

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KARAYÜN (SİVAS GÜNEYDOĞUSU) CİVARI
MİYOSEN YAŞLI BİRİMLERİNİN ORGANİK JEOKİMYASAL
VE ORGANİK PETROGRAFIK ÖZELLİKLERİ**

BURCU BİLİCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Nazan YALÇIN ERİK, C.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü,
SİVAS-2006

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
ÖZET	IV
SUMMARY	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIII
EKLER DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanının Konumu	1
1.2. İncelemenin Amacı	2
1.3. İnceleme Yöntemleri	2
1.4. Önceki Çalışmalar	5
2. BÖLGESEL JEOLJİ	9
3. KARAYÜN YÖRESİNİN JEOLJİSİ	11
4. KARAYÜN FORMASYONUNUN STRATİGRAFİK, PETROGRAFİK VE XRD-TÜM KAYAÇ DEĞERLENDİRMESİ	19
4.1. Stratigrafik Değerlendirme	19
4.1.1. Ağıldere Üyesi (Tkag)	20
4.1.2. Eğribucak Üyesi (Tke)	21
4.1.3. Danışma tepe Üyesi (Tkd)	24
4.2. Petrografik Değerlendirme	30
4.2.1. Ağıldere Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi	30
4.2.2. Eğribucak Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi	31
4.2.3. Danışma Tepe Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi	32
4.3. XRD-Tüm Kayaç Değerlendirmesi	34
5. ORGANİK JEOKİMYASAL VE ORGANİK PETROGRAFİK DEĞERLENDİRMELER	52
5.1.1. Organik Madde Miktarı	52
5.1.2. Organik Madde Tipi	67
5.1.3. Organik Olgunlaşma	87
6. SONUÇLAR	91
7. DEĞİNİLEN BELGELER	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.	1
Şekil 2.1. Sivas havzasının tektonik birliklerini gösterir harita ve Şarkışla-Celalli alt havzasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Yılmaz ve Yılmaz, 2006).	10
Şekil 3.1. Karayün yöresinde farklı araştırmacılar tarafından ayırtlanan birimlerin denestirilmesi.	12
Şekil 3.2. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti (ölçeksiz).	13
Şekil 3.3. Karayün formasyonunun genel görünümü (Karayün Köyü 500 m. kuzeyinden KB'ya bakış).	16
Şekil 3.4. Karacaören formasyonunun genel görünümü (Karayün Köyü kuzeyindeki Güneyler Tepe'den kuzeye bakış, Tka: Karacaören formasyonu, Tk: Karayün formasyonu).	18
Şekil 4.1. Ağıldere üyesine ait çamurtaşlarında gözlenen kuruma çatlakları (Karayün Köyü kuzeyi).	21
Şekil 4.2. Karayün formasyonu Eğribucak üyesi kumtaşları içerisinde gözlenen oyuklar (Karayün köyü kuzeyi).	22
Şekil 4.3. Karayün formasyonu Ağıldere üyesine(Tkag) ait kırmızı renkli çamurtaşları ile Eğribucak üyesi (Tke) kumtaşları (Karayün Köyü 600 m. kuzeyinden kuzeye bakış).	23
Şekil 4.4. Karayün formasyonu içerisindeki Danışma Tepe üyesi jipsleri (Karayün Köyü kuzeyi).	25
Şekil 4.5. Karayün formasyonu içerisindeki Danışma Tepe üyesi bitümlü şeylleri (Karayün Köyü kuzeyi).	25
Şekil 4.6. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içerisindeki, bitümlü şeyl ve jipsler (Karayün Köyü kuzeyinden KB'ya bakış).	26
Şekil 4.7. Karayün Köyü kuzeyinden alınan 1 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesiti (ÖSK 1) (Ölçek: 1/10000).	27
Şekil 4.8. Karayün Köyü kuzeydoğusundan alınan 2 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesiti (ÖSK 2) (Ölçek: 1/10000).	28
Şekil 4.9. Karayün Köyü kuzeyinde Karacaören formasyonuna ait 3 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesit (ÖSK 3) (Ölçek: 1/5000).	29
Şekil 4.10. Eğribucak üyesine ait FeO bağlayıcı ve kırmızı rengin hakim olduğu feldispatik grovak (Örnek no: BB-31, X10 büyütme, tek nikol).	30
Şekil 4.11. Ağıldere üyesine ait siltaşı (Örnek no: BB-2, X10 büyütme, çift nikol).	31
Şekil 4.12. Eğribucak üyesine ait karbonat çimentolu litik grovak (Örnek no: BB-8, X5 büyütme, çift nikol).	32
Şekil 4.13. Danışma Tepe üyesine ait mikritik bağlayıcı ve fosil kavkuları içeren biyomikrit (Örnek no: BB-41, X5 büyütme, tek nikol).	33
Şekil 4.14. Danışma Tepe üyesine ait organik madde yoğunlaşmaları ve fosil kavkuları içeren biyomikrit (Örnek no: BB-41, X5 büyütme, tek nikol).	33
Şekil 4.15. Danışma Tepe üyesine ait içi organik maddece dolu olan stilolitleşmeler içeren biyomikrit (Örnek no: BB-48, X5 büyütme, 34	

tek nikol).	
Şekil 4.16. Karayün formasyonu (Tk), Danışma Tepe üyesi BB-14 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars mineralleri).	35
Şekil 4.17. Karayün formasyonu (Tk), Danışma Tepe üyesi BB-85 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, S: Sölestin mineralleri).	36
Şekil 4.18. Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/20000).	40
Şekil 4.19. Karayün formasyonundan alınan 2 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/10000).	41
Şekil 4.20. Karacaören formasyonundan alınan 3 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/4000).	42
Şekil 4.21. Karayün formasyonundan alınan 4 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	43
Şekil 4.22. Karayün formasyonundan alınan 5 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	44
Şekil 4.23. Karayün formasyonundan alınan 6 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	45
Şekil 4.24. Karayün formasyonundan alınan 7 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/300).	46
Şekil 4.25. Karayün formasyonundan alınan 8 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	47
Şekil 4.26. Karayün formasyonundan alınan 9 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	48
Şekil 4.27. Karayün formasyonundan alınan 10 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	49
Şekil 4.28. Karayün formasyonundan alınan 11 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	50
Şekil 4.29. Karayün formasyonundan alınan 12 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).	51
Şekil 5.1. Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/10000).	56
Şekil 5.2. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 2 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/10000).	57
Şekil 5.3. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 4 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).	58
Şekil 5.4. Karayün formasyonu (Tk) Danışma Tepe üyesinden (Tkd) alınan 5 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).	59
Şekil 5.5. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 6 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).	60
Şekil 5.6. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 7 nolu	61

ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC)
(Ölçek: 1/300).

- Şekil 5.7.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 8 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100). 62
- Şekil 5.8.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 9 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100). 63
- Şekil 5.9.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 10 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100). 64
- Şekil 5.10.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 11 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100). 65
- Şekil 5.11.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 12 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100). 66
- Şekil 5.12.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi bitümlü şeylerinin organik madde tiplerinin üçgen diyagram üzerinde gösterimi (noktaların yanlarında bulunan rakamlar üst üste gelen nokta sayılarını göstermektedir). 70
- Şekil 5.13.** Bitümlü şeyler içerisinde gözlenen amorf organik madde (Örnek no: BB-95, X10 büyütme). 71
- Şekil 5.14.** Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/10000). 72
- Şekil 5.15.** Karayün formasyonundan alınan 2 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/10000). 73
- Şekil 5.16.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 4 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 74
- Şekil 5.17.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 5 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 75
- Şekil 5.18.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 6 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 76
- Şekil 5.19.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 7 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 77
- Şekil 5.20.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 8 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 78
- Şekil 5.21.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 10 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 79
- Şekil 5.22.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 11 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 80
- Şekil 5.23.** Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 12 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100). 81
- Şekil 5.24.** Danışma Tepe üyesi örneklerinin HI-OI diyagramı (OI değeri 250 mg CO₂/g TOC'den büyük olan değerler grafik alanında gösterilebilmesi için 265 mg CO₂/g TOC olarak alınmıştır) (Espitalié 82

ve diğ., 1977).

Şekil 5.25. Danışma Tepe üyesi örneklerine ait HI-Tmax diyagramı (Mukhopadhyay ve diğ., 1995).	83
Şekil 5.26. Danışma Tepe üyesi örneklerinin HI-TOC diyagramı (Jackson ve diğ., 1985).	86
Şekil 5.27. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen spor kümeleri (Örnek no: BB-94, X5 büyütme).	89
Şekil 5.28. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen amorf organik madde (Örnek no: BB-157, X5 büyütme).	90
Şekil 5.29. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen spor ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: BB-145, X5 büyütme).	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Çalışmada yapılan analiz türleri ve kesit sayıları.	3
Çizelge 4.1. Karayün formasyonu XRD-TK değerlendirme sonuçları.	37
Çizelge 4.2. Karacaören formasyonu XRD-TK değerlendirme sonuçları.	39
Çizelge 5.1. Toplam organik karbon (TOC) miktarı değerlendirmeleri.	53
Çizelge 5.2. Danışma Tepe üyesi (Tkd) bitümlü şeyllerinin toplam organik karbon (TOC) ve piroliz değerleri.	54
Çizelge 5.3. Danışma Tepe üyesi bitümlü şeyllerinin organik petrografi değerlendirmesi.	69
Çizelge 5.4. Kaynak oluşum potansiyelini tanımlayan parametreler (Peters, 1986).	84
Çizelge 5.5. Hidrokarbon tipini tanımlayan jeokimyasal parametreler (Peters, 1986).	85
Çizelge 5.6. Spor renk indeksi (SCI) ve belirttiği olgunlaşma aşamaları (Harput, 1987).	89

EKLER DİZİNİ

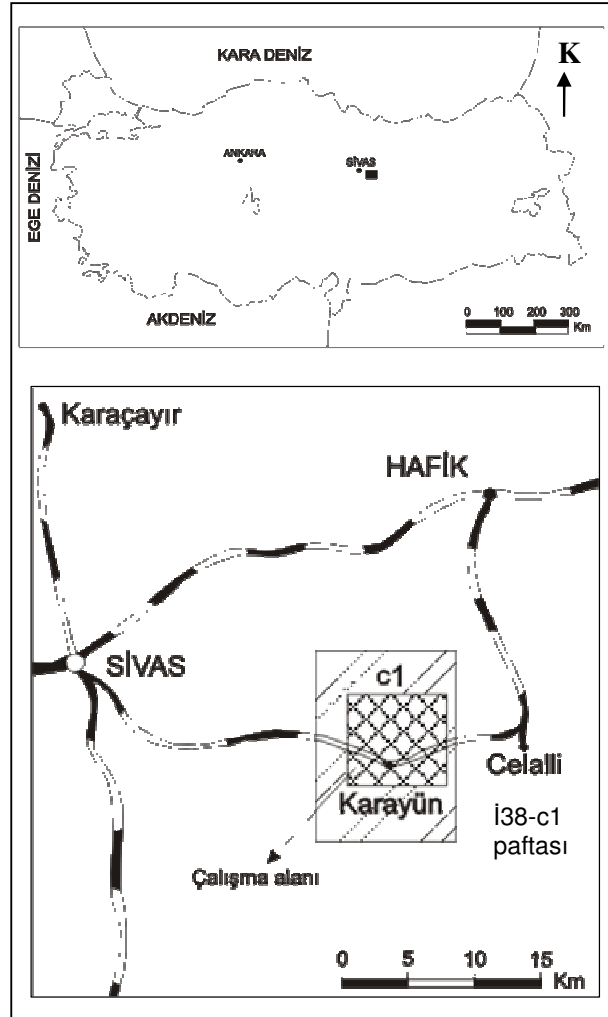
EK 1: Karayün (Sivas güneydoğusu) ve civarının jeoloji haritası.

1. GİRİŞ

1.1. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı Sivas'ın 28 km. güneydoğusunda bulunan Karayün Köyü civarında yer almaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanının kuzeydoğusunda Hafik İlçesi, doğusunda Celalli İlçesi ve kuzeybatısında ise Sivas İli bulunmaktadır. Bu tez çalışması 1/25 000 ölçekli İ 38 c1 paftasının orta kesimine karşılık gelen 40 km²'lik bir alanı kapsar.

Çalışma alanında; Danışma Tepe (1691 m.), Güneyler Tepe (1599 m.), Kelali Tepe (1549 m.) yükseltileri ile Danışma Tepe batısından doğup Karayün Köyü içerisinden geçerek Karasu deresine karışan Çağlayan Dere bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

1.2. İncelemenin Amacı

İnceleme alanının da içerisinde bulunduğu Sivas Havzası farklı disiplinlerde pek çok çalışmaya konu olmuştur. Ancak Sivas Havzası'nın Karayün-Celalli kesimindeki özellikle makroskobik olarak organik maddece zengin olduğu gözlenen bitümlü seviyelerin, organik jeokimyasal ve organik petrografik özelliklerinin çalışılmaması bu bölgede petrol jeolojisi özellikleri açısından bir eksiklik yaratmaktadır.

Bölgedeki Miyosen yaşlı birimlerde yürütülen bu çalışma ile Sivas Tersiyer Havzası'nın petrol jeolojisine yönelik bilgi birikimine bir katkı sağlanması amaçlanmıştır. Dünyada varolan fosil enerji kaynaklarının gelecekte tükenebilir özelliği ve ülkemizde bu kaynaklar bakımından fakirliği özellikle bitümlü şeyllerden enerji elde edilmesi konusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla halen ülkemizde ve dünyada önemli çalışmalar yapılmaktadır.

İncelenen alanda yer alan Karayün formasyonu içindeki bitümlü şeyl seviyeleri de bu nedenle ilgi çekmiştir. Ayrıca evaporitik çökelimlerinde yakın alanlarda gözlenmesi (Oligosen yaşlı Hafik formasyonu) ve bunların zaman zaman özel tuz yapıları meydana getirmesi de petrol jeolojisi açısından ilgi çekici bir özellik sunmaktadır.

1.3. İnceleme Yöntemleri

Çalışmaların ilk aşamasında aynı bölge ve yakın civarında yapılan benzer ya da değişik amaçlı çalışmaları belirlemek için literatür taraması yapılmış ve çalışma alanı ile ilgili elde edilmiş bilgiler değerlendirilmiştir.

Bölgenin jeolojik haritalamalarının daha önceden değişik araştırmacılar tarafından yapılmış olması nedeniyle (Pisoni, 1965; Kurtman, 1973; Poisson ve diğ., 1995; Çubuk ve İnan, 1998; Kangal ve Varol, 1999) bu çalışmada yeniden jeolojik harita alımı yapılmamış, öncel jeoloji haritaları çalışma amacı doğrultusunda düzenlenerek kullanılmıştır (EK 1).

Çalışma alanında bölgedeki birimleri en iyi şekilde temsil edeceği düşünülen yerlerden 12 adet ölçülü stratigrafik kesit alınmış, sistematik ve nokta örneklemler de yapılmıştır. Bu örneklerden 34 adet petrografik ve 5 adet paleontolojik amaçlı ince kesit hazırlanmıştır. Genel mineralojik bileşimlerin belirlenmesine yönelik olarak 141 adet XRD-Tüm Kayaç analizi yapılmış ve 51 adet kerojen slaytı hazırlanarak değerlendirilmiştir. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Grubu Jeokimya Laboratuvar'ında 30 adet TOC ve piroliz analizi yaptırılmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Çalışmada yapılan analiz türleri ve kesit sayıları.

ANALİZ TÜRÜ	ÖRNEK SAYISI (ADET)
XRD-TK	141
PETROGRAFİK KESİT	34
PALEONTOLOJİK KESİT	5
KEROJEN SLAYTI	51
TOC ANALİZİ	30
PIROLİZ	30

Petrografik incelemeler, ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan ince kesitlerin alttan aydınlatmalı optik mikroskopta incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Birimlerin ayrıntılı olarak tanımlanması ve fasiyes farklılıklarının ortaya çıkarılabilmesi için mümkün olduğu kadar sık aralıklarda petrografik değerlendirme yapılmıştır. Petrografik kesitlerin incelenmesi ile yapılan kumtaşı sınıflamasında Pettijohn ve diğ. (1987), kireçtaşı sınıflamasında ise Folk (1962) sınıflamaları kullanılmıştır.

XRD incelemelerinde C.Ü. Jeoloji Mühendisliği MİPJAL laboratuvarındaki X Işınları (Rigaku DMAX IIIC Cu K α) difraktometresi kullanılmıştır. Değerlendirilecek örnekler pirinç boyutuna kadar kırılmış ve öğütücü alette öğütülerek plaketeri hazırlanmış ve çekimleri yapılmıştır. Tüm kayaç toz çekimlerinde gonyometre hızı 5⁰/dak. ve kayıt aralığı 2 Θ =5-35⁰ dir.

Minerallerin yarı nicel yüzdeleri, difraktogramlardaki pik şiddetlerine göre belirlenmiştir.

Bu çalışmadaki Toplam Organik Karbon (TOC) ve Rock Eval pirolizi verileri TPAO Araştırma Grubu Jeokimya Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

Toplam Organik Karbon (TOC) analizinde; örnekler analiz öncesinde inorganik karbonlarından ve karbonat bileşenlerine bağlı olarak bulunan karbonlarından arındırılmak amacıyla çeşitli işlemlere tabi tutulmuştur (Tissot ve Welte, 1984). 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 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 kalibrasyonu yapılmıştır. Analiz için 0,2-0,5 gr örnek tartılarak fırına yerleştirilmiş ve buradaki yakma işleminden sonra sonuçlar otomatik olarak elde edilmiştir.

Piroliz analizi sırasında öğütülmüş 100 mg tüm kayaç örneği tavan ve tabanı geçirimli çelik bir hücre içerisine konularak, helyum atmosferinde 300 °C de 3-4 dakika işleme tabi tutulur. Sıcaklık dakikada 25 °C artırılarak 550 °C ye kadar piroliz işlemi yapılır. Bu analiz sonucunda elde edilen veriler birim içindeki organik madde miktarı, tipi ve olgunlaşması hakkında detaylı bilgiler verebildiği için özellikle petrol kaynak kaya potansiyellerinin değerlendirilmesi sırasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kerojen slaytlarının hazırlanması sırasında örnekler çeşitli analiz aşamalarından geçirilmektedir. Bunlar sırasıyla ;

Oksitlenmiş ve alterasyona uğramış kısımları temizlenmiş örneklerden şeyl için 25-30 g, karbonatlı kayaçlar için 50-60 g kadar kırılır ve birkaç kez dekantasyon işlemine tabi tutulur. Karbonatların yok edilmesi amacıyla % 33'lük hidroklorik (HCl) asit kullanılır (yaklaşık 50 ml) işlem sonunda örneğin asitten ve tuzdan temizlenmesi amacıyla 3-4 kez dekantasyon işlemi yapılır.

Örnekteki silikatların temizlenmesi için de % 40'lük hidroflorik (HF) asit kullanılır. 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 tabi tutulur ve silikat tuzları tamamen atılır.

Karbonat ve silikatlarından temizlenen örnekteki çeşitli ağır minerallerin ve diğer inorganik bileşenlerin atılması için özgül ağırlığı 2.0-2.5 arasında çinko klorür ($ZnCl_2$) veya çinkobromür ($ZnBr_2$) kullanılmaktadır. Yukarıda bahsedilen işlemlerden oldukça susuz bir biçimde çıkarılan örnekler cam tüplere alınır ve üstlerine ağır sıvı eklenerek, 3000 devirde 2 dakika santrifüjlenir. Organik maddeler tüpün üst kısımlarında birikirken, inorganik maddeler alt kısımlarda çökelmektedir. Tüpün üst kısmında biriken organik maddeler bir damlalık yardımı ile başka tüplere aktarılır. Organik maddenin ağır sıvıdan arındırılabilmesi için 3-4 kez dekantasyon işlemi yapılır.

Ayrılan organik madde önce alkol sonrada 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. Kuruduktan sonra üzerine de bir lamel hava kabarcığı kalmayacak biçimde yapıştırılır. Lamın kenarına örnek numaraları yazılarak, alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenecek duruma getirilir.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan önceki çalışmalar kronolojik olarak aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Pisoni, (1965), Zara-Sivas bölgesinin petrol imkanlarını incelediği çalışmada; hidrokarbon yüzey belirtilerinin bulunmadığını, Karayün kumtaşlarının iyi hazne kayacık olabileceğini, muhtemel ana kayacık Bozbel formasyonunun ve Celalli grubunun denizel fasiyesli marnlı ve killi birimleri olabileceğini belirtmiştir. Örtü kayacık olarak ise, Celalli grubunun kalın jipsleri ile Bozbel ve Celalli gruplarının kil horizonları gösterilmiştir. Bölgede hidrokarbon birikimine elverişli olarak Celalli antiklinali gösterilmiştir.

Kurtman (1973), Sivas – Hafik – Zara ve İmranlı bölgesindeki çalışmada, Sivas havzasının temelini metamorfiklerden oluştuğunu ve metamorfikler üzerinde görülen en yaşlı sedimentin kalker fasiyesinde gelişmiş Üst Kretase tabakaları olduğunu belirtmiştir. Tersiyer, yine kalker fasiyesinde gelişmiş Paleosen tabakaları ile Üst Kretase üzerinde konkordan olarak başlamaktadır. Eosen, volkanik ara katkıları içeren filiş fasiyesinde gelişmiştir. Oligosen, jips, kumtaşı ve siltaşlarından, Miyosen, jipsli kumtaşları ile kalker ve marn tabakalarından, Neojen ise klastiklerle tatlı su kalkerlerinden oluşmuştur. Sahada genellikle kıvrılma tektoniği hakimdir.

Gedik ve Özbudak, (1974), MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde Celalli çevresinde petrol amaçlı çalışmalar yapmışlardır. MTA tarafından Celalli civarında gerçekleştirilen petrol amaçlı sondajda halit ve anhidrit seviyeleri içeren kumtaşı-siltaşı-şeyl ardalanmaları kesilmiş ve sondaj Selimiye formasyonunun tabanına ulaşılmadan, 3640'ıncı metrede durdurulmuştur.

Gökçen (1981), Sivas doğusundaki Zara-Hafik Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda Celalli-Karayün bölgesinden alınan örneklerin paleontolojik determinasyonlarında, Oligosen istifinin en üst seviyelerinde ve jipsli serilerin tabanındaki marnlarda bulunmuş fosiller ile bu seviyeye Miyosen yaşı verilmiştir. Eosen istifinin orta seviyelerinde arazi gözlemlerine göre bölgede yanal devamlılığa sahip "Petrollü Kanal Dolguları" saptanmıştır.

Gökçe ve Ceyhan (1988), Sivas Güneydoğusu'nda Hacıali Formasyonu ile adlandırılan birimi Boynuzözü, Göbekliyayla, Aktaş ve Purtepe Üyelerine, Karayün formasyonunu ise Şahbey, Fadlım ve Bingöl üyelerine ayırmışlardır.

Cater ve diğ. (1991), Sivas Havzası'nı Erken Tersiyer zamanında Neotetis okyanusunun kapanması sırasında oluşmuş Türkiye'deki birkaç havzadan biri olarak nitelendirmiştir. Çalışmada Kretase yaşlı ofiyolitik parçalar ve Eosen platform karbonatları ile volkanoklastikler, Eosen türbiditleri ve biyoklastik kireçtaşlarının olistolitler gibi havza içerisinde kuzeye doğru taşındığı belirtilmektedir.

Çiner ve Koşun (1996), Sivas Havzası'nın Oligo-Miyosen yaşlı çökeltilerinde yaptıkları çalışmada Karayün istifinde net bir şekilde izlenen iki

çevrimin Erken ve Orta Miyosen transgresyonlarına karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Transgresyonun her iki çevriminde de tabandaki menderesli ırmak çökellerinin, sabka ortamı jipsler ile örtülmesinden sonra sığ deniz ortamı fasiyesleri tarafından üzerlenmesi şeklinde geliştiği öne sürülmektedir.

Guezou ve diğ. (1996), Sivas Havzası'nın Torid ve Pontid kuşakları arasındaki açılma zonunda oluştuğunu belirtmişlerdir. Kırşehir bloğu, ana kuşaklar arasında uzanan bir kıtasal kabuk elementi Pontid-İç Torid önündeki bir ikincil süturu ortaya koymaktadır. İki ana suturen birleşmesi Hafik ve İmranlı arasında olmuştur.

Özçelik ve Altunsoy (1996), Sivas Havzası'nın doğusunda yaptıkları provenans ve organik fasiyes çalışmasında organik madde içeriğinin tip III kerojen baskın olduğu, illit kristalleşme göstergeleri ve vitrinit yansıma verilerine paralel olarak organik madde gelişiminin katajenetik evre ile uyumlu olduğu sonucuna varmıştır. Hafik'in güneyinde Bozbel formasyonu olgunlaşmış olup, organik madde içeriğinin düşük olması nedeniyle petrol üretmekten çok gaza eğimlidir.

Temiz (1996), Sivas baseninin KKB-GGD doğrultulu sıkışma rejimi etkisi altında kaldığını ve tektonik deformasyon şeklinin ise karmaşık polifaz bindirme sistemi şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Altunsoy ve Özçelik (1998), Sivas havzasındaki Eosen (Kozluca ve Bozbel) sedimentlerinin organik madde içeriklerinin zayıf olduğuna işaret etmişlerdir. Baskın organik maddenin tip III kerojen olması sebebiyle hidrokarbon üretme potansiyeli düşüktür. Sivas Tersiyer havzasındaki Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu sedimentleri düşük TOC içeriği ve hidrojen indeksi ile karakterize edilmektedir. Miyosen sedimentlerinin (Hafik ve Karacaören) toplam karbon içeriği düşük-orta düzeydedir. Denizel şelfte oluşmuş Karacaören formasyonunun Miyosen yaşlı sedimentlerindeki organik madde içeriği, Hafik formasyonunun karasal sedimentlerinden daha zengindir.

Çubuk ve İnan (1998), İmranlı ve Hafik güneyinde (Sivas) Miyosen havzasında yaptıkları çalışmada özellikle tuz tektoniği özelliğini incelemişlerdir. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu ile Ağlıkaya formasyonu arasındaki

Miyosen-Oligosen uyumsuzluğu olarak bilinen açısız uyumsuzluğun Şatiyen öncesinde gerçekleşmiş olabileceği; Miyosen'deki ikinci transgresyonla çökelen Sarıhacı formasyonunun altında da alt Miyosen'de gerçekleşmiş olan açısız bir uyumsuzluk varlığı ortaya konmuştur.

Kangal ve Varol (1999) tarafından yapılan çalışmada Sivas Alt Miyosen Havzası'nın kuzey kenarında yer alan çökellerin büyük bölümünün karasal (akarsu-göl) ve sığ denizel karakterli olduğu ve silisiklastik, karbonat ve evaporit gibi oldukça farklı litolojik birimlerle temsil edildiğini, karbonat çökellerinin resifal ağırlıklı olduğu vurgulanmıştır.

Kavak ve İnan (2001), Savcun ve Karacaören (Ulaş-Sivas) yörelerinde birbirinden farklı stratigrafik ve tektonik yapıya sahip iki ayrı bölge bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunlardan Savcun yöresinde etkili olan tektonik deformasyon biçiminin, Pliyosen sonrasında ortaya çıkmış ve bindirme tektoniği tarafından kontrol edilmiş olduğunu belirtmektedir.

