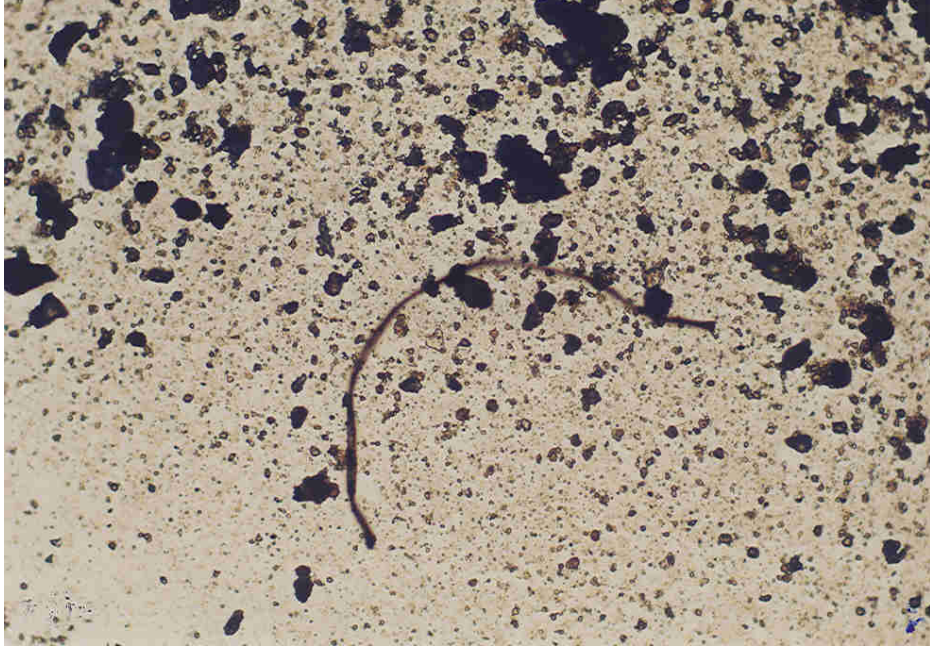
Eosen yaşı Bozbel formasyonu kuzey antiklinali'nden alınan örneklerde ortalama %6 amorf, %11 otsu, %12 odunsu, %71 kömürsü organik madde bulunmaktadır (Mikrofoto 4.5 ve 4.6). Kömürsü organik maddelerin egemen olarak gözlendiği örneklerde derinlik artışına bağlı olarak organik madde alterasyon renkleri ve spor renk değişiminin de arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5).



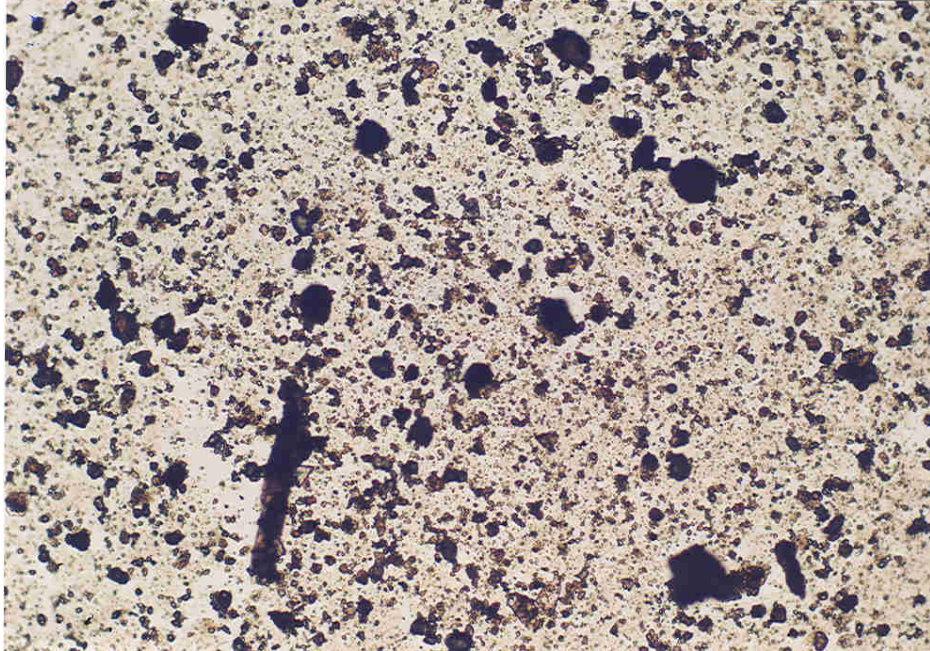
Mikrofoto 4.4. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-4, Büyütme 10x10).



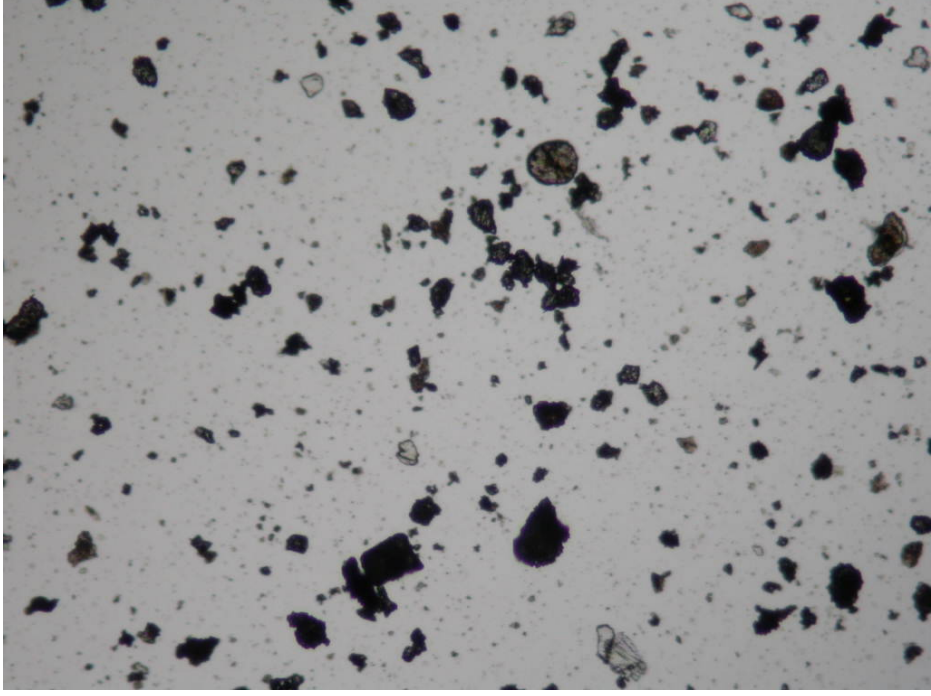
Mikrofoto 4.5. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen amorf, kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-7 Büyütme 10x10).



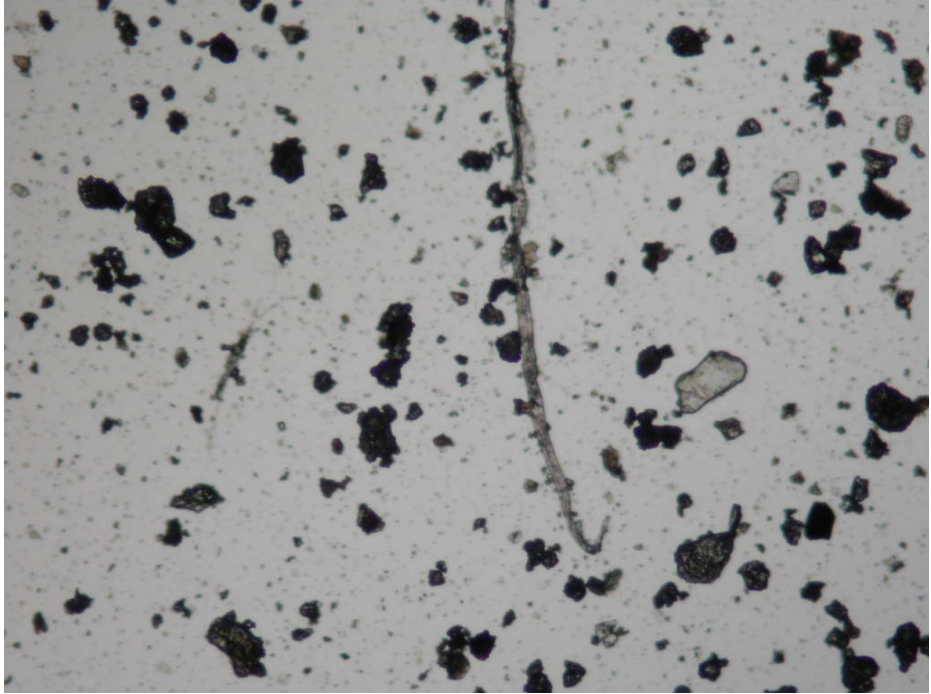
Mikrofoto 4.6. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-4, Büyütme 10x10).



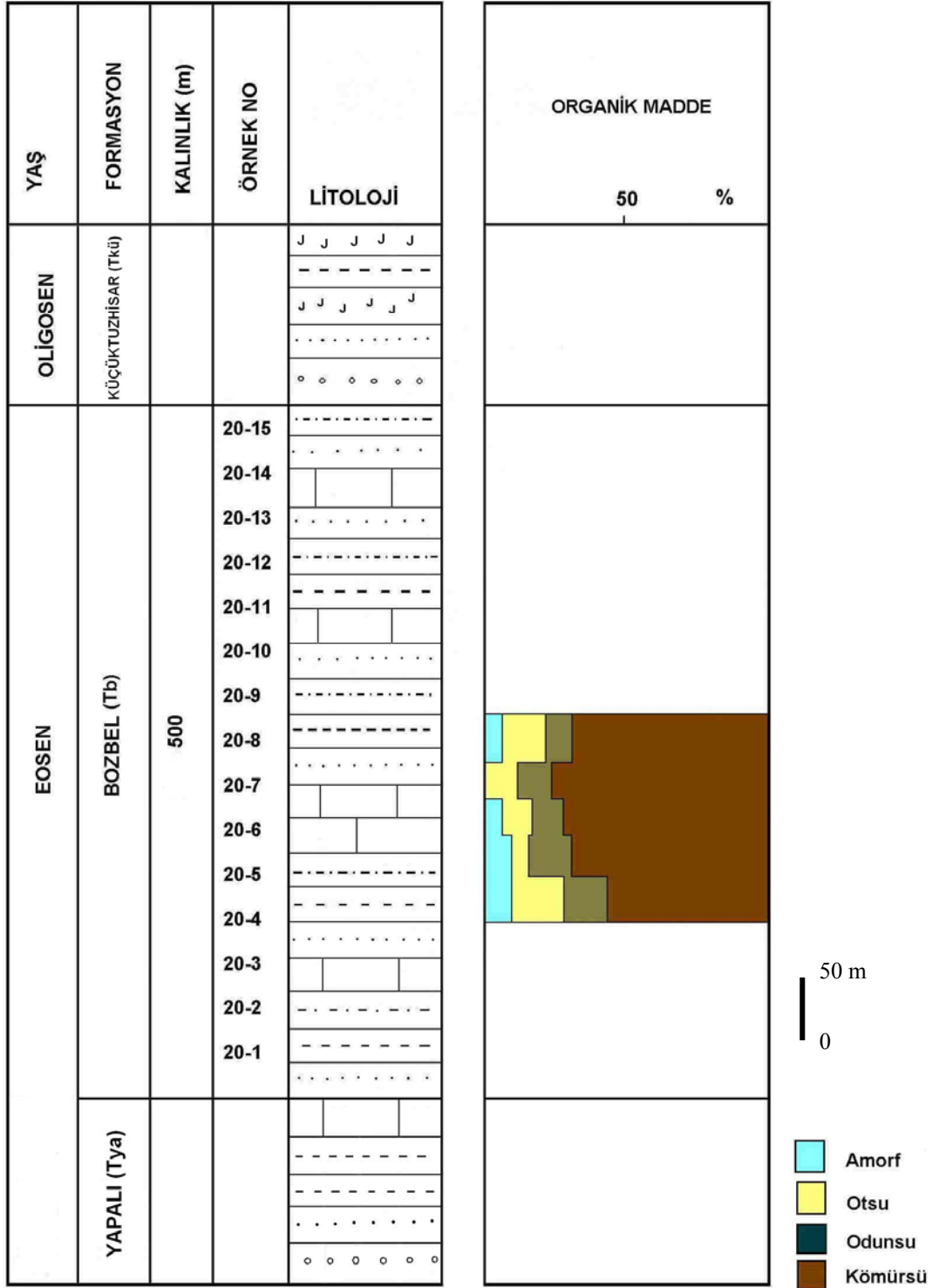
Mikrofoto 4.7. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen yuvarlak-yarı yuvarlak kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-5, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.8. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü organik madde ve spor, polenler (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.9. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10).



Şekil 4.6. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Kuzey Antiklinali ölçülü dikme kesitinde belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.

