

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ
SERİ A- YERBİLİMLERİ YAZI DİZİNİ

Cilt 1, Sayı 1, Kasım 1984		
Yazar(lar)	Makale adı	Sayfa
Ali ÖZTÜRK Selim İNAN S. Zeki TUTKUN	Abant-Yeniçağ (Bolu) Yöresinin Stratigrafisi	1
Mahmut TUNÇ	Seben (KB Ankara) Yöresindeki Üst Kretase Tortullarının Biyostratigrafi İncelemesi	19
S. Zeki TUTKUN	Saimbeyli (Adana) Yöresinin Stratigrafisi	31
M. Nuri TERZİOĞLU	Ordu Güneyindeki Eosen Yaşlı Bayırköy Volkanitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi	43
Ahmet GÖKÇE	Turhal Antimon Yatakları Çevresinde Antimonun Jeokimyasal Dağılımı	61
Fuat ÖNDER	Revision of Conodont taxonomy in Triassic rocks of the Central Taurus Mountains, Antalya-Turkey	73
Cilt 2, Sayı 1, Kasım 1985		
Ali KOÇYİĞİT Ali ÖZTÜRK Selim İNAN Halil GÜRSOY	Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonomorfolojisi ve Mekanik Yorumu	3
Ali KOÇYİĞİT	Muratbağı-Balabantaş (Horasan) Arasında Çobandede Fay Kuşağı'nın Jeotektonik Özellikleri ve Horasan-Narman Depremi Yüzey Kırıkları	17
Ali ÖZTÜRK Selim İNAN, S. Zeki TUTKUN	Abant-Yeniçağa (Bolu) Bölgesinin Tektoniği	35
Orhan ÖZÇELİK	Toroslarda Ofiyolitik bir Melanj Örneği; Sülek Karmaşığı	53
Fuat ÖNDER	Pınarbaşı ve Yahyalı (Kayseri) Civarındaki Triyas Kayalarının Stratigrafik Özellikleri	63
Erdal ŞENÖZ	Yahyalı (Kayseri) Yöresi Demir Yataklarının Jeolojisi, Oluşumu ve Kökeni	85
M.Nuri TERZİOĞLU	Reşadiye (Tokat) Kuzeyindeki Eosen yaşlı Hasanşeyh Platobazaltının Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi	105
M.Nuri TERZİOĞLU	Reşadiye (Tokat) Kuzeybatısındaki Hasandede Andezitin Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi	135
Cilt 3, Sayı 1, Aralık 1986		
Nuri TERZİOĞLU	Reşadiye, Gölköy ve Koyulhisar Arasındaki Tersiyer-Kuvaterner Yaşlı Volkanitlerin Genel Stratigrafik Özellikleri	3
S. Zeki TUTKUN	Eşil (Erzincan) ile Karlıova (Bingöl) Arasındaki Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Sistematiği	15
Ahmet GÖKÇE	Cebrail (Gediz-Kütahya) Antimon Yatağının Jeolojisi	27
M.Kemal CEBECİOĞLU Murat KÖYLÜOĞLU	Conflicting Chronostratigraphic Inferences on Conodont and Foraminifera occurrences in the Belek Formation	35

Cahit HELVACI	Geochemistry and Origin of the Emet Borate Deposits, Western Turkey	49
Cilt 4, Sayı 1, Aralık 1987		
Selim İNAN	Erzurum-Tortum Arasında Dumlu Fay Kuşağının Sistematiği ve Yapısal Özellikleri	3
Selim İNAN Nurdan İNAN	Tecer Kireçtaşı Formasyonunun Stratigrafik Tanımlaması	13
Nurdan İNAN	Bentik Foraminiferlerle Tecer Kireçtaşı Formasyonunun Kronostratigrafik İncelemesi	23
Hüseyin YILMAZ Cahit HELVACI	Yeşilyurt (Alaşehir) Sahasındaki Kumtaşı ve Konglomeraların Petrolojisi ve Diyajenezi	29
Osman KOPTAGEL, Ahmet GÖKÇE	Kızıldağ (Zara-Sivas) Krom Yataklarının Jeolojisi, Kromitlerin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni	43
Tuncay ERCAN Celal KÖSE Adem AKBAŞLI Talat YILDIRIM	Orta Anadolu'da Nevşehir-Nigde-Konya Dolayındaki Volkanik Kökenli Gaz Çıkışları	57
Ahmet GÖKÇE	Muratdağı Bölgesi (Gediz-Kütahya) Antimon Cevherleşmelerinin Jeolojisi	65
Engin MERİÇ İzver TANSEL	Haymana Havzasında (Orta Anadolu) Laffiteina Bibensis Zonu'nun Stratigrafik Yayılımı	87
Cilt 5, Sayı 1, Aralık 1988		
Ahmet SAĞIROĞLU	Cafana (Görgü) Malatya Karbonatlı Zn-Pb Yatakları	3
Servet YAMAN	Yalagöze (Yıldızeli-Sivas) Fluorit Cevherleşmesi	15
Ahmet GÖKÇE Atilla ÖZGÜNEYLİOĞLU	Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) Pb-Zn-Cu Yataklarının Jeolojisi, Oluşumu ve Kökeni	23
Selim İNAN	Erzurum - Aşkale - Tortum Yöresinin Tektonik Gelişimi	37
Selim İNAN	Tecer Kireçtaşı Formasyonunun Yapısı Hakkında Bir Yorum	49
İlyas Erdal KEREY Cevdet BOZKUŞ	Orta-Üst Miyosen Kükürtlü (Erzurum) Havzasının Alüvyon Yelpazesi ve Gölsele Çökelleri	57
Fuat ÖNDER	Kayabaşı Formasyonunda Bulunan Triyas Konodontlarının Taksonomik Karakterleri	67
Ahmet GÖKÇE Fuat CEYHAN	Sivas Güneydoğusundaki Miyosen Yaşlı Jipsli Çökellerin Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Oluşumu	91
Cilt 6-7, Sayı 1-2, Kasım 1989-1990		
A.Ümit TOLLUOĞLU Yavuz ERKAN	Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlelerinin Petrolojik Özellikleri (Kırşehir Kuzeybatısı)	3
Hasan BAYHAN	Kesikköprü (Bala/Ankara) Yöresindeki Fe-Pb-Zn ve Fluorit Cevherleşmelerinin Mineralojisi	25
Cem SARAÇ	Taşköprü-Gökçeadağ (Kastamonu) Yöresinde Cu ve Zn Elementlerinin Jeokimyasal Dağılımları	35
Fikret İŞLER	Fındıklı ve Yöresi (Mersin) Ofiyolitlerinin Jeolojisi ve Petrografisi	45
Ender KISAKÜREK Fikret İŞLER	Feruş-Şerefoğlu (K.Maraş) Yöresi Ofiyolitlerinin Petrografik Etüdü	55

Mesut ANIL	Türkoğlu-Şerefoğlu (K.Maraş), Kömürler (G.Antep) Arası Ofiyolitleirinin Petrografisi ile Bunlara Bağlı Krom Yataklarının Jeolojik ve Jeokimyasal İncelemesi	65
Ali BİLGİN Yahya ÖZPINAR	Babadağ ve Acıpayam (Denizli) Dolaylarındaki Ofiyolitik Kayaçların Başkalaşımalarında Etken Olan Fiziksel Koşullar	81
Mehmet TATAR Servet YAMAN	Koçak (Ulukışla-Niğde) Demir-Bakır Mineralleşmesi	97
Ahmet GÖKÇE	Sivas Güneyindeki Sölestin Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu	111
M.Erkan KARAMAN Engin MERİÇ İzver TANSEL	Gönen-Atabey (Isparta) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi	129
Mehmet ÖNAL Cahit HELVACI Uğur İNCİ Fuzuli YAĞMURLU	Çayırhan-Beypazarı (KB Ankara) Dolayının Çimento Hammaddesi Olanakları, Orta Anadolu, Türkiye	145
Ali İhsan EROL	Zonguldak Kömür Havzasında Direnç ve Kaçınma İlkesine Uygun Yapı Tasarımının Uygulanabilirliği	155
Hüseyin YALÇIN	Neojen Yaşlı Kırka (Eskişehir) Volkanosedimanter Gölsel Baseninin Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri	165
Cilt 8, Sayı 1, Aralık 1991		
Sabah YILMAZ Durmuş BOZTUĞ Ali ÖZTÜRK	Hekimhan-Hasançelebi (KB-Malatya) Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği	1
Hüseyin YALÇIN Orhan CERİT	Bolu Masifi Örtü Kayaçlarında Diyajenetik ve Çok Düşük Dereceli Metamorfik Kil Minerallerinin Mineralojisi ve Jeokimyası	19
Hüseyin YALÇIN M. Niyazi GÜNDOĞDU Nicole LIEWIG	Kırka Baseninde Diyajenetik Silikat ve Karbonat Minerallerinin İncelenmesi	31
Orhan ÖZÇELİK Mehmet ALTUNSOY	Levent (Akçadağ-Malatya) Kuzeybatısının Stratigrafik Özellikleri	47
Nurdan İNAN	Güney Pirene Havzası (İspanya) ve Türkiye Paleosen'ine Genel Bir Bakış	63
Engin MERİÇ Fazlı Y. OKTAY Mehmet SARKINÇ Dinçer GÜLEN Volkan Ş. EDİGER Nurettin MERİÇ Mehmet ÖZDOĞAN	Kuşdili (Kadıköy-İstanbul) Kuvaterner'inin Sedimanter Jeolojisi ve Paleoekolojisi	83
Engin MERİÇ Fazlı Y. OKTAY Mehmet SARKINÇ Dinçer GÜLEN Aynur İNAL	Ayamana (Bakırköy-İstanbul) Kuvaterner İstifinin Sedimanter Jeolojisi ve Paleoekolojisi	93