Ocakoğlu (2001), Sivas Havzası'nın doğusunda yaptığı çalışmada Erken-Orta Miyosen yaşlı denizel Karacaören formasyonu çökellerinin iki adet transgresif-regresif çevrim sürecinde çökelmiş bir sedimanter istiften oluştuğunu öne sürmüştür. Bunları çoğunlukla fosilli olan çamurtaşı, az miktarda algal kireçtaşı ve yumrulu jipsler oluşturmaktadır.

Çiner ve diğ. (2002), Sivas Havzası'nın Karayün Bölgesi'ndeki Alt Orta Miyosen yaşlı kayaları Ağıkaya ve Eğribucak Formasyonu olarak ayırtlamışlardır. Her formasyon kendi içerisinde benzer özellikte üç üyeye ayrılmıştır.

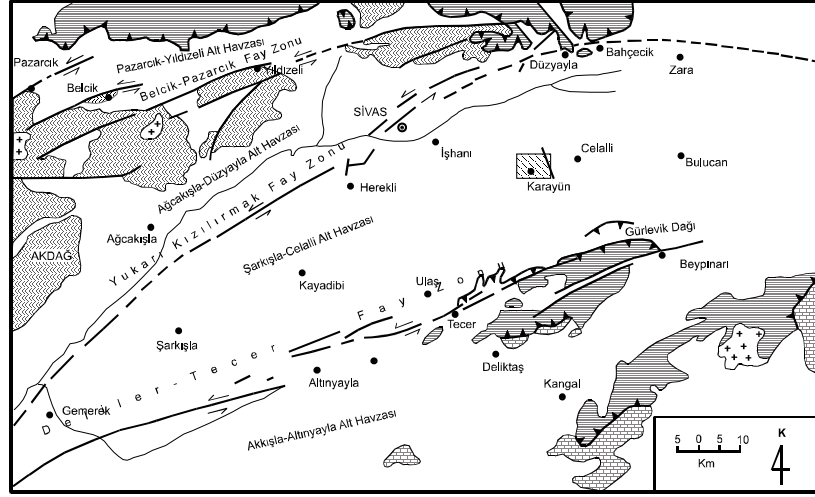
Yılmaz ve Yılmaz (2006), çarpışma sonrası bir havza olarak yorumladıkları Sivas havzasını faylarla sınırlanmış dört alt havzaya ayırmışlardır. Bunlar kuzeyden güneye doğru Pazarcık-Yıldızeli, Akçakışla-Düzyayla, Şarkışla-Celalli ve Akkışla-Altınyayla alt havzalarıdır. Bu sınıflamada inceleme alanı Şarkışla-Celalli alt havzası içinde yer almaktadır.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanının içerisinde bulunduğu Sivas Tersiyer Havzası, Ketin'in (1966) Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasında Anatolidlerin doğu ucuna karşılık gelmektedir. KD-GB yönünde uzanan ve doğuya doğru daralarak kapanan havza kuzeyde Pontid kuşağı, güneyde Torid kuşağı ve batıda Kırşehir masifiyle sınırlandırılmıştır. Havza, esas olarak, diğer Ota Anadolu havzalarında olduğu gibi Erken Tersiyer'den itibaren Neotetis'in kuzey kolunun kapanma olaylarının denetiminde gelişmiştir.

Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla Sakarya Kıtası ve Kırşehir Bloku olmak üzere iki kıtasal birim arasında (Şengör ve Yılmaz, 1981), Sivas basenini de kapsayan Orta Anadolu Basenleri (Koçyiğit, 1991; Görür ve diğ., 1998) oluşmuştur. Sivas baseni çarpışma ile ilgili tipik bir ön ülke havzası olup (peripheral foreland: Görür ve diğ., 1998), Üst Paleosen'de (Poisson ve diğ., 1996) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen'de Anadolu ve Arap levhalarının çarpışarak Neo-Tetis'in kapanmasıyla evrimini tamamlamıştır (Görür ve diğ., 1998).

Şarkışla-Celalli havzası Yukarı Kızılırmak fayı, Deliler-Tecer fay zonu ve güneydeki Tecer bindirmesiyle sınırlanır (Şekil 2.1). Havzanın temelini Pre-Maestrihtiyen yaşlı platform tip karbonatlar ve ofiyolitik kayalar oluşturur. Bu temel üzerinde sırasıyla Maestrihtiyen (?) -Paleosen yaşlı hemipelajik kireçtaşları, Paleosen yaşlı bazaltik lavlar ve Eosen kırıntılı kayaları bulunmaktadır. Havzanın doğusunda Alt Miyosen kırıntılı kayaları ve neritik karbonatlar yerel bir uyumsuzlukla daha yaşlı kayaları üzerler ve yukarıya doğru playaya jipslerine geçer. Batıda Orta Miyosen karasal çökellerinin içinde bazalt ara düzeyleri gözlenir (Şekil 2.2). Pliyo-Kuvaterner akarsu çökelleri ve Kuvaterner alüvyonları Miyosen yaşlı kayaları uyumsuzlukla örter (Şekil 2.1, Yılmaz ve Yılmaz, 2006).



- | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|
| | Maastrichtiyen-güncel kayalar | | Sınırlar |
| | Çarpışma sonrası intrüziif kayalar | | Bindirmeler |
| | Neotetis'in ofiyoliti ve ofiyolitli karışıklar | | Ters bileşenli oblik faylar |
| | Akdağmadeni metamorfileri | | Akarsular |
| | Torid platform karbonatları | | Yerleşim yerleri |
| | | | İnceleme alanı |

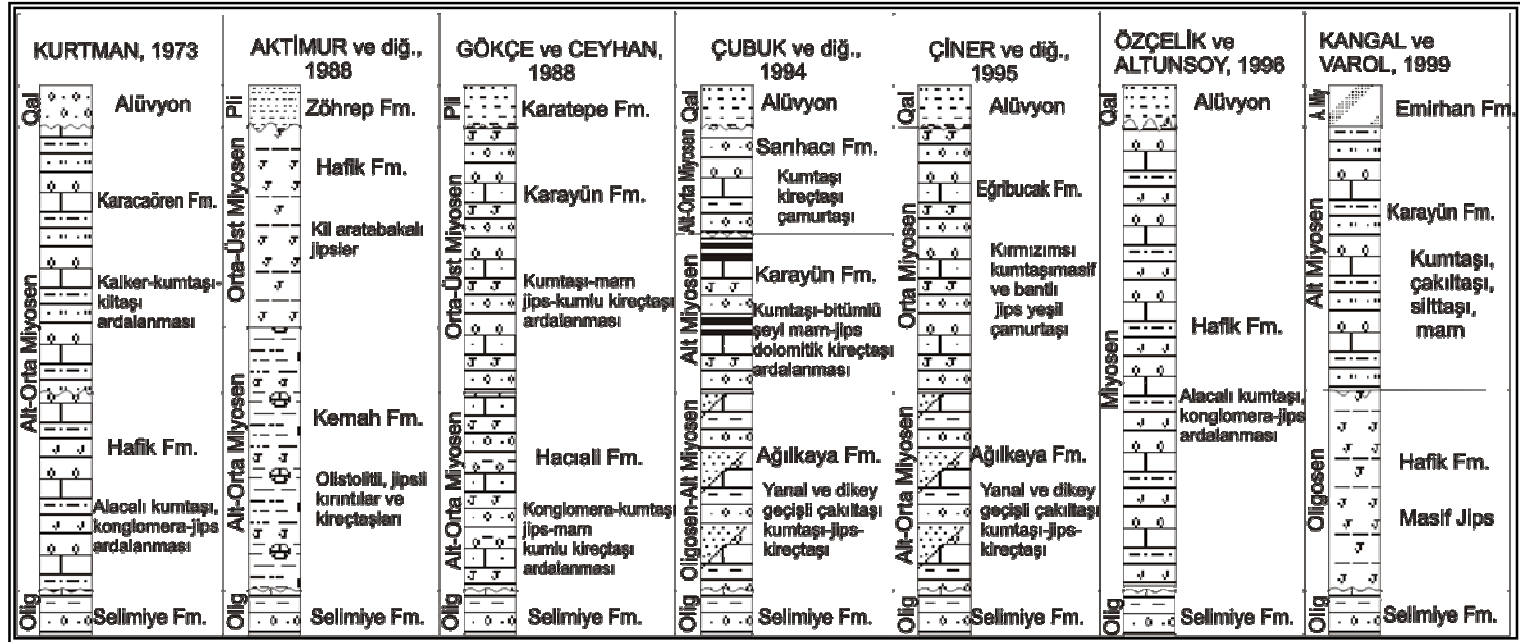
JEOLOJİK YAŞ	LİTOLOJİ	Kalınlık (m)	AÇIKLAMALAR	
T E R S İ Y E R	KUVATERNER	>150	Alüvyon	
				PLİYOSEN	Akarsu kıvrımlı çökeller
	MİYOSEN	Bazalt arakatlı playa jipsleri		
		Orta	>300	Karasal-sığ denizel kıvrımlı kayalar, yer yer denizel kireçtaşı, taban konglomerası
	Alt	Yerel uyumsuzluk		
	EOSEN	OLİGOSEN	>600	Sabka jips düzeylen
		(Üst)		Alt seviyelerinde volkanik aradüzeyle kapsayan sığ denizel çökelere geçen taban ait yapıları gözlenen kıvrımlı dizi
		(Orta)		
	(Alt)			
	PALEOSEN		>150	Bazaltik lavlar
PRE-MAASTRİHTİYEN			Hemipelajik kireçtaşları	
			Ofiyolit ve ofiyolitli karışıklar	
			Platform tipi karbonatlar	

Şekil 2.1. Sivas havzasının tektonik birliklerini gösterir harita ve Şarkışla-Celalli alt havzasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Yılmaz ve Yılmaz, 2006).


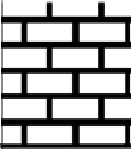
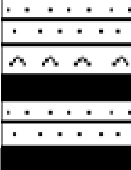
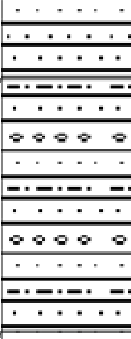

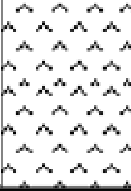
3. KARAYÜN YÖRESİNİN JEOLJİSİ

Bu çalışmada, Karayün dolayındaki Miyosen yaşlı birimlerin özellikle de Karayün formasyonu içindeki bitümlü şeyl seviyelerinin organik jeokimyasal ve organik petrografik özelliklerinin incelenmesi ve bu doğrultuda bu seviyelerin organik madde miktarı, tipi, olgunlaşması özelliklerinin belirlenmesi yoluyla petrol türetebilme özellikleri incelenmiştir. Sivas havzasında yapılan bir çok araştırmada Karayün yöresindeki birimler Şekil 3.1’de sunulduğu gibi değişik adlamalarla tanıtılmıştır. Bu çalışmada en yaygın kullanılan ve kabul gören adlamalar tercih edilmiştir.

İnceleme alanında, gri-beyaz renkli masif jipslerden oluşan Oligosen yaşlı Hafik formasyonu; silttaşı ve kumtaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşları, kalın katmanlı kırmızı-gri renkli çamurtaşı-kumtaşı ardalanması ve ince katmanlı, laminalı jips-bitümlü şeyl-kumtaşı-siyah renkli dolomitik kireçtaşı ardalanmasından oluşan Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu; kumtaşı-marn-kireçtaşı ardalanmasından oluşan Alt-Orta Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yüzeylemektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Karayün yöresinde farklı araştırmacılar tarafından ayrırlanan birimlerin denştirilmesi.

Yaş	Formasyon	Oye	Simge	Litoloji	Açıklamalar
Kuvaterner			Qal		Allüvyon
Alt-Orta Miyosen	Karacaören		Tka		Grimsi-yeşil renkli, fosilli kumtaşı-mam-kireçtaşı ardalanması
Alt Miyosen	Karayün (Tk)	Darışma Tepe	Tkd		Beyaz-grı renkli jips, grı-yeşilimsi renkli kumtaşı, siyahimsi kahverenkli bitümlü şeyl ardalanması.
		Eğribucak	Tke		Yer yer çakıltası ve silttaşı ara seviyeleri içeren kırmızı renkli kalın tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalanması.
		Ağıldere	Tkağ		Kırmızı renkli, kumtaşı ve silttaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşı
Oligosen	Hafik		Th		Grı-beyaz renkli masif jipsler

Şekil 3.2. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti (ölçeksiz).

Hafik Formasyonu (Th):

Birim ilk kez Kurtman (1973) tarafından tanımlanmıştır. Formasyon masif jipsler ile birlikte kırmızı konglomera ve kumtaşından oluşan alacalı renkli kırıntılı litolojiden oluşmaktadır. Gökçe ve Ceyhan (1988) kırıntılı birimleri Karayün formasyonu olarak değerlendirmiştir. Bu çalışmada da yaygın olarak kullanılan adlamasıyla Hafik formasyonu masif jipsleri belirtmek için kullanılmıştır.

Birim inceleme alanında güneydoğu, güneybatı ve kuzeybatı kesimlerinde yüzeylemekte olup 9.6 km² lik alan kaplamaktadır (EK 1).

Hafik formasyonu, Selimiye formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenir. Üstte ise Karayün formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür (Şekil 3.1).

Formasyonu oluşturan başlıca kaya birimi beyaz, yer yer tabakalanma ve kıvrımlanma gösteren masif jipslerdir.

Formasyonun yaşı, inceleme alanının dışında daha güneyde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunması ve Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu tarafından da uyumsuz olarak üzerlenilmesi nedeniyle, bu çalışmada da Oligosen olarak kabul edilmiştir.

Masif jips kütleleri bu birimin çökeliminde lagüner ortam koşullarının hakim olduğunu göstermektedir (Kurtman, 1973).

Karayün Formasyonu (Tk):

Gökçe ve Ceyhan, (1988) tarafından ilk kez tanımlanmış olan birim Hafik formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelir ve üstte Karacaören formasyonu tarafından uyumlu bir şekilde üzerlenir.

İnceleme alanı dahilinde Karayün köyünün kuzeyi, kuzeybatısı, batısı ve güneybatısında yaklaşık 16.7 km² olmak üzere geniş yüzlekler vermektedir (EK 1). Formasyon Hafik formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiş olup Karacaören formasyonu tarafından da uyumlu olarak üzerlenmiştir (Şekil 3.2).

Formasyonu oluşturan başlıca kaya birimleri, alttan üste doğru, silttaşı ve kumtaşı ara seviyeleri içeren kırmızı renkli çamurtaşları, kalın katmanlı kırmızı-gri renkli çamurtaşı-kumtaşı ardalanması ve ince katmanlı, laminalı jips-bitümlü şeyl-kumtaşı-siyah renkli dolomitik kireçtaşı ardalanması şeklindedir. Şekil 3.3 'de Karayün formasyonunun genel görünümü verilmiştir.

Birime, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmesi ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmesi nedeniyle Alt Miyosen yaşı verilmiştir (Çubuk ve İnan, 1998; Kavak ve İnan, 2001).

Formasyon üç üyeye ayrılmıştır (Çubuk, 1994). Bunlar alttan üste doğru Ağıldere, Eğribucak ve Danışma Tepe Üyesi'dir (EK 1 ve Şekil 3.2).

Ağıldere üyesi ara seviyelerde kumtaşı ve silttaşı içeren çamurtaşlarından, Eğribucak üyesi çamurtaşı- kumtaşı ardalanmasından ve Danışma Tepe üyesi ise laminalı bitümlü şeyl, kumtaşı ve dolomitik kireçtaşı ile jipslerden oluşmaktadır.

Ağıldere üyesinin taşkın düzlüğü, Eğribucak üyesinin akarsu ve Danışma Tepe üyesinin ise playa ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Çubuk ve İnan, 1998).

Karayün formasyonunun stratigrafik ve petrografik özelliklerine 4. Bölüm'de ayrıntılı olarak değinilecektir.



Şekil 3.3. Karayün formasyonunun genel görünümü (Karayün Köyü 500 m. kuzeyinden KB'ya bakış).

Karacaören Formasyonu (Tka):

Genel anlamda kumtaşı-marn-kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim, ilk kez Erünal (1956) tarafından adlandırılmıştır.

Formasyon, inceleme alanında Karayün Köyü kuzeyi ve kuzey doğusunda yaklaşık 8 km² lik bir alanda yüzeylenmektedir (EK 1).

Birim Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu üzerine uyumlu olarak çökelmiş olup Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından da uyumsuz olarak örtülmüştür (Şekil 3.2).

Karacaören formasyonunun genel litolojisini, alttan üste doğru daha çok kumtaşlarının egemen olduğu kumtaşı-marn-kireçtaşı ardalanması oluşturur. Genellikle sarı-grimsi-açık yeşil renkli, bitki kırıntılı, yaklaşık 40-50 m. kalınlığında bol makrofosilli (gastropod ve pecten) seviyeleri içeren, orta-kalın katmanlı (50 cm-4 m) kumtaşı-kiltaşı-marn ardalanmasıyla başlayan formasyon, orta seviyelere doğru; sarımsı-bej renkli kalın katmanlı (2-3 m) bol makrofosil kavkuları içeren, yer yer çapraz tabakalanmalar gösteren kumtaşı seviyeleriyle karakterize edilir. Üst seviyelerde daha çok gri-bej renkli yer yer gastropod ve pecten kavkuları içeren ince-orta katmanlı marn-kiltaşı ardalanmasının gözlemlendiği birim kumtaşı-marn seviyeleriyle son bulur. Formasyonun genel görünümü Şekil 3.4'de verilmiştir.

Birim içerisinde Çubuk ve İnan (1998) tarafından tesbit edilen fosil topluluğu:

Peneroplis thomasi Henson, *Achais kirkukensis* Henson, *Miogyopsis a irregularis* Mich, *Textulari* sp., Miliolidae, Rotalidae, *Turritella crossei* Costa, *Ostrea aff. gingensis* Schlotheim, *Spondylus concentricus* Bronn, *Lithophagus* sp.'dir.

Bu formasyonun yaşı değişik araştırmacılar tarafından farklı şekilde yorumlanmıştır.

Kurtman (1973) birimin yaşını Alt-Orta Miyosen, Temiz (1996) çalışmasında Karacaören formasyonunu Alt-Orta Miyosen olarak, Çubuk ve İnan (1998) yaptıkları çalışmada Karacaören formasyonuna karşılık gelen Sarıhacı

formasyonunun yaşını Alt-Orta Miyosen, Kavak ve İnan (2001) formasyonunun yaşını Alt Miyosen olarak belirlemişlerdir. Birimin yaşı bu çalışmada Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Kurtman (1973), formasyonun kaya türü özellikleri ve içerdiği fosil topluluğu özellikle kireçtaşlarının egemen olduğu seviyelerin resifal ortamda çökeldiğini belirtmektedirler.



Şekil 3.4. Karacaören formasyonunun genel görünümü (Karayün Köyü kuzeyindeki Güneyler Tepe'den kuzeye bakış, Tka: Karacaören formasyonu, Tk: Karayün formasyonu).

Alüvyon (Qal):

İncelenen alanının özellikle güneyinde yüzeyleyen D-B, D-GD doğrultusunda akan Karasu Deresi'nin her iki kenarında biriken pekişmemiş gevşek çökeller, alüvyon olarak ayırtlanmıştır (EK 1). Çalışma alanı içerisinde yaklaşık olarak 4.8 km²'lik bir alanı kaplamaktadır.

4. KARAYÜN FORMASYONU'NUN STRATİGRAFİK, PETROGRAFİK VE XRD-TÜM KAYAÇ DEĞERLENDİRMESİ

4.1. Stratigrafik Değerlendirme

Karayün formasyonu inceleme alanı içinde Karayün köyü civarında yüzlek vermektedir. Bu birim Hafik formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelip, Karacaören formasyonu tarafından uyumlu bir şekilde üzerlenmektedir (Şekil 3.2 ve EK 1).

Birim ilk kez Gökçe ve Ceyhan (1988) tarafından Karayün formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu birim farklı araştırmacılar tarafından farklı formasyon isimleriyle adlandırılmakla birlikte bu çalışmada Karayün formasyonu adlaması kullanılmıştır (Şekil 3.1).

Bu araştırmacıardan Kurtman (1973), Hafik formasyonu olarak adlandırdığı bu birimi beyaz ve açık gri renkli, iyi tabakalanmalı jipsler ile alacalı renkli (kırmızı, şarabi, yeşil ve açık mavi) kumtaşı, silttaşı ve konglomeralardan oluştuğunu belirtmiştir. Bu birimin tabanda Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmesi ve üstte Karacaören formasyonu ile yer yer yanal geçiş göstermesi nedeniyle Karacaören formasyonu ile eş yaşlı olabileceği (Alt-Orta Miyosen) belirtilmiştir.

Çiner ve diğ. (2002) Karayün ve Karacaören formasyonunu Ağilkaya formasyonu olarak tek bir formasyon adı altında birleştirmişlerdir. Ağilkaya formasyonunu alt-orta-üst olarak üyelere ayıran araştırmacılar alt üyeyi kırmızı renkli yer yer çapraz tabakalı iyi derecelenmiş kumtaşı ve çamurtaşı, orta üyeyi tabakalı jipsler, kırmızı-yeşil renkli çamurtaşları ile dolomitik kireçtaşı ve bitümlü şeyl olarak tanımlamışlardır. Üst üyenin ise Karacaören formasyonuna karşılık gelen fosilli kumlu kireçtaşı, yeşil çamurtaşı ve masif jipslerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Ağilkaya formasyonu için Alt Miyosen yaşını benimsemişlerdir.

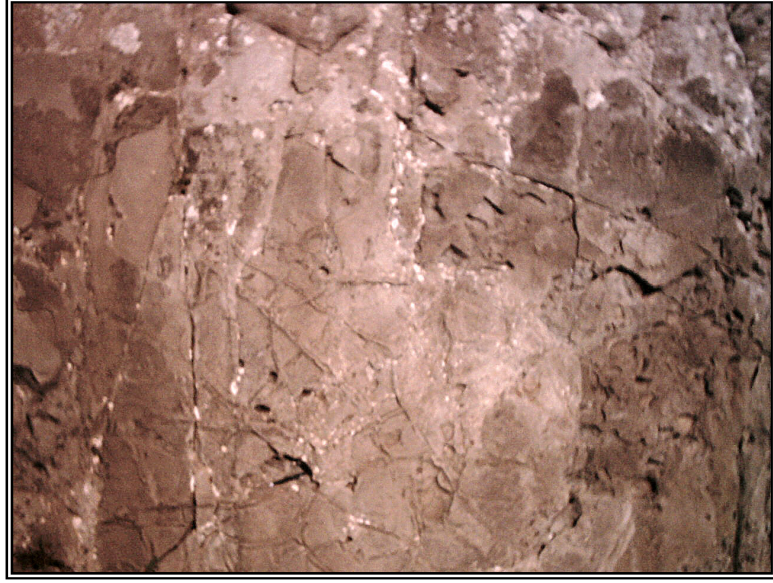
Çubuk (1994) Karayün formasyonunu üç üyeye ayırarak incelemiştir. Bu çalışmada da bu tanımlama kullanılmıştır (Şekil 3.2). Bu üyeler alttan üste doğru Ağıldere, Eğribucak ve Danışma Tepe üyesidir.

4.1.1. Ağıldere Üyesi (Tkag):

Ağıldere üyesi, çalışma alanında Karayün Köyü kuzeyinde, batısında ve kuzeybatısında geniş yayılımı olan kırmızı renkli orta-kalın tabakalı silttaşı ve kumtaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşlarından oluşmaktadır (EK 1). Üye Hafik formasyonu jipsleri üzerine uyumsuz olarak gelmekte ve Eğribucak üyesi tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Çubuk, 1994). Ağıldere üyesi çamurtaşlarında paralel laminalanma ve kuruma çatlakları gözlenmektedir (Şekil 4.1).

Üyeye ilişkin fosil verisi saptanamamakla birlikte istifteki stratigrafik konumu nedeniyle (Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökmesi ve üyenin dahil olduğu Karayün formasyonunun Alt-Orta Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu tarafından uyumlu bir şekilde üzerlenmesi) Ağıldere üyesinin yaşı Alt Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Çubuk'a (1994) göre, birimin kumtaşı ve silttaşı ara seviyelerini içermesi zaman zaman enerjinin değiştiğini göstermektedir. Birim içerisindeki çamurtaşlarında gözlenen paralel laminalanma ve kuruma çatlakları ile bu birim üzerine gelen akarsu ortamına ait çökellerin bulunması üyenin akarsu ortamının taşkın düzlüğünde çökeldiğini göstermektedir.



Şekil 4.1. Ağıldere üyesine ait çamurtaşlarında gözlenen kuruma çatlakları (Karayün Köyü kuzeyi).

4.1.2. Eğribucak Üyesi (Tke):

Eğribucak üyesi çalışma alanında Karayün köyü kuzeyi, batısı ve kuzeybatısında yayılım gösteren, silttaşı ve çakıltası ara seviyeleri içeren kırmızı-gri renkli orta-kalın tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Birim Ağıldere üyesi üzerine uyumlu bir şekilde çökelmiş ve Danışma Tepe üyesi tarafından da uyumlu olarak üzerlenmiştir.

Genel olarak kırmızı renkli, kalın katmanlı kumtaşları ile ardalanmalı çamurtaşlarından oluşan üye içerisinde çapraz laminalanma da yaygın olarak gözlenmektedir. Çakıltası ve kumtaşı seviyelerinde tane boyu üste doğru incelmektedir. Bu üyeye ait kumtaşları içerisinde, çevresi çamurla sarılmış kumtaşı veya silttaşlarının yer yer katmandan koparak düşmesi sonucunda içleri çamurla sıvanmış 1-10 cm çapında oyuklar gözlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Karayün formasyonu Eğribucak üyesi kumtaşları içerisinde gözlenen oyuklar (Karayün köyü kuzeyi)

Yapılan paleontolojik amaçlı ince kesit değerlendirmelerinde fosil içeriğine rastlanılmamıştır. Bu nedenle birimin yaşı stratigrafik konumuna göre Alt Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Birimin tane boyunun üste doğru incilmesi, değişik boyutlarda gözlenen çapraz katmanlanma ile yer yer enerjinin değiştiğini gösteren çamurtaşı, silttaşı ve çakıltası seviyeleri menderesli akarsu ortamına işaret etmektedir (Çubuk, 1994).

Şekil 4.3'te Ağıldere üyesi çamurtaşları ile Eğribucak üyesi kumtaşı-çamurtaşı araldanmasının sınırı gözlenmektedir.



Şekil 4.3. Karayün formasyonu Ağıldere üyesine(Tkag) ait kırmızı renkli çamurtaşları ile Eğribucak üyesi (Tke) kumtaşları (Karayün Köyü 600 m. kuzeyinden kuzeye bakış).

4.1.3. Danışma Tepe Üyesi (Tkd):

Karayün formasyonu içerisinde üst üyeyi oluşturan Danışma Tepe üyesi gri renkli kumtaşı, siyahımsı-kahverenkli bitümlü şeyl, beyazımsı-grimsi renkli jips ve grimsi renkli dolomitik kireçtaşı araldanmasından oluşur (Çubuk, 1994).