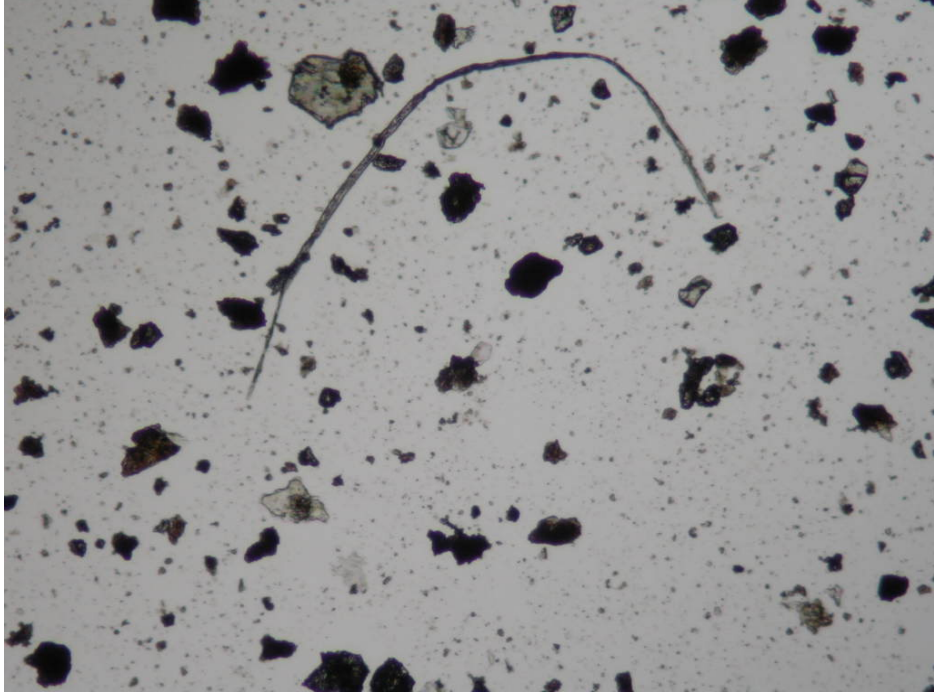
Çizelge 4.7. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) Kuzey Antiklinalinde belirlenen organik madde türleri.

Örnek No	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	Spor Renk İndeksi
2000-8	5	15	10	70	3
2000-7	-	10	10	80	3
2000-6	5	10	10	75	7-8
2000-5	10	5	15	70	7,5-8
2000-4	10	15	15	60	8

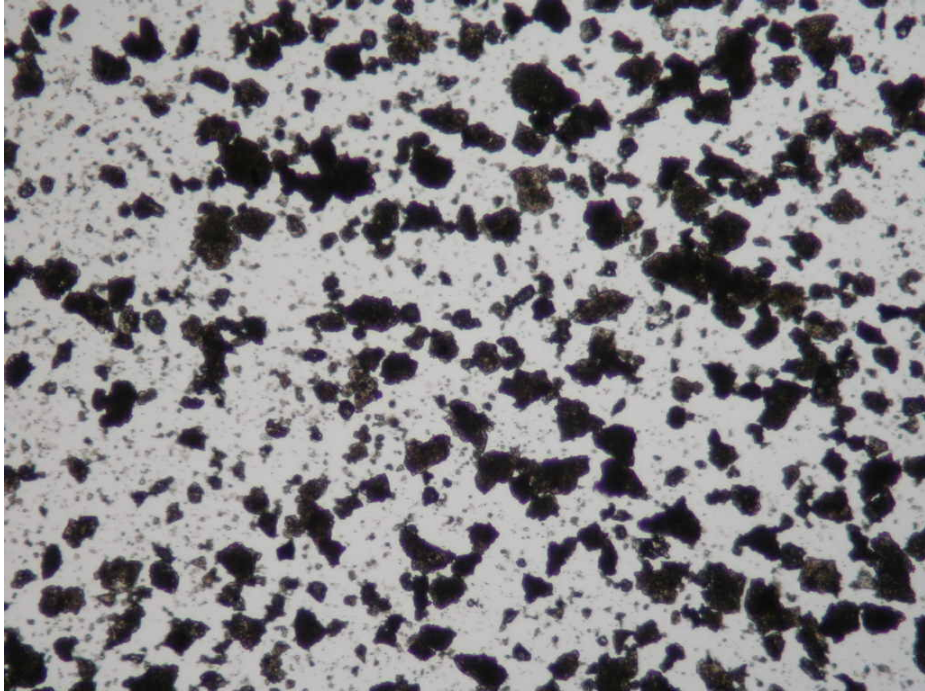
Eosen yaşlı Bozbel formasyonu Güney Antiklinali'nden alınan örneklerde ortalama %25 amorf, %6 otsu, %13 odunsu, %56 kömürsü organik madde belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6). Egemen organik madde tipi kömürsü olup derinlik artışına bağlı olarak organik madde alterasyon renkleri ile spor renklerinin arttığı gözlenmiştir (Mikrofoto 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14).

Çizelge 4.8. Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tb) Güney Antiklinalinde belirlenen organik madde türleri.

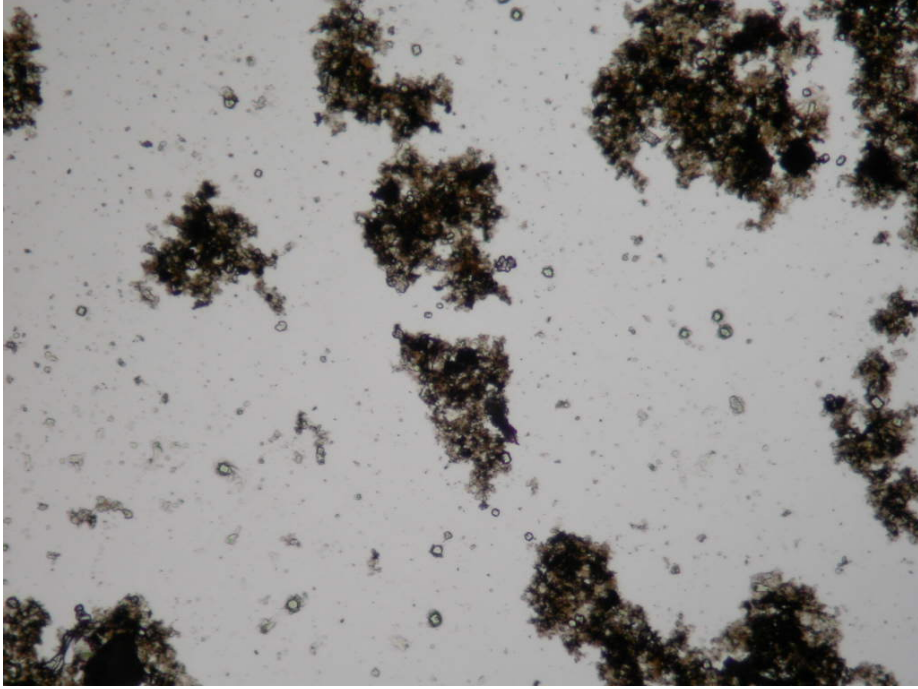
Örnek no	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	Spor renk indeksi
20-31	-	-	10	90	-
20-30	80	-	5	15	7
20-29	80	-	10	10	3-7
20-28	50	10	10	30	7
20-27	-	5	10	85	6,5
20-26	20	5	5	70	6,5
20-25	10	10	10	70	6-7
20-24	-	5	15	80	6-7
20-21	10	20	40	30	7-8
20-20	-	5	15	80	6,5



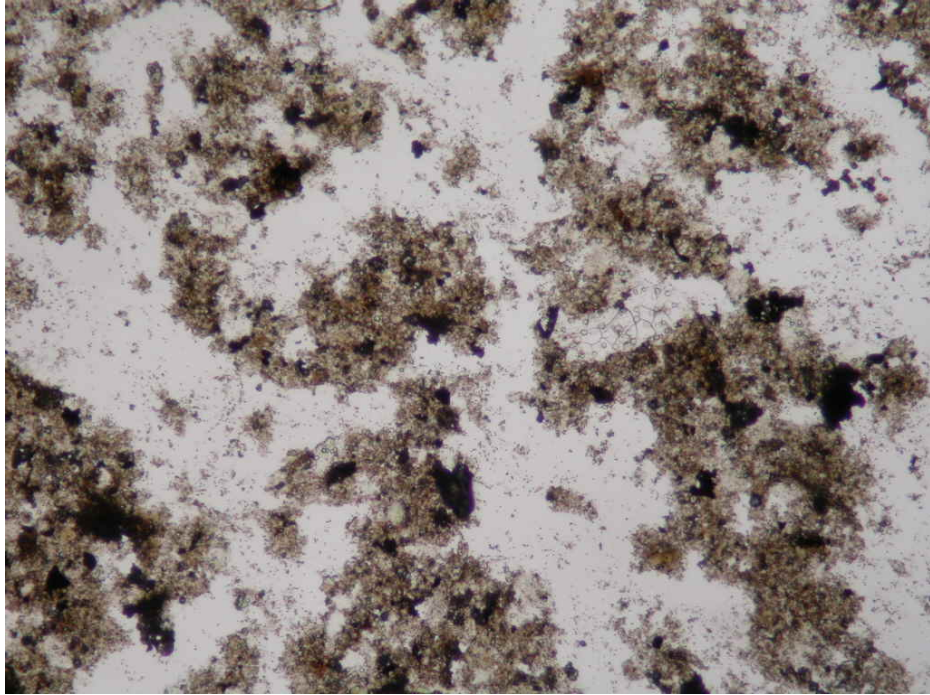
Mikrofoto 4.10. Bozbel formasyonuna (Tb) ait kömürsü ve otsu organik maddeler (Örnek no: 20-24, Büyütme 10x10).



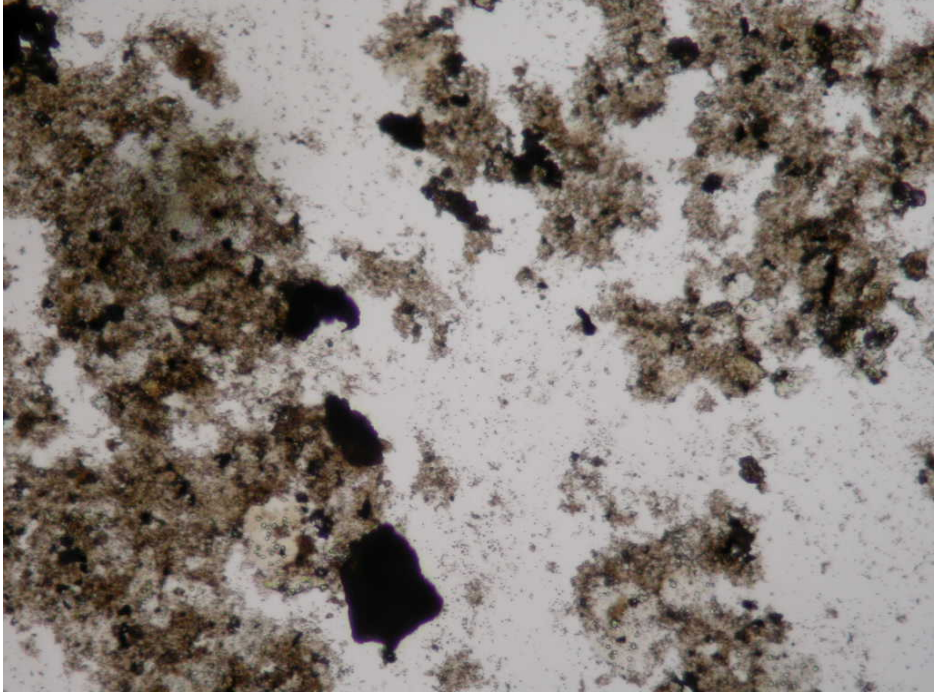
Mikrofoto 4.11. Bozbel formasyonuna (Tb) ait kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-31, Büyütme 10x10).