Osman KOPTAGEL Ahmet GÖKÇE	Başçayır-Dağönü (Ulaş-Sivas) Yöresinde Divriği Ofiyolitli Karışığının Ana Bileşenleri ve Kromit Yataklarının Jeolojisi	101
Feda ARAL	Antalya Travertenlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri ve Yapı Gereci Olarak Değerlendirme Olanakları	119
Cilt 9, Sayı 1, Aralık 1992		
Andre M. POISSON Ali ÖZTÜRK	The Cooperation in Earth Sciences between the University of Paris-XI (Paris-Sud, Orsay) and the University Cumhuriyet in Sivas	1
Semir ÖVER Andre M. POISSON Haluk TEMİZ Jean ANDRIEUX	La Tectonique Recente le Bassin de Tosya (Partie Centrale de la Faille Nord Anatolienne, Turquie)	3
Halil GÜRSOY Haluk TEMİZ, Andre M. POISSON	Recent Faulting in the Sivas Area (Sivas Basin, Central Anatolia-Türkiye)	11
Andre M. POISSON Haluk TEMİZ Halil GÜRSOY	Pliocene Thrust Tectonics in the Sivas Basin near Hafik (Turkey) : Southward Fore Thrusts and Associate Northward Back Thrusts	19
Haluk TEMİZ Jean Claude GUEZOU Andre POISSON, S. Zeki TUTKUN	Sivas Havzası Doğusunun Tektonostratigrafisi ve Kinematığı (Kemah-Erzincan)	27
Orhan ÖZÇELİK Mehmet ALTUNSOY Zeki ATALAY	Erzincan Gineybatısındaki Miyosen Yaşlı Karacaören Formasyonu Kumtaşlarının Sedimanter Petrolojisi	35
Abdurrahman ŞAHBAZ Sezayi GÖRMÜŞ	Keles (Bursa) Linyit Açık İşletmesinde Miyosen Yaşlı İstifin Stratigrafik, Sedimantolojik ve Tektonik İncelemesi	41
Hüseyin YALÇIN Ömer BOZKAYA	Hekimhan Baseninde Kretase-Tersiyer Geçişinin Jeolojik Konumu, Mineralojisi ve Jeokimyası	49
Olcay TÜRKAY Mustafa KUŞÇU	Atlas-Çaykoz (Sivrihisar – Eskişehir) Dolayının Jeolojisi ve Mermer Yatakları	59
Ergun KARACAN	Sivas Güneydoğusundaki Jipslerin Çözünürlük Özellikleri	67
Durmuş BOZTUĞ	Orta-Batı Pontidlerdeki Küre Yöresi (Kuzey Kastamonu) Magmatit-Metamorfitlelerinin Petrografisi ve Magmatitlerin Ana Element Jeokimyası	75
Cilt 10-11, Sayı 1-1, Aralık 1993-1994		
Adel KHALİLİ, Fethi Ahmet YÜKSEL	Karkheh (İran) Baraj ve Çevresinin Deprem Etkinliği ve Sismotektoniği	1
Selim İNAN	Sivas Baseni Güneydoğusunun Yapısal Evrimi	13
A. Ümit TOLLUOĞLU	Kırşehir Masifinde Kalkanlıdağ Formasyonunun Petrokimyasal Özellikleri	23
Orhan ÖZÇELİK Zeki ATALAY MehmetALTUNSOY	Esesi (Erzincan) Yöresinde Karacaören Formasyonu (Miyosen) Şelf Çökellerinin Organik Fasiyes İncelemesi	37
Rahmi NARİN Gültekin KAVUŞAN	Sivas-Kangal-Kalburçayırı Linyit Yatağının Jeolojisi	43
Cevdet BOZKUŞ	Horasan Fay Kuşağının Genel Özellikleri	49

Fikret KAÇAROĞLU	Eskişehir Ovası Yeraltısuyunun Kalitesi ve Kirliliği	63
Feda ARAL Bülent SÖYLEM	Tavra Deresi (Sivas) yöresinin Hidrojeolojik Özellikleri ve Yeraltı Baraj Sisteminin Uygulanabilirliği	73
Ergun KARACAN	Sivas Organize Sanayi Bölgesi İnşaat Alanı Zeminlerinin Jeoteknik Özellikleri	79
Hüseyin YALÇIN K. Şevki KAVAK Ömer BOZKAYA Andre POISSON Selim İNAN	Ağcakışla Alt Baseninin (Sivas Baseni) Litolojik ve Mineralojik Karakteristikleri	87
Cilt 12-13, Sayı 1-1, Aralık 1995-1996		
Ömer BOZKAYA Hüseyin YALÇIN	Doğu Toros Otoktonu ve Örtü Kaya Birimlerinin Litoloji ve Mineralojisi (Sarız-Tufanbeyli-Saimbeyli Yöresi)	1
Nazire ÖZGEN Mehmet AKYAZI	Harabekayış Formasyonunun (Elazığ) Bentik Foraminifer İçeriği	39
Abidin TEMEL	Oğlakçı (Sivrihisar-Eskişehir) Volkanitlerinin Petrolojisi ve Jeokimyası	53
Gülcan BOZKAYA Ahmet GÖKÇE Ahmet EFE	Gümüşhacıköy (Amasya) Pb-Zn-Ag Yataklarının Jeolojisi	73
Attila ÇİNER Erdal KOŞUN	Lütesiyen Yaşlı Yeşildere Yelpaze Deltası'nın Gelişimi : Sivas Havzası	91
Fadime SUATA Nurdan İNAN	İşhan Köyü (Sivas GD'su) Yöresinin Stratigrafisi ve Paleontolojisi	101
Gülşen GÜMÜŞER Hüseyin YALÇIN	Tonştaynlar : Eleştirili Bir Derleme	117
Durmuş BOZTUĞ Sabah YILMAZ Musa ALPASLAN	The Karaçayır Syenite, North of Sivas : An A-type, Peraluminous and Post-collisional Alkaline Pluton, Central Anatolia, Turkey	141
Cilt 14, Sayı 1, Aralık 1997		
Mehmet ÖNAL	Malatya Graben Havzası Güney Bölümünün Stratigrafisi ve depolanma Ortamları	1
A.Turan ARSLAN Ergun KARACAN	Karacalar (Sivas-Ulaş) Barajı Derivasyon Tünelindeki Destekleme Sisteminin RSR Yöntemi ile Seçimi	13
Mehmet ALTUNSOY	İmranlı (Sivas) Güneyinin Stratigrafik Özellikleri	21
Zeki ATALAY	Çorum Kuzeydoğusunda Armutlu formasyonunun (Alt-Orta Eosen) Stratigrafik Konumu, Sedimantolojik Özellikleri ve Ekonomik Önemi	37
Hüseyin YALÇIN	Eosen Yaşlı Denizaltı Volkanizması ile İlişkili İç Kuzey Anadolu Zeolit Oluşumları	43
Orhan ÖZÇELİK Mehmet ALTUNSOY Nazan YALÇIN	Suğla Gölü (Konya) Güneyinin Stratigrafik Özellikleri	57
Faruk OCAKOĞLU	Zara (Sivas Doğusu) Yöresindeki Sivas Havzası Oligo-Miyosen Dolgusunun Stratigrafisi	71

Cilt 15, Sayı 1, Aralık 1998		
Emrah AYAZ Ahmet GÖKÇE	Sivas Kuzeybatısındaki Sıcak Çermik, Sarıkaya ve Uyuz Çermik Traverten Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu	1
Musa ALPASLAN Nuri TERZİOĞLU	Pontidlerde Çarpışma Sonrası Volkanizmaya bir Örnek : Sürmeli Volkaniti (Taşova-Amasya)	13
Süha ÖZDEN Semir ÖVER	Sivas Havzası Kuzey Kenarında (Sakardağ) Tersiyer Yaşlı Gerilme Durumlarının Saptanmasına Fay Topluluklarının Kinematik Analiziyle Bir Yaklaşım	21
Işık YILMAZ Ergun KARACAN	Niksar Ovası Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri	33
Orhan ÖZÇELİK Nazan YALÇIN	Şarkışla Güneyindeki (Sivas) Oligosen Yaşlı Kumtaşlarının Provenans Özellikleri	41
Nazan YALÇIN	Rock-eval Piroliz Analizinde ve Verilerin Yorumlanmasında Karşılaşılan Bazı Problemler	51
Zeki ATALAY	Sivas Tersiyer Havzasının Kavlak köyü-Kızılırmak Nehri Arasındaki Kesiminin Stratigrafisi ve Bazı Yapısal Özellikleri	61
T.Fikret SEZEN	Pazarköy (Bolu KD/KB Türkiye) Yöresinin Stratigrafisi	75
Büşra ÇERİKCİOĞLU Hüseyin YALÇIN	Yıldızeli-Akdağmadeni Arasındaki (Yavu Çevresi) Eosen Yaşlı Volkanojenik Kayaçlarla İlişkili Kil Minerallerinin Mineralojisi ve Jeokimyası	87
Şuayip KÜPELİ	Attepe (Mansurlu-Feke-Adana) Yöresi Demir Yataklarının Jeolojisi ve Kökeni	101
Cilt 16, Sayı 1, Aralık 1999		
Zeki ATALAY	Kızılırmak Nehri Yöresindeki (Sivas Batısı) Üst Miyosen Yaşlı İncesu Formasyonu-Derindere Üyesinin Fasiyes ve Çökme Ortamı Özellikleri	1
Fevzi ÖNER Kemal TASLI	Aydıncık (İçel) Yöresindeki Geç Jura-Erken Kretase Yaşlı Dolomitlerin Hammadde Potansiyeli	13
İsmail ŞAHİN Ahmet GÖKÇE Gülcan BOZKAYA	Aksu Köyü (Koyulhisar-Sivas) Çevresinde Derekumu Örnekleri Jeokimyası İncelemeleri ve Olası Pb-Zn-Cu Anomali Sahaları	19
Ahmet EFE Ahmet GÖKÇE	Maden Köyü (İmranlı-Sivas) Çevresindeki Pb-Zn Yataklarının Jeolojisi ve Sıvı Kapanım İncelemeleri	29
Kemal GÜRBÜZ Ezher GÜLBAŞ	Tortum (Erzurum) Güneybatısının Jeolojisi ve Pliyosen Yaşlı Gelinkaya Formasyonunun Sedimantolojisi	39
Ahmet Turan ARSLAN Ergun KARACAN	Kanak (Sivas-Şarkışla) Barajı ve Çevresinin Temel Jeolojik Özellikleri	47
Ahmet TURAN	Hadim (Konya) Güneybatısında Orta Torosların Tektonik Özellikleri	59
Hüseyin YALÇIN Ömer BOZKAYA	Ankara Melanjının Elmadağ Kesiminde Ultramafik Kayaçlarla İlişkili Sepiyolit Oluşumları	79
Hüseyin YILMAZ	Doğu Toroslar'da Sürgü (Doğanşehir-Malatya) Çevresinin Jeolojisi	95
Şuayip KÜPELİ	Dereköy ve Ayraklıtepe (Yahyalı-Kayseri) Demir Yataklarının Jenetik İncelemesi	107