Bu birim çalışma alanı içerisinde, Karayün köyü kuzeybatısındaki Danışma Tepe'den, kuzeydoğudaki Akpınar Köyü'ne kadar geniş bir yayılım sunar. Birim içerisinde gözlenen grimsi-yeşilimsi renkli kumtaşları ince-orta katmanlanmalıdır. Jipsler beyaz renkli ince laminalı olarak gözlenmektedir (Şekil 4.4). Jips-kumtaşı geçişi seviyesinden alınan bir örnekte XRD-Tüm kayaç değerlendirmesi sonucunda % 84 oranında sölestin mineraline rastlanmıştır. Bitümlü şeyller siyahımsı-kahverenkli olup ince laminalı (Şekil 4.5) ve bitüm kokuludur. Bitümlü şeyllerle bir arada bulunan dolomitik kireçtaşları ise siyahımsı renkli, ince tabakalı, ve oldukça dayanımlıdır. Bunlar mollusk kavkı parçaları da içermektedir.

Birim içerisinde kesin yaş verebilecek fosile rastlanmamıştır. Üyeye stratigrafik konumu nedeniyle Alt Miyosen yaşı verilmiştir (Çubuk, 1994).

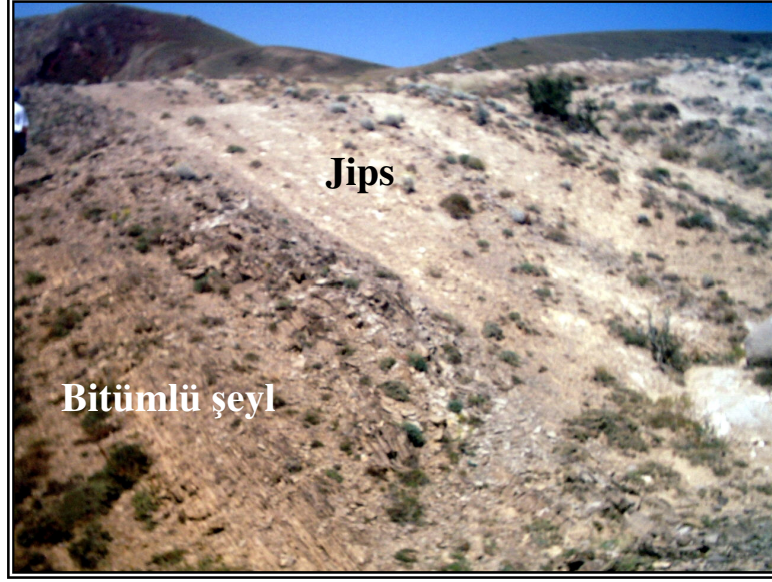
Petrografik kesit incelemelerine göre alttaki Eğribucak üyesi kumtaşlarında yoğun olarak gözlenen FeO bağlayıcının Danışma Tepe üyesi kumtaşlarında daha az bulunduğu ve çoğunlukla karbonat bağlayıcının olması ortam koşullarının değiştiğinin göstergesidir. Bitümlü şeyl çökeli mi ortamın organik maddece zengin olduğunu göstermekle birlikte bitümlü şeyllerle araldanmalı olarak çökelen jipsler (Şekil 4.6) zaman zaman ortamda evaporitik koşulların geliştiğini göstermektedir. Bu koşullar dolaşımın sınırlı olduğu sığ-su koşullarını işaret eder. Çubuk (1994), birim içerisinde ince laminalı bitümlü şeyllerle araldanma gösteren yanal devamsız ince jipsleri, düşük enerjili ve zaman zaman bataklık, zaman zaman da evaporasyona sahne olan, alttaki Eğribucak üyesinin çökeldiği akarsu ortamı üzerine gelişmiş playa çökelleri olarak yorumlamıştır.



Şekil 4.4. Karayün formasyonu içerisindeki Danışma Tepe üyesi jipsleri (Karayün Köyü kuzeyi).



Şekil 4.5. Karayün formasyonu içerisindeki Danışma Tepe üyesi bitümlü şeylleri (Karayün Köyü kuzeyi).



Şekil 4.6. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içerisindeki, bitümlü şeyl ve jipsler (Karayün Köyü kuzeyinden KB'ya bakış).

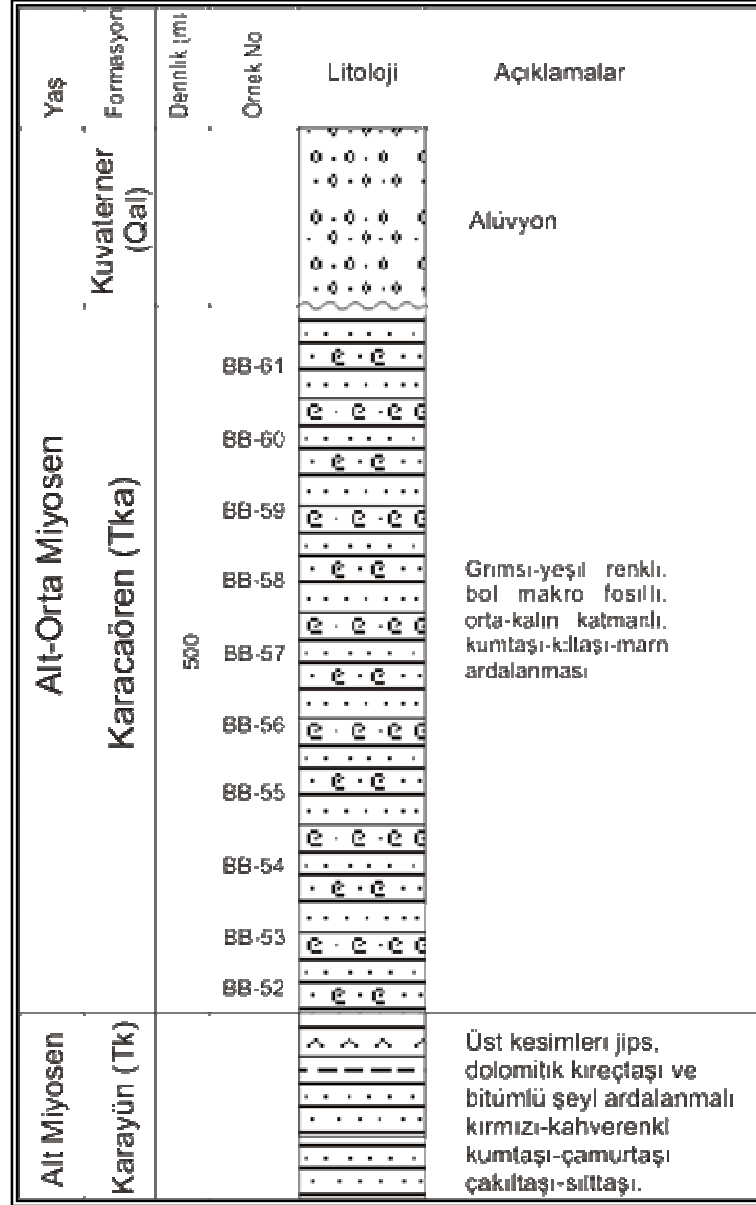
Karayün formasyonunda tüm üyelerin birlikte görüldüğü 2 adet (Şekil 4.7, 4.8) ve Danışma Tepe üyesi içerisindeki organik maddece zengin seviyelerden de 9 adet ölçülü stratigrafik kesit alınmıştır. Karacaören formasyonundan alınan bir adet ölçülü stratigrafik kesitte Şekil 4.9'da gösterilmektedir.

Alt-Orta Miyosen Karadiren Formasyonu (Tka)	Üye	Kalınlık (m)	Örnek No	Litoloji	Açıklamalar
Alt Miyosen Karayün (Tk)	Darışma Tepe (Tkd)	1850	BB-24		Beyaz-ğri renkli jips, ğri-yeşilimsi renkli kumtaşı, ğri renkli dolomitik kireçtaşı, siyahimsi-kahverenkli bitürlü şeyl ardalanması.
	BB-23				
BB-22					
BB-21					
BB-20					
BB-19					
BB-18					
BB-17					
BB-16					
BB-15					
BB-14					
BB-13					
BB-12					
BB-11					
BB-10					
BB-9					
BB-8					
BB-7					
BB-6					
Ağrıdere (Tkağ)	BB-5				
	BB-4				
	BB-3				
	BB-2				
Oligosen Hanlık (Th)	BB-1				

Şekil 4.7. Karayün Köyü kuzeyinden alınan 1 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesiti (ÖSK 1) (Ölçek: 1/10000).

Oligosen	Alt Orta Miyosen		Örnek No	Litoloji	Açıklamalar	
	Yaş	Yer				
Hafik (Th)	Alt Miyosen Karayün (Tk)	Karacaören Formasyonu (Tku)			Gri-sarı yeşil renkli, fosilli kumtaşı-marm-kireçtaşı ardalanması	
		Ağıldere (Tkag)	Eğnübucak (Tke)	BB-50		Beyaz-gr renkli jips, gr-yeşilimsi renkli kumtaşı, siyahimsi-kahverenkli bülümlü şeyl ardalanması.
				BB-49		
		1450	Eğnübucak (Tke)	BB-48		Yer yer çakıllı silttaşı ve çamurtaşı ara seviyeleri içeren kâin tabakalı kırmızı renkli kumtaşı-çamurtaşı ardalanması
				BB-47		
				BB-46		
				BB-45		
				BB-44		
				BB-43		
				BB-42		
BB-41						
Danışma Tepesi (Tkd)	Eğnübucak (Tke)	BB-38		Kırmızı renkli kumtaşı ve silttaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşı		
		BB-37				
Ağıldere (Tkag)	Eğnübucak (Tke)	BB-36		Gri-beyaz renkli masif jipsler		
		BB-35				
		BB-34				
		BB-33				
		BB-32				
Ağıldere (Tkag)	Eğnübucak (Tke)	BB-31		Gri-beyaz renkli masif jipsler		
		BB-30				
		BB-29				
		BB-28				
		BB-27				
Ağıldere (Tkag)	Eğnübucak (Tke)	BB-26		Gri-beyaz renkli masif jipsler		
		BB-25				
		BB-25				

Şekil 4.8. Karayün Köyü kuzeydoğusundan alınan 2 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesiti (ÖSK 2) (Ölçek: 1/10000).



Şekil 4.9. Karayün Köyü kuzeyinde Karacaören formasyonuna ait 3 nolu ölçülü stratigrafik dikme kesit (ÖSK 3) (Ölçek: 1/5000).

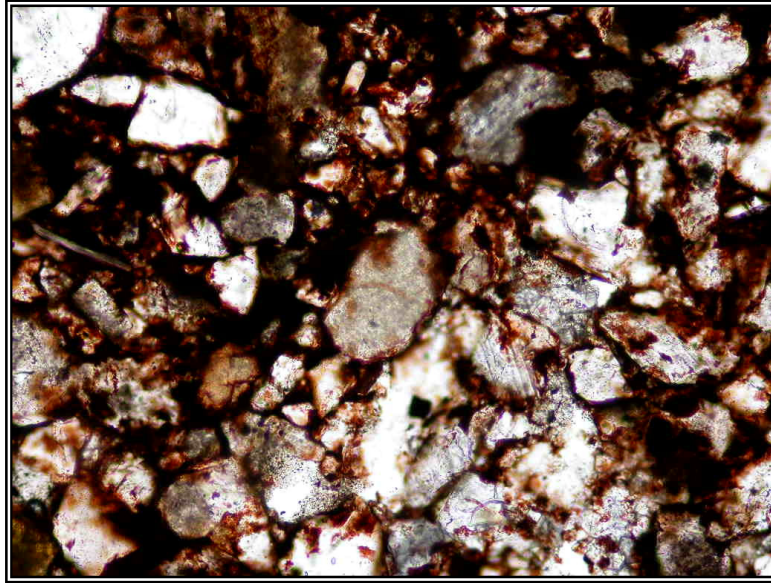
4.2. Petrografik Değerlendirme

Bu formasyon içerisinde 2 adet ölçülü stratigrafik kesitte tüm üyeler birlikte gözlenmekte olup, Danışma Tepe üyesindeki organik maddece zengin seviyelerden de 9 adet ölçülü stratigrafik kesit alınmış ve değerlendirilmiştir (EK 1). Bu formasyon içerisinde toplam 150 adet el örneği alınmıştır. Bunlar içerisinde 34 adet petrografik inceleme yapılmış ve sonuçları Pettijohn ve diğ., (1987) sınıflamasına göre değerlendirilmiştir.

4.2.1. Ağıldere Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi

Karayün formasyonu Ağıldere üyesi içerisinde alınan örneklerin ince kesit tanımlamaları sonucu birimin feldispatik grovak (Şekil 4.10), silttaşı (Şekil 4.11) ve çamurtaşından oluştuğu belirlenmiştir.

Feldispatik grovaklar, orta-ince kum boyu malzemeden oluşmuş olup kötü boylanmalıdır. Bu üyeye ait kesitlerde çapraz laminalanma belirgindir. Başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, mika mineralleri, hornblend, glokonit ve çörtlerdir. Bağlayıcı sparit çimentodur. Ancak kırmızı renkli demiroksitli kesimlerde mevcuttur.



Şekil 4.10. Eğribucak üyesine ait FeO bağlayıcı ve kırmızı rengin hakim olduğu feldispatik grovak (Örnek no: BB-31, X10 büyütme, tek nikol).

Üye içerisinde yer alan silttaşları başlıca kuvars, playiyoklaz, ortoklaz, piroksen ve amfibol grubu mineraller ile kloritleşmiş minerallerden oluşmuştur. Bağlayıcı sparittir, demiroksitli kesimler de yaygındır.



Şekil 4.11. Ağıldere üyesine ait silttaşı (Örnek no: BB-2, X10 büyütme, çift nikol).

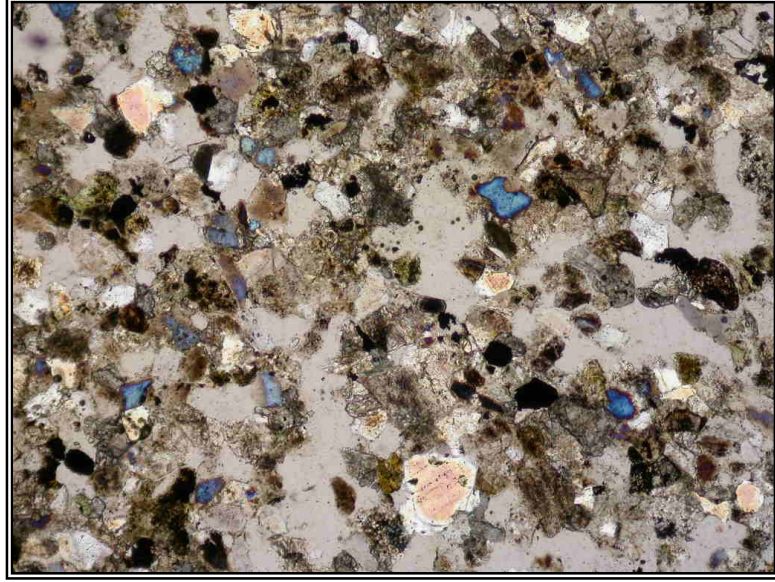
Ağıldere üyesi içerisinde gözlenen çamurtaşlarında da kırmızı-bordo renk hakim olup yer yer laminasyonlar seçilebilir. Çamurtaşları içerisinde kuruma çatlakları, yağış izleri ve kök izlerine rastlanılmaktadır.

4.2.2. Eğribucak Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi

Eğribucak Üyesi'nden alınan örnekler içerisinde litik grovak (Şekil 4.12) ile feldispatik grovak yaygın olarak bulunmaktadır.

Kayaç orta kum boyu olup kötü boyanmalıdır.

Litik grovakları oluşturan başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend, biyotit, muskovit, titanit ve kloritleşmiş mineraller ile volkanik ve karbonatlı kayaç parçalarıdır. Bağlayıcı çoğunlukla $>15\%$ 'ten fazla miktarda karbonat çimento ve az miktarda da demiroksit çimentodur.



Şekil 4.12. Eğribucak üyesine ait karbonat çimentolu litik grovak (Örnek no: BB-8, X5 büyütme, çift nikol).

Feldispatik grovakları oluşturan başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, mika mineralleri ve glokonit mineralleri ile çörtlerdir. Bağlayıcı karbonat çimento (sparit) ve seyrek olarak karbonat çamurudur (mikrit).

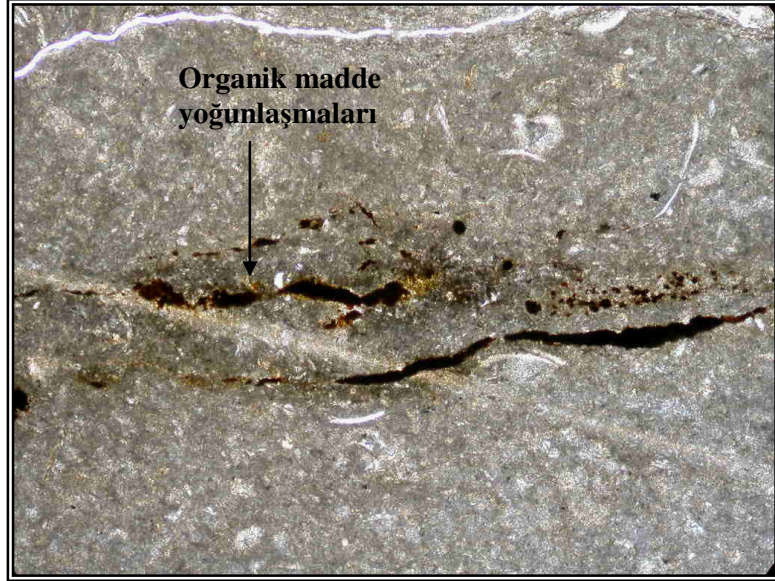
4.3.3. Danışma Tepe Üyesinin Petrografik Değerlendirmesi

Organik maddece zengin olan ve asıl organik jeokimyasal ve organik petrografik çalışmaların yapıldığı Danışma Tepe üyesinin bitümlü şeyllerin petrografik incelemelerinden ağırlıklı olarak biyomikrit (Folk, 1962) olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, yıkanmış mikrit ve fosilli mikrit örneklerine de rastlanmıştır.

Biyomikritler kahverengimsi renklere gözlenmekte olup, kesit içerisinde küçük kuvars taneleri, intraklastlar ve fosil kavkaları (ostracod) bulunmaktadır (Şekil 4.13). Bağlayıcı mikritten oluşmakta olup az miktarda sparit bağlayıcı da mevcuttur. Kesit içerisinde laminalanma belirgin bir şekilde gözlenmektedir. İkincil çatlaklar kuvars mineralleri tarafından doldurulmuştur.

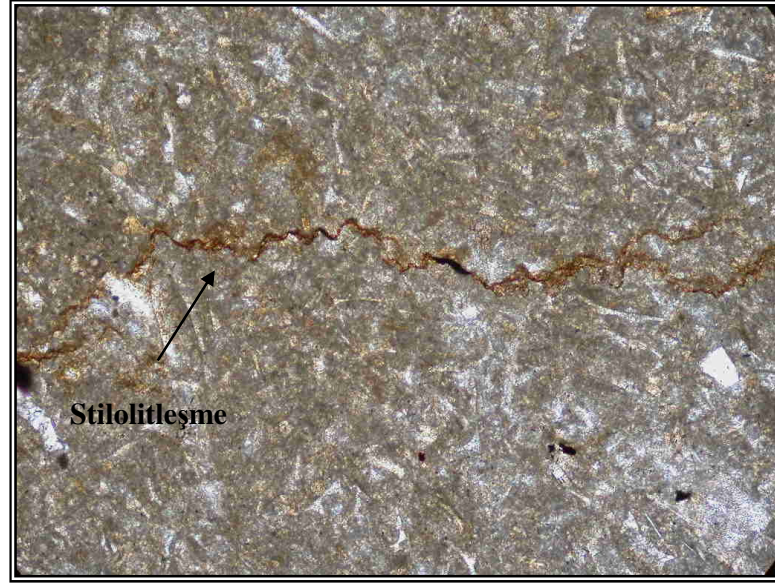


Şekil 4.13. Danışma Tepe üyesine ait mikritik bağlayıcı ve fosil kavkaları içeren biyomikrit (Örnek no: BB-41, X5 büyütme, tek nikol).



Şekil 4.14. Danışma Tepe üyesine ait organik madde yoğunlaşmaları ve fosil kavkaları içeren biyomikrit (Örnek no: BB-41, X5 büyütme, tek nikol).

Ayrıca organik maddeler, damlalar, sıvanma, çatlak ve boşlukları dolduracak şekillerde gelişmiştir (Şekil 4.14). İçleri organik maddeler tarafından doldurulmuş stilolitleşmeler de yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.15).



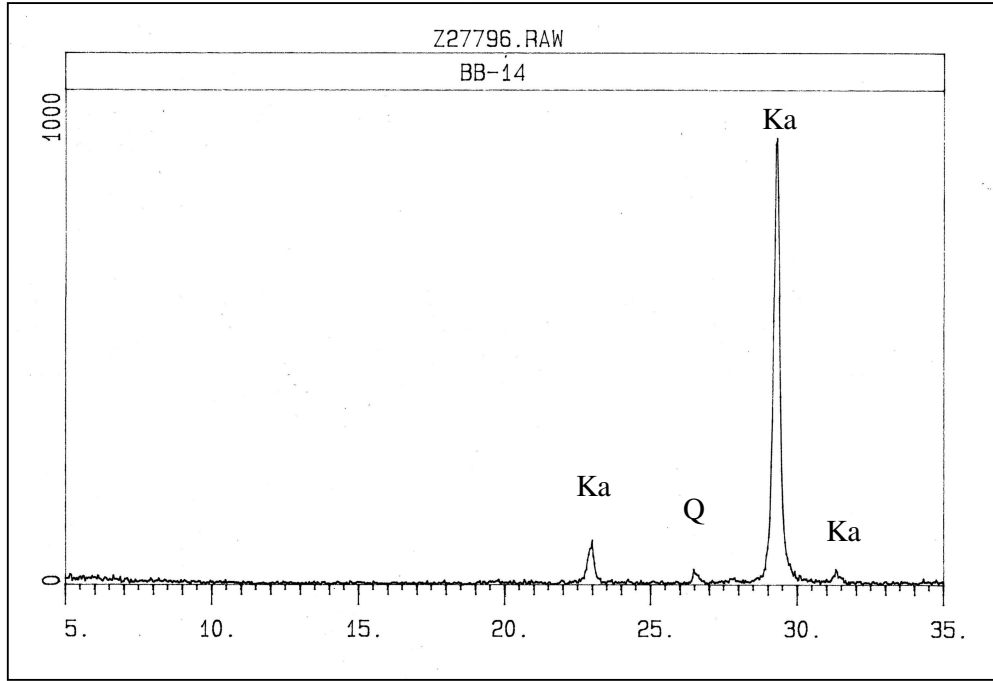
Şekil 4.15. Danışma Tepe üyesine ait içi organik maddece dolu olan stilolitleşmeler içeren biyomikrit (Örnek no: BB-48, X5 büyütme, tek nikol).

Yıkılmış mikrit örneklerinde mikritik ve sparitik bağlayıcı birlikte bulunmaktadır. Yoğun olarak izlenen organik maddeli kesimler genellikle sıvamalar şeklinde gelişmiştir. Detritik kuvarlar ve intraklastların yanı sıra çatlaklarda ikincil olarak gelişmiş kuvars birikimleri gözlenir. Ayrıca bu kesitlerde demir sıvamalarına da rastlanmaktadır. Bu kesimler koyu kahverengimsi-kırmızımsı renkte gözlenmektedir.

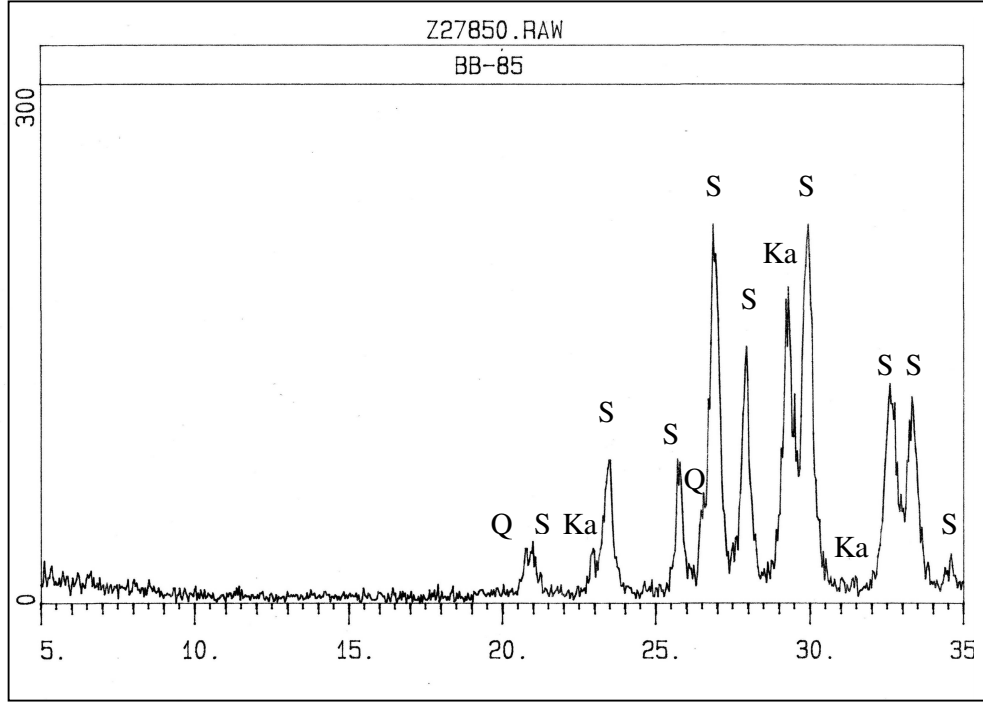
Fosilli mikritlerde ise bağlayıcı mikrit olup ostracod parçaları gözlenmektedir. Bu kesitlerde de organik maddeye yoğun olarak rastlanmıştır. Ayrıca Danışma Tepe üyesi kesitlerinin bir çoğunda olduğu gibi fosilli mikrit kesitlerinde de laminalanma belirgindir.

4.3. XRD-Tüm Kayaç Değerlendirmesi

Karayün formasyonuna ait 141 adet kayaç örneği üzerinde XRD-TK değerlendirme yapılmıştır. Örnekler ortalama %65 kalsit, %17 kuvars, %12 feldispat ve %6 kilden oluşmaktadır. Örneklerin genelinde kalsit oranı yüksektir (Şekil 4.16). Danışma Tepe üyesi içerisinde ara seviyeler şeklinde bulunan jipsli kesimden alınan BB-85 nolu örnek içerisinde ise %84 oranında sölestin mineraline rastlanmıştır (Şekil 4.17). Bu durum bölgedeki jipslerde yaygın olarak gözlenen bir oluşumdur. Ayrıca BB-33 nolu örnekte de %7 oranında andaluzit minerali bulunmaktadır. Formasyonda üst seviyelere doğru kalsit oranı artmakta iken kuvars ve feldispat oranı azalmaktadır. Kil içeriği özellikle organik maddeli olan kesimde artmaktadır.