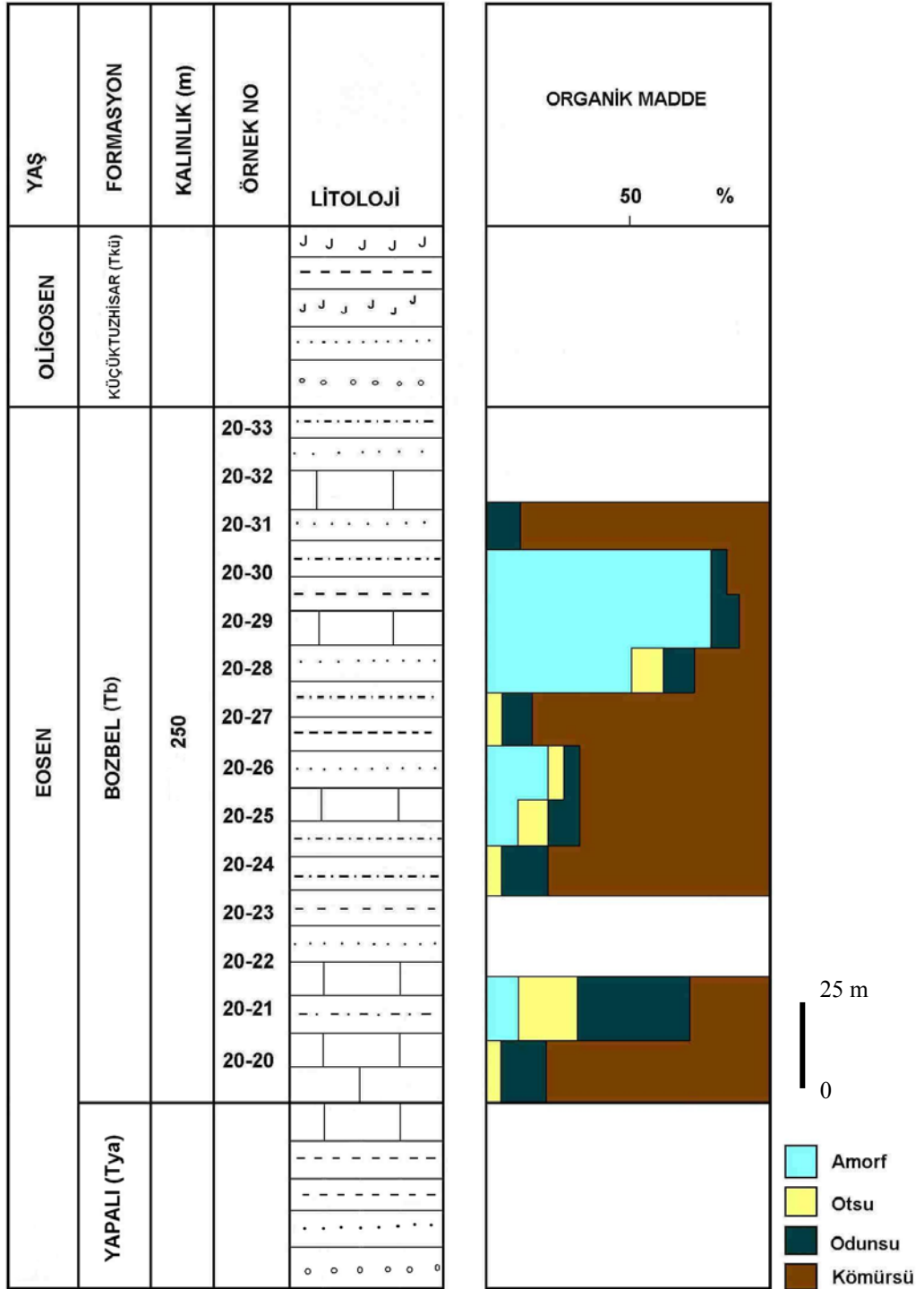
Mikrofoto 4.12. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.13. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.14. Bozbel formasyonuna (Tb) ait amorf ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).

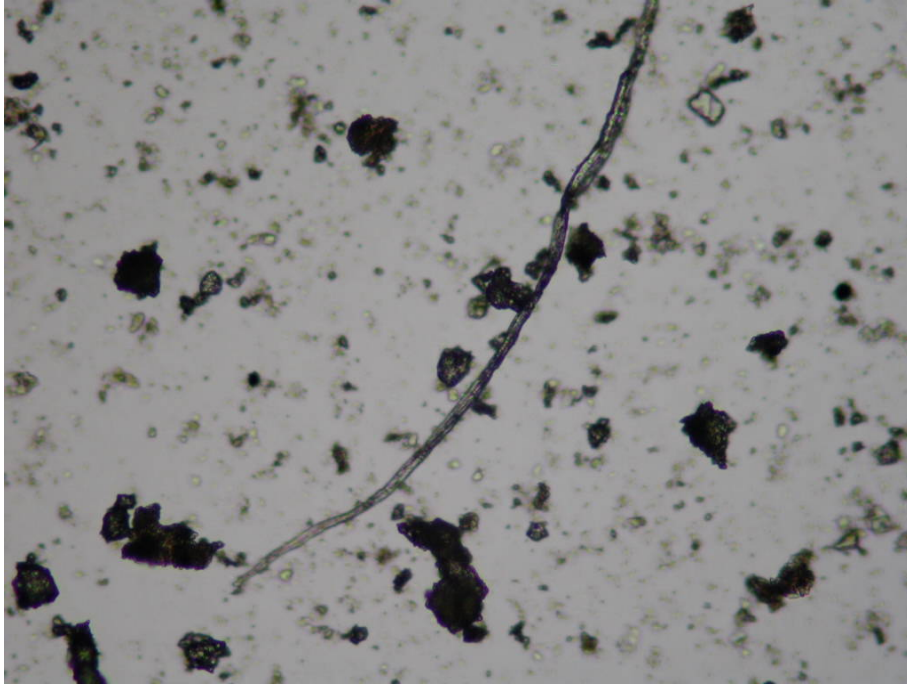


Şekil 4.7. Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu (Tb) temsil eden Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitinde belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.

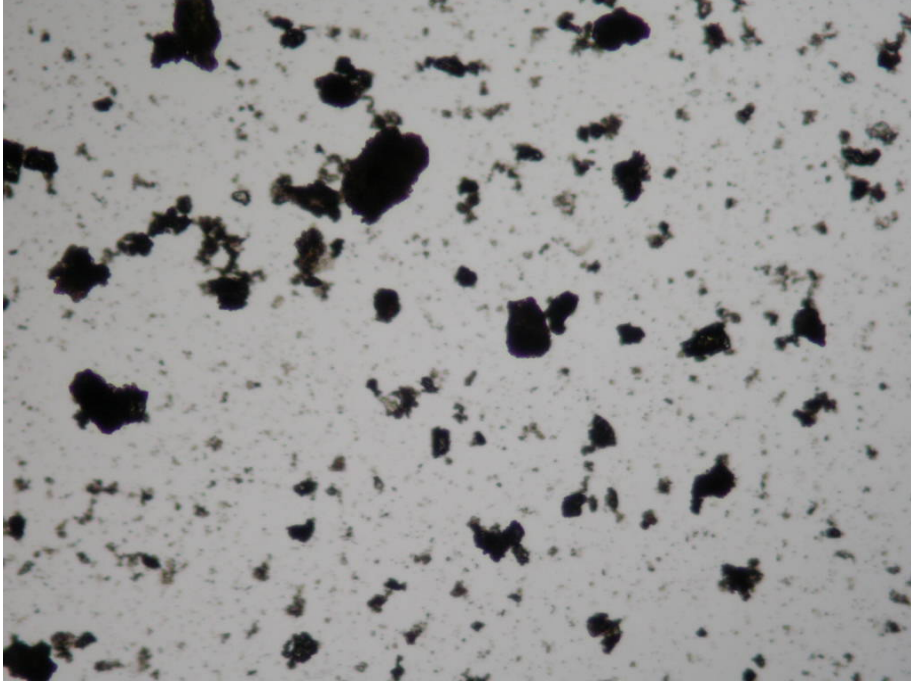
Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu'ndan alınan örneklerde ortalama %10 amorf, %7 otsu, %10 odunsu, %73 kömürsü organik madde belirlenmiştir (Çizelge 4.9) (Mikrofoto 4.18 ve 4.19). Çoğunlukla kömürsü organik maddeden meydana gelen örneklerde derinlik artışına bağlı olarak organik madde alterasyon renkleri ve spor renk değişiminin artmakta olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.8).

Çizelge 4.9. Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) Ziyarettepe Ölçülü Stratigrafik Kesitinde belirlenen organik madde türleri.

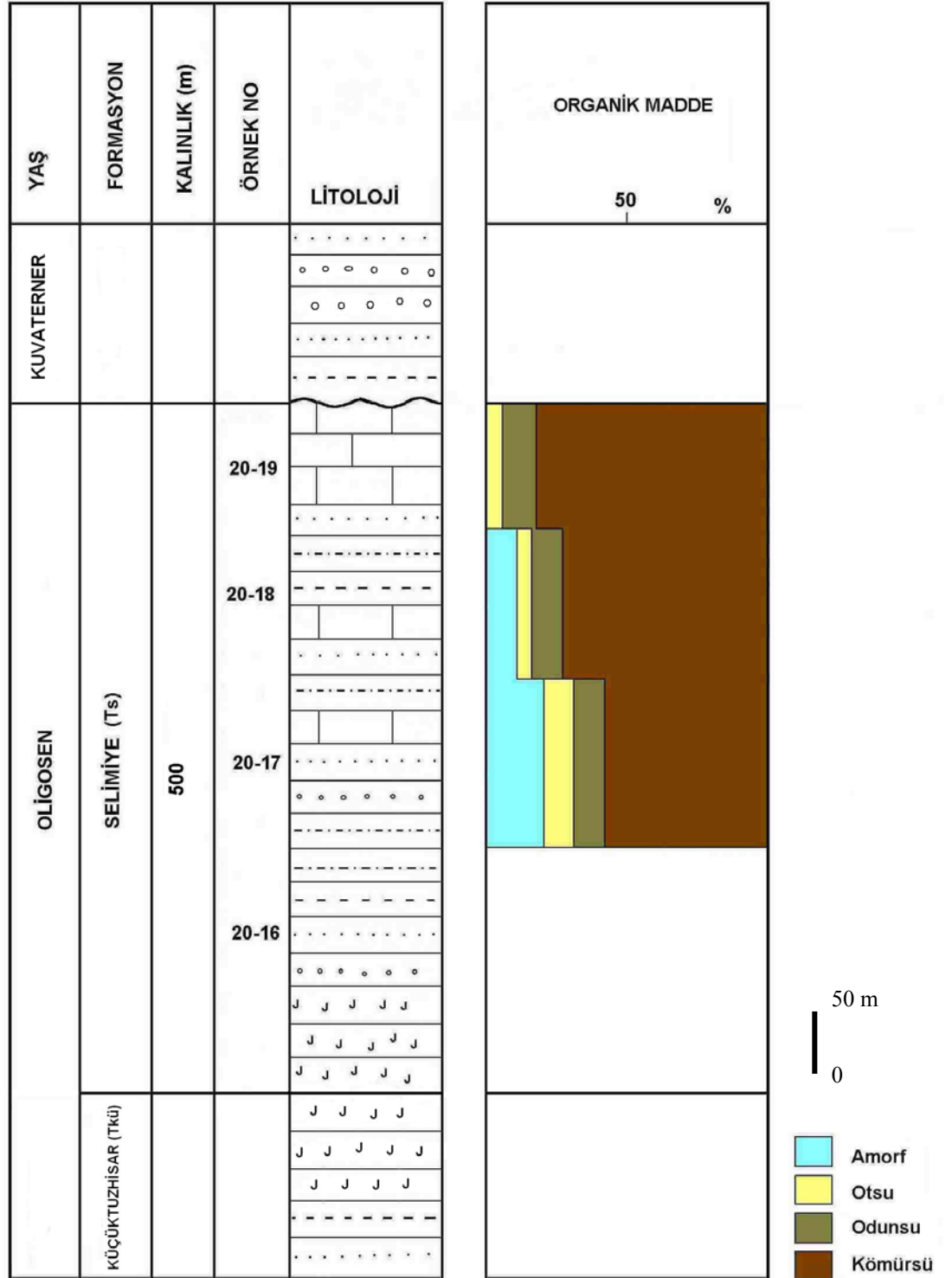
Örnek no	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	Spor renk indeksi
20-17	20	10	10	60	6-8
20-18	10	5	10	75	3-6
20-19	-	5	10	85	3-7



Mikrofoto 4.15. Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu örneklerindeki (Ts) otsu ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: 20-17, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.16. Oligosen yaşı Selimiye Formasyonu (Ts) örneklerinde belirlenen kömürsü ve odunsu organik maddeler (Örnek no: 20-17, Büyütme 10x10).



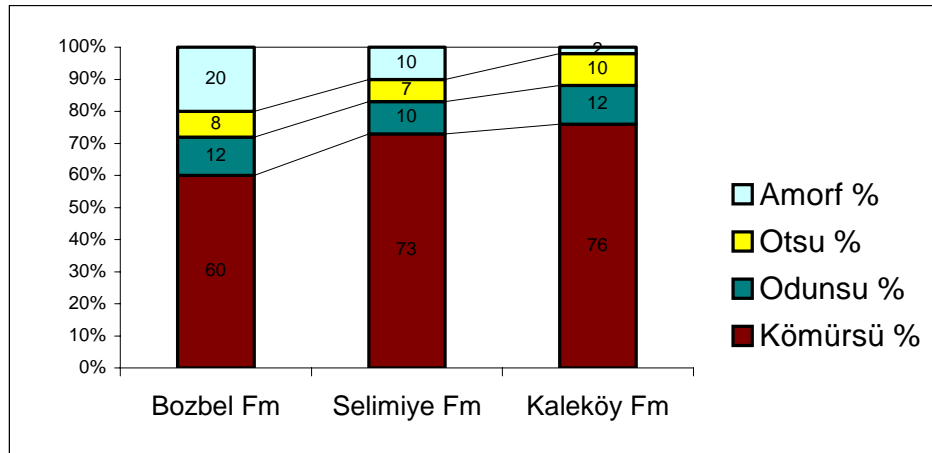
Şekil 4.8. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu (Ts) temsil eden Ziyarettepe ölçülü dikme kesitinde belirlenen organik madde türlerinin dağılımı.

Özellikle petrol oluşumu için organik madde türü (kerojen tipi) çok önemli bir faktördür. Denizel amorf organik madde içeriğince zengin kayaçlar ana kaya oluşum potansiyeli açısından çok önemlidir. Bu çalışmada, incelenen birimler içerisinde en fazla amorf organik madde ortalama % 20 ile Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunda belirlenmiştir. Ancak belirlenen amorf organik maddeler hem miktar olarak az, hemde çoğunlukla karasal özellik taşımaları nedeniyle petrol türümü için uygun değildir. Karasal organik maddeler ise miktarı ve uygunluğu uygun aralıklarda olduğunda gaz türüm potansiyeli sunabilir. Bunlardan kömürsü organik madde incelenen formasyonların hemen hepsinde egemen durumda olmakla birlikte en fazla Eosen yaşlı Kaleköy Formasyonunda (ortalama %76) belirlenmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9).