Cilt 17, Sayı 1, Aralık 2000		
Işık YILMAZ Hüseyin SENDİR	Sivas Havzası Jipslerinin Schmidt Sertliği ile Serbest Basınç Dayanımı ve Elastisite Modülü Arasındaki İlişkiler	1
Işık YILMAZ Mehmet ÜSTÜNKAYA	Sürekli Doygun Koşulun Konsolidasyon ve Makaslama Dayanımı Üzerindeki Etkisine Bir Örnek : Gemlik Körfezi Killi Deniz Zeminleri	7
Ali UÇURUM Paul J. LECHLER Taner EKİCİ	Bursa-Eskişehir ve Fethiye-Köyceğiz Bölgeleri Krom Yatakları ve Yan Kayaçlarının Platin-Grubu Element (PGE) Dağılımları	15
Orhan ÖZÇELİK	Source Rock Evaluation of Tertiary Sediments in the Sivas Basin, Central Anatolia	31
Ergun KARACAN Ahmet Turan ARSLAN	Musullu (Tokat) Baraj Yerindeki Kayaçların Kütle Özellikleri	45
Hüseyin YALÇIN Ömer BOZKAYA André POISSON	Sivas Havzası Merkezi Kesiminde Oligo-Miyosen Yaşlı Paleo-Ortamlar-Kil Mineralojisi İlişkisi	53
Şuayip KÜPELİ İsrafil KAYABALI	Körlü Köyü (Tarsus-İçel) Demir Cevherlerinin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri	63
Cilt 18, Sayı 1, Haziran 2001		
Mehmet ALTUNSOY Orhan ÖZÇELİK	Petrol Sistemleri	1
Hüseyin YALÇIN	Sivas-Gürün Neojen Gölsel Havzası Merkezi Kesiminin Mineralojisi ve Jeokimyası	11
Mehmet AKYAZI Özlem TOPRAK Tuğba ERDOĞAN Aslı KARABAŞOĞLU T. Şafak URSAVAŞ	Bilecik Yöresinin Mesozoyik Stratigrafisi	27
Hüseyin SENDİR Işık YILMAZ	Koyulhisar Heyelanlarına Yapısal ve Jeomorfolojik Açından Bakış	47
Gülcan BOZKAYA Ahmet GÖKÇE	Koru (Çanakkale) Pb-Zn Yataklarının Jeolojisi, Cevher Mikroskopisi ve Sıvı Kapanım Özellikleri	55
Cilt 18, Sayı 2, Aralık 2001		
Hüseyin YALÇIN Mustafa ERGİN Mustafa ERYILMAZ Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ	Bulk and Clay Mineralogy of Surficial Marine Sediments of the Gulf Of Iskenderun, Eastern Mediterranean	71
Ahmet GÜZEL M.Tahir NALBANTÇILAR İbrahim YİĞİTBAŞI	Altınhisar (Niğde) Ovasının Hidrojeolojisi	79
Tülay EKEMEN Fikret KAÇAROĞLU	Tecer Dağı (Sivas-Ulaş) Kaynaklarının Hidrojeolojisi	87
Fikret KOÇBULUT Orhan TATAR	Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Akdağmadeni-Yavu Arasındaki Bölümünün Stratigrafik Özellikleri	103
Ahmet TURAN	Karaköy (Gündoğmuş-Antalya)-Taşkent-Hadim (Konya) Arasının Morfotektonik Özellikleri	113

Mehmet AKYAZI Aslı KARABAŞOĞLU Ahmet UTAR Ömer KESGİN Nazire ÖZGEN ERDEM T. Şafak URSAVAŞ	Merzifon (Amasya) Yöresindeki Jura-Kretase Yaşlı Kireçtaşları-Nın Calpionel Biyostratigrafisi	123
Cilt 19, Sayı 1, Haziran 2002		
Meral TURABİK Halil KUMBUR	Asit Aktivasyonu ile Ünye/Ordu Bentonitinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Değişimi	1
M.Emrah AYZ	Travertenlerin değerlendirilmesinde yapılması gerekli işlemler ve kullanım yeri seçimi	11
Uğur TEMİZ Veysel IŞIK	Simav (Kütahya-Batı Anadolu) Güneyinde Metamorfik Kayaların Petrografik ve Yapısal Özellikleri	21
Hüseyin YILMAZ	Sürgü Fayının Neotektonik Özellikleri	35
M.Tahir NALBANTÇILAR	Konya Yerleşim Alanı Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirliliği	47
Zeki ATALAY	Trakya Bölgesindeki Linyitli Formasyonların (Danışmen ve Ağaçlı Formasyonları) Stratigrafisi, Fasiyes ve Çökeltme Ortamı Özellikleri	61
Hüseyin YALÇIN Ömer BOZKAYA	Hekimhan (Malatya) Çevresindeki Üst Kretase Yaşlı Volkaniklerin Alterasyon Mineralojisi ve Jeokimyası : Denizsuyu-Kayaç Etkileşimine Bir Örnek	81
Cilt 19, Sayı 2, Aralık 2002		
Ahmet ALTIN Mustafa DEĞİRMENCİ	Çanakkale Kaolininden Elektrokinetik Arıtım Yöntemi ile Kurşun (II) Giderimi	99
Arif DELİ Ahmet TURAN	Orta Toroslarda Köprülü (Gündoğmuş - Antalya) Yöresinin Stratigrafisi	105
M. Emrah AYZ	Travertenlerde Gözlenen Morfolojik Yapılar Ve Tabiat Varlığı Olarak Önemleri	123
B. Levent MESCİ Halil GÜRSOY	Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli Kb-Sivas) Arasındaki Orta Anadolu Bindirme Kusagının (Kuzey Neotetis Kenedi) Tektonostratigrafik Ve Yapısal Özellikleri	135
Zülfü GÜROCAK Selçuk ALEMDAĞ	Kapıkaya (Malatya) Baraj Yerindeki Kaya Şevlerinin Kinematik Açından Değerlendirilmesi	151
Pelin AKLIK Alper SEZER	Donatılı Zeminlerin Değişik Mühendislik Uygulamalarında Projelendirme Yöntemleri	165
Mustafa YILDIRIM Işık YILMAZ	Yıldız Irmağı Çökellerinin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliklerinin İncelenmesi	181
Zeki Ünal YÜMÜN Ali Murat KILIÇ	Kamandağı İle Camdere Köyü Arasının Stratigrafisi (Göksun- K.Maraş)	193
Cilt 20, Sayı 1-2, Haziran 2003		

Zeki Ünal YÜMÜN	Delialıuşağı ile Elmadağ (Yahyali/Kayseri) arasındaki bölgenin stratigrafisi ve Aladağ ofiyolitli melanjinin konumu	1
Zafer AKPINAR Fikret KOÇBULUT Ali ÖZTÜRK	Boğazkaya (Mecitözü-Çorum) bölgesinin stratigrafik ve tektonik özellikleri	14
Nazan YALÇIN ERİK Burcu BİLİCİ	Karayün (Sivas güneydoğusu) civarındaki miyosen yaşlı birimlerin organik jeokimyasal, organik petrografik ve organik fasiyes özellikleri	25
Faruk AY Nazan YALÇIN ERİK	Ulaş (Sivas) kuzeyindeki tersiyer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özellikleri	38
Öznur KARACA Remzi KARAGÜZEL Aziz ERTUNÇ	Uzaktan algılama yöntemi kullanılarak Fethiye ve çevresinin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi	52

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ
SERİ A -YERBİLİMLERİ**

**Cumhuriyet University
Bulletin of the Faculty of Engineering
Serie A -Earth Sciences**

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Delialıuşağı ile Elmadağ (Yahyalı/Kayseri) arasındaki bölgenin stratigrafisi ve Aladağ ofiyolitli melanjının konumu
Stratigraphy of the area between Delialıuşağı with Elmadağ (Yahyalı/Kayseri) and setting of Aladağ ophiolitic melange.....**Zeki Ünal YÜMÜN 1**

Boğazkaya (Mecitözü-Çorum) bölgesinin stratigrafik ve tektonik özellikleri
The stratigraphic and tectonic characteristics of the Boğazkaya (Mecitözü-Çorum) region.....**Zafer AKPINAR, Fikret KOÇBULUT, Ali ÖZTÜRK 14**

Karayün (Sivas güneydoğusu) civarındaki miyosen yaşlı birimlerin organik jeokimyasal, organik petrografik ve organik fasiyes özellikleri
Organic geochemical,organic petrographic and organic facies characteristics of miocene units around Karayün (Southeast Sivas).....**Nazan YALÇIN ERİK, Burcu BİLİCİ 25**

Ulaş (Sivas) kuzeyindeki tersiyer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özellikleri
Oil source rock and organic facies properties of tertiary units in the north of Ulaş (Sivas)□**Faruk AY, Nazan YALÇIN ERİK 38**

Uzaktan algılama yöntemi kullanılarak Fethiye ve çevresinin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi
Determination of geological features of Fethiye and surroundings using remote sensing technique□**Öznur KARACA, Remzi KARAGÜZEL, Aziz ERTUNÇ 52**

**CİLT : 20 SAYI : 1-2 HAZİRAN 2003
VOL : 20 NO : 1-2 JUNE 2003**

ÖNEMLİ HATIRLATMA

SERİ-A Yerbilimleri dergisinin bu sayısında yayımlanan makalelerin basımı, derginin yayımına bir sureliğine ara vermesi nedeniyle 2009 yılı Mart ayında gerçekleştirilmiştir.

DELİALİUŞAĞI İLE ELMADAĞ (YAHYALI/KAYSERİ) ARASINDAKİ BÖLGENİN STRATİGRAFİSİ VE ALADAĞ OFİYOLİTLİ MELANJİNİN KONUMU

STRATIGRAPHY OF THE AREA BETWEEN DELİALİUŞAĞI WITH ELMADAĞ (YAHYALI/KAYSERİ) AND SETTING OF ALADAĞ OPHIOLITIC MELANGE

Zeki Ünal YÜMÜN Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, 58140 / Sivas

ÖZ: İnceleme alanında otokton, paraotokton ve allokton kaya birimleri yüzelemektedir. Otokton birimler, inceleme alanının doğu ve güneydoğu kesiminde yüzeyleyen Geyikdağı Birliği'ne ait kaya birimleridir. İnceleme alanının batısında yer alan Aladağ Birliği'ne ait karbonatlı kayalar ise paraotokton konumlu olup, kendi içinde çok sayıda naptan oluşmaktadır.