Şekil 4.16. Karayün formasyonu (Tk), Danışma Tepe üyesi BB-14 nolu örneğin XRD-TK değerlendirme (Ka: Kalsit, Q: Kuvars minerali).



Şekil 4.17. Karayün formasyonu (Tk), Danişma Tepe üyesi BB-85 nolu örneğin XRD-TK değerlendirmesi (Ka: Kalsit, Q: Kuvars, S: Sölestin mineralleri).

Karayün formasyonuna ait örneklerin XRD-TK değerlendirme sonuçları Çizelge 4.1 'de sunulmuş ve ölçülü stratigrafik kesit üzerinde gösterimi 1 nolu kesit için Şekil 4.18 'de, 2 nolu kesit için Şekil 4.19'da verilmiştir.

Karacaören formasyonuna ait 4 adet XRD-TK değerlendirme yapılmış ve Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Karacaören formasyonu örnekleri ortalama %24.5 kalsit, % 31.5 kuvars, % 31 feldispat, ve % 13 kilden oluşmaktadır. Birimde üst seviyelere doğru kil oranı artmaktadır . Karacaören formasyonuna ait 3 nolu ölçülü stratigrafik kesit üzerinde XRD-TK değerlendirmeleri gösterilmiştir (Şekil 4.20).

Çizelge 4.1. Karayün formasyonu XRD-TK değerlendirme sonuçları.

ÖRNEK NO	KALSİT %	KUVAR S %	FELDİSPAT %	KİL %
BB-1	9	49	29	13
BB-2	12	45	43	-
BB-3	19	48	23	-
BB-4	22	39	39	-
BB-6	14	48	38	-
BB-7	9	48	43	-
BB-8	12	50	38	-
BB-9	17	21	36	26
BB-10	8	42	38	12
BB-11	67	16	17	-
BB-12	88	12	-	-
BB-13	100	-	-	-
BB-14	97	3	-	-
BB-14A	100	-	-	-
BB-15	91	9	-	-
BB-16	67	14	19	-
BB-18	81	9	10	-
BB-19	8	57	35	-
BB-20	25	23	37	15
BB-21	5	67	28	-
BB-22	11	44	45	-
BB-24	8	37	55	-
BB-25	19	51	30	-
BB-28	8	37	55	-
BB-29	9	50	27	14
BB-32	7	28	50	8
BB-33	14	16	52	11 *An 7
BB-34	72	9	19	-
BB-35	83	9	8	-
BB-36	96	4	-	-
BB-38	39	28	33	-
BB-39	49	26	25	-
BB-40	10	44	27	19
BB-41	100	-	-	-
BB-42	100	-	-	-
BB-44	18	15	18	49
BB-45	98	2	-	-
BB-48	93	7	-	-
BB-49	24	43	33	-
BB-50	8	52	40	-
BB-62	94	6	-	-
BB-63	86	14	-	-
BB-64	91	9	-	-
BB-65	86	14	-	-
BB-66	92	8	-	-
BB-67	92	8	-	-
BB-68	84	16	-	-
BB-69	91	9	-	-
BB-70	89	11	-	-

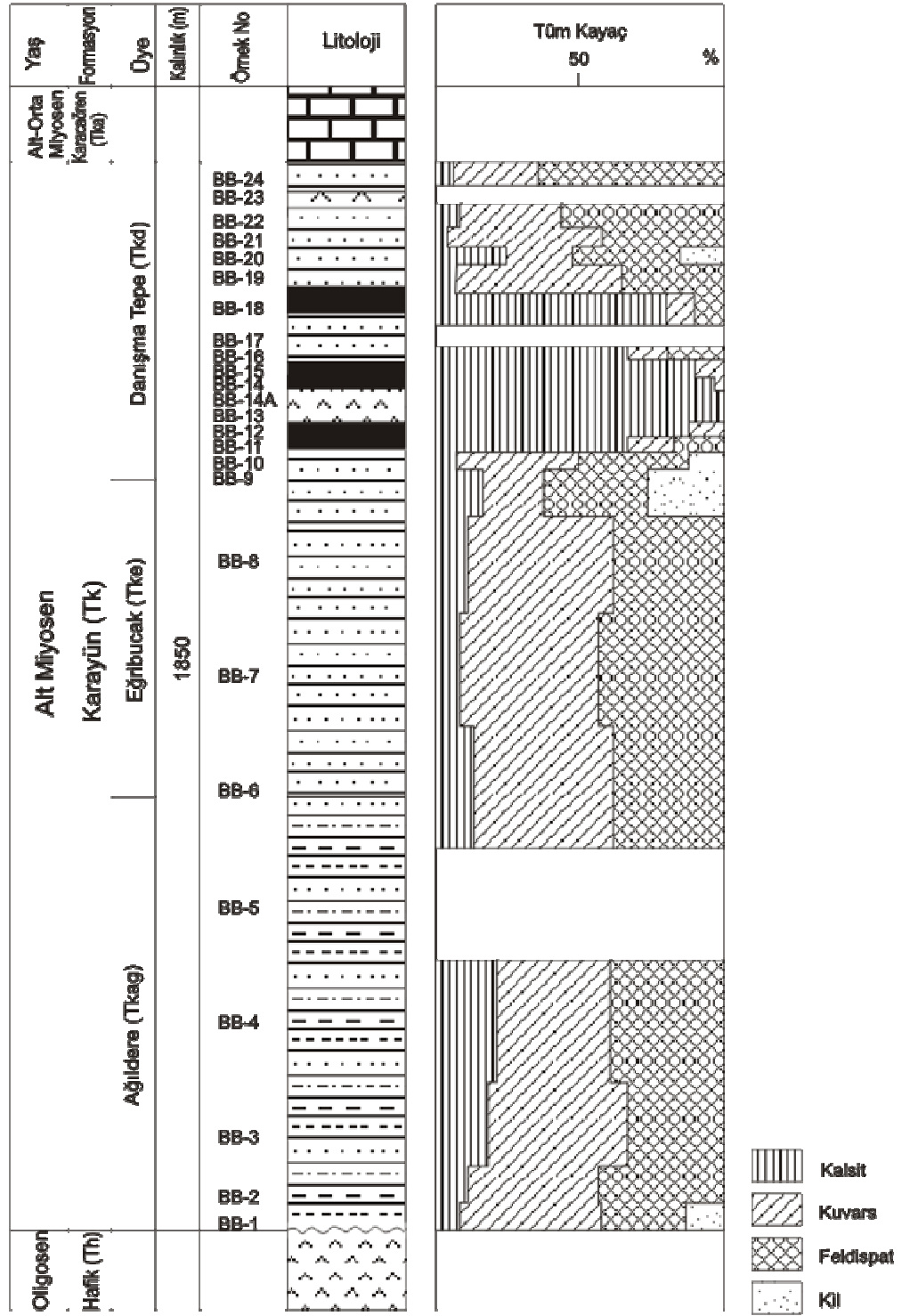
BB-71	91	9	-	-
BB-72	72	28	-	-
BB-73	93	7	-	-
BB-74	92	8	-	-
BB-75	83	17	-	-
BB-76	88	12	-	-
BB-77	73	27	-	-
BB-78	83	17	-	-
BB-80	18	39	43	-
BB-81	40	15	23	22
BB-82	94	6	-	-
BB-83	93	7	-	-
BB-84	92	8	-	-
BB-85	12	4	*Sö 84	-
BB-86	71	29	-	-
BB-87	60	40	-	-
BB-88	75	25	-	-
BB-89	88	12	-	-
BB-90	89	11	-	-
BB-91	88	12	-	-
BB-92	89	11	-	-
BB-93	91	9	-	-
BB-94	95	5	-	-
BB-95	94	6	-	-
BB-96	76	7	17	-
BB-97	82	7	11	-
BB-98	94	6	-	-
BB-99	84	16	-	-
BB-100	89	11	-	-
BB-101	97	3	-	-
BB-102	89	11	-	-
BB-103	94	6	-	-
BB-104	89	11	-	-
BB-105	86	14	-	-
BB-106	93	7	-	-
BB-107	94	6	-	-
BB-108	89	11	-	-
BB-109	85	15	-	-
BB-110	92	8	-	-
BB-111	86	14	-	-
BB-112	50	10	11	29
BB-113	71	13	16	-
BB-114	54	10	11	25
BB-115	40	11	13	36
BB-116	41	12	11	36
BB-117	47	10	14	29
BB-118	69	16	15	-
BB-119	43	11	10	36
BB-120	52	8	10	30
BB-121	42	13	10	35
BB-122	74	10	16	-
BB-123	65	18	17	-
BB-124	61	19	20	-

BB-125	41	15	17	26
BB-126	97	3	-	-
BB-127	59	24	17	-
BB-128	78	22	-	-
BB-129	85	5	10	-
BB-131	84	16	-	-
BB-132	75	12	13	-
BB-133	75	12	13	-
BB-134	63	9	28	-
BB-135	78	9	13	-
BB-136	90	10	-	-
BB-137	95	5	-	-
BB-138	100	-	-	-
BB-139	100	-	-	-
BB-140	97	3	-	-
BB-141	41	16	11	32
BB-142	43	13	11	32
BB-143	72	15	13	-
BB-144	77	13	10	-
BB-145	91	9	-	-
BB-146	77	11	12	-
BB-147	64	9	27	-
BB-148	79	11	10	-
BB-149	94	6	-	-
BB-150	95	5	-	-
BB-151	95	5	-	-
BB-152	96	4	-	-
BB-153	100	-	-	-
BB-154	52	14	34	-
BB-155	97	3	-	-
BB-156	100	-	-	-
BB-157	100	-	-	-
BB-158	100	-	-	-
BB-159	87	2	11	-
BB-160	5	32	25	38

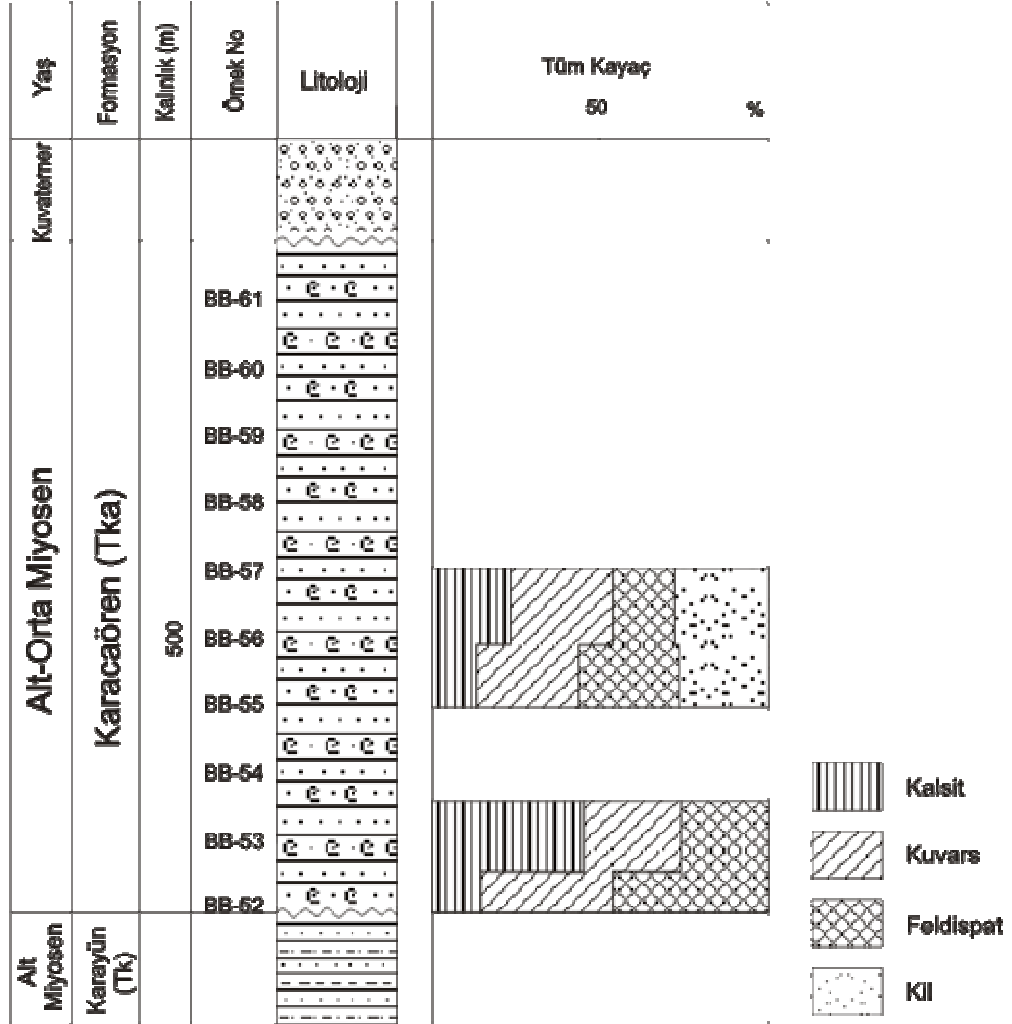
*An=Andaluzit, Sö=Sölestin

Çizelge 4.2. Karacaören formasyonu XRD-TK değerlendirme sonuçları.

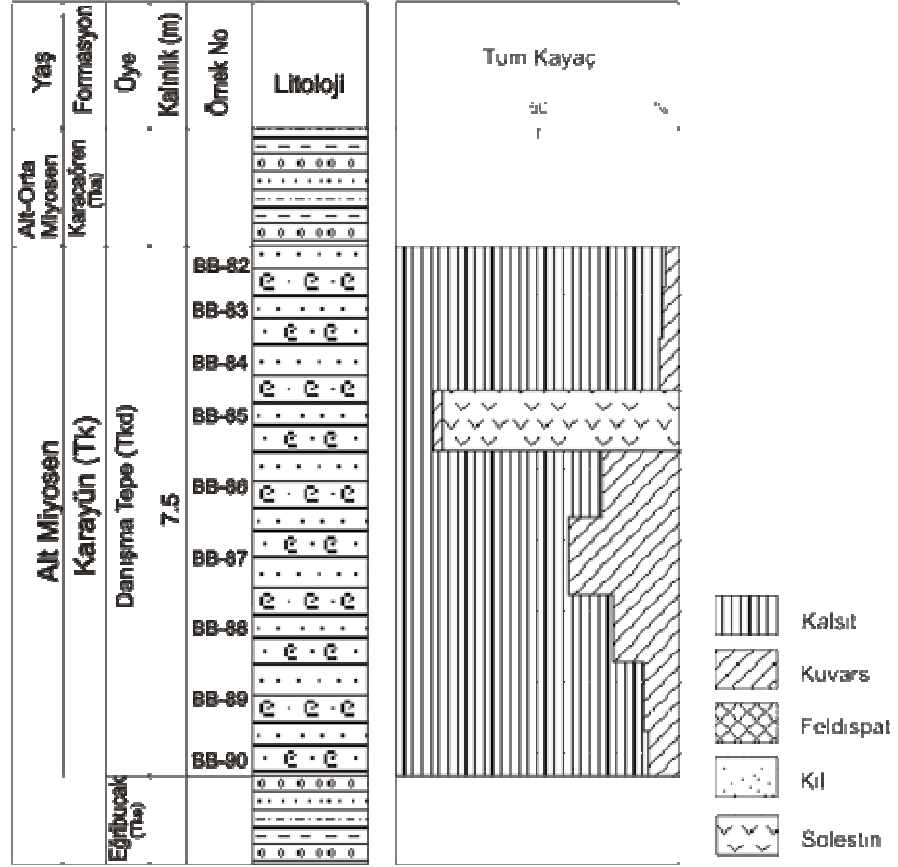
ÖRNEK NO	KALSİT %	KUVARIS %	FELDSPAT %	KİL %
BB-52	15	38	47	-
BB-53	46	28	26	-
BB-56	14	29	31	26
BB-57	23	31	19	27



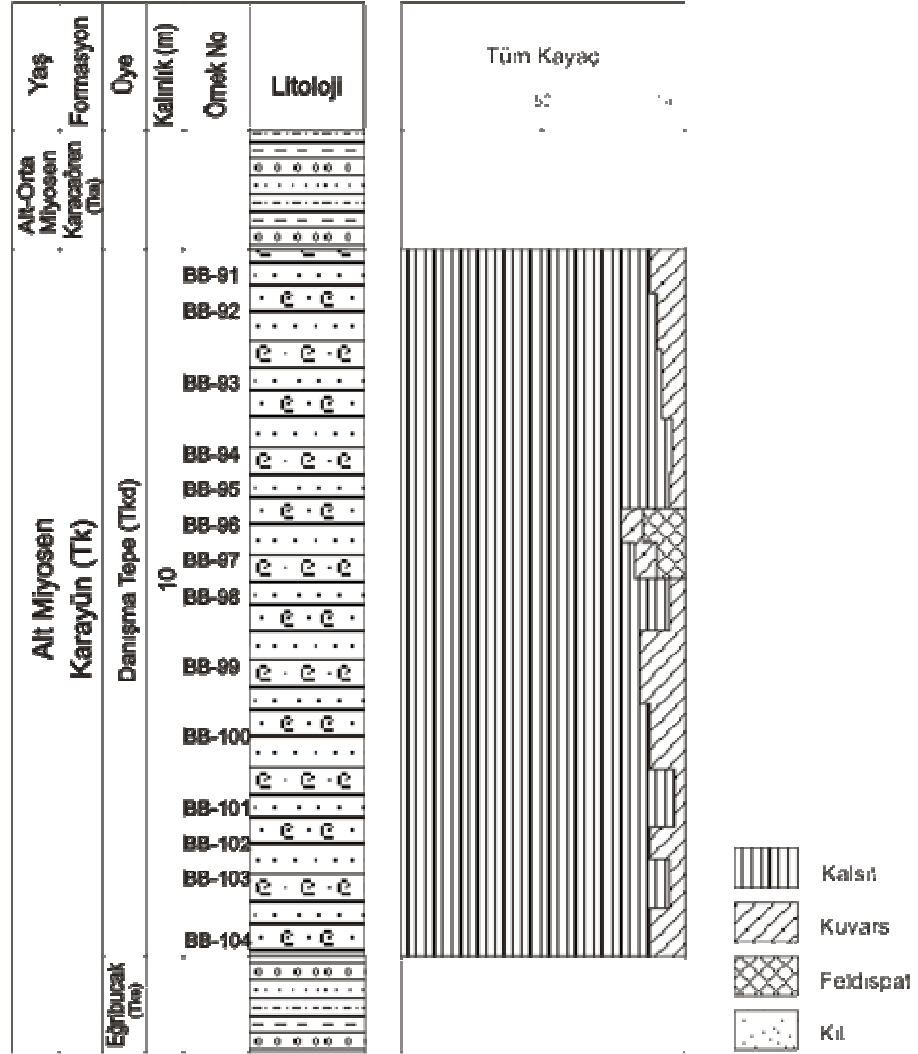
Şekil 4.18. Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/20000).



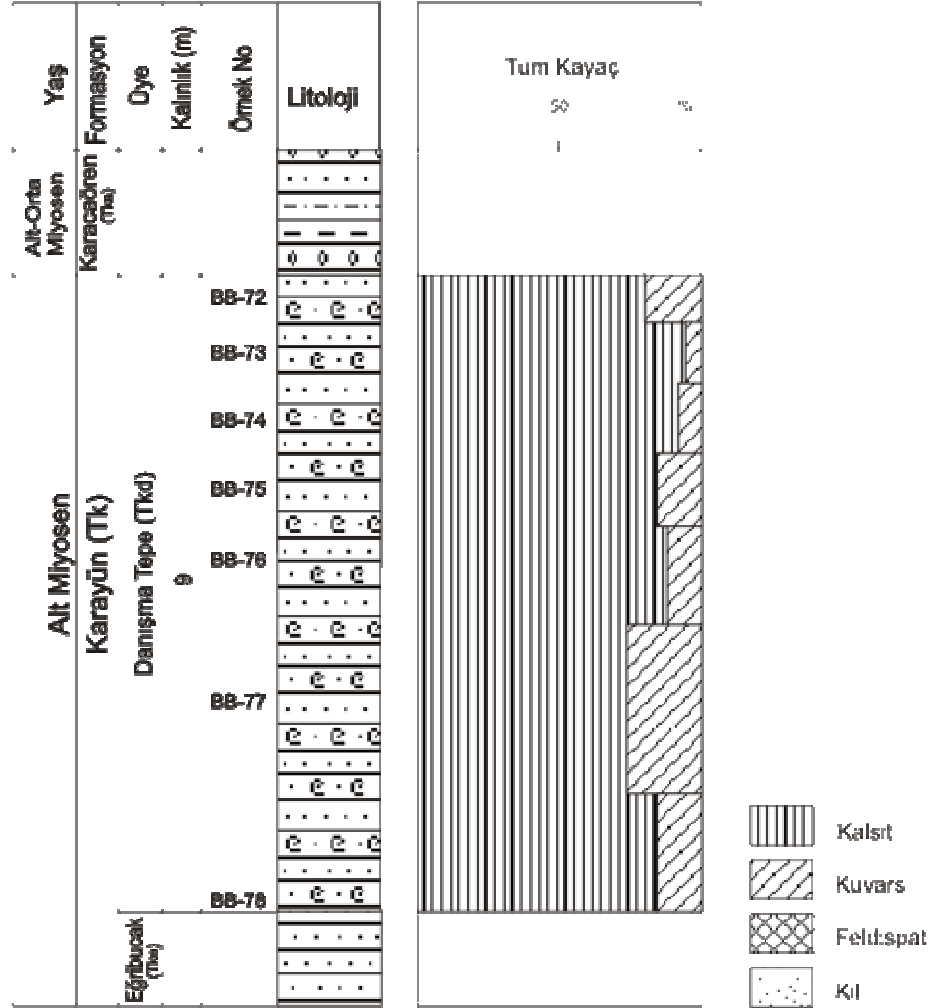
Şekil 4.20. Karacaören formasyonundan alınan 3 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/5000).



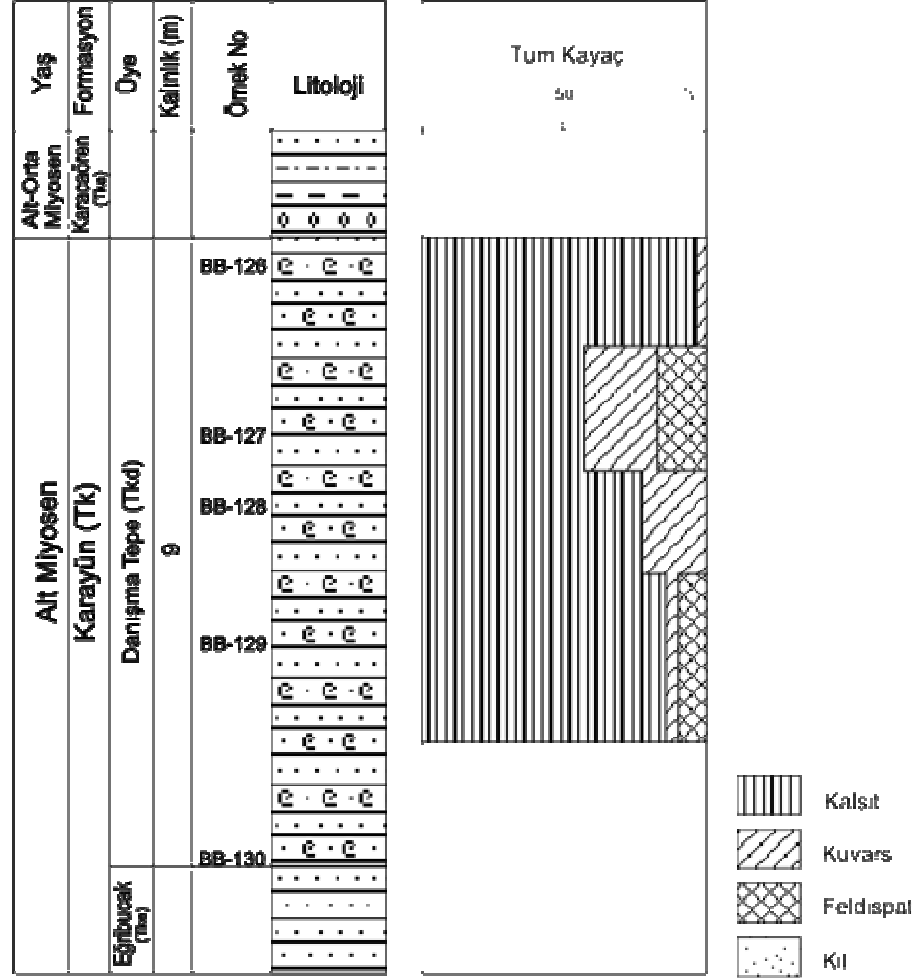
Şekil 4.22. Karayün formasyonundan alınan 5 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



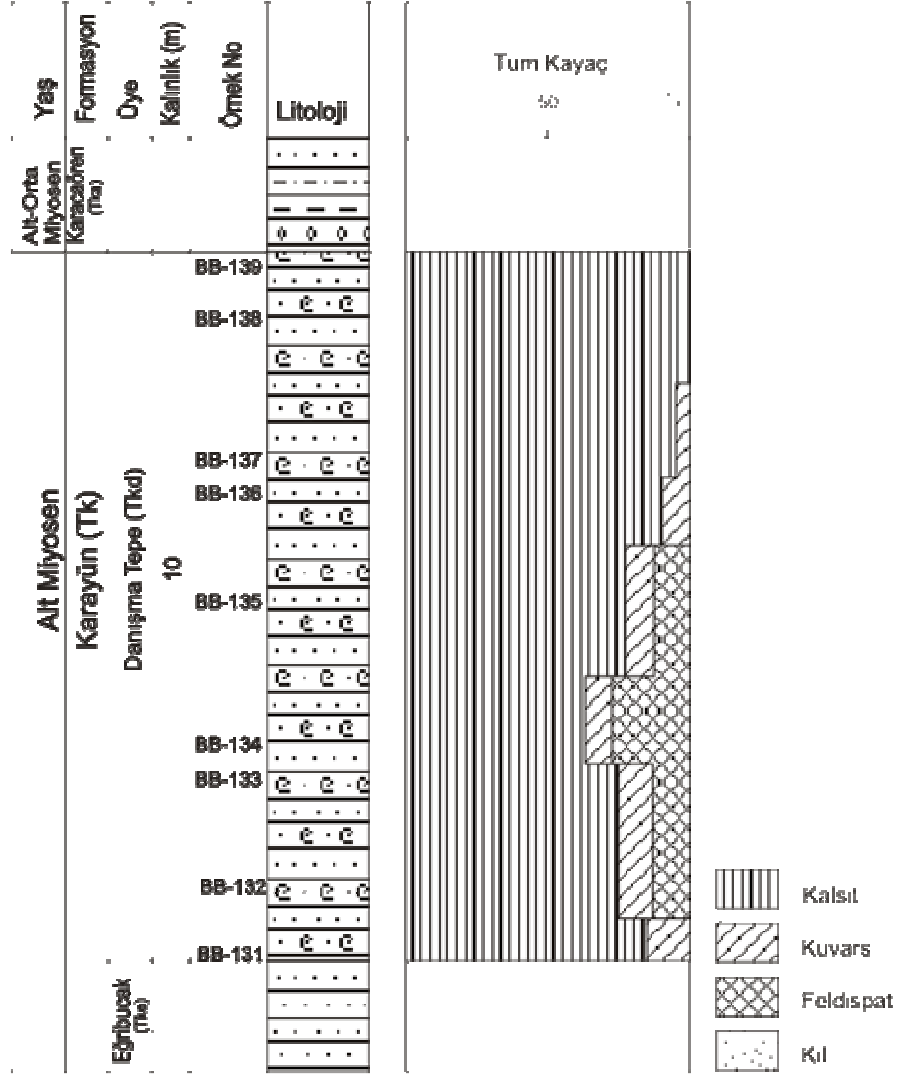
Şekil 4.23. Karayün formasyonundan alınan 6 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