Belirlenen tüm bu organik maddelerin alterasyon renklerinde açık kahverengi ile koyu kahverengi arasında değişmektedir.

Çizelge 4.10. İncelenen birimlerde belirlenen organik madde türlerinin formasyonlara göre dağılımı.

Yaş	Formasyon	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)
EOSEN	KALEKÖY	2	10	12	76
EOSEN	BOZBEL	20	8	12	60
OLİGOSEN	SELİMİYE	10	7	10	73



Şekil 4.9. İncelenen birimlerde belirlenen organik madde türlerinin formasyonlara göre dağılımı.

4.2.3. Vitrit Yansıması Ölçümleri

Petrol ana kayası çalışmalarında organik maddenin olgunluğu farklı organik ve inorganik analizlerle belirlenir. Bunlar içinde en yaygın olanlardan biri vitrit yansıması ölçümüdür. Kömür içinde önemli maseral gruplarından birini oluşturan vitritler, bitkilerin gövde kısımlarından oluşmaktadır. Vitrit yansıması ölçüm tekniği, vitrit grubu maserallerin gömülme artışına bağlı olarak artan oranlarda ışığı yansıtma özelliğine dayanmaktadır. Yansımanın artış nedeni, vitrit maseralinin ısı artışına paralel olarak aromatik yapılarının artması ve düzenlenmesidir.

Vitrit yansıması ölçümleri, mikroskop-fotometre aracılığı ile standart örnekler göz önünde tutularak yapılmaktadır. Organik madde içindeki vitritlerden yansıma ölçümlerinin yapılabilmesi için parlatılmış kalıplar gerekmektedir. Kalıp yapımı için organik petrografik laboratuvar yöntemleri ile ayrılan (Bölüm 4.2.2.) organik maddeler 50 °C de kurumaya bırakılır.

Kalıp yapımında yaklaşık 2,5 cm çapında ve 2 cm yüksekliğinde plastik silindir kutular, polyester ve katalizörleri (hızlandırıcı ve katılaştırıcı) kullanılmaktadır. Polyester, kalıplara doldurularak içerisine 8-10 damla kadar katalizör eklenir ve karıştırılır. Organik madde ayırımıda karışım içerisine dökülerek karıştırılır ve katılması beklenir.

Bu işlemlerden sonra kalıplar dönen disk üzerinde 180, 320 ve 400 mikron boyutundaki silikon karpit zımpara tozları ile kaba aşındırma; 600, 1000 ve 1200 mikron boyutundaki silikon karpit zımpara tozları ile ince aşındırma yapılır. 1, 03 ve 0.05 mikron boyutundaki alüminyum oksit tozları ile de kalıplar üzerinde çizik kalmayınca kadar parlatılır. Bütün bu işlemler sonucunda kalıplar incelenmeye hazırdır.

Vitrit yansıması değerlerine göre olgunlaşma değişimi Tissot ve Welte (1978) tarafından bir şu şekilde belirtilmektedir;

1. Yansıma değeri % 0-0.5 arasında olan kayalar; diyajenez aşamasında (olgunlaşmamış),
2. Yansıma değeri % 0.5-2 arasında olan kayalar; Katajenez aşamasında (olgun petrol üreten),

3. Yansıma değeri % 2-4 arasında olan kayalar; Metajenez aşamasında (yalnızca gaz üretmiş).

Bu çalışmaya ait örneklerin vitrinit yansıması ölçümleri MTA Genel Müdürlüğü Analiz laboratuvarlarında (Ankara) yapılmıştır.

İncelenen birimlerin vitrinit yansıması ölçümleri ve buna dayalı olgunluk değerlendirmesi;

Delik Kaya' dan alınan Kaleköy formasyonuna ait 5 adet örnekte % 0,320-0,190 arasında değişen vitrinit yansıma değerleri saptanmıştır. Bu değerlerin ortalaması % 0,234'dür. Elde edilen değerlere göre birim diyajenez aşamasında olup henüz olgunlaşmamıştır (Çizelge 4.15).

Kuzey Antiklinalinden alınan Bozbel formasyonuna ait 3 adet örnekte % 0,290-0,197 arasında değişen vitrinit yansıma değeri saptanmıştır. Ortalama vitrinit yansıma değeri % 0,242'dir. Elde edilen değerler birimin diyajenez aşamasında henüz olgunlaşmadığını göstermektedir (Çizelge 4.15).

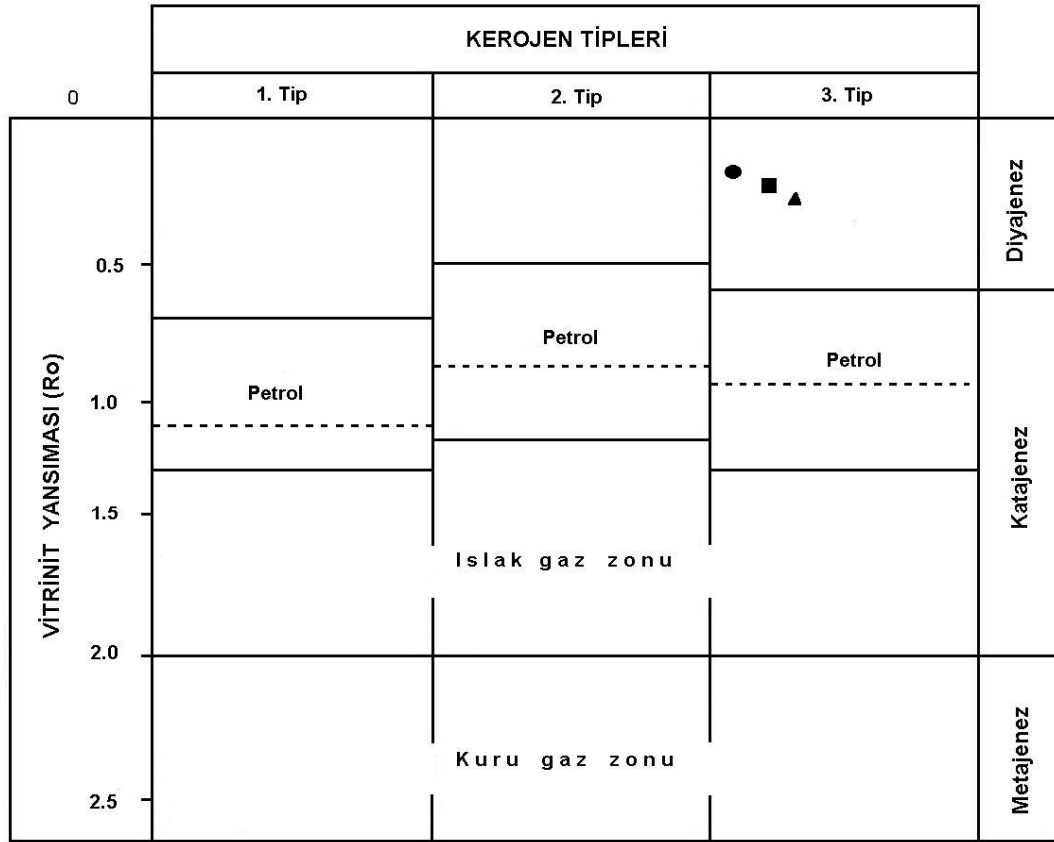
Güney Antiklinali' nden alınan Bozbel formasyonuna ait 3 adet örnekte % 0,296-0,236 arasında değişen vitrinit yansıma değerleri saptanmıştır. Bu değerlerin ortalaması % 0,263'dür. Buna göre birim diyajenez aşamasında olup henüz olgunlaşmamıştır (Çizelge 4.15).

Ziyaret Tepe' den alınan Selimiye formasyonuna ait 3 adet örnekte % 0,275-0,227 arasında değişen vitrinit yansıma değerleri saptanmıştır. Bu değerlerin ortalaması % 0,252'dir. Elde edilen değerler birimin diyajenez aşamasında henüz olgunlaşmadığını belirtmektedir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.11. İnceleme alanındaki birimlerin vitrinit yansıması ölçümleri.

	Örnek No	Vitrinit Yansıması (%)
Kuzey Antiklinali	20-4	0,240
	20-5	0,290
	20-6	0,197
Ziyaret Tepe	20-16	0,275
	20-18	0,253
	20-19	0,227
Güney Antiklinali	20-21	0,296
	20-26	0,258
	20-28	0,236
Delik Kaya	20-36	0,223
	20-46	0,190
	20-52	0,243
	20-57	0,320
	20-62	0,192

Vitrinit yansıması ölçümleri Tissot ve Welte (1978)'nin yaklaşık petrol ve gaz oluşum sınırlarını gösteren diyagramına uygulanmıştır (Şekil 4.14). Kaleköy formasyonu, Bozbel formasyonu ve Selimiye formasyonunun hepsinde Tıp III kerojenin egemen organik madde ve vitrinit yansıma değerlerinde %0,5 den düşük olması nedeniyle, diyajenez aşamasında oldukları ve bu nedenle petrol türümü için yeterince olgunlaşmadıkları belirlenmiştir.



- Selimiye Formasyonu (Ts)
- Kaleköy Formasyonu (Tkal)
- ▲ Bozbel Formasyonu (Tb)

Şekil 4.10. Vitrinit yansımaları ve kerojen tipi açısından petrol ve gaz zonlarının yaklaşık sınırları (Tissot ve Welte, 1978)

4.2.4. Rock-Eval Analizleri

Rock-Eval piroliz analizi organik maddenin tür ve evriminin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir analiz türüdür (Espitalie ve diğ.,1977). Bu analiz sonucunda elde edilen veriler yardımı ile petrol ve gaz potansiyeli, organik maddenin tür ve evrimi hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Rock-Eval pirolizinde, serbest hidrokarbonların (S1), kerojenin ısısal parçalanması sonucunda açığa çıkan hidrokarbonların (S2), kerojen içindeki karbondioksitin (S3) ve S2 pikinin uç noktasındaki sıcaklığın değeri (Tmax) belirlenebilmektedir. Pirolizin yapılabilmesi için 100 mg kadar öğütülmüş örnek

taban ve tavan geçirimli çelik bir hücre içerisine konur. Bu hücre, sıcaklığı programlanabilen bir mikropiroliz fırınına yerleştirilir. Sıcaklık helyum atmosferinde dakikada 25 °C artırılarak 550 °C' ye kadar yükseltilir. Çeşitli dedektörler yardımıyla önce açığa çıkan hidrokarbon gazlarının miktarı, daha sonra 300-550 °C ler arasında açığa çıkan hidrokarbonlar ve 400 °C ye kadar açığa çıkan karbondioksit miktarı belirlenmektedir.

300 °C ye kadar açığa çıkan hidrokarbonlar kayadaki serbest hidrokarbonları (S1), 300 °C den sonra açığa çıkanlar kerojenin ısısal parçalanması sonucunda oluşan hidrokarbonları (S2), 400 °C nin altında ölçülen karbondioksit (S3) ise kayaçtaki organik kökenli karbondioksit miktarını belirtmektedir (Espitalie ve diğ., 1977). Tmax değeri ise analiz sırasında kerojenin ısısal parçalanması sırasında açığa çıkan hidrokarbonların maksimuma ulaştığı sıcaklığı göstermektedir.

Rock-Eval piroliz verilerinden yararlanılarak organik madde türleri belirlenebilmektedir. Burada S2 ve S3 değerlerinin toplam organik bölünmesiyle elde edilen hidrojen indeksi (HI= S2/TOC) ve oksijen indeksi (OI= S3/TOC) değerleri kullanılmaktadır. Kerojenin elementer analizi sonucunda elde edilen atomik H/C ve O/C ile hidrojen indeksi ve oksijen indeksi değerlerinin Van Kevelen diyagramına uygulanması ile de kerojen tipleri saptanabilmektedir.

Petrolü oluşturabilecek ana kayalardaki kerojen tipleri üçe ayrılmaktadır (Laplante, 1973; Raynaud ve Robert, 1976; Urban, 1976; Espitalie ve diğ., 1977; Dow, 1977, 1978; Tissot ve Welte, 1978, 1984; Bostick, 1979; Pelin, 1981; Korkmaz, 1984). Bu araştırmacılara göre kerojenlerin özellikleri şu şekildedir.

1. tip kerojenler: Sıvı hidrokarbon oluşturma yeteneği en yüksek olan kerojen tipidir. Oksijen oranı son derece az olup çok miktarda alifatik zincir ve az oranda aromatik bileşenleri içerirler. Denizel algler ile mikrobiyolojik etkinlikler sonucunda lipid oranı yükselmiş organik maddelerden oluşurlar. Bu tip kerojenler bol miktarda petrol ve gaz üretirler.

2. tip kerojenler: Denizel alg, spor ve polen, balmumu ve fosil rezinlerinin karışımından meydana gelmektedirler. Bahsedilen bileşenlerin lipid hücrelerinin birleşmesi ile oluşurlar. 1. tip kerojenlerden daha düşük sıvı petrol oluşturma kapasitesine sahiptirler.

Çizelge 4.14. Selimiye formasyonundan alınan örneklerin Rock-Eval piroliz analizi sonuçları.