Allokton birimler ise Aladağ Ofiyolitli Melanji, Aladağ Ofiyoliti ve Zamantı Metamorfiti'dir. Metamorfik birim, Zamantı ırmağı boyunca yüzelediği için ilk kez bu çalışmada Zamantı Metamorfiti olarak adlandırılmıştır. Aladağ Ofiyoliti ile Geyikdağı Birliği'ne ait kayalar arasında Aladağ Ofiyolitli Melanji yer aldığı halde önceki çalışmalarda bu durum saptanamamıştır. Önceki çalışmalarda birim içerisindeki kireçtaşı bloklarının yaşı Jura-Kretase olarak belirlenmiştir. Fakat bu çalışmada, kireçtaşı bloklarının yaşının Üst Kretase (Santoniyen) olduğu saptanmıştır. Önceki çalışmaların aksine, bu çalışmada Aladağ Ofiyolitli Melanji'nin tabanda yer alan tüm kayalar üzerinde tektonik bir dokanakla yer aldığı ortaya koyulmuştur.

İnceleme alanının kuzey bölümünde yüzeyleyen Erken Miyosen yaşlı Zebil formasyonu, yörede görülen daha eski tüm birimlerin üzerinde açılı uyumsuzlukla yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toroslar, Aladağlar, Stratigrafi, Aladağ Ofiyolitli Melanji.

ABSTRACT: Autochthonous, para-autochthonous and allochthonous rock units are exposed in the investigation area. Autochthonous units which lie in the east and the south-east of the research area are the formations of the Geyikdağı Unit. The carbonate rocks which lie in the west of the research area, belonging to the Aladağ Unit are the Para-autochthonous rocks which consist of several nappes.

The allochthonous units are Aladağ Ophiolitic Melange, Aladağ Ophiolite and Zamantı Metamorphics. Metamorphic unites are named as "Zamantı Metamorphics" in this investigation first time because of its exposing along the Zamantı River. There are Aladağ Ophiolitic Melange between Aladağ Ophiolite and Geyikdağı Unite's rocks but this unite has not been determined by previous investigations. Age of the limestone blocks of this unit determined as Jurassic-Cretaceous in previous investigations. But in this research, age of these blocks determined as Upper Cretaceous (Santonian).

The Lower Miocene Zebil formation, outcrops in large areas in the north of the research area, covers all the other formations unconformably in the region.

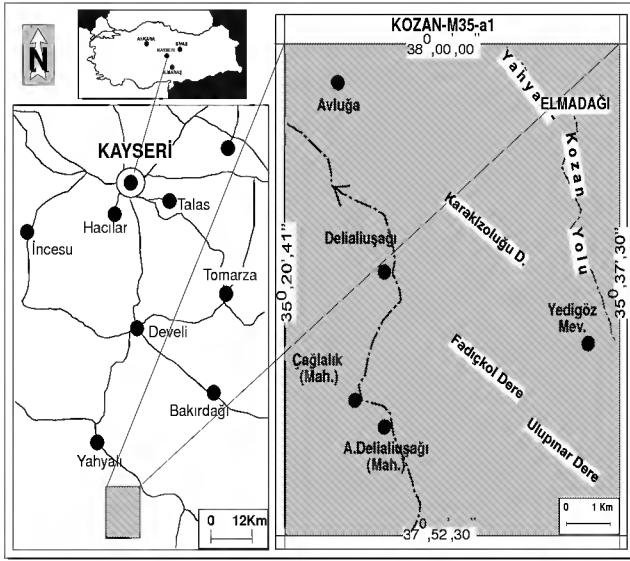
Keywords: Taurides, Aladağlar, Stratigraphy, Aladağ Ophiolitic Melange

GİRİŞ

Yahyalı/Kayseri ve Kozan/Adana sınırında yer alan çalışma alanı, 1:25000 ölçekli KOZAN-M35-a1 paftasını kapsamaktadır (Şekil 1). Özgül (1976) Torid kuşağında değişik havza koşullarını yansıtan birlikleri (Bolkardağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyikdağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği) ayırt etmiştir.

Tekeli (1980) Doğu Toroslarda yer alan birimleri Naplara ayırarak incelemiştir. Bu çalışma alanında Aladağ ve Geyikdağı birliklerine ait kayalar ile ofiyolitik kayalar yer alır. İnceleme alanında temel konumunda olan Geyikdağı Birliği'nin üzerinde yer alan Geç Kretase yaşlı kayalar, önceki araştırmalarda belirlenememiştir (Aksay, 1980; Tekeli, 1980; Tekeli ve Erler, 1980; Işık, 1981; Tekeli, 1981, Tekeli vd.

1983). İnceleme alanının batısında Aladağ Birliğine ve doğusunda Geyikdağı Birliğine ait kayalar ve bu iki birliğin arasındaki bir bölgede, her iki birliğin üzerinde Aladağ Ofiyoliti tektonik bir dokanakla yerleşiktir. Geyikdağı Birliğine ait kayalar ile Aladağ Ofiyoliti sınırı boyunca, bir kuşak şeklinde dizilmiş karbonatlar içeren bir birim yer almaktadır. Önceki çalışmalarda (Tekeli ve diğerleri, 1983 ve 1987) Geyikdağı Birliği ile Aladağ Ofiyoliti sınırında yer alan bu kuşağın stratigrafik ve tektonik olarak nasıl bir konumda olduğu açık olarak belirtilmemiş olup, karbonatlar Jura-Kretase yaşlı Sırçak Kireçtaşı'nın devamı olarak gösterilmiştir. Ofiyolit topluluğuna ait birim



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası
Fig 1: Location map of study area.

lerin tektonik kuvvetlerle tamamen bozulması, karmakarışık olması (kaotik karışım) ile tanımlanan ofiyolit melanjın matriksini pelajik sedimanlar, bloklarını ise diğer birimler oluşturmaktadırlar (Çapan, 1977). Ofiyolitler üzerine yapılan araştırmalarda genel olarak kabul gören bu tanım, bölgede yapılan çalışmalarda Aladağ Ofiyolitli Melanjı'nın tabanında yer alan birimler üzerinde tektonik dokanak ile değil de, uyumsuzlukla yerleşmiş olması yönüyle çelişmektedir. Bu durum bir kavram kargaşasının oluşmasına neden olmaktadır. Yapılan bu çalışma ile ortaya çıkan problemlere çözüm getirilebilmesi amaçlanmıştır.

STRATİGRAFI

İnceleme alanının doğusunda Geyikdağı Birliği'ne ait metamorfik kayalar, batısında ise ofiyolitik kayalar ve Aladağ Birliği'ne ait karbonatlı kayalar yer almaktadır. Geyikdağı Birliği'nin inceleme alanı içinde kalan bölümünde orta-düşük dereceli metamorfizmaya uğramış, Kambriyen-Permiyen yaşlı (Metin vd. 1982) kırıntılı ve karbonatlı kayalardan oluşan istif yer alır (şekil 3). Bu istif tabanda Erken Kambriyen yaşlı çörtlü Siyah renkli şist, metaçamurtaşı araldanmasından oluşan Emirgazi formasyonu ile başlamaktadır. Üste doğru Orta Kambriyen yaşlı yer yer dolomitik ve koyu gri renkli rekristalize kireçtaşından oluşan Değirmentaş Kireçtaşı birimi yer almaktadır. Onun üzerinde ise uyumlu olarak Armutludere formasyonu yer almaktadır. Birim yumru kireçtaşı ile başlamakta ve üste doğru kuvarsit damarlı şeyl, sarı-gri renk bantlı ince-orta tabakalı kalkışist ve kuvars damarlı, parlak gri renkli şist araldanmasıyla devam etmektedir. Bu birimler üzerinde uyumsuz olarak Erken Karbonifer yaşlı bol oranda brakiyopod fosilli kırıntılı ve karbonatlı kayalardan oluşan Ziyarettepe formasyonu yer almaktadır. Ziyarettepe formasyonu üzerinde ise

açısız uyumsuzlukla Geç Permiyen yaşlı gri-pembe renkli çok sıkı ve sert dokulu kuvarsitten oluşan Menteş Kuvarsiti ve en üstte de Geç Permiyen yaşlı koyu gri-siyah renkli, ince tabakalı ve sert dokulu kireçtaşından oluşan Yığılítepe Formasyonu bulunmaktadır. İnceleme alanının orta ve batı bölümünde ise Aladağ birliğine ait çeşitli yaşlara sahip kireçtaşları, Geyikdağı Birliği'ne ait kayalar üzerinde tektonik bir dokanakla yerleşiktir.