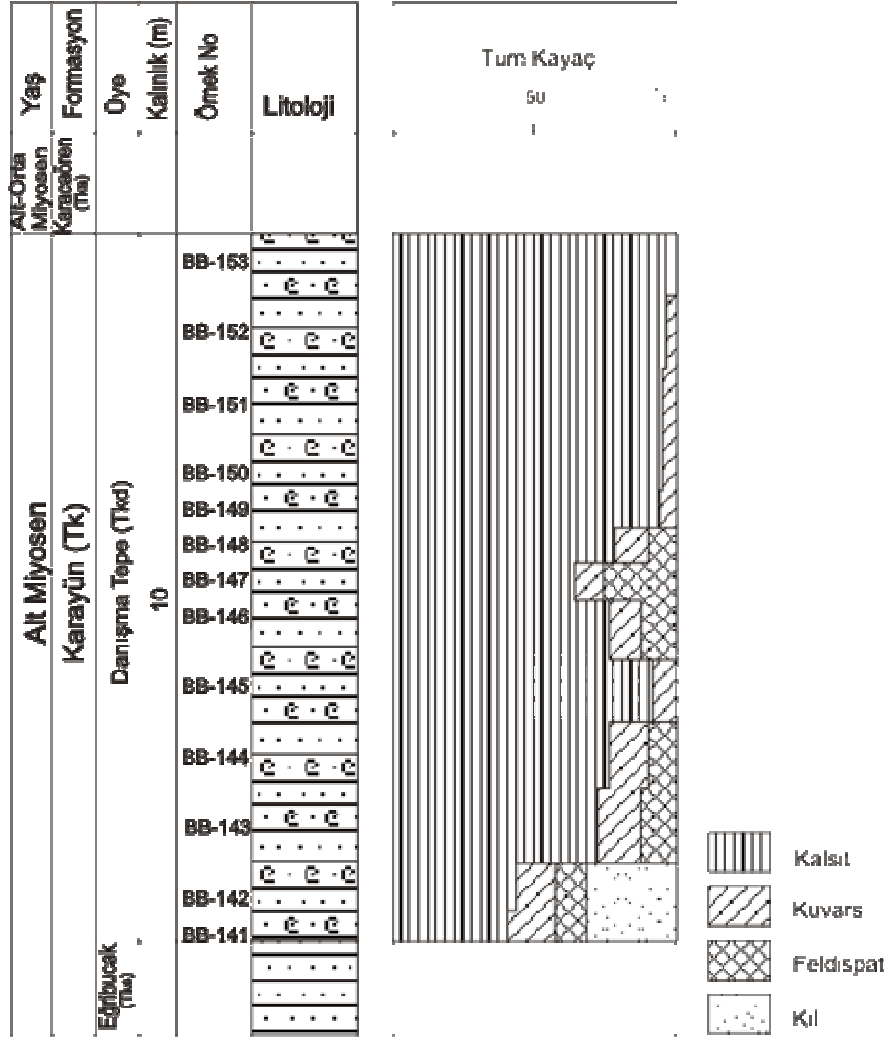
Şekil 4.25. Karayün formasyonundan alınan 8 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



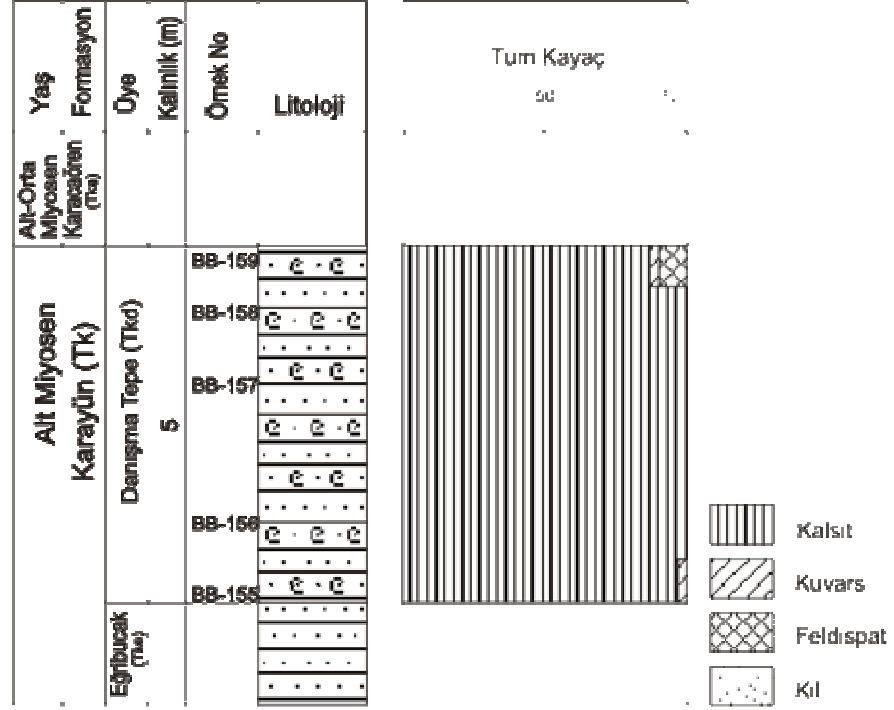
Şekil 4.26. Karayün formasyonundan alınan 9 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



Şekil 4.27. Karayün formasyonundan alınan 10 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



Şekil 4.28. Karayün formasyonundan alınan 11 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).



Şekil 4.29. Karayün formasyonundan alınan 12 nolu ölçülü stratigrafik kesit örneklerinden yapılan XRD-TK değerlendirmesi (Ölçek: 1/100).

5. ORGANİK JEOKİMYASAL VE ORGANİK PETROGRAFİK DEĞERLENDİRMELER

İnceleme alanında makroskobik gözlemler ve ince kesitlerin petrografik değerlendirmelerinde organik madde içeriği belirlenen örneklerde detay organik jeokimyasal ve organik petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda öncelikle organik madde miktarı, organik madde olgunluğu ve organik madde tipi hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu verilerden yararlanılarak bitümlü şeyllerin hidrokarbon türüm potansiyeli hakkında bilgi sahibi olunmasına çalışılmıştır. Laboratuvar incelemeleri sırasında kullanılan materyal ve metodlar ayrıntılı olarak aşağıdaki bölümlerde anlatılmaya çalışılmıştır.

5.1.1. Organik Madde Miktarı

Sedimanter kayaların petrol türetebilmeleri ve oluşan petrolün atılması (expulsion) için belli miktarda organik madde içermesi gerekir. Kayaçlardaki organik madde miktarı ağırlık yüzdesi olarak verilen Toplam Organik Karbon (TOC) değeri ile ifade edilir. Bu değer karbonatlı kayaçlar için %0.3, şeyller için ise %0.5'dir (Tissot ve Welte, 1984). Aslında TOC değeri gerçek bir petrol potansiyel belirteci olmayıp organik madde türü burada önemli rol oynamaktadır. Örneğin grafit %100 karbondan oluşur ancak petrol türetme potansiyeli yoktur. Yine bazı deltayık denizel çökeller %5'ten fazla TOC'ye sahiptir ancak organik maddenin gaz türetme özelliğinde olmaması veya inert olmasından dolayı çok az petrol türetilmektedir (Katz, 1994). Bunlara karşın incelenen birimlerin organik madde içeriklerinin belirlenmesinde dünya çapındaki bütün organik jeokimyasal çalışmalarda araştırmacılar tarafından rutin olarak kullanılan bir analiz türü olma özelliğini hala korumaktadır.

Ekonomik anlamda petrol birikiminin olabilmesi için kayaçlarda olması gereken TOC değerleri çeşitli araştırmacılar tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Toplam organik karbon (TOC) miktarı değerlendirmeleri.

	(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

Bu çalışma kapsamında saha çalışmaları ile Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonundan ölçülü dikme kesitler boyunca alınan örnekler üzerinde öncelikle Toplam Organik Karbon (TOC) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Karacaören formasyonundan alınan örneklerin petrografik değerlendirmelerinde ve saha gözlemlerinde organik maddece zengin seviyelerin gözlenememesi nedeniyle bu birime ait örneklerde TOC ve Rock-Eval piroliz analizlerine gerek duyulmamıştır. Bu örnekler üzerinde laboratuvarında denenen organik petrografik çalışmalarda da kerojen slaytları hazırlanamamıştır. Bu değerlendirmeler Karacaören formasyonu içerisinde organik maddenin ayırtlanamayacak kadar az olduğu sonucunu göstermiştir.

Analizler TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarı'ndaki (Ankara) Rock-Eval 2 (RE-2) cihazında, IFP (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanına ait örneklerin TOC değerlendirmesinde Thomas (1979) sınıflaması kullanılmıştır (Çizelge 5.1). Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesine ait örneklerden 30 tanesinde TOC analizi yapılmış ve 24 adet TOC değerinin %0.5 den düşük olduğu belirlenmiştir. TOC değerleri %0.07-0.99 (ortalama % 0.34) arasında değişmektedir. Bu değerler birimin organik madde bakımından çok zayıf olduğunu belirtmektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Danışma Tepe üyesi (Tkd) bitümlü şeyllerinin toplam organik karbon (TOC) ve piroliz değerleri.

ÖRNEK NO	TOC%	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	PI	RC %
BB-12	0.43	0	0.92	0.24	439	214	56	0	0.34
BB-14	0.15	0	0.02	0.22	419	13	147	0	0.14
BB-16	0.46	0	1.52	0.13	434	330	28	0	0.31
BB-39	0.11	0	0.01	0.43	448	9	391	0	0.1
BB-42	0.3	0	0.88	0.38	434	293	127	0	0.21
BB-48	0.18	0	0.04	0.48	444	22	267	0	0.16
BB-73	0.29	0	0.51	0.22	438	176	76	0	0.24
BB-75	0.07	0	0.11	0.06	443	157	86	0	0.05
BB-77	0.61	0	0.01	0.67	433	418	110	0	0.38
BB-84	0.63	0.02	3.71	0.21	430	589	33	0.01	0.31
BB-87	0.26	0	0.84	0.29	442	323	112	0	0.18
BB-93	0.32	0	0.85	0.19	436	266	59	0	0.23
BB-97	0.49	0	1.64	0.23	438	335	47	0	0.35
BB-101	0.17	0	0.1	0.35	443	59	206	0	0.15
BB-104	0.58	0.03	3.26	0.2	430	562	34	0.01	0.29
BB-105	0.26	0	0.61	0.2	439	235	77	0	0.2
BB-108	0.15	0	0.46	0.07	437	307	47	0	0.11
BB-111	0.25	0	0.48	0.45	443	192	180	0	0.19
BB-115	0.26	0	0.99	0.13	434	381	50	0	0.16
BB-127	0.15	0	0.02	0.29	457	13	193	0	0.14
BB-129	0.28	0	0.89	0.4	436	318	143	0	0.19
BB-132	0.71	0.03	2.64	0.64	437	372	90	0.01	0.46
BB-135	0.27	0.02	1.16	0.36	434	430	133	0.01	0.16
BB-138	0.18	0	0.04	0.42	446	22	233	0	0.17
BB-142	0.14	0.04	0.31	0.41	432	221	293	0.11	0.1
BB-145	0.53	0.07	1.54	0.51	431	291	96	0.04	0.38
BB-149	0.99	0.06	3.6	0.78	434	364	79	0.02	0.66
BB-151	0.22	0	0.25	0.54	447	114	245	0	0.18
BB-156	0.39	0.02	0.85	0.61	432	218	156	0.02	0.29
BB-158	0.2	0	0.05	0.51	463	25	255	0	0.18

TOC: Toplam organik karbon miktarı (%),

S1: Piroliz sırasında 300⁰C ye kadar çıkan serbest hidrokarbonlar (mg HC/g kaya),

S2: 300⁰C den sonra kerojenin ısısal parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar (mg HC/g kaya),

S3: 400⁰C nin altında oluşan CO₂ (mg HC/g kaya),

Tmax: Hidrokarbon oluşumunun maksimum olduğu evredeki sıcaklık; (⁰C),

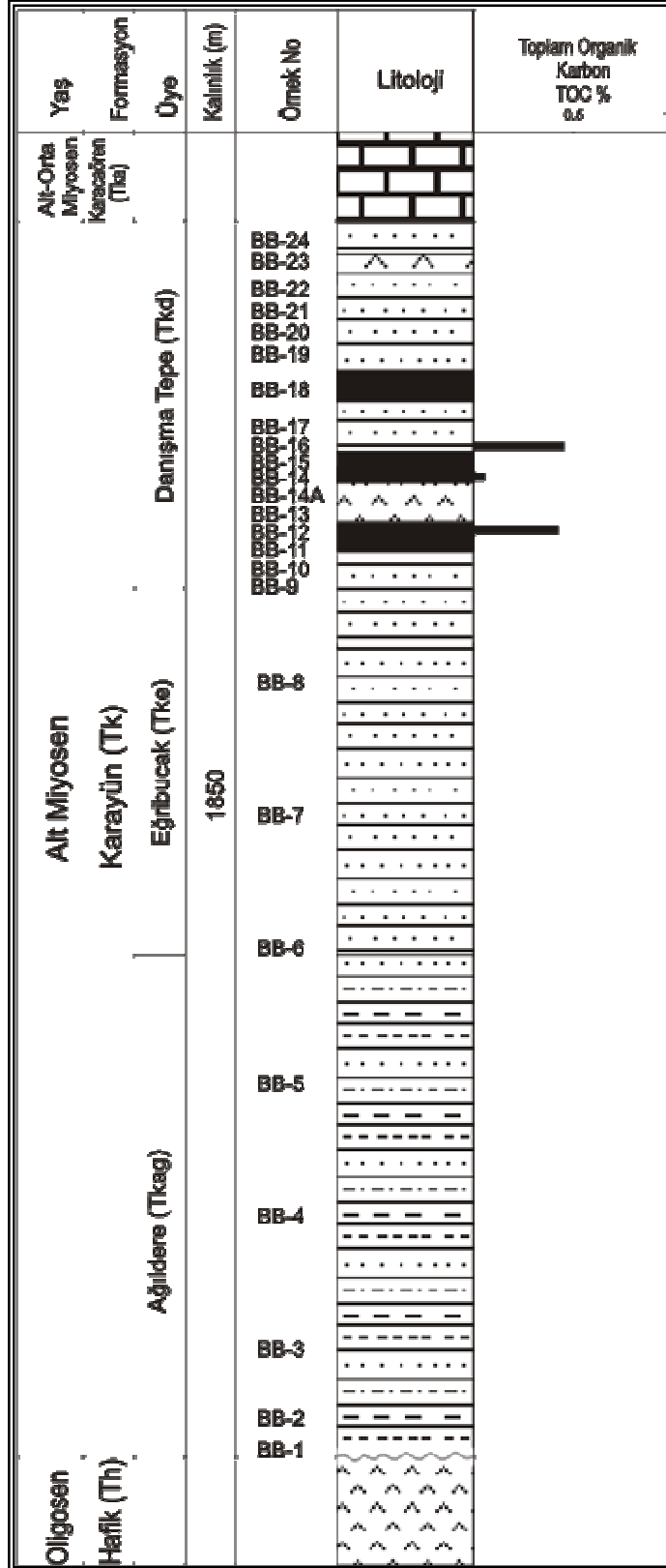
Hidrojen İndeksi: HI: S2/TOC (mg HC/g TOC),

Oksijen İndeksi: OI: S3/TOC (mg CO₂/g TOC),

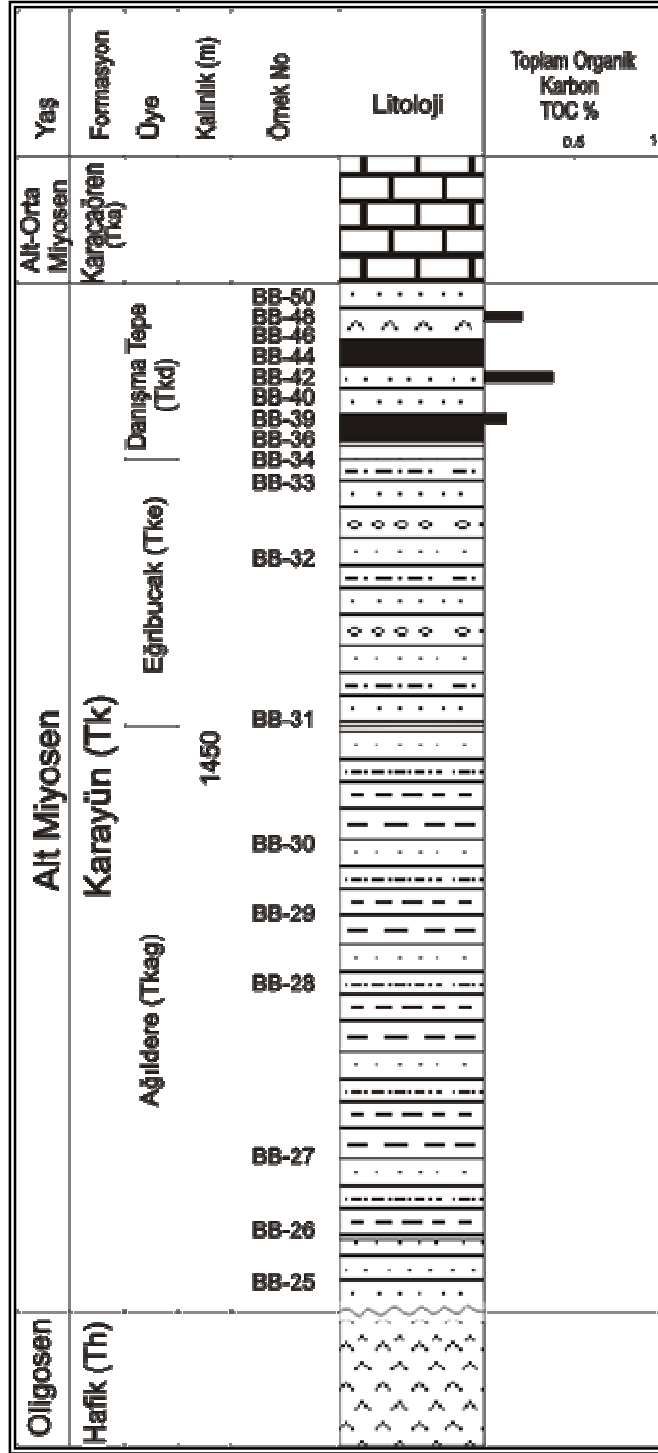
Üretim İndeksi: PI: (S1/S1+S2) Kayanın içindeki hazır halde bulunan hidrokarbonlar

Karayün formasyonunda toplam 11 adet ölçülü stratigrafik dikme kesitten alınan örneklerinin TOC analiz sonuçları kesitler üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11). Birim içindeki organik madde seviyelerindeki değişimlerin izlenebilmesi için her kesitten en az 2 örneğin TOC analizinin yapılmasına çalışılmıştır.

1 nolu ölçülü dikme kesitten alınan 3 örneğin TOC değeri %0.15-0.46 arasında değişmektedir (ortalama % 0.34) (Şekil 5.1). 2 nolu ölçülü dikme kesitte de 3 örnekte TOC değerleri %0.11-0.3 arasında değişmektedir (ortalama % 0.19) (Şekil 5.2). 3 nolu ölçülü dikme kesitte ise Karacaören formasyonu örneklerinin özellikleri analiz koşullarına uygun olmadığı için TOC ve piroliz analizi yaptırılmamıştır. 4 nolu ölçülü dikme kesit örneklerinde TOC değerleri %0.15-0.26 arasında değişmektedir (ortalama % 0.22) (Şekil 5.3).



Şekil 5.1. Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/10000).

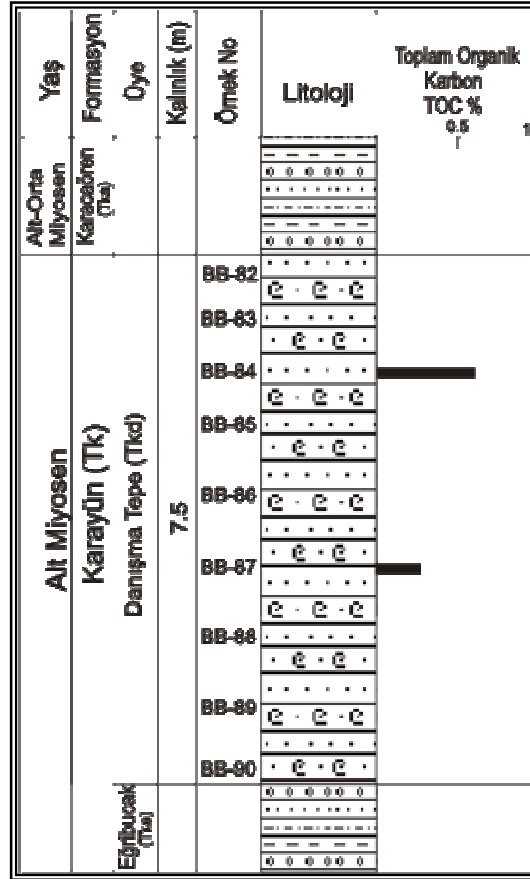


Şekil 5.2. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 2 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/10000).

Yaş Formasyon	Üye Kalınlık (m)	Örnek No	Litoloji	Toplam Organik Karbon TOC %	
				0.5	1
Alt-Orta Milyosen Karayün (TK)	Danışma Tepe (Tkd) 7		0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
		BB-111	0 0 0 0 0 0		
		BB-110	0 0 0 0 0 0		
		BB-109	0 0 0 0 0 0		
		BB-108	0 0 0 0 0 0		
		BB-107	0 0 0 0 0 0		
		BB-106	0 0 0 0 0 0		
		BB-105	0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		
Eğirdirak (TK)			0 0 0 0 0 0		
			0 0 0 0 0 0		

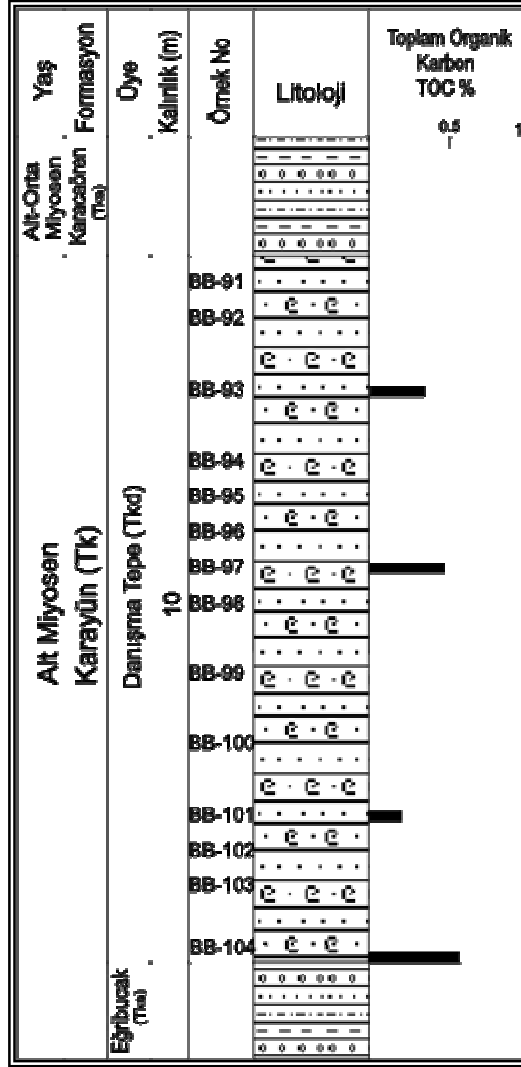
Şekil 5.3. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 4 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

5 nolu ölçülü dikme kesitte iki örneğin TOC değeri %0.63-0.26 olup ortalama % 0.45'dir. Analiz sayısı yeterli olmamakla birlikte üst düzeyde organik madde miktarında bir miktar artış olduğundan bahsedilebilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Karayün formasyonu (Tk) Danışma Tepe üyesinden (Tkd) alınan 5 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

6 nolu ölçülü dikme kesitte 4 örneğin TOC değeri %0.17-0.58 arasında değişmektedir (ortalama % 0.39). Organik madde miktarı Şekil 5.5 de de görüldüğü gibi sık aralıklarla değişim göstermektedir ve zenginleşme düzeylerinin olduğu kesimler önemli kalınlıklar sunmamaktadır.

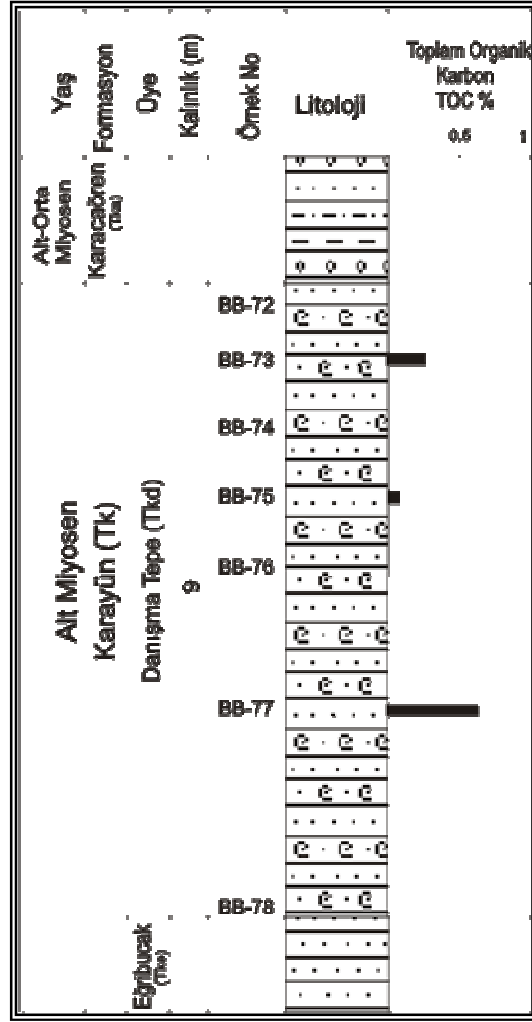


Şekil 5.5. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 6 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

7 nolu ölçülü dikme kesit'te ise yalnızca bir örnekte TOC değerlendirmesi yapılmıştır (% 0.26)'dır (Şekil 5.6). 8 nolu ölçülü dikme kesitte 3 örneğin TOC değeri % 0.07-0.61 arasında değişmekte olup ortalama % 0.33 'tür. Bu kesitte alt seviyelerde organik madde miktarında belirgin bir artış gözlenmektedir. Ancak bu artış diğer kesitlerde olduğu gibi yerel bir zenginleşme şeklindedir (Şekil 5.7).