Örnek No	TOC (%)	S1	S2	S3	HI	OI	S1+S2	S1/S2+S3	Tmax (°C)
20-16	0.02	0	0	0.01	0	50	0	0	467
20-18	0.01	0	0	0.13	0	1300	0	0	516
20-19	0.08	0	0	0.15	0	188	0	0	526

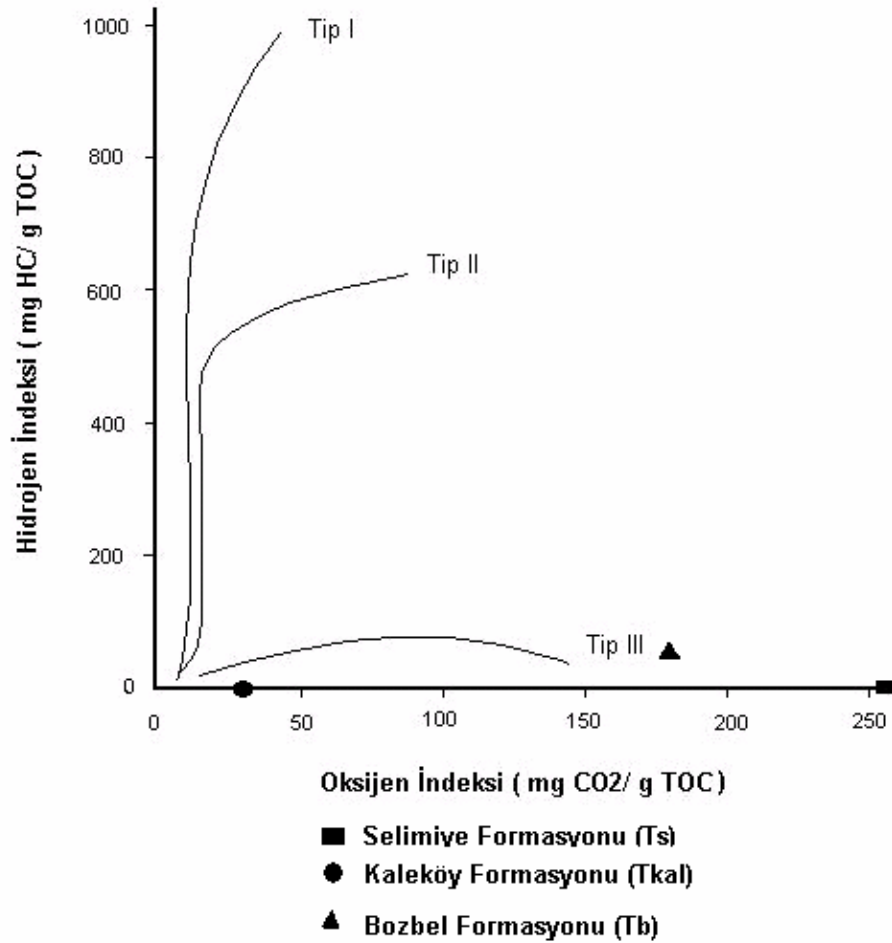
TOC: Toplam organik karbon yüzdesi

HI: Hidrojen İndeksi (mg HC/gCorg)

OI: Oksijen İndeksi (mgHC/gCorg)

S1+S2: Jenetik Potansiyel (mg/g)

S1/S2+S3: Transformasyon oranı



Şekil 4.11. Rock-Eval pirolizi yapılan birimlerin Van Krevelen diyagramına göre kerojen tipleri (Espitalie ve diğ., 1977).

4.2.4.1. Rock-Eval Pirolizi sonuçlarına göre ana kaya potansiyeli

Ana kaya potansiyelinin belirlenmesinde S1 ve S2 pikleri kullanılmaktadır. Bu verilerle Tissot ve Welte (1978) tarafından nicel bir ana kaya sınıflaması yapılmıştır;

$S1+S2 < 2$ Kg/Ton ise, bu tür kayaçlar petrol ana kayası olamazlar, ender olarak doğal gaz ana kayası olabilirler.

2 Kg/Ton $< S1+S2 < 6$ Kg/Ton ise, orta derecede petrol ana kayası olabilirler,

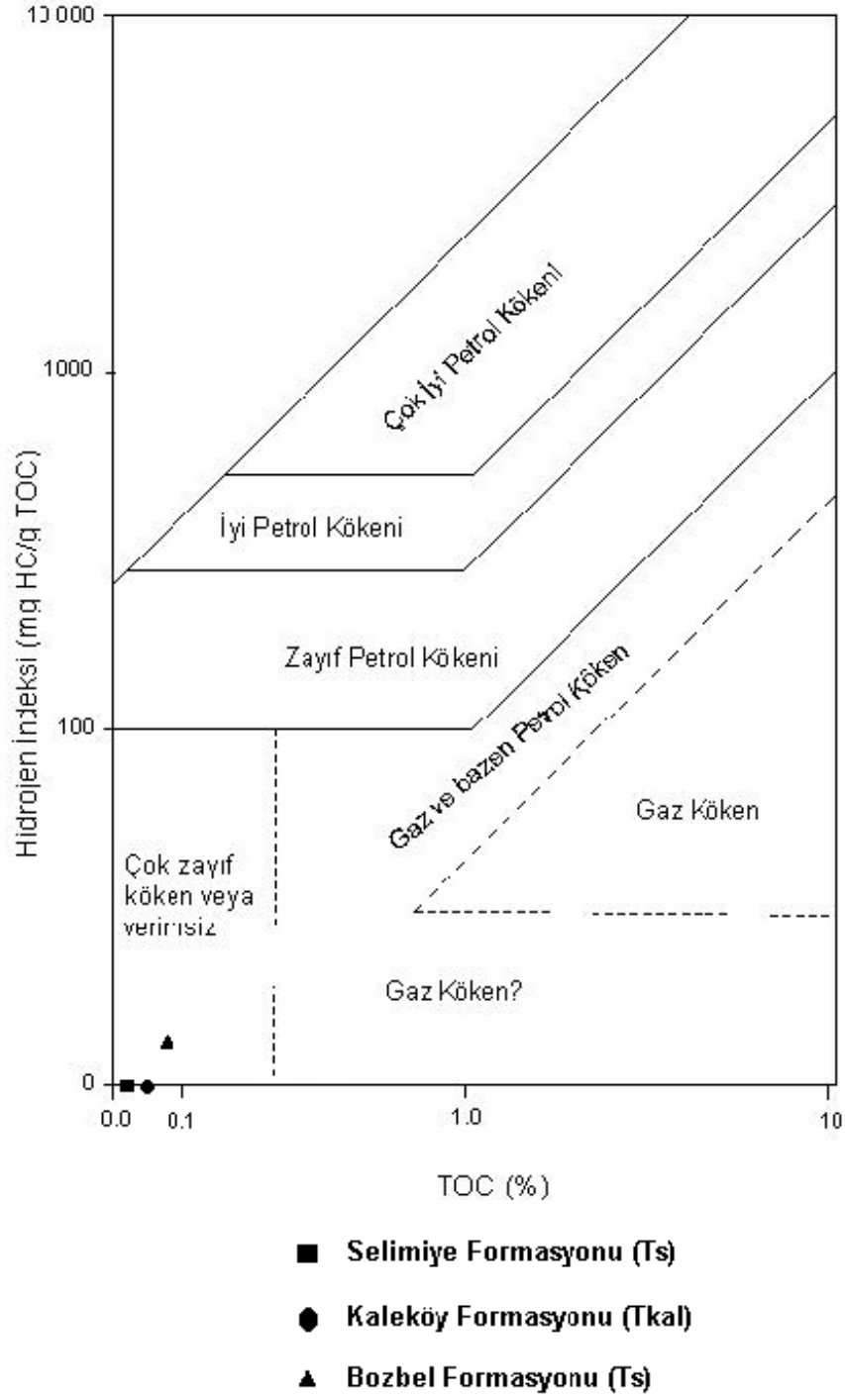
$S1+S2 > 6$ Kg/Ton ise, iyi derecede petrol ana kayası olabilirler.

Bu kapsamda, inceleme alanındaki birimlerin Rock-Eval piroliz verilerinden yararlanarak jenetik potansiyel değerleri hesaplanmıştır. Bu verilere göre Kaleköy formasyonunda ortalama 0.00 Kg/Ton (Çizelge 4.12) Bozbel formasyonunda ortalama 0.01 Kg/Ton (Çizelge 4.13), ve Selimiye formasyonunda da ortalama 0.00 Kg/ton (Çizelge 4.14) jenetik potansiyeli değeri saptanmıştır. Bu değerler sonucunda birimlerin petrol ana kayası olamayacağı sonucuna varılmıştır.

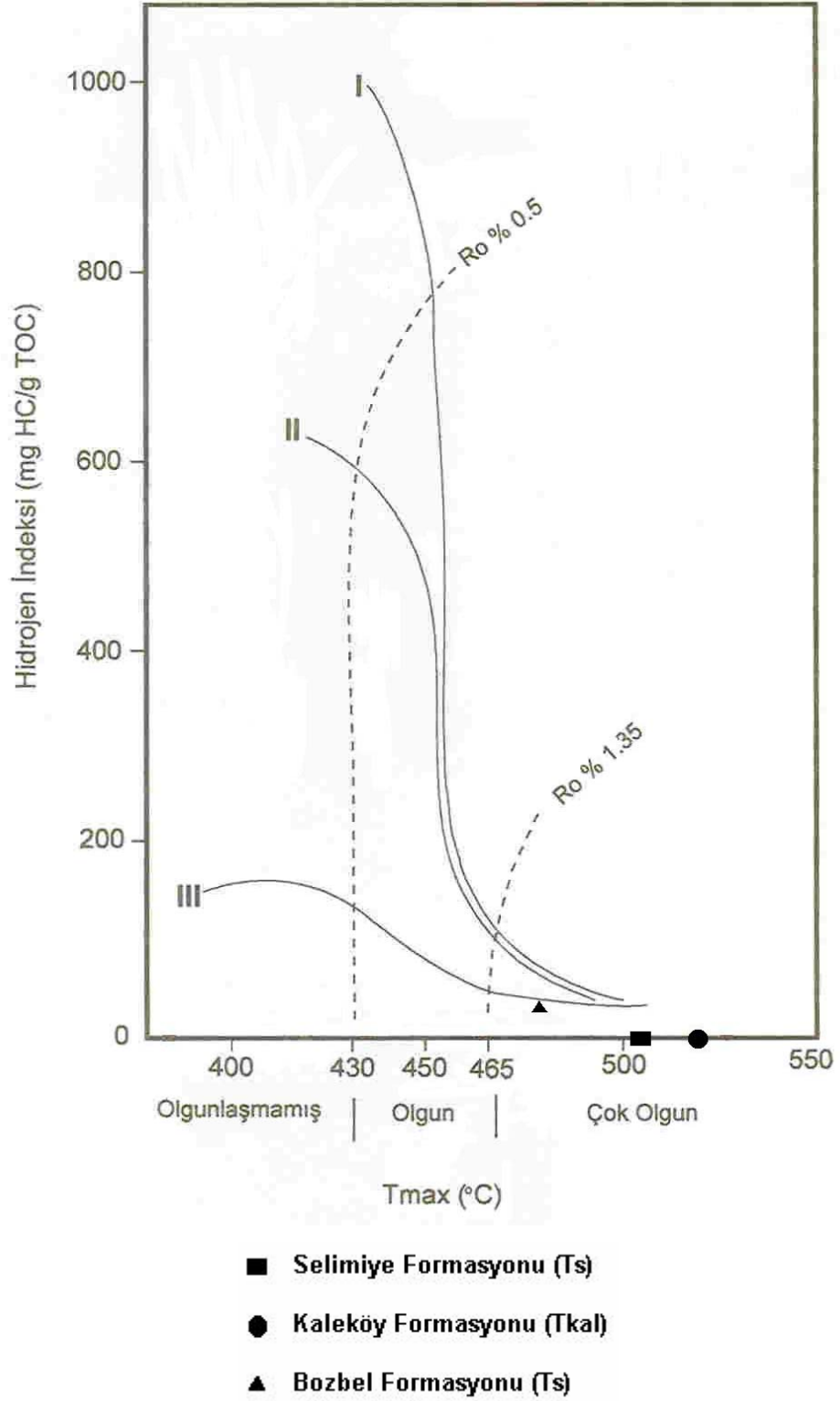
Analiz sonuçları Jackson ve diğ., (1985) tarafından geliştirilen köken zenginliği diyagramına uygulanmıştır (Şekil 4.12). Bu diyagrama göre incelenen birimlerin ender olarak gaz oluşturabilecekleri ve zayıf kökenli veya verimsiz oldukları belirlenmiştir.

Rock-Eval pirolizleri sırasında ortaya çıkan ısı olgunluk göstergesi olarak kullanılabilir. Tmax, pirolizin en yüksek ısını gösteren bir parametredir. Artan derinlikle birlikte Tmax değeri de artmaktadır (Espitalie ve diğ., 1977). Bu ısı 430°C'den düşük olduğu zaman diyajenetik zonu, 430-465°C arasında olduğu zaman katajenetik zonu, 465°C büyük olduğu zaman da metajenetik zonu vermektedir.