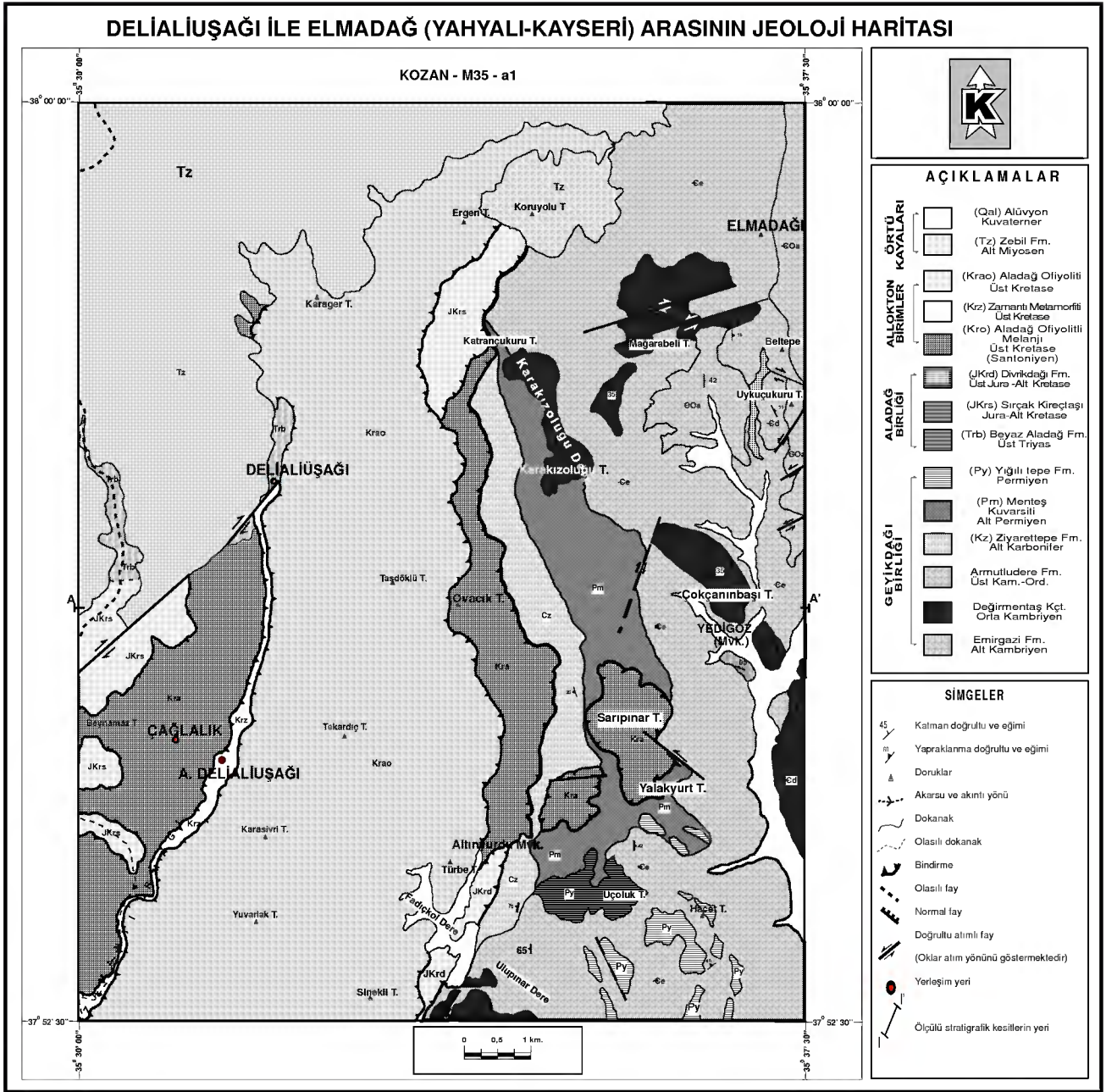
Aladağ Birliği'ne ait bu birimler; Jura-Alt Kretase yaşlı, açık sarı bej renkli, sert dokulu kireçtaşından oluşan Sırçak Kireçtaşı, Geç Jura-Alt Kretase yaşlı, koyu gri-siyah renkli kireçtaşından oluşan Divrikdağı formasyonu ve Üst Triyas yaşlı koyu sarı bej renkli ve breşik görünümlü Beyaz Aladağ formasyonları oluşturmaktadır. Ayrıca inceleme alanının batısında ve güneyindeki Altınyurdu mevkiinden başlayarak kuzeye doğru bir hat boyunca uzanan ve ilk kez bu çalışmada ortaya koyulan Geç Kretase (Santoniyen) yaşlı Aladağ Ofiyolitli Melanjı, Geyikdağı Birliği ve Aladağ Birliği'ne ait kayalar üzerinde tektonik bir dokanakla yer almaktadır. İnceleme alanının güney ve güneybatı kesiminde, Maestrihtiyen'de kıta kenarına yerleşmiş, tabanda metamorfik kayalardan oluşan Zamantı Metamorfiti ve üstte gabro, peridotit, serpantin ve diyabaz dayklarından oluşan Aladağ Ofiyoliti yer almaktadır (Şekil 4). İnceleme alanının kuzey bölümünde geniş bir alanı kaplayan Miyosen yaşlı çoğunlukla çakıltaşı ve kumtaşı gibi kırıntılı kayalardan oluşan Zebil Formasyonu (Tz) yüzeylenmektedir. Bu formasyon, bölgede yüzeylenen kendisinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Otokton Birimler

Geyikdağı Birliği

Doğu Toroslar'ın batı kesiminde ve Orta Toroslar'da geniş yayılımlar sunan ve diğer kaya gruplarıyla farklı havza koşullarını yansıtan bu kayalar grubu Özgül (1976) tarafından Geyikdağı Birliği olarak adlandırılmıştır. Daha sonra bu kayalar grubu Özgül (1983), Varol vd. (1986), Metin vd. (1987), Varol (1992) tarafından aynı adla; Ricou (1980) tarafından Tufanbeyli Kireçtaşı Masifi; Yılmaz vd. (1993) ve Atabey (1993) tarafından Gürün Görelî Otoktonu; Şenel (1999) tarafından

Yahyalı-Munzur Napları; Tekeli (1980) ile Tekeli vd. (1983) tarafından Tufanbeyli Otoktonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu kaya grubu için yaygın kullanımı dolayısıyla Geyikdağı Birliği adı benimsenmiş olup, litostratigrafik mertebesi Grup düzeyindedir.



Şekil 2: İnceleme alanının jeoloji haritası.
Fig 2: Geological map of the study area.

Emirgazi formasyonu (Ce)

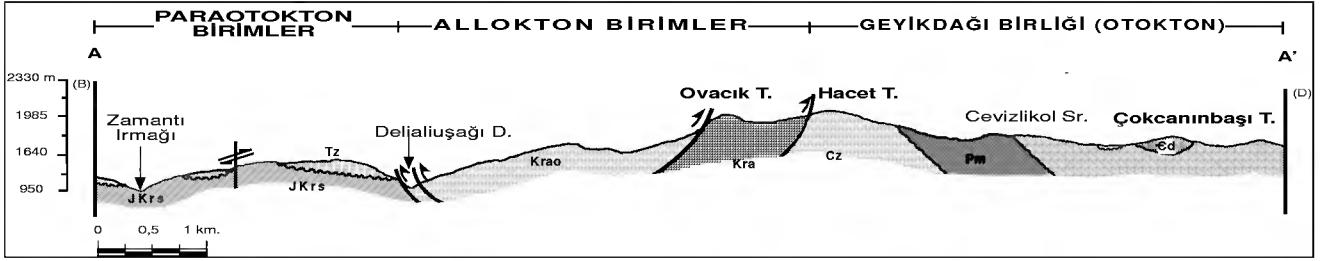
İnceleme alanında kuzeyde Elmadağ'dan başlayarak güneyde Yedigözü mevkiine kadar geniş bir yayılım gösteren birim, Erken Kambriyen yaşlı metakumtaşı-kuvarsit aralanmasından oluşmaktadır. Birim ilk kez Özgül vd. (1973) tarafından Emirgazi formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bölgede yüzeyleyen birimlerin en altında bulunan birimin tabanı görülememektedir. Üzerinde ise dolomit ve karbonatlardan oluşan Orta Kambriyen yaşlı Değirmentaş kireçtaşı yer alır.

Değirmentaş Kireçtaşı (Cd)

İnceleme alanında Mağarabeli tepe ve Karakızoluğu derede yüzeyleyen birim, ilk kez Demirtaşlı (1967) tarafından Değirmentaş Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Kalın tabakalı, koyu gri, siyah bazende açık renkli dolomit ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan birim, Emirgazi formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alır. Birimin üzerinde ise tedrici geçişli olarak görülen ve yumrulu kireçtaşları ile başlayan Armutlu dere formasyonu yer alır.

ÜST SİSTEM	SENZOYİK					KAYA TÜRÜ	SİMGE	AÇIKLAMALAR							
	SİSTEM	SERİ	GURUP	FORMASYON	KALINLIK (m)			KAYA TÜRÜ	PALEONTOLOJİ						
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	Aladağ Oliyoliti	Zamanı Mezi-morfiti	>50	Peridotit, serpantin , diyabaz daykırı ve gabro	Krao	Tektonik dokanak							
MESOZOYİK	JURA	ALT	Aladağ Oliyoliti Melanlı	Sırtak Kireçtaşı	>200	Kireçtaşı blokları, Ofiyolitik kaya parçaları ve kırıntılı matriksten oluşan, Ofiyolitli melanj	Kra	Tektonik dokanak	Preoglobotruncana sp., Gaupillaudina sp., Heteroheliks sp., Hedbergella sp., Globotruncana sp.						
										ÜST	Divrik-dığı	>100	JKd	Koyu gri - gri renkli orta - kalın tabakalı sert dokulu kireçtaşı	Siphovalvulina sp., Valvulina lugoni, Valvulina sp., Thaumaporella pervovesiculifera, Textularidae ve Paleciypod kavkıs
										ALT	Beyaz Aladağ	>500	Trb	Bej-sarımsı gri ve kahverengimsi gri renkli orta-kalın tabakalı kireçtaşı	Auloconus permodiscoides, Aulotortus ex. gr. sinuosa, Aulotortus sp.
PALEZOYİK	PERMIYEN	ÜST	Yığıliltepe	Menteş Kuvarstisi	>50	Koyu gri-siyah renkli ince tabakalı kısmen rekristalize olmuş mizzialı kireçtaşı	Py	Tektonik dokanak	Mizzia sp.						
										ALT	Ziyaret-tepe	>100	Pm	Kuvarsit: Süt kuvarsit damarlı Gri - pembe renkli çok sıkı ve sert dokulu kuvarsit	Eotuberitina sp., Earlandia sp., Millerella sp., Eostafella sp. ve Medioeris sp.
										ALT	Armutiludere	1291	Cz	Açılal uyumsuzluk Gri, koyu gri renkli marnlı ve kırıntılı karbonatlar	
										ALT	Armutiludere	342	Ed	Uyumsuzluk Kuvarsit damarlı şeyil. Kahverengi - sarı - gri renk bantlı ince - orta tabakalı kalkşist	
PALEZOYİK	KAMBRİYEN	ORTA	Degimetaş Kireçtaşı		342	Kuvarsit damarlı parlak gri- gri renkli yumrulu kireçtaşı	Ed								
										ALT	Emirgazi	>500	Ce	Siyah renkli şist, metaçamurtaşı ve metakumtaşı ardalanması	

Şekil 3: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz).
Fig 3: Generalized stratigraphic columnar section of study area (NON-SCALE).



Şekil 4: Allocton birimler, Aladağ birliği ve Geyikdağı birliğinin tektonostratigrafik ilişkisi.

Fig 4: Tectonostratigraphic relationship of Alloctonous unites, Aladağ and Geyikdağı unites.

Armutludere formasyonu (COa)

Elmadağ, Mağarabeli tepe ve Uykuçukuru tepe de yüzeyleyen birim Demirtaşlı (1967) tarafından Armutludere formasyonu olarak tanımlanmıştır. Değirmentaş formasyonu üzerinde tedrici geçişli olarak bulunan birim, yumrulu kireçtaşı ile başlamakta ve üste doğru yumrulu kireçtaşı-şeyl ve en üstte damarlı gri renkli şist ile devam etmektedir. Ayhan (1988) birimden *Procondonthus* sp., *Dolerorthis* sp., *Oneotodus tenuis*, *Furnushina furnushi* ve *Heitzina bisucata* fosillerini elde ederek birime Üst Kambriyen-Üst Ordovisiyen yaşını vermiştir.