Yaş	Formasyon Öye Kalınlık (m)	Örnek No	Litoloji	Toplam Organik Karbon TOC %
Alt-Orta Miyosen Karaköyden (Tık)			o o o o - - - - - - - - - - - -	0.5
Alt Miyosen	Karayün (Tık)	BB-112	e e e - - - -	
	Danışma Tepe (Tık)	BB-113	e e e - - - -	
	9	BB-114	e e e - - - -	
	Eğirdiçak (Tık)	BB-115	e e e - - - - - - - - - - - -	

Şekil 5.6. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 7 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/300).

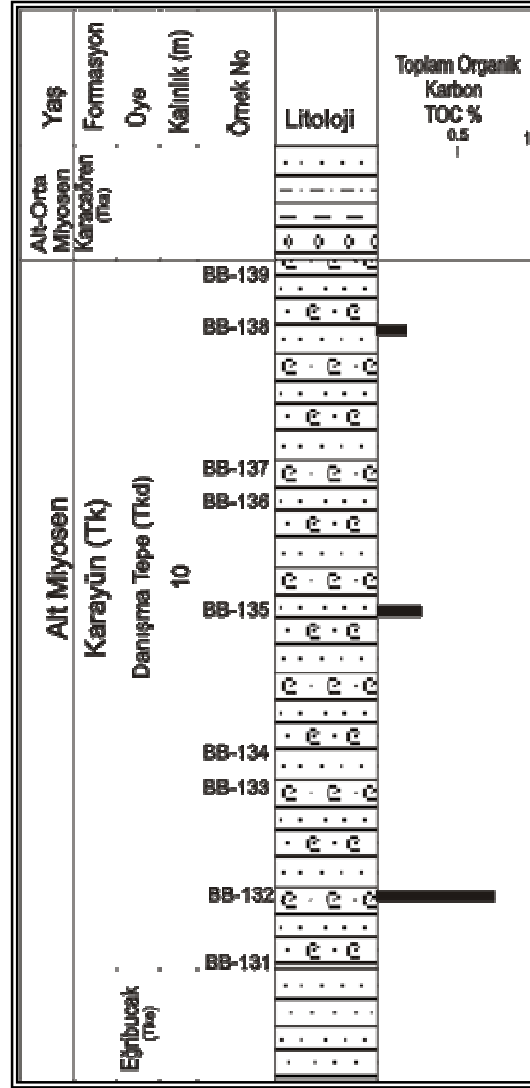


Şekil 5.7. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 8 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

Yaş	Formasyon	Oye	Kalınlık (m)	Örnek No	Litoloji	Toplam Organik Karbon TOC %
Alt-Orta Miyosen	Karacabören (Tms)					0.5
Alt Miyosen	Karayün (Tk)	Danışma Tepe (TKd)	9	BB-126		1
				BB-127		
				BB-128		
				BB-129		
				BB-130		
Eğribacak (Tms)						

Şekil 5.8. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 9 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

9 nolu ölçülü dikme kesitte değerlendirilen 2 örneğin TOC değeri %0.15 ve 0.28 olup ortalama % 0.22 'dir (Şekil 5.8).



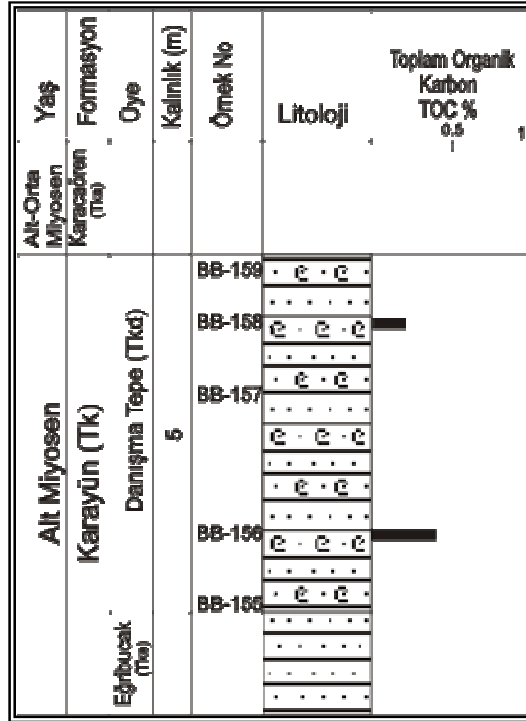
Şekil 5.9. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 10 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

10 nolu ölçülü dikme kesitte de yine 3 örnekte TOC değerleri %0.18-0,71 arasındadır. Alt düzeylerde organik madde miktarı oldukça artmıştır (Şekil 5.9).

Yaş	Formasyon	Örneğin Kalınlık (m)	Örnek No	Litoloji	Toplam Organik Karbon TOC %		
						Ölçü No	
Alt Ortta Miyosen Karacabey (Tks)	Alt Miyosen Karayün (Tk)	Danışma Tepe (Tkd) 10	BB-153	..... e - e - e		
			BB-152	..... e - e - e		
			BB-151	..... e - e - e	0.14	
			BB-150	..... e - e - e		
			BB-149	..... e - e - e	0.99	
			BB-148	..... e - e - e		
			BB-147	..... e - e - e		
			BB-146	..... e - e - e		
			BB-145	..... e - e - e	0.47	
			BB-144	..... e - e - e		
			BB-143	..... e - e - e		
			BB-142	..... e - e - e	0.14	
			BB-141	..... e - e - e		
			Eğribucak (Tks)		 e - e - e	
					 e - e - e	

Şekil 5.10. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 11 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

11 nolu ölçülü dikme kesit’den alınan 4 örnekte TOC değerleri % 0.14-0.99 arasındadır. Ortalama TOC değeri % 0.47 ‘dir (Şekil 5.10).



Şekil 5.11. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 12 nolu ölçülü dikme kesitindeki Toplam Organik Karbon Dağılımları (TOC) (Ölçek: 1/100).

12 nolu ölçülü dikme kesitte 2 örneğin TOC değerleri % 0.2 ve 0.39 olup ortalama % 0.29 'dur (Şekil 5.11).

Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi organik madde miktarı bakımından genel anlamda değerlendirildiğinde birimin alt ve üst düzeylerinde organik maddenin oldukça düşük olduğu, orta kesimlerde ise bir miktar zenginleşme geliştiği gözlenmiştir. Bu zenginleşmeler ise biyomikritler içinde oldukça dar aralıklarda gelişen yerel oluşumlar şeklindedir. Bu sonuçlar birime ait örneklerin petrografik ince kesit değerlendirmelerinde organik madde sıvamarları, saçınımlar, ince çatlaklardaki organik madde dolguları ve stilolitlerdeki zenginleşme düzeyleri olarak izlenmiştir (Şekil 4.14 ve 4.15).

5.1.2 Organik Madde Tipi

Bir kayacın kaynak kaya olabilmesi yeterli organik maddeye sahip olması yanı sıra organik madde tiplerinin de petrol veya gaz türümüne uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle organik petrografik ve organik jeokimyasal verilerle birimlerdeki organik madde tipleri belirlenmeye çalışılır.

Organik madde miktarı (TOC) yüksek olan örneklerden organik yoğunlaştırma işlemi ile kerojen slaytları hazırlanır bunların alttan aydınlatmalı ve floresans mikroskopta incelenmesi ile organik madde türlerinin yaklaşık % oranları belirlenebilir.

Kerojen slaytlarının alttan aydınlatmalı mikroskoptaki incelemesinde 4 tip organik madde türü ayırtlanır. Bunlar;

Algal-amorf; Algal malzemenin bozulması veya genellikle planktonlar ve diğer basit yapılr organizmalardan bakteri etkinliği sonucu oluşur. Hidrojence zengin olup petrol türetme potansiyelleri ve floresans şiddetleri yüksektir.

Otsu; Denizel alg, spor, polen, fosil rezinlerinden oluşur. Petrol türetme potansiyelleri amorf organik madde grubuna göre az olmakla birlikte vardır. Floresans özellik görülür.

Odunsu; Genellikle karasal kökenli organik maddeden oluşur. Yağlı ve mumsu bileşenleri olmayıp selüloz ve lignin görülür. Gaz türetme potansiyeline sahiptir.

Kömürsü; Farklı kökenlere sahip yüksek okside malzemeden türer. Herhangi bir hidrokarbon türetme potansiyeli yoktur. Floresans özellikleri yoktur.

Organik petrografik incelemeler yanı sıra Rock-Eval piroliz işlemi sırasında elde edilen parametrelerden olan hidrojen indeksi (HI), Oksijen indeksi (OI) ve Tmax değerleri kullanılarak hazırlanan HI-OI ve HI-Tmax diyagramları ile örneklerin içerdiği organik madde tipleri kolayca belirlenebilmektedir. Hidrojen indeksi ve oksijen indeksi değerlerine göre ise organik maddeler petrol türetme potansiyellerine göre üç tip kerojene ayrılarak incelenir;

Tip I: Sıvı hidrokarbon oluşturma potansiyeli en fazla olan gruptur. Oksijen oranı az, hidrojen oranı yüksektir. Genellikle algal lipidlerinden veya

mikrobiyolojik faaliyetler sonucunda lipid oranı yükselmiş organik maddelerden türerler ve amorf maddelerle birlikte bulunurlar.

Tip II: Hidrojen miktarı Tip I'e göre düşük, oksijen miktarı ise daha fazladır. Denizel alg, spor, polen ve kütikül ve odunsu organik maddeleri temsil eder ya da Tip I ve Tip II kerogenin karışımından oluşur. Petrol potansiyeli Tip 1' den düşüktür.

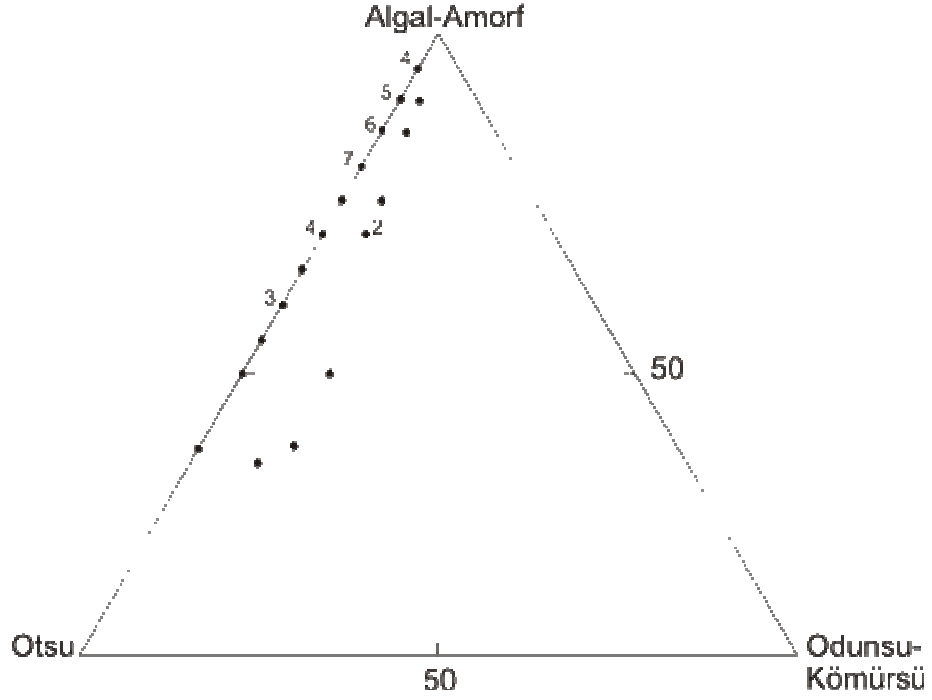
Tip III: Hidrojen miktarı çok düşük oksijen miktarı ise çok yüksektir. Petrol türetme potansiyeli sınırlı olan karasal organik maddeleri yada aşırı bakteri etkisi ile bozularak hidrojenin kaybetmiş organik madde kalıntılarını temsil eder. Çok az miktarda gaz potansiyelinden bahsedebilir.

İncelenen birimlerin organik madde tipi değerlendirme;

Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içerisinde 44 örnek üzerinde organik petrografik inceleme yapılabilmektedir. Bu değerlendirmelerde ortalama %73 amorf, %23 otsu, %3 kömürsü, %1 odunsu organik madde varlığı belirlenmiştir (Çizelge 5.3). Bu birim içerisinde gözlenen egemen organik madde amorf organik maddedir (Şekil 5.12 ve 5.13). Bunun yanı sıra ince taneli bozunmuş odunsu ve otsu organik madde tipleri de belirlenen diğer organik madde tipleridir.

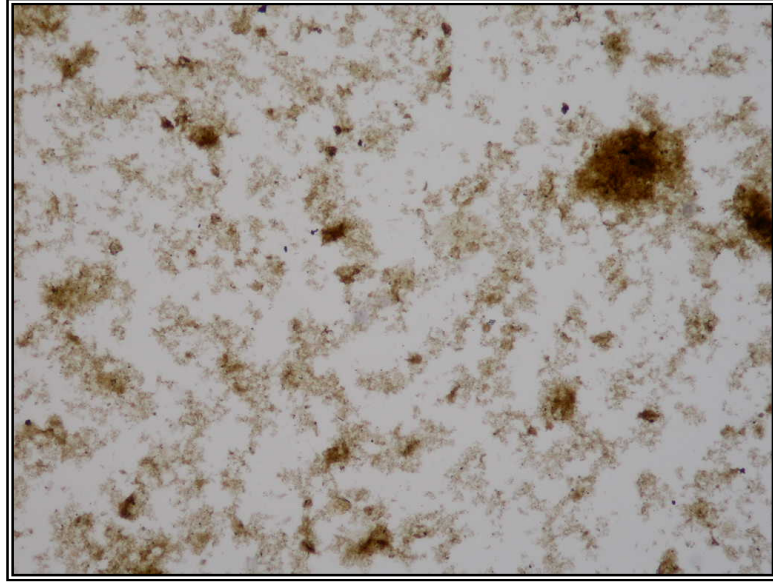
Çizelge 5. 3. Danişma Tepe üyesi bitümlü şeyllerinin organik petrografi değeriendirilmesi.

ÖRNEK NO	ALGAL-AMORF (%)	OTSU (%)	ODUNSU (%)	KÖMÜRSÜ (%)
BB-14	85	15	-	-
BB-14A	55	45	-	-
BB-36	80	20	-	-
BB-39	60	40	-	-
BB-41	95	5	-	-
BB-42	85	15	-	-
BB-44	50	50	-	-
BB-45	80	20	-	-
BB-48	80	20	-	-
BB-62	70	25	-	5
BB-63	75	20	-	5
BB-64	90	10	-	-
BB-65	85	15	-	-
BB-66	70	25	-	5
BB-68	70	30	-	-
BB-69	70	30	-	-
BB-70	65	35	-	-
BB-72	70	30	-	-
BB-75	90	10	-	-
BB-76	80	20	-	-
BB-77	90	10	-	-
BB-78	95	5	-	-
BB-84	90	10	-	-
BB-87	75	25	-	-
BB-93	85	15	-	-
BB-94	60	40	-	-
BB-99	95	5	-	-
BB-102	85	10	-	5
BB-105	80	10	-	10
BB-106	50	40	-	10
BB-108	65	30	-	5
BB-110	60	40	-	-
BB-111	75	25	-	-
BB-113	85	15	-	-
BB-114	80	10	5	5
BB-116	30	60	-	10
BB-119	50	40	-	10
BB-132	85	10	-	5
BB-135	85	10	-	5
BB-137	93	5	-	2
BB-145	80	20	-	-
BB-149	90	10	-	-
BB-153	75	25	-	-
BB-156	30	70	-	-
BB-157	70	30	-	-
BB-158	30	65	-	5



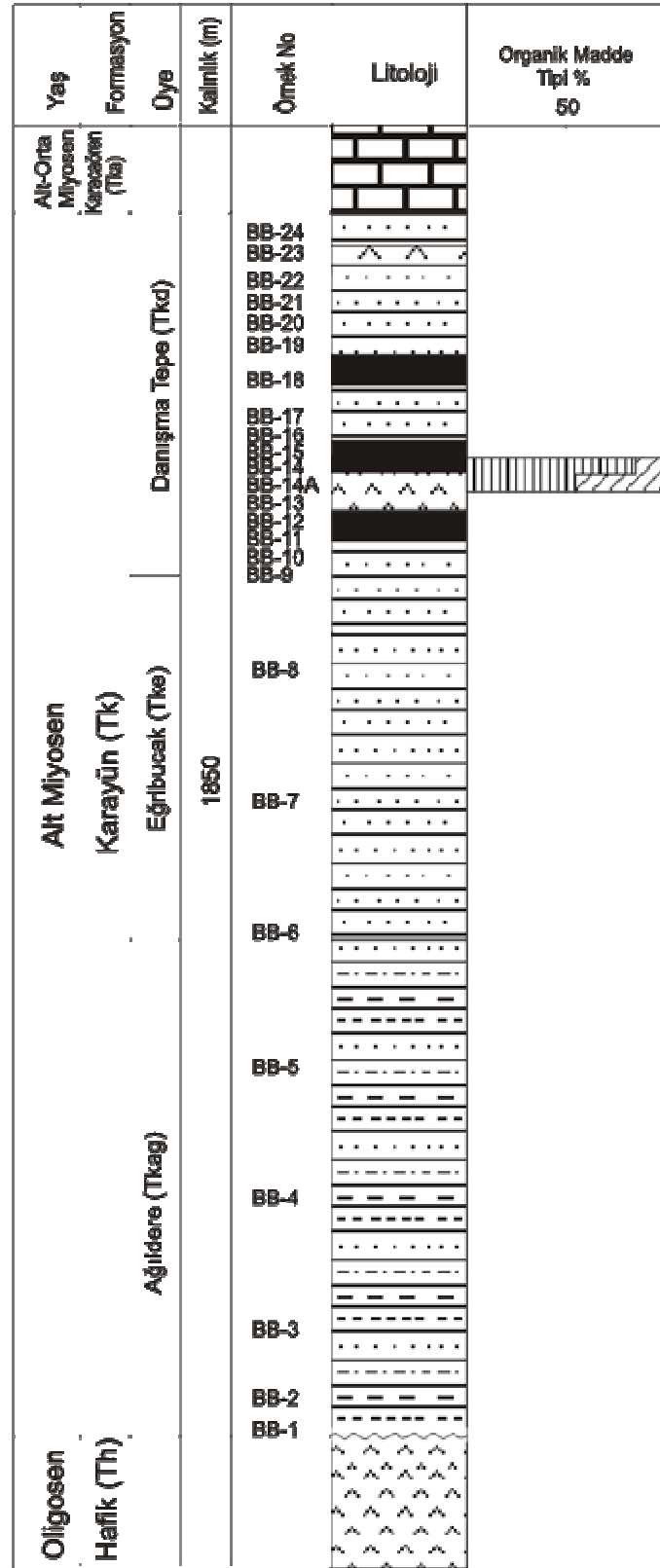
Şekil 5.12. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi bitümlü şeylerinin organik madde tiplerinin üçgen diyagram üzerinde gösterimi (noktaların yanlarında bulunan rakamlar üst üste gelen nokta sayılarını göstermektedir).

Şekil 5.13'de de görüldüğü gibi, Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi bitümlü şeylerindeki baskın organik madde algal-amorf organik maddedir.

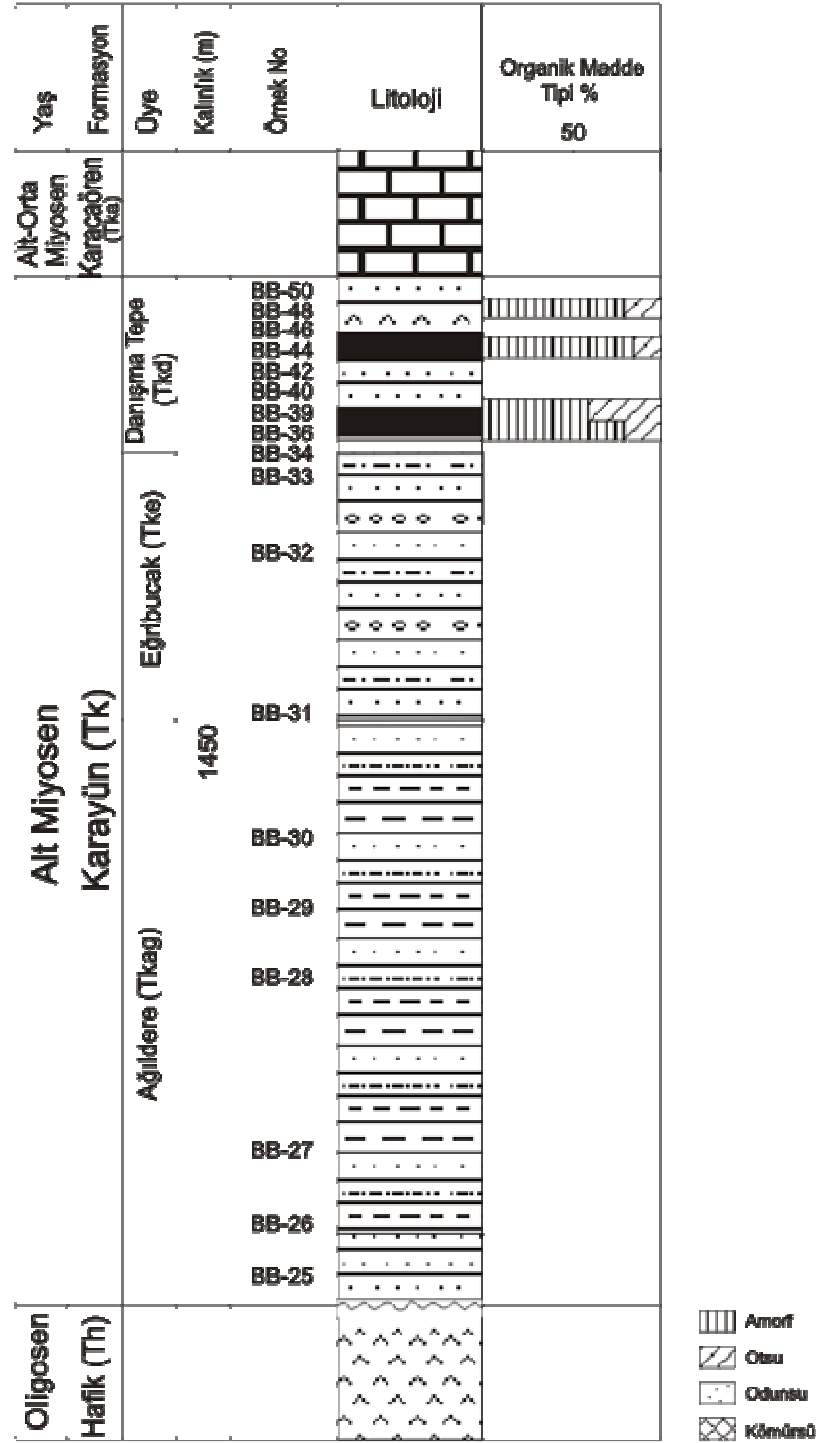


Şekil 5.13. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen amorf organik madde (Örnek no: BB-95, X10 büyütme).

Karayün formasyonuna ait ölçülü dikme kesitler ve bunların organik madde tiplerinin % olarak dağılımları Şekil 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24 'de verilmiş olup bu kesitlerin yerleri EK 1 üzerinde işaretlenmiştir.

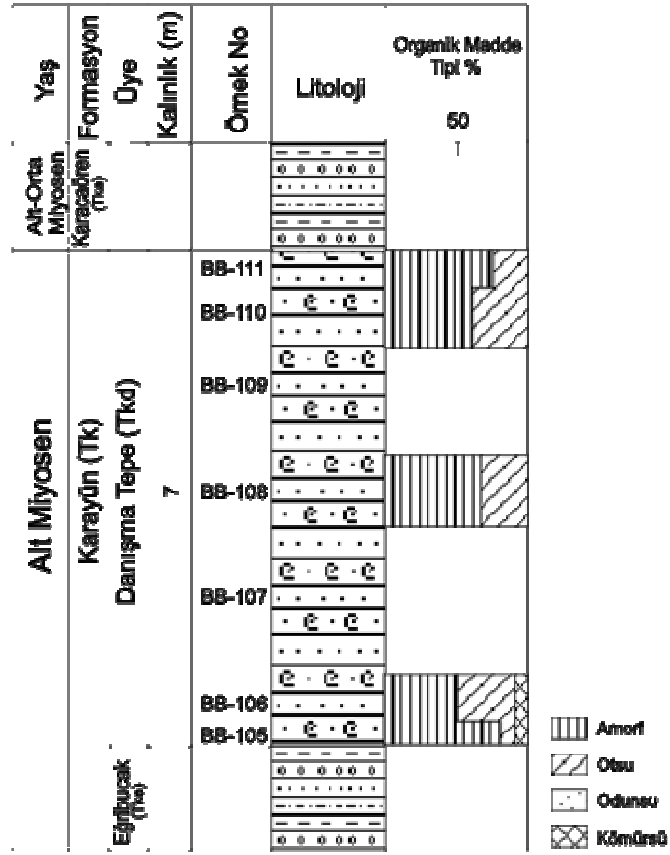


Şekil 5.14. Karayün formasyonundan alınan 1 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/10000).

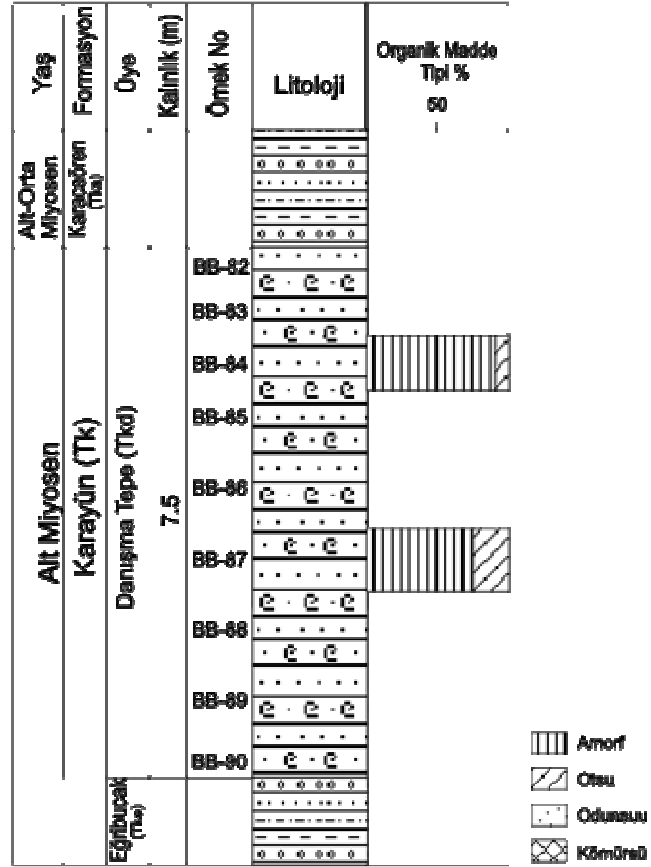


Şekil 5.15. Karayün formasyonundan alınan 2 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/10000).