Kaleköy formasyonunda 500-561°C arasında, Bozbel formasyonunda 439-555 °C aralığında ve Selimiye formasyonunda ise 467-526 °C arasında değişen Tmax değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.13). İncelenen üç formasyonda Tmax değerlerine göre metajenetik zonu temsil etmektedir. Fakat özellikle vitrinit yansıması ile elde edilen veriler diyajenetik zonda olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.11, 4.12 ve 4.13). Bu değerlendirme farklılığı örneklerin zayıf organik madde içermesinden dolayı Tmax değerinin hatalı yanıt verdiği şeklinde yorumlanmıştır.



Şekil 4.12. İnceleme alanındaki birimlerin hidrojen indeksi (HI) ve toplam organik karbon (TOC) değerlerine göre köken zenginliği (HI-TOC) diyagramı (Jackson ve diğ., 1985).



Şekil 4.13. İnceleme alanındaki örneklerinin HI-Tmax diyagramı (Mukhopadhyay ve diğ., 1995).

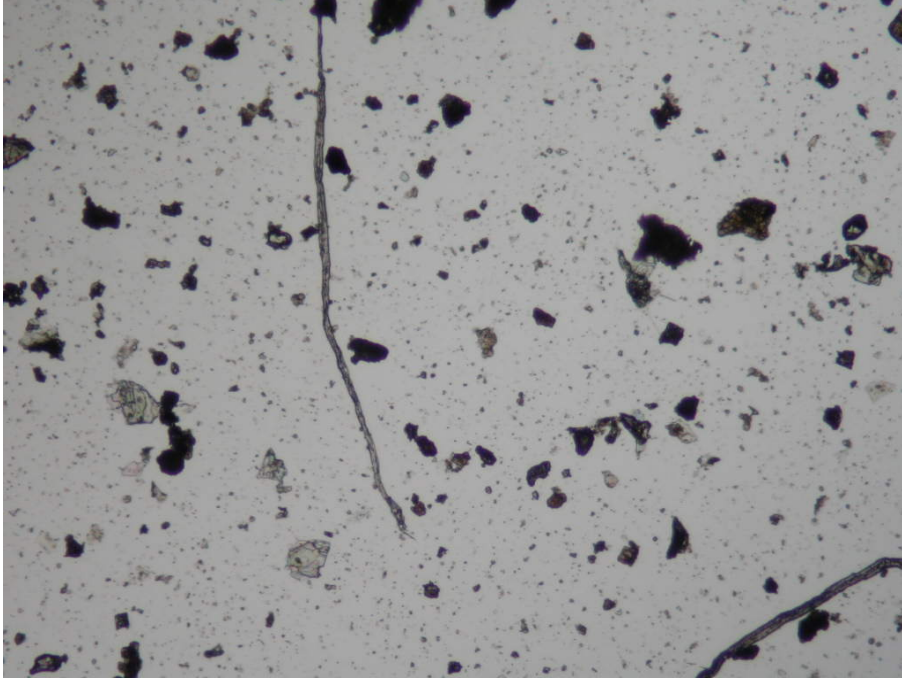
4.2.5. Spor renk değişimleri (SCI)

Bu incelemeler sırasında, kerojen tiplerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmış preparatlar kullanılmaktadır. Bitkilerin üreme organları olan spor ve pollenlerin renklerinin ısıya karşı duyarlı olması yöntemin temelini oluşturmaktadır. Doğal renkleri açık sarı olan bu organik maddeler artan ısı karşısında turuncu, kırmızı, kahverengi ve siyah renklere sahip olurlar. Sarı ile siyah arasında değişen renk tonları 10' luk bir skalada tanımlanmaktadır. Bu renkler ve karışık gelen olgunlaşma seviyesi aşağıda sunulmuştur (Çizelge 4.18).

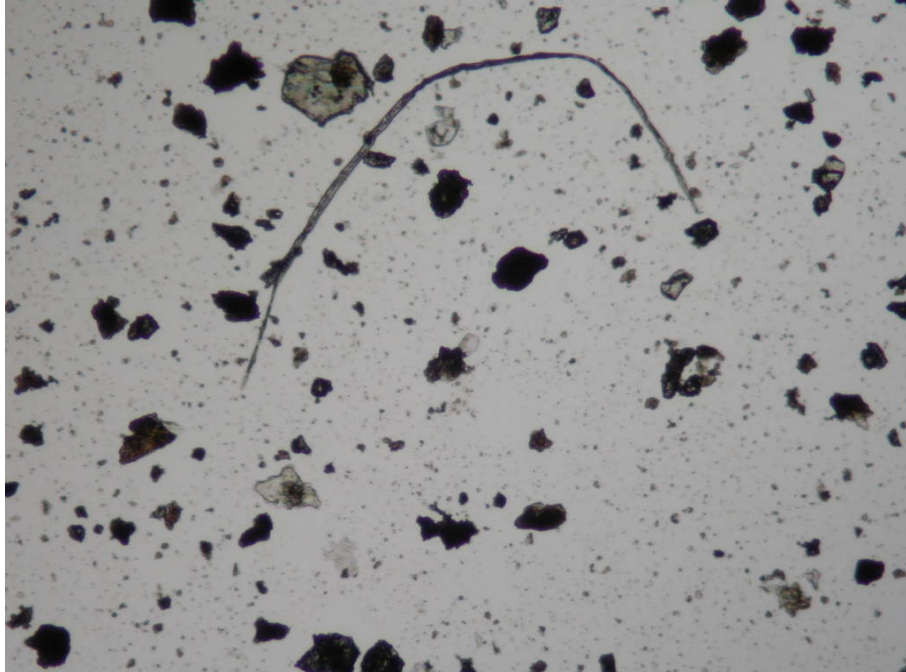
Çizelge 4.15. Spor renk indisi ve olgunlaşma seviyesi skalası.

<u>SCI</u>	<u>Renk</u>	<u>Olgunlaşma seviyesi</u>
2-3	Sarı	Olgunlaşmamış
4	Koyu Sarı	Olgunlaşmamış
5	Sarı-Turuncu	Olgunlaşma Başlangıcı
6	Turuncu	Olgun
6.5	Turuncu-Kırmızı	Orta Olgun
7	Açık Kahve	İleri Olgun
7.5-8	Kahve-Koyu Kahve	Aşırı Olgun
8-10	Koyu Kahve-Siyah	Aşırı Olgun

Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan alınan örneklerde spor renkleri sarı ile açık kahverengi arasında değişmektedir (Mikrofoto 4.20 ve 4.21). Derinlik artışına bağlı olarak renklerde çok az değişimler olmaktadır.



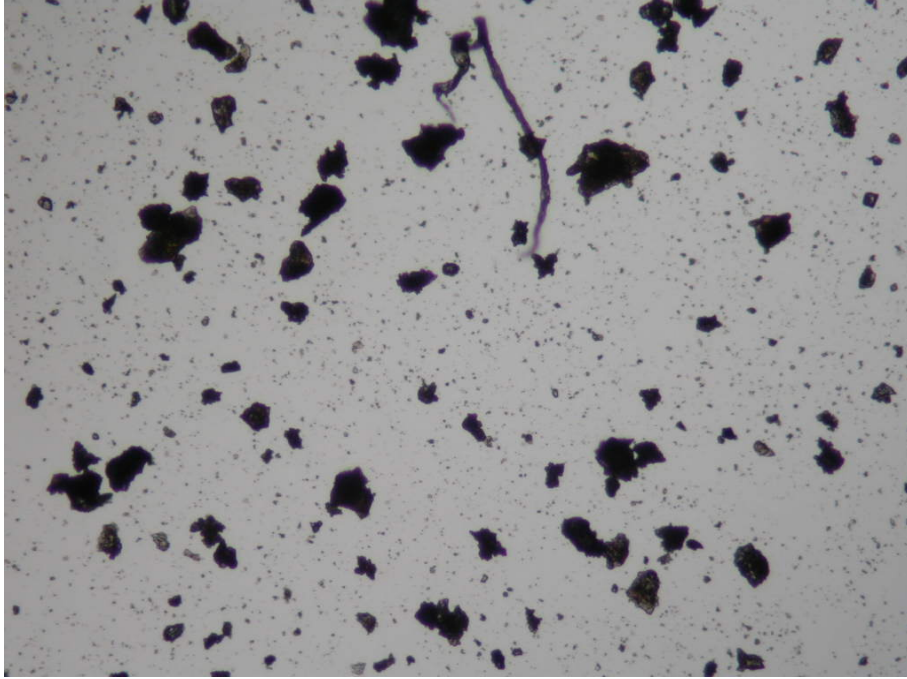
Mikrofoto 4.17. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen sarı ve açık kahve renkli sporlar (Örnek no: 20-30, Büyütme 10x10).



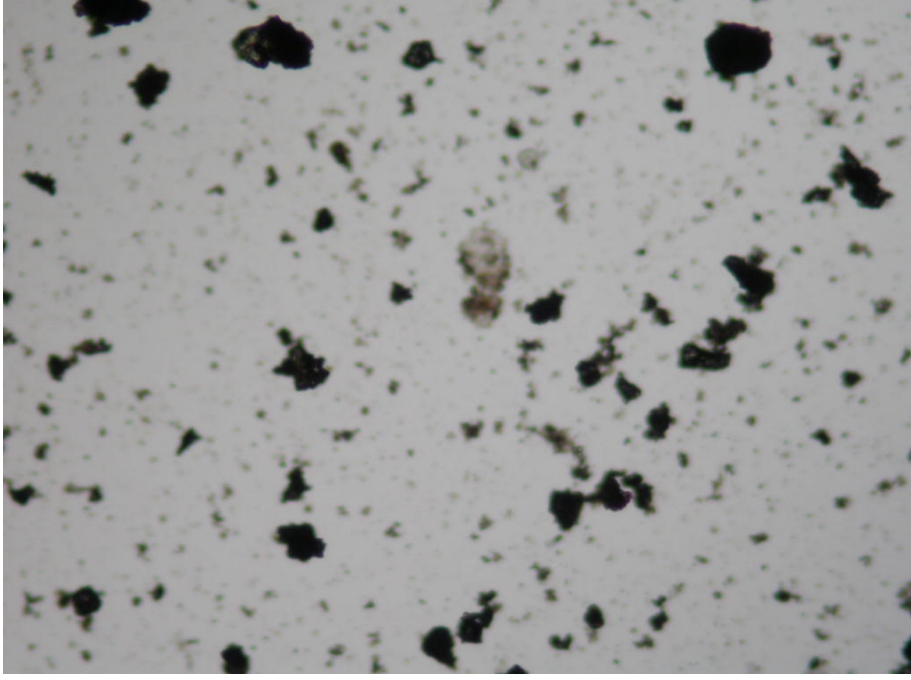
Mikrofoto 4.18. Bozbel formasyonunda (Tb) görülen sarımsı renkli spor (Örnek no: 20-8, Büyütme 10x10).

Eosen yaşı Kaleköy formasyonu ve Oligosen yaşı Selimiye formasyonundan alınan örneklerde spor renkleri sarı ile siyah arasında değişmektedir. Derinlik artışına bağlı olarak renklerde bazı değişimler gözlemlenmiştir. Ancak bunlardan bir kısmı alterasyon sonucu meydana gelen renk artışlarıdır (Mikrofoto 4.22 ve 4.23).

Spor renk değişim çalışmaları, spor ve polenlerin atmosferik koşullarda rüzgar ve su ile kolaylıkla taşınabilir olması nedeniyle incelemelerde tek başına bir olgunluk parametresi olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada da görüldüğü gibi aslında çok olgunlaşmamış birimlerde bile alterasyon nedeniyle gelişen koyu spor renkleri hatalı yorumlara yol açabilmektedir. Bu nedenle birkaç analitik veri ile denştirilerek kullanılması daha doğrudur.



Mikrofoto 4.19. Kaleköy formasyonunda (Tkal) görülen kırmızı renkli spor (Örnek no: 20-57, Büyütme 10x10).



Mikrofoto 4.20. Selimiye formasyonunda (Ts) görülen açık sarı renkli yuvarlak spor (Örnek no: 20-18, Büyütme 10x10).

5. ORGANİK FASIYES İNCELEMELERİ

Organik fasiyes terimi sedimentlerin inorganik özellikleri dikkate alınmadan belirli stratigrafik birimlerin haritalanabilir alt grupları olarak tanımlanmış ve organik özelliklerine göre alt gruplara ayrılmıştır (Jones ve Demaison, 1982). Depolanma ortamı ve/veya organik madde tipi ile petrol oluşturma kapasitesi arasındaki ilişki Bass (1963), Breger ve Brown (1963), Parparova ve Nerucheu (1977), Cornelius (1978), Laskaia (1978) gibi araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak çalışılmıştır.

Amerikan literatüründe genellikle "Karasal Organik Fasiyes" gaz oluşturu, "Denizel Organik Fasiyes" de petrol oluşturu olarak tanımlanmıştır (Breger ve Brown, 1963; Rogers ve Koon, 1971; Dow, 1977; Barker, 1978, 1979; ve Rodgers, 1980).

Rezervuarlar içindeki gaz ve petrol birikimleri yalnızca ana kayanın organik fasiyesine değil, farklı jeolojik yerleşimlerde organik maddenin olgunluk düzeyine de bağlıdır (Spillers, 1965; Weber ve Daukow, 1975; Tissot ve Welte, 1978; Durand ve Oudin, 1980).