Ziyarettepe formasyonu (Cz)

İnceleme alanının orta kesiminde Altinyurdu mevki ile Katrançukuru tepe arasında yüzeyleyen birim, altta kırıntılı kayalar ile başlayarak üste doğru tedricen karbonatlı kayalara geçer. Sahada tabanı görülemeyen birim gri-koyu gri renkli marnlı ve kırıntılı karbonatlardan oluşmakta ve bol miktarda brakiyopod fosili içermektedir. Birim ilk kez Özgül vd. (1973) Ziyarettepe formasyonu olarak adlandırılmıştır. Metin vd. (1987) tarafından Devoniyen yaşında olabileceğini ileri sürülmüştür. Bu çalışmada birimden elde edilen fosillere (*Eotuberitina* sp., *Earlandia* sp., *Millerella* sp., *Eostafella* sp. ve *Medioeris* sp.) dayanarak birime Erken Karbonifer yaşı verilmiştir.

Menteş Kuvarsiti (Pm)

İnceleme alanının orta kesiminde Altinyurdu mevki, Sarıpınar tepe ve Katrançukuru tepe arasında yüzeyleyen birim açık sarı pembe renkli kuvarsitten oluşmaktadır. İlk kez Metin (1983) tarafından Mentеш Kuvarsiti olarak tanımlanan birim Ziyarettepe formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Birim Toros Kuşağında Karbonifer ile Permiyen arasında görülen uyumsuzluğu temsil etmesi bakımından kılavuz bir seviye niteliğindedir.

Yığıltepe formasyonu (Py)

Üçoluk tepe dolaylarında yüzeyleyen birim, altta orta-kalın tabakalı koyu gri-siyah renkli ve kalsit

damarlı karbonatlardan oluşmakta ve üst düzeylerde ise orta-ince tabakalı bir yapı sunmaktadır. *Mizzia* sp. fosilleri içeren birim ilk kez Demirtaşlı (1967) tarafından Yığıltepe formasyonu olarak tanımlanmıştır. Mentеш Kuvarsiti üzerinde uyumlu olarak yer alan birim, birçok bölgede direkt olarak Karbonifer veya Devoniyen yaşlı birimler üzerinde açılal uyumsuzlukla yer alır (Tutkun,1989).

Paraotokton Birimler

Aladağ Birliği

Doğu Toroslar'da yer alan Aladağlar bölgesi ilk kez Blumunthal (1952) tarafından naplı bir yapıya sahip olduğu ortaya atılmıştır. Ricou vd. (1975) Aladağlar'ı "Toros Karbonat Ekseni"nin bir parçası olduğunu belirtirken, Ricou (1980) Aladağlar bölgesinde yer alan karbonatları "Aladağ Kireçtaşı Masifi" olarak tanımlamıştır. Özgül (1976) Aladağlarda yüzeylenen karbonatları "Aladağ Birliği" olarak tanımlamıştır.

Aladağlar'da çalışma yapan Tekeli (1980) bu bölgede yüzeylenen kaya gruplarını naplara ayırmıştır. Daha sonra bu bölgede araştırma yapan birçok araştırmacı da aynı adlamayı kullanmıştır. Bu naplar; güneyden kuzeye doğru Aladağ Ofiyolit, Beyaz Aladağ, Minaretepeler, Çataloturan, Siyah Aladağ ve Yahyalı Napları'dır. İnceleme alanında, yalnız Beyaz Aladağ napında gözlenen Beyaz Aladağ formasyonu ve Sırçak Kireçtaşı'na ait kayalar görülmektedir.

Beyaz Aladağ formasyonu (Trb)

Aladağlar bölgesinde yüzeylenen bej-sarımsı gri ve kahverengimsi gri renkli orta-kalın tabakalı platform türü karbonatlar ilk kez Blumunthal (1952) tarafından "Beyaz Aladağ Formasyonu" olarak tanımlanmıştır. Tekeli (1980) ve Tekeli vd. (1983) tarafından da Beyaz Aladağ formasyonu olarak benimsenmiştir. Önceki çalışmalarda (Tekeli (1980) ve Tekeli vd. (1983)) Geyikdağı Birliği ile Aladağ Ofiyoliti

sınırında görülen karbonatlar, Jura-Erken Kretase yaşlı Sırçak Kireçtaşı olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada ise karbonatlardan alınan örneklerde foraminifer fosilleri (*Auloconus permodiscoides* (OBERHAUSER), *Aulotortus ex. gr. sinuosa* (WEYNSCHENG), *Aulotortus sp.*) elde edilmiş ve karbonatların alt bölümünün Geç Triyas yaşlı Beyaz Aladağ formasyonuna ait olduğu belirlenmiştir.

Sırçak Kireçtaşı (JKrs)

İnceleme alanının dışındaki Sırçak dağının güney bölümü ile Ceviz dağının güneyinde yüzeyleyen ve açık bej-açık sarımsı gri renkli sert dokulu şelf karbonatlarından oluşan birim, Blumenthal (1952) tarafından Beyaz Aladağ İstifi'ne dahil edilmiştir. Daha sonra Özgül (1976) Toros kuşağındaki kayaları farklı havza koşullarını yansıttıkları için tektonik birliklere ayırarak, Aladağ bölgesindeki kaya birimlerini Aladağ Birliği'ne dahil etmiştir. Tekeli vd. (1983) Beyaz Aladağ Napı'nın en üst düzeyini oluşturan şelf karbonatlarını Sırçak Kireçtaşı olarak adlandırmışlardır.

Bu çalışmada Geyikdağı Birliği ile Aladağ Ofiyoliti sınırında adalar şeklinde görülen ve önceki çalışmalarda (Tekeli (1980) ve Tekeli vd. (1983)) Jura-Erken Kretase yaşlı Sırçak Kireçtaşı olarak gösterilen karbonatların yalnız üst bölümü Jura-Alt Kretase yaşlı Sırçak Kireçtaşı'na katılmıştır. Alt bölümü ise Triyas Yaşlı Beyaz Aladağ formasyonu içinde değerlendirilmiştir.

Divrikdağı formasyonu (JKd)

İnceleme alanının yaklaşık 6 Km. güneyindeki Divrik dağı ve dolayında yüzeyleyen gri ile koyu gri renkli orta-kalın tabakalı (30-100 cm) yapı sunan kireçtaşları Tekeli vd. (1981) tarafından "Divrikdağı İstifi" olarak tanımlanmıştır. Daha sonra aynı birim Tekeli vd. (1983) tarafından "Divrikdağı formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada, inceleme alanının güney-güneybatı kesiminde görülen ve Geyikdağı Birliğine ait kayalar üzerinde tektonik olarak yer alan karbonatlarda "*Tubiphytes morroensis* CRESCENTI, *Salpingoporella sp.*, *Ophthalmidium sp.*, *Pseudocyclamina sp.*, Echinoidae, Nodosariidae ve Lamellibrans kavkı kırıkları" bulunarak birime Malm yaşı verilmiştir. Bu karbonatlar, Divrikdağı formasyonu ile aynı yaş ve fasiyese sahip olduğu için Divrikdağı formasyonuna katılmıştır.

Alloktan Birimler

İnceleme alanında görülen alloktan birimler birbirleriyle tektonik ilişkili olan Aladağ Ofiyoliti, Zamantı Metamorfiti ve Aladağ Ofiyolitli Melanjı'dır.

Bölgede yer alan metamorfik kayalar ve ofiyolitik kayalar ilk olarak Tekeli vd. (1981) tarafından Ofiyolit Napı olarak tanımlanmıştır. Ancak bu çalışmada, peridotit, gabro ve diyabaz dayklarından oluşan ofiyolitik kayalar, metamorfik

kayalardan ayırt edilmiş ve Aladağ Ofiyolit Napı olarak ele alınmıştır. Aladağ Ofiyolit Napı'nı oluşturan kaya birimleri, üstte yer alan ofiyolitik kayalar Aladağ Ofiyoliti'dir. Alttaki metamorfik kayalar ise Zamantı Metamorfiti (Krz) olarak adlandırılmıştır.

Aladağ Ofiyolitli Melanjı (Kra)

İnceleme alanında yer alan ve bol miktarda ofiyolitik gereçler içeren birim, ilk olarak Tekeli (1981) tarafından ayrıntılı biçimde incelenerek "Aladağ Ofiyolitli Melanjı" olarak adlandırılmıştır. Yapılmış olan diğer çalışmalarda ise ayrı bir birim olarak ayırt edilmeden Aladağ Ofiyolitleri'ne katılmıştır.

Bu çalışmada, birimin Altınyurdu mevkii ile Ovacık tepe arasında da yüzeylendiği ilk kez saptanarak haritalanmıştır (şekil 2). İnceleme alanında ilk kez belirlenen ofiyolitli melanja ait kayalar, Geyikdağı Birliği'ne ait kayalar üzerinde tektonik bir dokanakla yer almaktadır. Önceki çalışmalarda Aladağ Ofiyolitli Melanjı'nın çökme dokanaklı olduğu belirtilmesine karşın, bu çalışmada ilk kez birimin, alttaki diğer tüm birimlerle arasında ezik zonlar saptanmış ve altındaki birimlerle tektonik dokanaklı olduğu ortaya koyulmuştur. Çapan (1977)'deki tanım genel olarak kabul görmektedir. Bu nedenle ofiyolitli melanjın altındaki birimlerle ilişkili dokanağının çökme dokanaklı değil, tektonik dokanaklı olması gerektiği sonucuna varılmıştır (M. TUNÇ, 2003 C.Ü. ve A. YILMAZ, 2003, C.Ü. Sözlü Görüşme).

Ofiyolitli Melanj içerisinde serpantinleşmiş ultrabazik kayalar, gabro, diyabaz, tüfit, proklastik kayalar, radyolarit, çamurtaşı ve çörtlü pelajik kireçtaşları ve siğ ortama ait kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Ovacık tepe ve Sarıpınar tepede çörtlü pelajik kireçtaşı yüzeylemeleri görülmektedir. Bu birimlerden alınan kireçtaşı örneklerinin ince kesitlerinde Santoniyen yaşını veren fosiller (*Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO, *Dicarinella sp.*, *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMANN), *Globigerinidae*) ilk kez saptanarak birime Santoniyen yaşı verilmiştir. Daha sonra bu karbonatlardan Ovacık tepe ve Sarıpınar tepe ölçülü stratigrafi kesitleri alınmıştır. Ovacıktepe (Şekil 5) ve Sarıpınartepe (Şekil 6) ölçülü kesitlerinde elde edilen örneklerde de Geç Kretase yaşını veren birçok pelajik fosil (*Preoglobotruncana sp.*, *Goupillaudina sp.*, *Heterohelix sp.*, *Hedbergella sp.*, *Globotruncana sp.*) elde edilmiştir. Önceki çalışmalarda Senoniyen yaşında olduğu belirtilen birimde, Santoniyen yaşının ilk kez bulunması birimin bölgeye Santoniyen'den sonra yerleştiği gerçeğini ortaya koymaktadır.