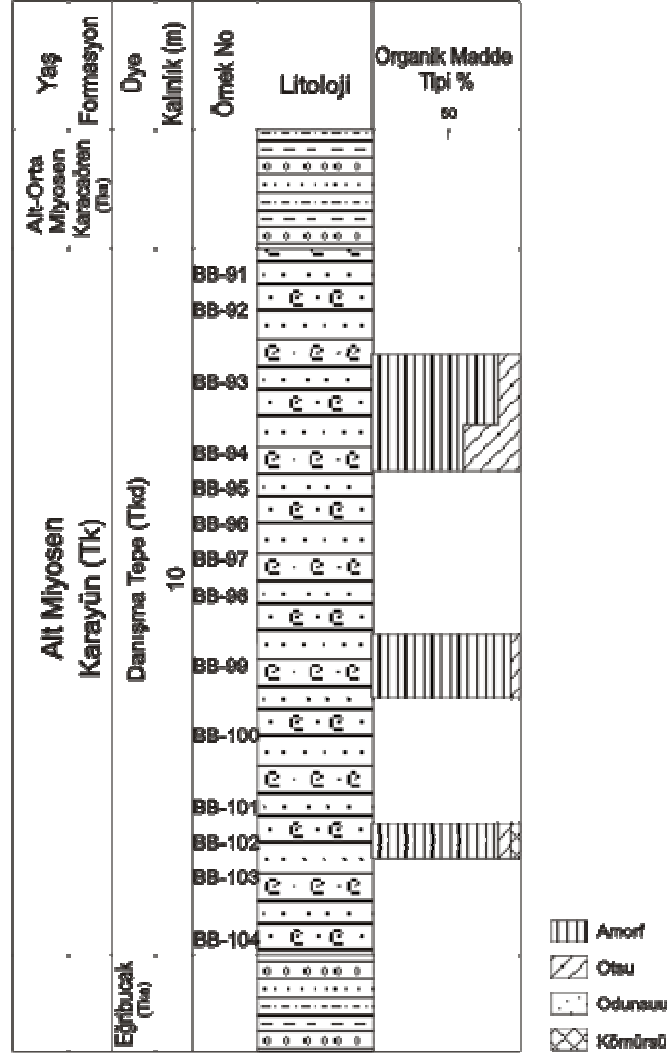
3 nolu ölçülü dikme kesit Karacaören formasyonundan alınmış olup petrografik incelemeler ve saha gözlemleri sonucunda organik petrografi analizi için örneklerin uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle bu birimden alınan örnekler üzerinde organik petrografik amaçlı bir çalışma yapılmamıştır.



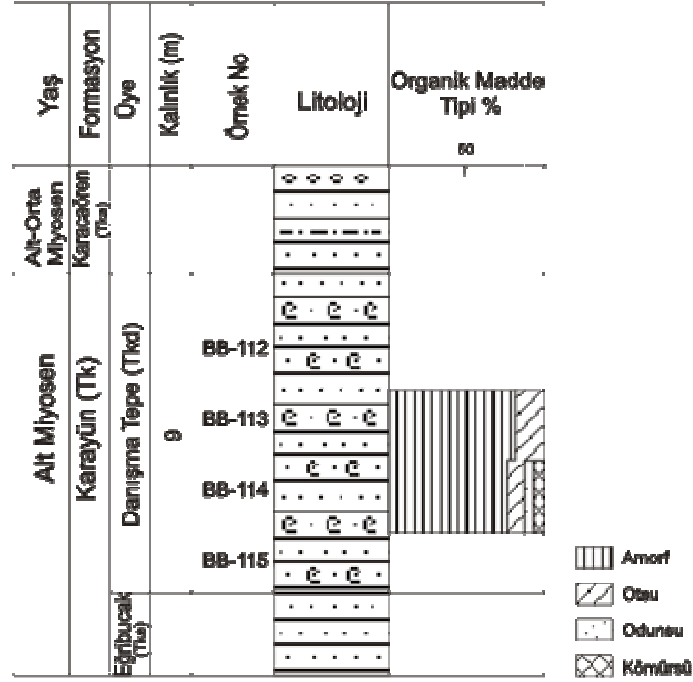
Şekil 5.16. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 4 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).



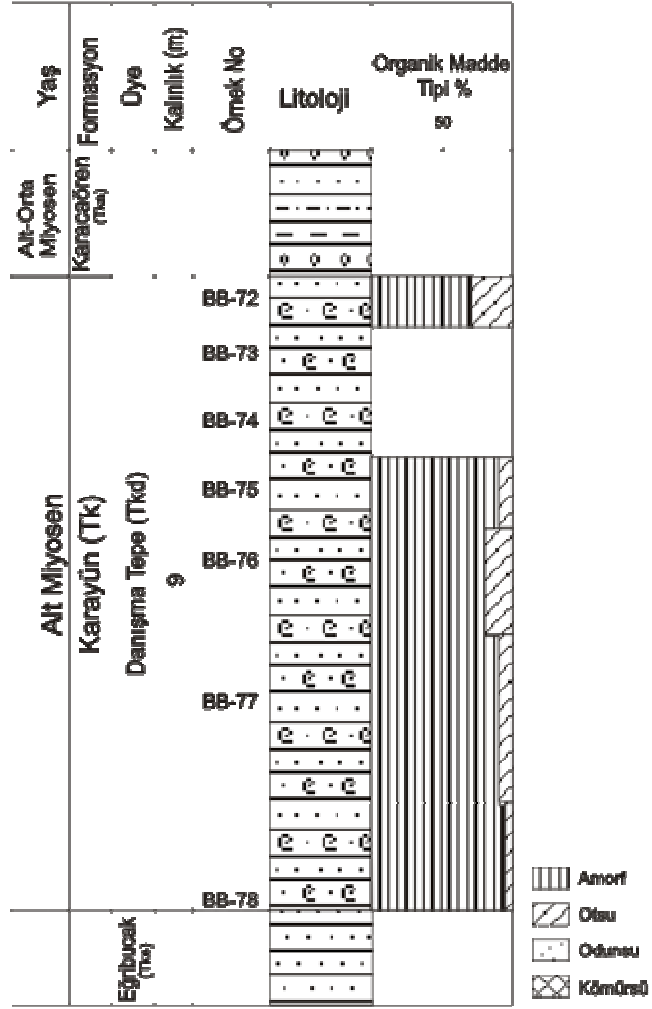
Şekil 5.17. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 5 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).



Şekil 5.18. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 6 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).

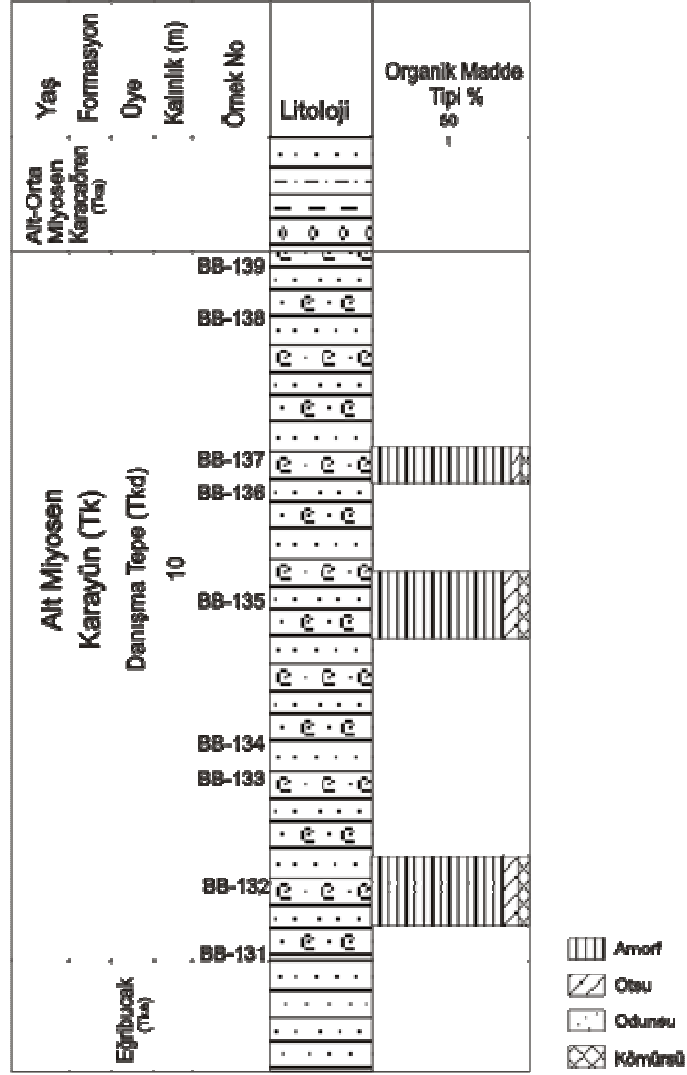


Şekil 5.19. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 7 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/200).

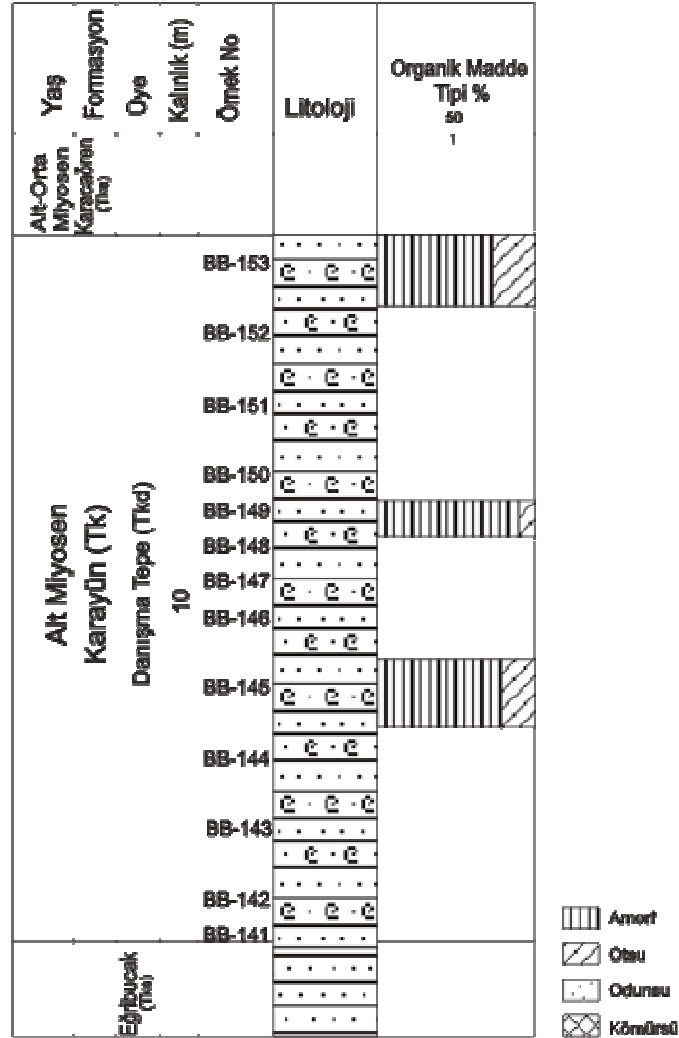


Şekil 5.20. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 8 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).

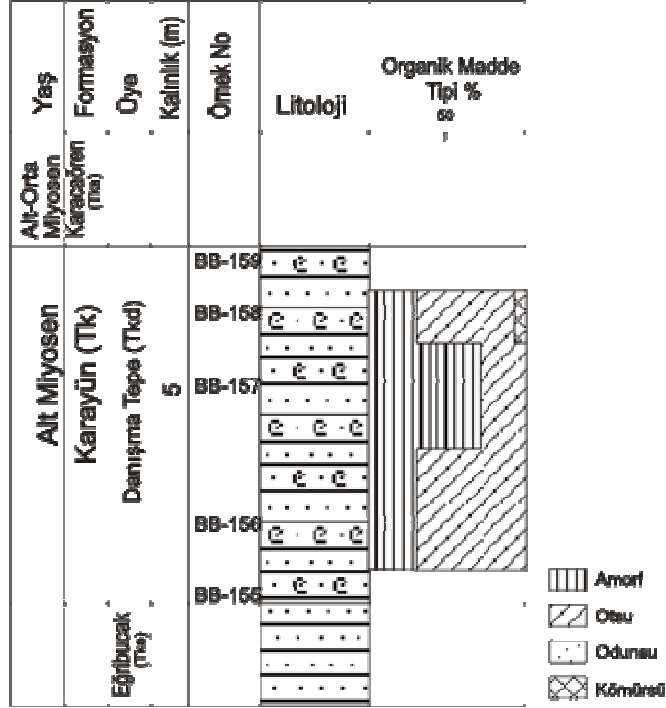
9 nolu ölçülü dikme kesit’den alınan örneklerdeki organik madde miktarları çok düşük olduğu için (%0,15 ve 0,28) organik yoğunlaştırma işlemi yapılamamıştır.



Şekil 5.21. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 10 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).



Şekil 5.22. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinden alınan 11 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).



Şekil 5.23. Karayün formasyonu Danişma Tepe üyesinden alınan 12 nolu ölçülü dikme kesitindeki organik madde tipleri (Ölçek: 1/100).

Rock-Eval pirolizi yöntemi ile de organik madde miktarının yanı sıra organik madde tipi de belirlenebilmektedir. Rock-Eval piroliz analizi sonucunda elde edilen veriler ise şunlardır (Espitalié ve diğ., 1977).

S1; Piroliz sırasında 300 °C ye kadar çıkan serbest hidrokarbonlar (mg HC/g kaya)

S2; 300 °C den sonra kerojenin ısıl parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar (mg HC/g kaya)

S3; 400 °C nin altında oluşan CO₂ (mg HC/g kaya)

Tmax; Hidrokarbon oluşumunun maksimum olduğu evredeki sıcaklık; (°C)

Hidrojen İndeksi; HI: S2/TOC (mg HC/g TOC)

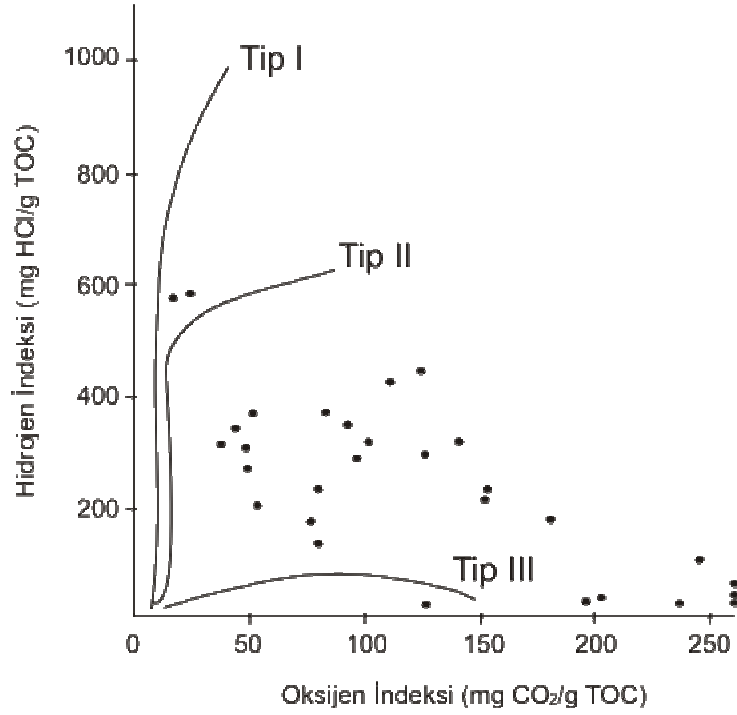
Oksijen İndeksi; OI: S3/TOC (mg CO₂/g TOC)

Üretim İndeksi; PI: (S1/S1+S2) Kayanın içindeki hazır halde bulunan hidrokarbonlar

Potansiyel Verim veya Jenetik Potansiyel: PY: S1+S2 (mg HC/g kaya).

Petrol türüm potansiyeli.

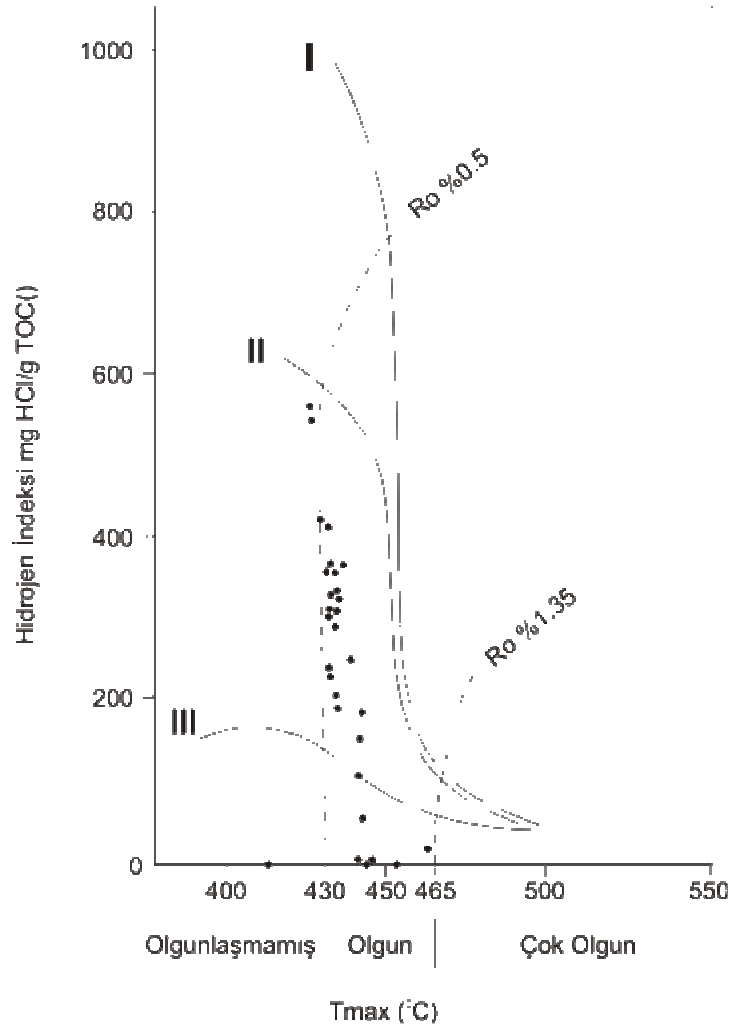
Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi örneklerinden elde edilen 30 örneğin piroliz analiz sonuçlarından edinilen Hidrojen indeksi-Oksijen İndeksi (HI-OI) değerleri kullanılarak HI-OI diyagramı (Espitalié ve diğ., 1977) oluşturulmuştur. Diyagramda işaretlenen örneklerin Tip II-III alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Danışma Tepe üyesi örneklerinin HI-OI diyagramı (OI değeri 250 mg CO₂/g TOC'den büyük olan değerler grafik alanında gösterilebilmesi için 265 mg CO₂/g TOC olarak alınmıştır) (Espitalié ve diğ., 1977).

Daha önce de belirtildiği gibi Tip II kerojen denizel alg, spor, polen, kütükül ve odunsu organik maddeleri temsil eder. Tip I kadar olmasa da petrol türüm potansiyeline sahiptir. Tip III kerojen ise petrol türetme potansiyeli az olan karasal organik maddeleri yada aşırı bakteri etkisi ile bozularak hidrojenini kaybetmiş organik madde kalıntılarını temsil etmektedir. Çok az miktarda gaz potansiyeline sahiptir.

İnceleme alanında Danışma Tepe üyesi örneklerinin HI-Tmax diyagramındaki dağılımları ise genellikle Tip II-III kerojen arasındadır (Şekil 5.25).



Şekil 5.25. Danışma Tepe üyesi örneklerine ait HI-Tmax diyagramı (Mukhopadhyay ve diğ., 1995).

Tissot ve Welte (1984) tarafından potansiyel verim değerleri kullanılarak incelenen birimlerin petrol kaynak kayası potansiyelleri belirlenebilmektedir. Bu değerlendirmeye göre;

$S1+S2<2$ mg HC/g kaya ise, bu tür kayaçlar petrol kaynak kayası olamazlar, ender olarak gaz türetirler,

$2<S1+S2<6$ mg HC/g kaya ise, orta derecede petrol kaynak kayası,

$S1+S2>6$ mg HC/g kaya ise, iyi derecede petrol kaynak kayası olabilirler.

Karayün formasyonu Danışma Tepe yesi içerisinden alınan örneklerden elde edilen S1 ve S2 değerlerine göre BB-84, BB-104, BB-132, BB-149 nolu rnekler $2<S1+S2<6$ mg/ HC/g aralığında kaldığı için orta derecede petrol kaynak kayası olma özellikleri bulunmaktadır.

Kaynak kaya değerlendirmeleri ve oluşabilecek hidrokarbon tipinin tanımlanması sırasında TOC, S1, S2, HI ve S2/S3 değerlerinin de olduğu Peters (1986) sınıflaması kullanılır (izelge 5.4 ve 5.5). S2/S3; Petrol ve gaz türetme potansiyeli olup kerojendeki hidrojen miktarını ve kayacın petrol oluşum potansiyelini belirtir (Peters ve Cassa, 1994).

Çizelge 5.4. Kaynak oluşum potansiyelini tanımlayan parametreler (Peters, 1986).

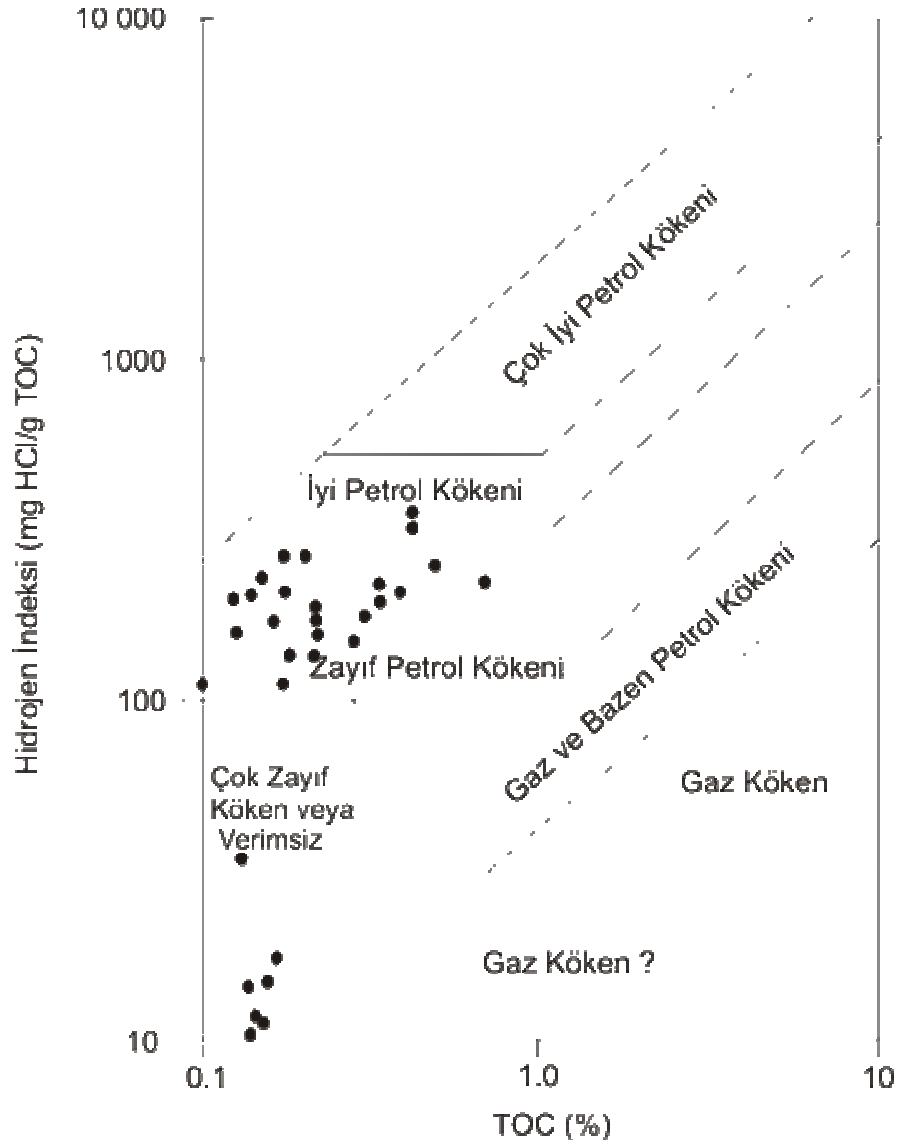
Miktar	TOC(%)	S1	S2
Zayıf	0-0,5	0-0,5	0-2,5
Orta	0,5-1	0,5-1	2,5-5
İyi	1-2	1-2	5-10
Çok İyi	>2	>2	>10

Danışma Tepe üyesi örneklerinin hidrojen indeksi değerleri 9-589 mg HC/g TOC arasında değişir (Çizelge 5.3). HI değerleri Çizelge 5.2'ye göre değerlendirilmiş ve 12 adet örneğin HI değerlerinin hidrokarbon tipinin petrol olması için gereken minimum 300 mg HC/g değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Analiz yapılan örneklerde ortalama HI değeri 242.3 mg HC/g'tür. S2 ve S3 değerlerinin birbirine oranı ise 2.66'dır. Çizelge 5.5'e göre değerlendirilen örneklerin hidrokarbon tipi gaz alanına girmektedir. Bu değerlere göre birimdeki bazı seviyelerin petrol-gaz kaynak kayası olma potansiyeli olmakla birlikte zenginleşme bölgelerinin yerel olması nedeniyle bir petrol türüm ihtimali bulunmamaktadır.

Çizelge 5.5. Hidrokarbon tipini tanımlayan jeokimyasal parametreler (Peters,1986).

Tip	HI	S2/S3
Gaz	0-150	0-3
Gaz ve Petrol	150-300	3-5
Petrol	>300	>5

Aynı örneklerin HI-TOC diyagramına göre değerlendirilmesi ile önceki bilgiler doğrulanmış ve Danışma Tepe üyesi içindeki bitümlü şeyl seviyelerinin çok zayıf ve zayıf petrol kökeni alanında yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 5.26).



Şekil 5.26. Danışma Tepe üyesi örneklerinin HI-TOC diyagramı (Jackson ve diğ., 1985).