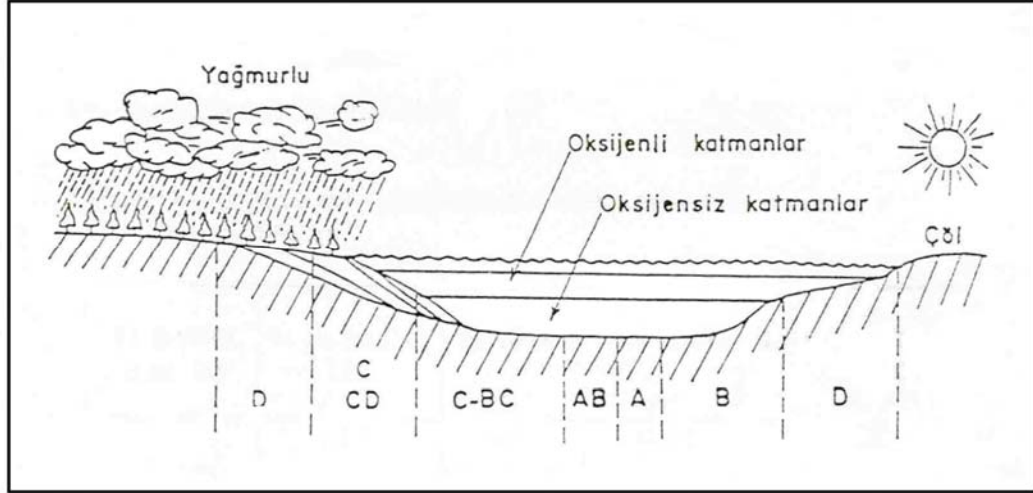
Jones ve Demaison (1982), atomik H/C oranı, Rock-Eval piroliz verileri ve vitrinit yansıması değerlerinden faydalanarak organik fasiyesleri A, B, B-C, C ve D olmak üzere 5 grupta incelemiştir.

Yitong Grabeni'nde (Çin) yapılan çalışmada ise organik fasiyesler kerojen tipleri dikkate alınarak 5 (A, B, C, D, E) gruba ayrılmıştır (Fang ve diğ., 1993).

Jones (1987), H/C oranı, hidrojen indeksi (HI), oksijen indeksi (OI) ve egemen organik madde türlerine göre 7 ayrı organik fasiyes ayırtlamıştır. Bunlar;

1. A organik fasiyesi
2. AB organik fasiyesi
3. B organik fasiyesi
4. BC organik fasiyesi
5. C organik fasiyesi
6. CD organik fasiyesi
7. D organik fasiyesi

Jones (1987) tarafından şematize edilen ve Altunsoy ve Özçelik (1993) tarafından bazı eklemeler yapılarak geliştirilen organik fasiyesler şeması Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Değişik çökeltme ortamlarındaki farklı organik fasiyeslerin görünümü (Altunsoy ve Özçelik, 1993).

Bu sınıflamada belirtilen organik fasiyeslerin özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir;

Dünyada sınırlı miktarda yayılma sahip olan A organik fasiyesi % 5-20 arasında değişen TOC değerleri ile ifade edilmektedir. Bu fasiyese en iyi örnek A.B.D.’de bulunan, göl ortamını karakterize eden Green River formasyonudur.

A ve AB organik fasiyesleri genellikle ince taneli denizel ve gölsel sedimanların bulunduğu alanlarda gözlenmektedir. Ortadoğu petrol alanlarının da içinde bulunduğu birçok petrol alanı AB ve B organik fasiyesi özellikleri göstermektedir

Genelde % 1-3 arasında değişen oranlarda TOC değerine sahip B ve BC organik fasiyeslerinde bazen bu değerler daha da düşebilmektedir. Çoğunlukla denizel birimlerde B organik fasiyesinde çökeltirken, Mahakam Delta çökellerinde olduğu gibi dotalarda da BC ve C organik fasiyesleri çökeltmektedir. (Durand ve Oudin, 1980)

Karasal kökenli ve bir miktar da oksidasyona uğrayan organik maddelerden oluşan C organik fasiyesi genellikle gaz oluşturmaya elverişlidir.

Az miktarda gaz oluşturabilen CD organik fasiyesi ile oluşum karakteristikleri çok az olan, yalnızca korelasyon amacıyla kullanılan D organik fasiyesi % 0,5 den daha düşük toplam organik karbon içeriğine sahiptir. Bu fasiyeste çökelen birimler derin deniz ortamları ile kötü boylanmalı sedimentlerin bulunduğu karasal ortamlarda çökelmiş olabilirler (Altunsoy, 1993)

Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskopik ve bazı kimyasal karakteristikleri (Jones, 1987) Çizelge 5.1 de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskopik ve kimyasal karakteristikleri (Jones, 1987).

ORGANİK FASİYES	% R ₀ ≅ 0.5'de H/C	PIROLİZ VERİLERİ		EGEMEN ORGANİK MADDE
		HI	OI	
A	≥ 1.45	> 850	10-30	Algal, Amorf
AB	1.35-1.45	650-850	20-50	Amorf, çok az karasal
B	1.15-1.35	400-650	30-80	Amorf, yaygın karasal
BC	0.95-1.15	250-400	40-80	Karışık, bazen okside
C	0.75-0.95	125-250	50-150	Karasal, bazen okside
CD	0.60-0.75	50-125	40-150+	Okside, reworked
D	≤ 0.60	< 50	20-200+	Yüksek okside, reworked

İnceleme alanı için organik fasiyes değerlendirmesi yapılırken organik maddenin bileşimi, oluşumu ve diyanejetik durumu dikkate alınmış ve Jones (1987) organik fasiyes sınıflaması kullanılmıştır.

5.1. Kaleköy Formasyonu Organik Fasiyesleri

Kaleköy formasyonu'nda toplam organik karbon (TOC) değeri ortalama % 0.06'dür. Formasyonda egemen olarak kömürsü organik maddeler belirlenmiştir. Amorf, otsu ve odunsu organik maddeler ise daha düşük miktarlardadır. Rock-Eval piroliz analizi ile 0.00 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 29.5 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri elde edilmiştir. Hidrojen İndeksinin örneklerde

belirlenemeyecek kadar düşük olması ve diğer veriler yardımıyla formasyonun D organik fasiyesinde çökeldiği sonucuna varılmıştır.

5.2. Bozbel Formasyonu Organik Fasiyesleri

Bozbel formasyonu'nda toplam organik karbon (TOC) değeri ortalama % 0.073'dür. Formasyonda kömürsü organik maddeler egemendir. Bunu yanı sıra amorf, otsu ve odunsu organik maddeler de düşük oranlarda bulunmaktadır. Rock-Eval piroliz analizi sonucunda ortalama 12.4 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 177.2 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri elde edilmiştir. Bu veriler yardımıyla formasyonun D organik fasiyesinde çökeldiği sonucuna varılmıştır.

5.3. Selimiye Formasyonu Organik Fasiyesleri

Selimiye formasyonu'nda toplam organik karbon (TOC) değeri ortalama % 0.04'dür. Formasyonda egemen olarak kömürsü organik madde görülmektedir. Rock-Eval piroliz analizi sonucunda 0.00 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 512.6 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri elde edilmiştir. Hidrojen İndeksinin (HI) olmaması, Oksijen İndeksinin çok yüksek olması ve diğer veriler yardımıyla formasyonun D organik fasiyesinde çökeldiği sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma; Ulaş (Sivas) kuzeyinde Tersiyer yaşlı birimlerin petrol ana kaya ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Yapılan çalışmada bölgede yüzeyleyen birimlerin stratigrafik özellikleri yeniden değerlendirilmiştir.

İnceleme alanının temelini Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonu oluşturmaktadır. Bunun üzerine açılı uyumsuzlukla Eosen yaşlı Kaleköy, Yapalı ve Bozbel formasyonları gelmektedir. Bu birimlerin üzerine ise Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar ve Selimiye formasyonları çökelmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak, Eosen yaşlı Bozbel formasyonu, Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonundan alınan örneklerde yapılan organik jeokimyasal ve organik petroğrafik analizler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Kaleköy formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.06'dır. Formasyonda kömürsü organik madde hakimdir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığı ve formasyonun petrol ana kayası olamayacağı saptanmıştır.

Bozbel formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.07'dir. Formasyonda kömürsü organik maddeler egemendir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığı, formasyonun petrol ana kayası olamayacağı, ender olarak gaz üretebileceği saptanmıştır.

Selimiye formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.04'dir. Formasyonda kömürsü organik madde hakimdir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz olgunlaşmadığını, formasyonun petrol ana kayası olamayacağı belirlenmiştir.

Bozbel formasyonu, Kaleköy formasyonu ve Selimiye formasyonu'nda organik fasiyes incelemelerinde, tüm formasyonların D organik fasiyesinde çökeldiği ve petrol türetme özelliklerinin bulunmadığı belirlenmiştir.

7. DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H.T., 1986, Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi: MTA Rap. No. 7932 (Yayımlanmamış).
- Aktimur, H.T., 1988, 1:100 000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Sivas-F24 paftası: MTA Yayl., Ankara.
- Aktimur, H.T., Z., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990, Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının jeolojisi, M.T.A. Dergisi 111, 25-36.
- Ala. M.A., Kinghorn, R.R.F. ve Rahman, M., 1980, Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province, Southwest Iran: Jaur Petr. Geol., 3, 1. 61-89.
- Alpay, B., 1948, Tuzhisar tuzlası hakkındaki jeolojik rapor: M.T.A. Derleme Raporu No: 3480 (Yayımlanmamış).
- Altunsoy, M. 1993, Karacaören (İmranlı)- Diktaş (Divriği) yöresi Tersiyer çökellerinin Sedimanter Petroloji, Petrol Ana kayası ve Organik Fasiyes özelliklerinin incelenmesi: C. Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 278 s. (Yayımlanmamış).
- Altunsoy, M. ve Özçelik, O., 1993, Organik fasiyesler: Jeoloji Müh. Derg., 43, 34-39.
- Arpat, E., 1964, Gürlevik Dağı Bölgesinin ve Kuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkanları : M.T.A. Derleme Rapor No: 4180 (Yayımlanmamış).
- Atabey, E. ve Aktimur, H.T., 1997, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas G 24 paftası, M.T.A. Yay. s. 48.
- Atalay, Z., 1993, Sivas'ın batısı ve güneybatısındaki karasal Neojen çökellerinin stratigrafisi ve çökel ortamları. Doktora tezi C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Atalay, Z., 1998, Sivas Tersiyer Havzasının Kavlak Köyü-Kızılırmak nehri arasındaki kesiminin stratigrafisi ve bazı yapısal özellikleri, C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 15, S.1, s. 61-74.
- Baykal, F. ve Erentöz, C., 1966, 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas paftası izahnamesi, M.T.A. Yay. s. 116.

- Barker, C., 1978, Plate tectonics, organic matter and basin evaluation (abs) : AAPG Bulletin, v. 62, p. 493.
- Barker, C., 1979, Organic geochemistry in petroleum exploration: AAPG Continuing Education Course Note Series 10, 159 p.
- Bass, N.W., 1963, Composition of crude oils in northwestern Colorado and northeastern Utah suggest local sources: A.A.P.G. Bull., v. 47, p.2039-2064.
- Basu, D.N., Banerje, A. ve Tamhane, D.M., 1980, Source area and migration trend of oil and gas in Bombay offshore: A.A.P.G. Bull., v. 64, 209-220.
- Blumenthal, M., 1937, Kangal ile Divriği arasındaki mıntıkanın başlıca jeolojik hatları M.T.A., İnternal Report no. 568. Ankara.
- Blumenthal, M., 1938, Şarkı Toros mıntıkasındaki Hekimhan (Kangal)- Hasançelebi irtifasında jeolojik araştırmalar. M.T.A. derleme raporu, No: 570 (yayınlanmamış).
- Bostick, N.H., 1979, Microscopic measurement of the level of catagenesis of solid organic matter in sedimentary rock to aid exploration for petroleum and to determine former burial temperatures: SEMP, special public, 26, 17-43.
- Breger, I.A. ve Brown, A., 1963, Distribution and types of organic matter in a barred marine basin: New York Acedemy of Science Transactions, v. 25, p. 741-755.
- Chaput, E., 1947, Türkiye’de jeolojik ve jeomorfojenik tetkik seyahatları: İ.Ü., yay. No. 324. İstanbul.
- Cornelius, C., 1978, The role of source rock facies in the origin of petroleum: Erdoel-Erdgas-Zeitschrift, v. 94, no 3, p. 90-94 (in German).
- Dow, W.G., 1977, Kerogen studies and geological interpretations: Journal of Geochemical Exploration, v.7, p. 79-99.
- Dow, W.G., 1978, Petroleum source beds on continental slope and rises: A.A.P.G. Bull., 62, 1584-1606.
- Durand, B., ve Oudin, J.L., 1980, Proc. 10th World Petr. Cong., 2, 1-12.
- Espitalie, J., Madec, M., ve Tisot, B., 1977, Source rock characterization, 9th offshore technology conference: 439-444.