Aladağ Ofiyoliti (Krao)

İnceleme alanını da içine alan geniş bir bölgede çalışma yapan Blumenthal (1952), bu bölgedeki ofiyolitleri, Mesozoyik kireçtaşları içerisindeki Eosen transgresyonundan önce yerleşmiş intrüzyonlar olarak yorumlamıştır. Torosları tektonik birliklere ayırmış olan Özgül (1976) ise Aladağ bölgesindeki ofiyolitik kayalarını Bozkır Birliği içinde göstermiştir. Tekeli (1980) ise "*Toroslar'da, Aladağların Yapısal Evrimi*" adlı çalışmasında ilk olarak ofiyolitli melanj ile peridot napını birbirinden ayırarak haritalamıştır. Daha sonra bu bölgenin jeoloji haritasını (Kozan-J20 paftası) yapan Tekeli vd. (1987) bölgede yüzeyleyen ofiyolitik kayaları "Aladağ Ofiyoliti" olarak adlandırmıştır. İnceleme alanının güney ve güneybatı kesiminde yüzeyleyen birim, serpantinleşmiş mafik ve ultramafik bileşimli kaya topluluğundan oluşmaktadır. Bu birim içerisinde görülen kayalar; serpantinleşmiş peridotit, harzburjit, dunit, gabro ve diyabaz dayklarından oluşmaktadır. Birim, çalışma alanının orta ve güney bölümünde Aladağ Ofiyolitli Melanji'nin ve güneydoğuda Geyikdağı Birliği'ne ait kayaların üzerinde tektonik bir dokanakla yer almaktadır.

Zamantı Metamorfiti (Krz)

Çalışma alanının orta-güney bölümde Faraşa, Karaköy ve Delialıuşağı dolaylarında, Aladağ Ofiyolitli'nin Aladağ Ofiyolitli Melanji ile olan sınırında metamorfik bir dilim görülmektedir. Ovacık tepe ve Altınyurdu mevkiinde görülen Aladağ Ofiyoliti ile Aladağ Ofiyolitli Melanji sınırda metamorfik dilime rastlanmamıştır. Radyolaritik kayaların metamorfizmaya uğraması sonucu oluşan birim, bu çalışmada Aladağ Ofiyolitli'nden ayırt edilerek Zamantı Metamorfiti olarak adlandırılmıştır.

Örtü Kayaları

Zebil formasyonu (Tz)

Birim, inceleme alanının orta bölümlerinde yer alan Faraşa ve Delialıuşağı köylerinin kuzeyinden başlayarak, kuzeye doğru geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Kaba çakıldan ince kum hatta silt boyu malzemedan oluşan bir kırıntılı kaya topluluğundan oluşan birim ilk olarak Ulakoğlu (1984) tarafından Zebil formasyonu olarak adlanmıştır. Daha sonraki birçok araştırmada da aynı ad benimsenmiştir.

İnceleme alanında yaklaşık yatay konumlu olan Zebil formasyonu, Faraşa köyü dolaylarında Geç Kretase yaşlı Aladağ Ofiyolitli Melanji'nin çalışma alanının güneybatısında Taşteknne tepe ile kuzeyde Kayapınar sırtı dolaylarında ise Aladağ Ofiyolitli'nin üzerinde uyumsuz bir dokanakla yer alır. Birimin yaşı, Ulakoğlu (1984) tarafından, kapsadığı *Ostrea cressissima* LAMARK ve Gastropoda iç-kalıpları ve linyit tabakası içinde saptanan polen türleri'ne göre Alt Miyosen olarak saptanmıştır.

Alüvyon (Qal)

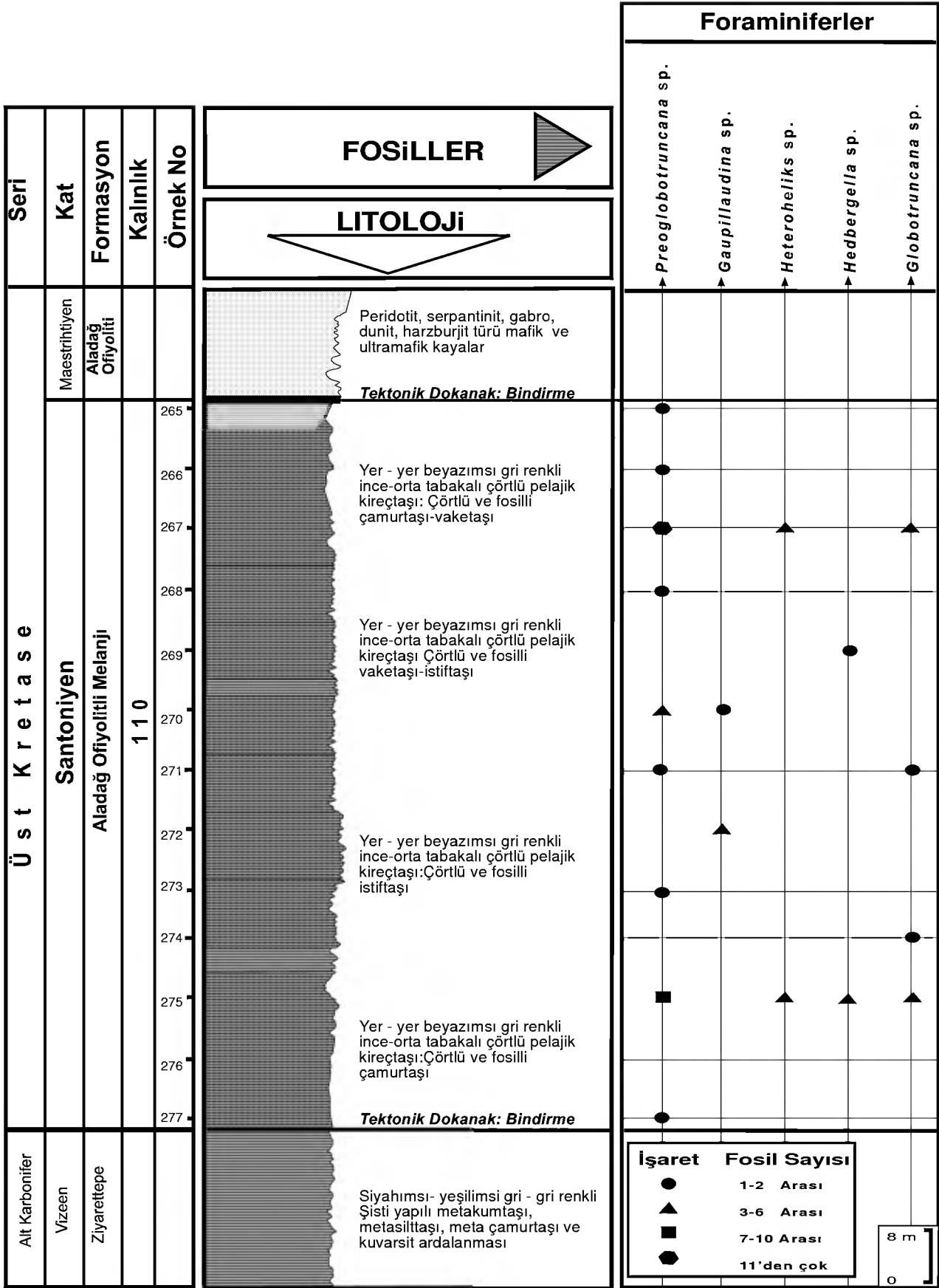
İnceleme alanında yer alan dere yatakları ile kuru derelerde görülen ve kendinden yaşlı birimlerden türemiş çakıl, kum ve kil boyutundaki kırıntılı bileşenlerden oluşan alüvyonlar, hemen hemen daha yaşlı tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

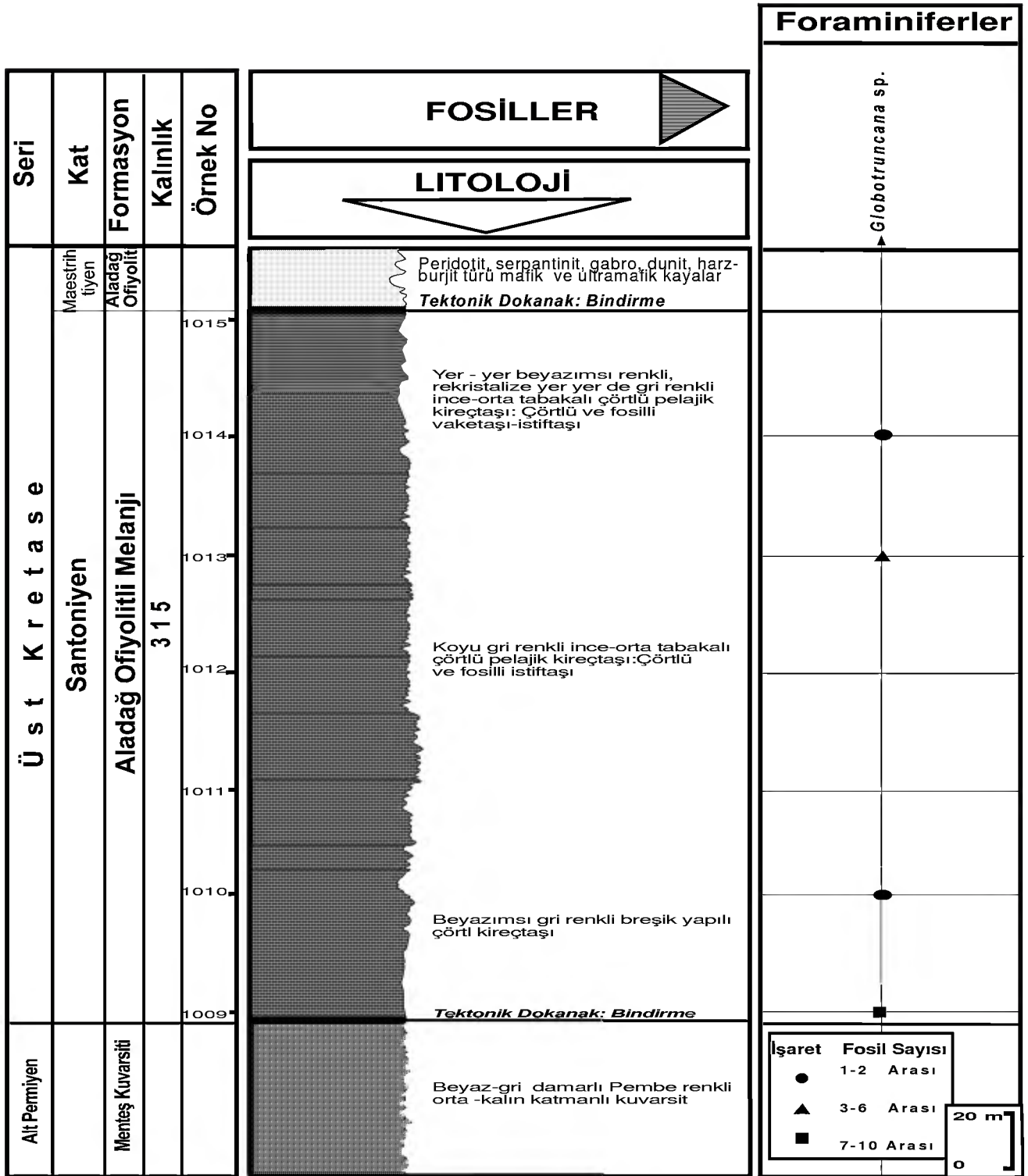
Doğu Toroslar'da Ceviz dağı ile Elma dağı (Aladağlar bölgesi) arasında kalan ve yaklaşık 140 km²'lik bir yüzölçüme sahip çalışma alanının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak, bu alanın stratigrafisi ortaya konulmuştur. Aladağlar Bölgesi'nde otokton, paraotokton ve allokton kaya birimleri yer almakta olup, bu üç kaya grubuna ait birimler inceleme alanında da yüzeylenmektedir. Bu nedenle inceleme alanında yüzeylenen birimlerin stratigrafik konumu; otokton, paraotokton ve allokton kaya birimleri ile örtü birimleri olarak incelenmiştir.