5.1.3. Organik Olgunlaşma

Sedimanlar içinde yer alan organik maddeler gömülmenin artması ile birlikte artan sıcaklıklara maruz kalır ve çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucunda hidrokarbonları oluşturur. Bu nedenle de organik olgunlaşma verilerinin belirlenmesi kaynak kaya değerlendirmelerinde büyük önem taşımaktadır. Organik maddenin ısı ve zaman etkisinde geçirdiği değişiklikler ısısal olgunlaşma olarak tanımlanır. Kaynak kaya olgunluğunun belirlenebilmesi için kerojen ve bitüme dayalı organik yöntemler ile kil minerallerine dayalı inorganik yöntemler kullanılmaktadır. Organik yöntemler ise kendi içinde optik ve kimyasal yöntemler olarak sınıflandırılır ve kimyasal yöntemlerin en sık kullanılır olanı piroliz analizi ile elde edilen Tmax verisidir. Kaynak kayanın olgunluk değerini veren Tmax değeri pirolizin en yüksek ısını gösteren bir parametre olup derinlik artışıyla birlikte Tmax değeri de genellikle artar (Espitalié ve diğ., 1977) Tmax değerinin temsil ettiği olgunlaşma değerleri aşağıda sunulmuştur;

Tmax °C	Olgunlaşma Derecesi
<435 °C	Olgunlaşmamış
435-445 °C	Erken-Orta Olgun
445-460 °C	Orta-İleri Olgun
>460 °C	Aşırı Olgun

HI-Tmax grafiği ile kerojen tipi yanı sıra olgunlaşma derecesi hakkında da bilgi edinilebilmektedir. Bu çalışma sırasında da kullanılan ve Mukhopadhyay ve diğ., (1995) tarafından hazırlanan diyagramda olgunlaşma başlangıcı 430 °C'dir (Şekil 5.25).

Piroliz analizi ile elde edilen bir diğer olgunluk parametresi de üretim indeksi (PI) değeridir. Bu değer genellikle derinlik artışına bağlı olarak artar, ancak bu değişim kayaca göç yoluyla gelen hidrokarbonlar tarafından da gelişebilir (Peters ve Cassa, 1994). Ayrıca Tmax ve PI arasındaki ilişkinin kerojen tipiyle değişiklik göstermesi nedeniyle bu veriler diğerleriyle korele edilerek kullanılmalıdır (Espitalié ve diğ., 1985; Huizinga ve diğ., 1988; Peters ve Cassa, 1994).

<u>Olgunluk</u>	<u>Tmax (°C)</u>	<u>PI</u>
Olgunlaşmamış	< 435	< 0,10
Erken Olgun	435-445	0,10-0,15
Orta Olgun	445-450	0,25-0,40
Geç Olgun	450-470	>0,40
Aşırı Olgun	>470	-

Çalışma alanında Danışma Tepe üyesi örneklerinden elde edilen Tmax ve PI indeksi değerleri birimin olgunlaşmamış-erken olgun aralıkta olduğunu göstermektedir (Espitalié ve diğ., 1977). Bu birimde Tmax değerleri 419-463 °C aralığında değişmektedir (ortalama Tmax: 438.43 °C) (Çizelge 5.2). Olgunlaşmanın gelişmemesi bölgede olgunlaşmayı sağlayabilecek gerekli sıcaklık ve basınç koşullarının sağlanamamış olduğunu göstermektedir.

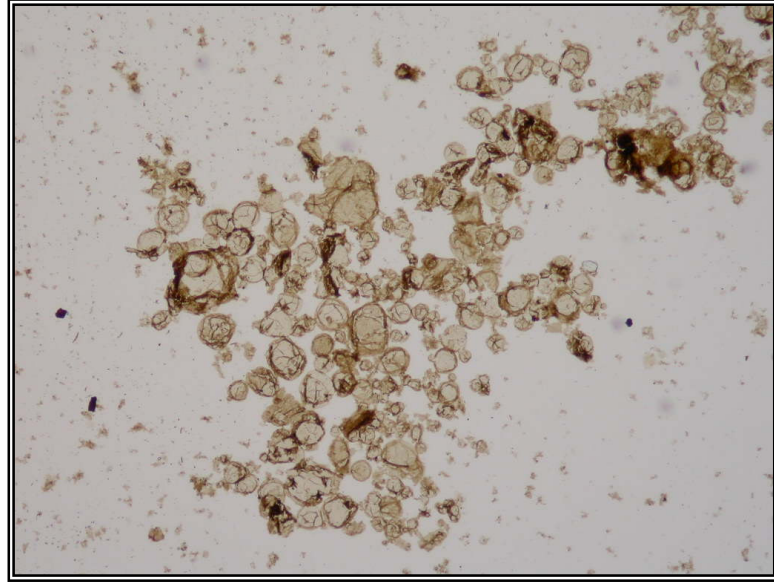
Organik yöntemlerden optik değerlendirmeler grubunda ise en fazla kullanılan yöntem spor renk indeks değerlerinin belirlenmesidir (SCI). Bitkilerin üreme organları olan spor ve polenlerin renklerinin ısıya karşı değişimleri bu yöntemin temelini oluşturmaktadır. Doğal renkleri açık sarı olan bu organik maddeler artan ısı karşısında turuncu, kırmızı, kahverengi ve siyah renklere sahip olurlar. Farklı sınıflandırmalar olmakla birlikte sarı ile siyah arasında değişen renk tonları genellikle 10'luk bir skalada tanımlanmaktadır (Çizelge 5.6). Bu yöntem kısa zamanda sonuçlanması, az miktarda örnek gerektirmesi, ucuz olması ayrıca vitrinit bulunmayan kayaçların olgunlukları hakkında bilgi vermesi nedeniyle araştırmacılar tarafından sıkça kullanılır.

Bu renkler ve karşılık gelen olgunlaşma seviyesi aşağıda sunulmuştur;

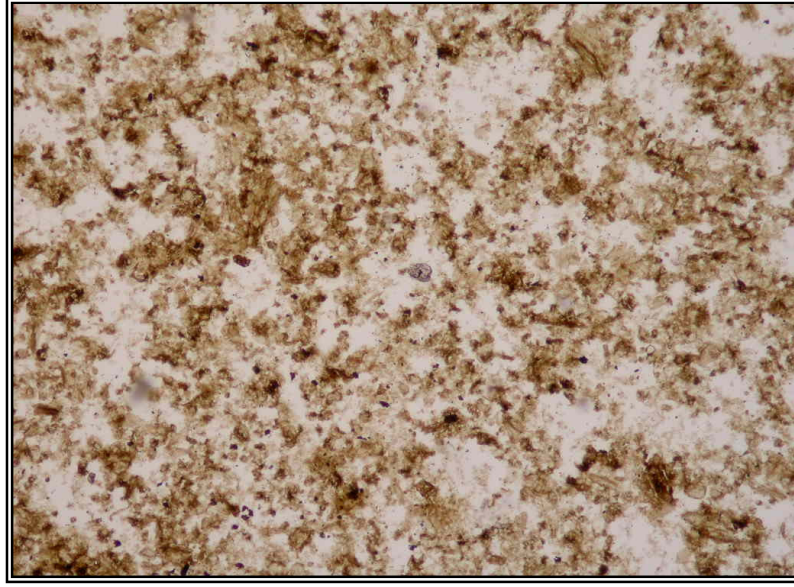
Çizelge 5.6. Spor renk indeksi (SCI) ve belirttiği olgunlaşma aşamaları (Harput, 1987).

SCI	RENK	OLGUNLAŞMA SEVİYESİ
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
9-10	Koyu Kahve-Siyah	Aşırı Olgun

Karayün formasyonuna ait kerojen slaytlarında gözlenen spor renkleri açık sarı-sarı (SCI: 2-3)'dır (Şekil 5.27, 5.28). Bu çizelgeye göre birimin olgunlaşmadığı görülebilmektedir.

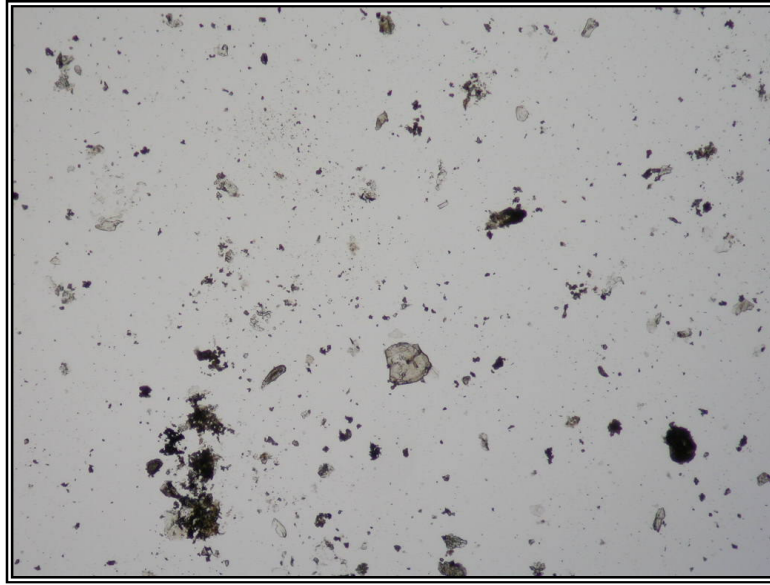


Şekil 5.27. Bitümlü şeyller içinde gözlenen spor kümeleri (Örnek no: BB-94, X5 büyütme).



Şekil 5.28. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen amorf organik madde (Örnek no: BB-157, X5 büyütme).

Danışma Tepe üyesinden alınan örneklerden yapılan kerojen slaytları içerisindeki amorf ve kömürsü organik maddeler Şekil 5.29’da görülmektedir.



Şekil 5.29. Bitümlü şeyller içerisinde gözlenen spor ve kömürsü organik maddeler (Örnek no: BB-145, X5 büyütme).

6. SONUÇLAR

Çalışma alanı içerisinde yayılımı olan Miyosen yaşlı birimler Karayün ve Karacaören formasyonlarıdır. Bunlardan Karayün formasyonu Ağildere, Eğribucak ve Danışma Tepe olmak üzere üç üyeye ayrılarak incelenmiştir.

Karayün formasyonunun Danışma Tepe üyesinin ilk kez bu çalışmada organik petrografik ve organik jeokimyasal özellikleri incelenmiş, özellikle bitümlü seviyelerin petrol türüm özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

İnceleme alanındaki birimlerde yapılan petrografik değerlendirmeler sonucunda Karayün formasyonunun Ağildere üyesinin feldispatik grovak, siltaşı ve çamurtaşı, Eğribucak üyesinin litik grovak ve feldispatik grovak, Danışma Tepe üyesinin ise biyomikritik özellikte olduğu sonucuna varılmıştır. XRD-Tüm Kayaç analizi ile Karayün formasyonu örneklerinin ortalama %65 kalsit, %17 kuvars, %12 feldispat ve %6 kilden, Karacaören formasyonu örneklerinin ise ortalama %24.5 kalsit, %31.5 kuvars, %31 feldispat ve %13 kil mineralinden oluştuğu saptanmıştır.

Organik madde zenginleşmesinin olduğu Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesine ait 44 adet örnekten elde edilen organik petrografik inceleme sonucunda ortalama %73 amorf, %23 otsu, %3 kömürsü ve %1 odunsu organik madde varlığı belirlenmiştir. Bu birim içerisinde gözlenen egemen organik madde amorfudur. Bunun yanı sıra ince taneli bozunmuş otsu, odunsu ve kömürsü organik madde tipleri de belirlenen diğer organik madde tipleridir.

Danışma Tepe üyesine ait örneklerin 30 tanesinden TOC ve Rock-Eval pirolizi analizi yaptırılmış ve TOC değerlerinin %0.07-0.99 aralığında değiştiği saptanmıştır. Bu örneklerden 24 adetinin kaynak kaya potansiyeli taşıyabilmesi için gereken minimum (%0.5) organik madde miktarının altında olduğu belirlenmiştir. Diğer örneklerde gözlenen organik madde zenginleşmeleri ise yerel olup önemli bir kalınlık sunmamaktadır.

Danışma Tepe üyesi örneklerinin hidrojen indeksi değerleri 9-589 HC/g TOC arasında değişir. Ortalama hidrojen indeksi 241.47 mg HC/g TOC'dir. Hidrojen İndeksi-Oksijen İndeksi diyagramına göre değerlendirilen örneklerin Tip

II-III alanına düştüğü ve bu örneklerin HI-Tmax diyagramındaki dağılımlarının da yine Tip II-III kerojen alanında olduğu saptanmıştır.

Bu örneklerin Tmax değerleri 419-463 °C aralığında değişmektedir (ortalama Tmax: 438.43 °C). Bu değer birimin erken-orta olgun aşamada olduğunu gösterir. Ayrıca HI-Tmax diyagramında da örnekler erken olgun alanda yoğunlaşmaktadır. Spor renk indeksi değerlendirmelerinde belirlenen açık sarı-sarı renkler de bu verileri destekler durumdadır ve birimin henüz olgunlaşmadığını belirtir.

Bu çalışma sonucunda, inceleme alanındaki Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içindeki bitümlü şeyllerin petrol-gaz türümü için uygun olan organik madde tipini içermesine karşın, olgunlaşmamış ve yetersiz organik madde içeriği nedeniyle hidrokarbon türümü için uygun potansiyele sahip olmadığı belirlenmiştir.

7. DEĞİNİLEN BELGELER

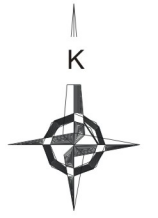
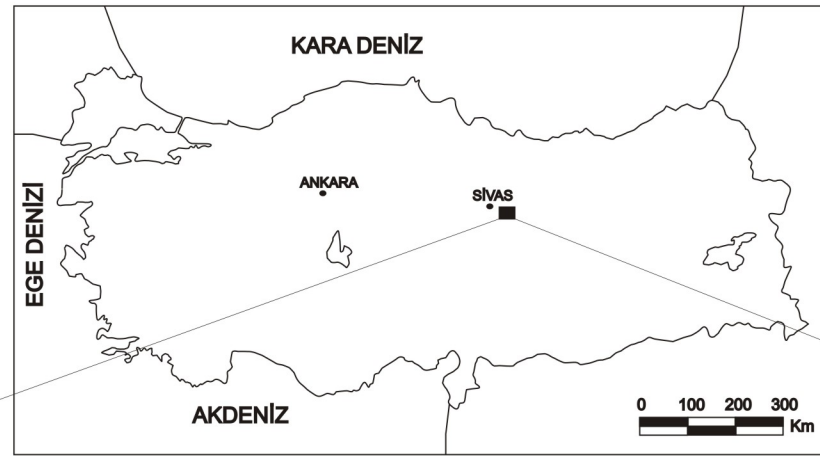
- Aktimur, H.T., Atalay, Z., Tekirli, M.E., Ateş, Ş. ve Yurdakul, M.E., 1988, Munzur Dağları ile Çavuş Dağı Arasının Jeolojisi: M.T.A. Rap. No: 8320 (Yayınlanmamış).
- Altunsoy ve Özçelik, 1998, Organic Facies Characteristics of The Sivas Tertiary Basin (Turkey), Journal of Petroleum Science and Engineering 20, p. 73-75.
- Cater, J.M.L, Hana, S.S., Ries, A.C. and Tunner, P., 1991, Tertiary Evolution of The Sivas Basin, Tectonophysics, 195, p. 29.
- Çiner, A., Koşun, E. Ve Çubuk, Y., 1995, Sivas Havzasının Sedimantolojisi, Ekonomik Potansiyeli ve Çevrimsel Sedimantasyona Örnekler, TÜBİTAK-YBAG Rapor No: 64, s. 112.
- Çiner, A. ve Koşun, E. 1996, Hafik Güneyindeki (Sivas Havzası) Oligo-Miyosen Yaşlı Çökellerin Stratigrafisi ve Sedimantolojisi, TPJD Bülteni, Cilt 8, Sayı 1, s. 16-34.
- Çiner, A., Koşun, E. and Peynoux, M., 2002, Fluvial, Evaporitic and Shallow-Marine Facies Architecture, Depositional Evolution and Cyclicity in the Sivas Basin (Lower to Middle Miocene), Central Turkey, Journal of Asian Earth Sciences 21, p. 147-165.
- Çubuk, Y., 1994, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çubuk, Y., Kayan, T., Kurt, İ., Kayakıran, S., Koşun, E., Ocakoğlu, F., Karakullukçu, T., Cadoğlu, F. Ve Ozansoy, C., 1994, Sivas Tersiyer Havzasının Doğusunun Jeolojisi ve Sölestin Yatakları: M.T.A. Rap. No: 9700 (Yayınlanmamış).
- Çubuk, Y. ve İnan, S., 1998, İmranlı ve Hafik (Sivas) Güneyinde Miyosen Havzasının Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri, MTA Dergisi 120, s. 45-60.
- Erüenal-Erentöz, L., 1956, Stratigraphie des Bassins neogenes de Turquie, plus specialement d'Anatolie Meridionale et comparaisons avecle Domaine Mediterraqneen dans son ensemble. MTA Enst. Yayınl. Serie C., No. 3.

- Espitalié, J., La Porte, J.L., Madec, M., Marquis, F., Le Plat, P., Paulet, J., and Boutefeu, A., 1977, Methodé Rapide De Caractérisation Des Roches Ménes De Leur Potentiel Pétrolier Et De Leur Degré D'évolution: Rev. L'Inst. Francais Pétrole, 32 (1), 23-42.
- Espitalié, J., Derco, G. and Marquis, F., 1985, La Pyrolyse Rock-Eval Et Ses Applications (Deuxième Partie), Revue Institut Francais Du Pétrole, v. 40, p. 755-784.
- Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestones types. Classification of Carbonate rocks: A.A.P.G. Memoir, p. 33-62.
- Gedik, A. ve Özbudak, N., 1974, Sivas Celalli-1 Sondajı Kuyu Bitirme Raporu: MTA Raporu No. 5260 (Yayımlanmamış).
- Gökçen, S.L., 1981, Zara-Hafik Güneyindeki Paleojen İstifinin Sedimantolojisi ve Paleocoğrafik Evrimi: Yerbilimleri, c. 8, s. 1-21.
- Gökçe, A. ve Ceyhan, F., 1988, Sivas Güneydoğusundaki Miyosen Yaşlı Jipsli Çökellerin Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Oluşumu, C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri c.5, s.1.
- Görür, N., Tüysüz, O. And Şengör, A.M.C., 1998, Tectonic evolution of the Central Anatolian basins. Inter. Geology Review, 40, p. 831-850.
- Guezou J.C., Temiz, H., Poisson, A. And Gürsoy, H., 1996, Tectonics of The Sivas Basin: The Neogene Record of The Anatolian Accretion Along The Inner Tauric Suture, International Geology Review, Vol. 38, p. 901-925.
- Harput, O.B., 1987, Güneydoğu Anadolu'daki Dört Petrol Kuyusunda Organik ve İnorganik Diyajenezin İncelenmesi: H.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 895 (Yayımlanmamış).
- Huizinga, B.J., Aizenshtat, Z.A. and Peters, K.E., 1988, Programmed Pyrolysis-Gas Chromatography Of Artificially Matured Green River Kerogen, Journal of Energy and Fuel, v. 74, p. 74-81.
- Jackson, K.S., Hawkins, P.J., Bennett, A.J.R., 1985, Regional Facies and Geochemical Evolution of Southern Denison Ttough, APEA Journ., 20, p. 143-458.

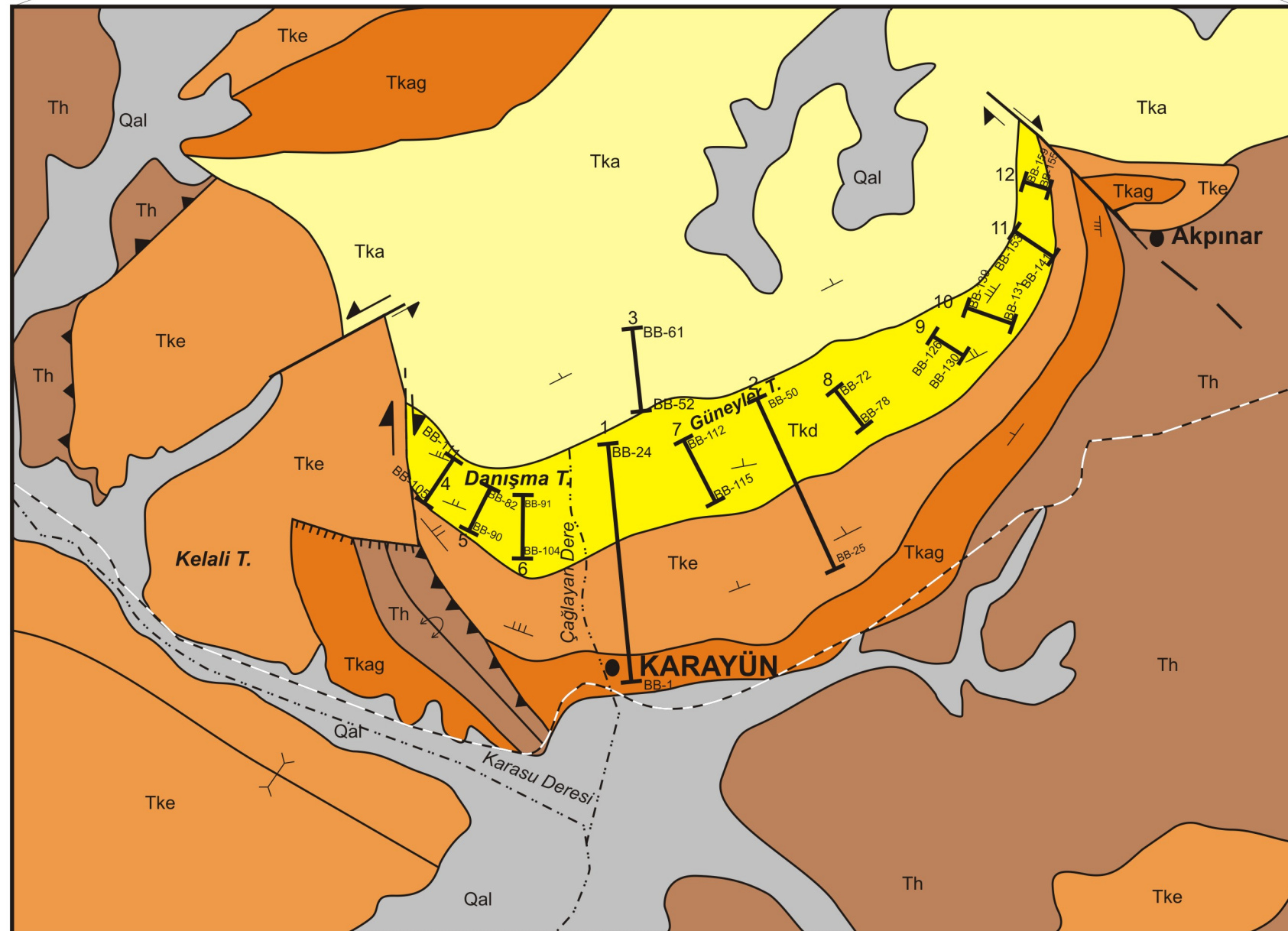
- Kangal, Ö. ve Varol, B., 1999, Sivas Havzası Alt Miyosen İstifinde Havza Kenarı Fasiyesleri: TPJD Bülteni, C. 11, Sayı 1, s. 31-53.
- Katz, B., 1994, "Using Natural Language Annotations in the Voyager Information System", International Aerospace Congress IAG'94, Moscow, Russia.
- Kavak, K.Ş. ve İnan, S., 2001, Savcun ve Karacaören (Ulaş-Sivas) Yörelerinde Sivas Havzası Güney Kenarının Tektonostratigrafik Özellikleri, *Yerbilimleri*, 23, s. 113-127.
- Ketin, I., 1966, Tectonic Units of Anatolian (Asia Minor), *Bull. Min. Res. Explor. Inst. Turkey, Ankara*, 66, p. 23-34.
- Koçyiğit, A., 1991. Changing stress orientation in progressive intracontinental deformation as indicated by the neotectonics of the Ankara region (NW Central Anatolia) *TAPG Bulletin*, 3/1 December 1991, p. 48-59.
- 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., 1973, Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı Bölgesi'nin Jeolojik ve Tektonik Yapısı, *MTA Derg.* 80, 1-33.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. and Kruege, 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), p. 85-104.
- Ocakoglu, F., 2001, Repetitive Subtidal-to Coastal Sabkha Cycles From a Lower-Middle Miocene Marine Sequence, Eastern Sivas Basin, *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, v. 10, p. 17-34.
- Özçelik, O., Altunsoy, M., 1996, Clastic Petrofacies, Provenance and Organic Facies of the Bozbel Formation (Lutetian) in The Eastern Sivas Basin (Turkey), *Marine and Petroleum Geology*, 13 (5), 493-501.
- Peters, K.E., 1986, Guidelines for Evaluating Petroleum Source Rock Using Programmed Pyrolysis, *AAPG Bull.*, 70, p. 318-329.

- Peters, K.E., and Cassa, M.R., 1994, Applied Source Rock Geochemistry. In L.B., Magoon and W.G. Dow (eds.), The Petroleum System-From Source to Trap, AAPG Memoir 60, Tulsa, AAPG, p. 93-120.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1987. sand and Sandstone. Springer & Verlag, Berlin, p. 553.
- Pisoni, C., 1965, Sivas İ38-C1 ve C4 Paftalarının Jeolojisi ve Petrol İmkanları, MTA Raporu 2022.
- Poisson, A., Guezou, J.C., Temiz, H., Gürsoy, H., İnan, S., Öztürk, A., Kavak, K. Ve Özden, S., 1995, The Central Anatolian Basin: General Evolution The Sivas Basin as an Example. Int. Earth Sciences Coll. On the Aegean Region, Program and Abstracts, p. 44.
- Poisson, A., Guezou, J.C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavas, K.S. and Özden, S., 1996, Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. Int. Geol. Review, 38, p. 838-853.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach.: Tectonophysics, 75, p. 181-241.
- Temiz, H., 1996, Tectonostratigraphy and Thrust Tectonics of The Central and Eastern Parts of The Sivas Tertiary Basin, International Geology Review, Vol. 38, p. 957-971.
- Thomas, B.M., 1979, Geochemical analysis of hydrocarbon occurrences in northern, Perth Basin, Australia: A.A.P.G. Bull., 63, 1092-1107.
- Tissot, B.P. and Welte, D.H., 1984, Petroleum Formation and Occurrence, Springer, Berlin, p. 207-224.
- Yılmaz, A. and Yılmaz, H., 2006, Characteristic features and structural evolution of a post collisional basin: The Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, p. 164-176.

KARAYÜN (SİVAS GÜNEYDOĞUSU) VE CİVARININ JEOLojİ HARİTASI*



0 500 1000m.



AÇIKLAMALAR

Kuvaterner	Qal	Alüvyon
Alt -Orta Miyosen	Tka	Karacaören Fm.
Alt Miyosen	Tkd	Danışma Tepe üyesi
	Tke	Eğribucak üyesi
	Tkag	Ağıldere üyesi
Oligosen	Th	Hafik Fm.

Karayün Fm.

Simgeler

	Devrik antikalinal		Bindirme veya ters fay		Tabaka Durumları
	Senkinal eksenini		Dere		31-60°
	Antikalinal eksenini		Ölçülü stratigrafik kesit yerleri		61-90°
	Doğrultu atımlı fay		Yerleşim yeri		Yol
	Fay		Örnek Numaraları		
	Olası fay				

*(Çubuk ve İnan, 1998; Kangal ve Varol, 1999'dan derlenmiştir)