- Fang, H., Jianyu, C., Yongchuan, S., Yaozong, L., 1993, Application of organic facies studies to sedimentary basin analysis: a case study from the Yitong Graben, China, *Org. Geochem.* Vol. 20, no. 1, pp. 27-42.
- Galloway, W.E., Hobday, D.K. ve Magara, K., 1982, Frio Formation of the Texas Gulf Coast Plain depositional system, structural framework and hydrocarbon origin, migration, distribution and exploration potential: The University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology, report 122, 78 p.
- Gehman, H.M., 1962, Organic Matter in Limestone: *Geochim et Cosmochim Acta*, 26, 885-897.
- Gökçen, E. ve Kelling, G., 1982, Hafik Kuzeyinde Senozoyik istifinin stratigrafisi ve tektoniği: Sivas-Refahiye havzası kuzey sınırında tektonik kontrol: A. Acar Jeoloji Sempozyumu, bildiri özleri kitabı, 113-123.
- Gökten, E., 1983, Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun Stratigrafisi ve jeolojik evrimi: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 26. 167-176.
- Gökten, E., 1993, Ulaş (Sivas) Doğusunun Sivas Havzası Kenarının Jeolojisi: İç Toros Okyanusunun Kapanımıyla ilgili Tektonik Gelişim: *TPJD Bülteni*, C. 5/1, S. 35-55.
- Guillemont, J., 1964, *Cours de geologie du petrole*. Sociate des editions Technis, Paris.
- Gündüz, H., 1989, Paleontolojik tetkik ve tayin raporu: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Rap. No. 198876, Ankara, 3 s.
- İllez, H.İ., Batı, Z., Rullkötter, J. ve Dellaloğlu, A.A., 1990, Sivas Baseninden Alınan İki Örnekteki Jeokimyasal Belirleyiciler: Türkiye 8. Petrol Kongresi, s. 12-23.
- İnan, S. ve İnan N., 1987, Tecer Kireçtaşı Formasyonunun stratigrafik tanımlaması: *C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 4, S.I, s. 31-37.
- İnan, S., 1988, Tecer Kireçtaşı Formasyonunun yapısı hakkında bir yorum: *C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 5, S.I, s. 49-55.
- İnan, N. ve İnan S., 1990, Gürlevik Kireçtaşlarının (Sivas) özellikleri ve önerilen yeni isim: Tecer formasyonu: *T.J.K. Bülteni* 33, 51-56, Ankara.

- Jackson, K.S., Hawkins, P.L. ve Bennett, A.J.R., 1985, Regional facies and geochemical evaluation of Southern Denison Trough, APEA Journ. 20, 143-158.
- Jones, R. W., ve Demaison, G.J., 1982, In "Proceeding of the second ASCOPE conference and exhibition, Manila" (Saldivar-Sali, A.Eds.), 51-68.
- Jones, R. W., 1987, Organic Facies: In "Advances in petroleum geochemistry": (Brooks, J., ve Welte, D., Eds) 9, v. 2, 1-91.
- Kavak, K.Ş. ve İnan, S., 2001, Savcun ve Karaca Ören (Ulaş-Sivas) Yörelerinde Sivas Havzası Güney kenarının Tektonostratigrafik özellikleri: Yerbilimleri 23, s. 113-127.
- Kraus, G.P. ve Parker, K.A., 1979, Geochemical evaluation of petroleum source rock in Bonaparte Gulf-Timor Sea region, Northwest Australia: A.A.P.G. Bull., 2021-2041.
- Kurtman, F., 1961, Sivas-Divriği arasındaki sahanın jeolojisi ve jipsli seri hakkında bazı müşahadeler, M.T.A. Dergisi, 56, 14-25.
- Kurtman, F., 1963, Tecer Dağlarının jeolojisi ve alacalı seri hakkında bazı müşahadeler, T.J.K. Bült., C. VIII, S. 2, 19-26.
- Kurtman, F., 1973, Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı, M.T.A. Dergisi, 80, 1-32.
- Korkmaz, S., 1984, Boyabat (Sinop) Kuzeydoğusunun Petrol yönünden jeolojik ve jeokimyasal incelemesi: K.T.Ü. Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, 193 s. (Yayımlanmamış)
- Laplante, R.E., 1973, Hydrocarbon generation related to carbonization and facies types in Denver Basin, Upper Cretaceous: A.A.P.G. Bull., 57, 790-796.
- Meşhur, M. ve Aziz, A., 1980, Sivas Baseni Jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, TPAO Rapor No: 1530, 28 s. (Yayımlanmamış).
- Mc Iver, R.D., 1967, Composition of kerogen-clus to its rol ein the origin of petroleum, proceedings of the 7th. World Petr. Cong., Mexico, 2, 25-36.

- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. ve Kruge, M.A., 1995, Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rocks, and possible oil-source rock correlation based on pyrolysis of asphaltenes; Scotian Basin, Canada, *Org. Geoch.*, 22 (1), 85-104 p.
- Okay, A.C., 1952, Sivas 62/1 paftası Lövesi Raporu: MTA Rap. No: 1995.
- Özçelik, O. ve Altunsoy, M., 1993, Bolucan (Zara-Sivas) yöresinde Oligosen yaşlı Selimiye kumtaşlarının sedimanter petroloji incelemesi, *Jeoloji Müh. Derg.* 41, 131-137.
- Özçelik, O. 2000, Source rock Evaluation of Tertiary sediments in the Basin, Central Anatolia, *C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 17, S.1, s. 31-44.
- Özgen Erdem, N., 2001, Kişisel görüşme, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas.
- Parparova, G.M., ve Neruchev, S.G., 1977, Foundations of the genetic classification of dispersed organic matter in rock: *Geologiya: Geofizica*, v. 18, no. 5, p. 45-51.
- Pelin, S., 1981, Pasinler (Erzurum) havzasında ana kaya özelliklerinin ve petrol oluşumunun açıklaması: *K.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, c.1, s.2, s.127-143.
- Phillipson, A., 1918, *Kleinnasien: Handbuch reg. Geologie*, Heildelberg
- Pisoni, C., 1965, Sivas İ 38 c1 ve c4 paftalarının jeolojisi ve petrol imkanları: M.T.A. Raporu (yayınlanmamış), Der. No: 4342.
- Raynaud, J.F., ve Robert, P., 1976, Les Methodes d' etudes optiques de la matiere organique: *Bull Centre Rech. Rau., SNPA*, 10, 109-127.
- Rogers, M.A., ve Koons, C.B., 1971, Generation of light hydrocarbons and establishment of normal paraffin preferences in vrude oils: Origin and refining of petroleum: American Chemical Society. *Advances in Geochemistry Series*, p. 67-80.
- Rodgers, M.A., 1980, Application of organic facies concepts to hydrocarbon source rock evaluation: 10th World Petroleum Congres Proceedings. V. 2, p. 425-440.
- Ronov, A.B., 1958, Organic carbon in sedimentary rock: *Geochemistry*, 5, 496-506.

- Stchepinsky, V., 1939, Sivas vilayeti merkezi kısmının umumi jeolojisi hakkında rapor: M.T.A. Rap. No: 863.
- Sungurlu, O. ve Soytürk, N., 1970, Sivas Havzası ve civarının jeolojik incelemesi: T.P.A.O. Rapor No: 482.
- Tissot, B., ve Welte, D. H., 1978, Petroleum formation and occurrence: Springer-Verlag New York, 598 p.
- Tissot, B., and Welte, D., 1984, Petroleum formation and occurrence: Berlin, Springer-Verlag, 538 p.
- Thomas, B.M., 1979, Geochemical analysis of hydrocarbon occurrences in northern, Pert Basin, Australia: A.A.P.G. Bull., 63, 1092-1107.
- Urban, J.P., 1976, Palynology, thermal maturation by vitrinite reflectance and visual color estimation and kerogen description of source rocks: Core lab. Inc. Sp. Publish.
- Ünalın, G. ve Harput, O.B., 1982, Çankırı Havzasının batı kenarına ilişkin Üst Kretase ve Alt Tersiyer yaşlı çökellerde kaynak kaya incelemeleri: T.J.K. Bült., 26, 2, 177-187.
- Weber, K.J., ve Daukow, E., 1975, Petroleum geology of the Niger Delta: World Petroleum Congress Proceedings: v. 2, p. 209-221.
- Welte, D.H., 1965, Relation between petroleum and source rock: A.A.P.G. Bull., 63, 239-245.
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, İ., ve Bilgiç, T., 1989, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas G 23 paftası, M.T.A. Yay. s. 10.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D., ve Aydın N., 1995, Akdağ Masifi ve Dolayımın Jeolojisi, M.T.A. Dergisi 117, 125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Ağan, A., Göç, D. Ve Aydın, N., 1997, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas F 23 paftası, M.T.A. Yay. s. 47.



0 500 1000
M

AÇIKLAMALAR

KUVATERNER		Alüvyon (Qal)
		Açılı Uyumsuzluk
OLIGOSEN		Selimiye Formasyonu (Ts)
		Küçüktuzhisar Formasyonu (Tkü)
EOSEN		Bozbel Formasyonu (Tb)
		Yapalı Formasyonu (Tya)
		Kaleköy Formasyonu (Tkal)
		Açılı Uyumsuzluk
ÜST KRETASE PALEOSEN		Tecer Formasyonu (Kt)

	10-30	} Tabaka Doğrultu ve Eğim
	30-60	
	60-90	

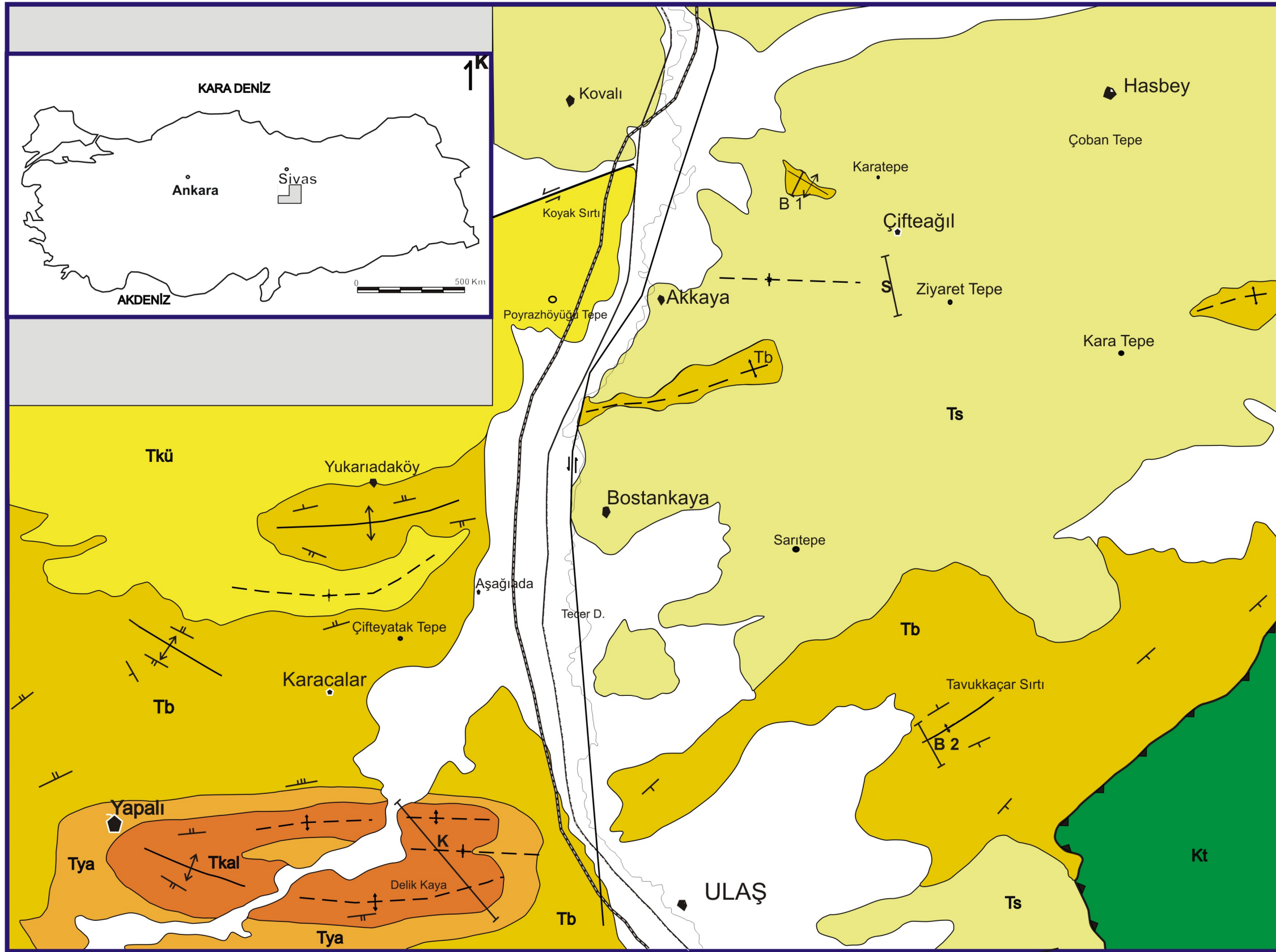
	Tektonik Dokunak
	Dokunak
	Antiklinal Eksen
	Senklinal Eksen
	Fay
	Demiryolu
	Karayolu
	Ölçülü Kesit Yerleri

B1: Bozbel Formasyonu K.A. ÖSK

B2: Bozbel Formasyonu G.A. ÖSK

K: Kaleköy Formasyonu ÖSK

S: Selimiye Formasyonu ÖSK



*(Atabey ve Aktimur, 1997; Yılmaz ve diğ., 1989, 1997 ve Aktimur, 1988' den değiştirilerek)