İnceleme alanında yer alan otokton kaya birimleri; Geyikdağı Birliği (Özgül,1976) olarak tanımlanan kayaların bir bölümüdür. Otokton birimlerin alt bölümü; Alt Kambriyen, siyah renkli şist, metaçamurtaşı ve metakumtaşı ardalanmasından oluşan Emirgazi formasyonu (Çe), ile temsil edilmektedir. Uste doğru Orta Kambriyen yaşlı yer yer dolomitik, koyu gri-gri renkli rekristalize kireçtaşından oluşan Değirmentaş formasyonu (Çd), onun üzerinde kuvarsit damarlı şeyl, kahverengi-sarı-gri renkli bantlı ince-orta tabakalı kalkşist ve kuvars damarlı parlak gri-gri renkli yumrulu kireçtaşından oluşan Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Armutludere formasyonu (ÇOa) yer almaktadır. Armutludere formasyonunun üzerinde Alt Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonu (Cz) yer alır. Metin vd. (1987) tarafından bu formasyonun yaşının, Devoniyen olabileceği ileri sürülmüştür. Bu çalışmada ise birimden elde edilen fosillere (*Eotuberitina* sp., *Earlandia* sp., *Millerella* sp., *Eostafella* sp. ve *Medioeris* sp.) dayanarak birime Alt Karbonifer yaşı verilmiştir. Bu alt bölüm üzerinde ise uyumsuz bir dokanakla Alt Permiyen yaşlı Menteş Kuvarsiti ve üzerinde ise Üst Permiyen yaşlı koyu gri-siyah renkli ince tabakalı sert dokulu kireçtaşından oluşan Yığılítepe formasyonu yer almaktadır.

İnceleme alanının batısında yer alan paraotokton kaya birimleri ise Aladağ Birliği'ne (Özgül, 1976) ait karbonatlı kayalar olup, çok sayıda naptan oluşmaktadır. İnceleme alanında Beyaz Aladağ napında Beyaz Aladağ formasyonu ve Sırçak Kireçtaşına ait karbonatlı kayalar görülmektedir. Önceki çalışmalarda bu karbonatlar Jura Alt Kretase yaşlı Sırçak



Şekil 5: Ovacıktepe ölçülü stratigrafi kesiti.
Fig 5: Ovacıktepe measured stratigraphic columnar section.



Şekil 6: Sarıpınar-tepe ölçülü stratigrafik kesiti
Fig 6: Sarıpınar-tepe measured stratigraphic columnar section

Kireçtaşı'na katılmasına karşın, inceleme alanında Üst Triyas yaşlı Beyaz Aladağ formasyonununun karbonatların da bulunduğu tespit edilmiştir. İnceleme alanında yer alan allokon birimler, altta Üst Kretase (Santoniyen) yaşlı Aladağ Ofiyoliti Melanji (Kro), üzerinde tektonik bir dokanakla yer

alan ve ilk kez bu çalışmada adlandırılan Zamantı Metamorfiti (Krz) ve en üstte tektonik bir dokanakla yer alan Aladağ Ofiyoliti (Krao)' dir Aladağ Ofiyoliti ile Geyikdağı Birliği'ne ait kayalar arasında Aladağ Ofiyoliti

Melanji yer aldığı halde önceki çalışmalarda bu durum saptanmamış, ancak birim içerisindeki kireçtaşı bloklarının yaşı Jura-Kretase olarak tanımlanmıştır. İlk kez bu çalışmada, Aladağ Ofiyolitli Melanji'nin en üst düzeylerinde yer alan karbonat bloklarından alınan örneklerde *Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO, *Dicarinella* sp., *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMANN), Globigerinidae fosilleri saptanmış ve Aladağ Ofiyolitli Melanji'nin Üst Kretase (Santoniyen) yaşında olduğu ve tabanda yer alan otokton ve paraotokton konumlu tüm kayalar üzerinde tektonik bir dokanakla yer aldığı saptanmıştır. Önceki çalışmalarda Senoniyen yaşında olduğu belirtilen birimde Santoniyen yaşının ilk kez saptanmış olması, birimin bölgeye Santoniyen'den sonra yerleştiğini ortaya koymaktadır.

KATKI BELİRTME

Çalışmalarını destekleyen Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na, stratigrafik sorunların çözümündeki katkıları için Prof.Dr.Mahmut TUNÇ ve Prof.Dr. Ali YILMAZ'a, Üst Kretase yaşlı fosillerin tanımlanmasındaki katkıları için Yrd.Doç.Dr.Mehmet AKYAZI'ya, Mesozoyik yaşlı foraminiferlerin tanımlanmasındaki katkıları için Sn. Kemal ERDOĞAN'a (M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi) ve Paleozoyik yaşlı foraminiferlerin tanımlanmasındaki katkıları için Sn. Cengiz OKUYUCU'ya (M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi) teşekkür ederim.

Geliş tarihi : 08.01.2007

Kabul tarihi: 09.05.2007

KAYNAKLAR

Aksay, A., 1980, Toroslar'da fasiyes yönünden farklı bir Erken Karbonifer istifi (Aladağ bölgesi): TJK Bült., c.23, s. 193-199.

Atabey, E., 1993, Gürün Otoktonu'nun stratigrafisi (Gürün-Sarız arası) Doğu Toroslar - GB Sivas, TJK Bült., C.36, s. 99-113.

Ayhan, A., 1988. Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi (Kozan-J 21 Paftası), MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi yayını, Ankara.

Blumenthal, M., 1952, Das taurische-Hochgebirge des Aladağ, neuere Forschungen seiner Geographie, Stratigraphie und Tektonik: Maden Tetkik ve Arama enst., Seri D, 6, 136 s.

Çapan, Z.U., 1977, Ofiyolit Olgusu. Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Konferansı Dizisi.1-3

Demirtaşlı, E., 1967. Pınarbaşı-Sarız-Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostratigrafi birimleri ve petrol imkanları. MTA Rap., 3489 (yayınlanmamış), Ankara.

Işık, A., 1981, Nohutluk Tepe Alt Karbonifer istifinin foraminifer biyostratigrafisi (Aladağ bölgesi, Doğu Toroslar): TJK Bült., c.24/2, s. 79-84.

Metin, S., 1983, doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi), Armutlu ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının jeolojisi (doktora tezi): İ.Ü. Mühendislik Fak. Jeol.Müh. Böl. İstanbul.

Metin, S., Ayhan, A. ve Papak, İ., 1982, Doğu Toroslar'ın batı kesiminin jeolojisi (G-GD Türkiye), MTA Dergisi, Sayı 107, s.1-12.

Metin, S., Ayhan, A. ve Papak, İ., 1987, Doğu Toroslar'ın batı kesiminin jeolojisi (G-GD Türkiye), MTA Dergisi, Sayı 107, s.1-12.

Özgül, N., Metin, S., Göğer, E., Bingöl, İ., Baydar, O. ve Erdoğan, B., 1973. tufanbeyli dolayının Kambriyen Tersiyer kayaları. Türkiye Jeol., Kur., Bült., 16/1, s.82-100.

Özgül, N., (1976). Toroslar'da bazı temel jeoloji özellikleri. T.J.K Bülteni C.19, s. 65-78.

Özgül, N., 1983, Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. Geology of the Taurus Belt, da., Proceedings Int.Sym., 26-29 september, Ankara-Turkey.

Ricou, L-E, Argyriadis, İ. And Marcoux, J., 1975, L'axe calcaire du Taurus; un alignement de fenêtres arbu-africaines sous les nappes radiolaritiques, ophiolitiques et metamorphiques: Bull. Soc.Geol. Fr., (7), 17, 1024-1044

Ricou, L-E, 1980, Toroslar'ın Helenidler Zagridler Arasındaki Yapısal Rolü, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bült., c. 23, 101-118.

Şenel, M., 1999, Toros kuşağındaki yapısal birimlerin stratigrafik ve yapısal özellikleri, bu birimlerin yeniden tanımlanması, TJK Bild. Kitabı, s. 376, Ankara.

Tekeli, O., 1980, Toroslarda, Aladağların yapısal evrimi: TJK Bült., c.23/1, s. 11-14.

Tekeli, O.ve Eler, A., 1980, Aladağ ofiyolit dizisindeki diyabaz dayklarının kökeni: TJK Bült., c. 23/1, s.15-20.

Tekeli, O., 1981, Toroslarda Aladağ ofiyolitli melanjin özellikleri: TJK Bült., c. 24/1, s. 57-64.

Tekeli, O., Aksay, A., Evren-Ertan, İ., Işık A. and Ürgün, B.M., 1981, Toros Ofiyolit Projesi, Aladağ projesi, M.T.A. Der. Rap. No. 6976, s. 1-132 (yayınlanmamış)

Tekeli, O., Aksay, A., Ürgün, B.M. and Işık A., 1983, Geology of the Aladağ Mountains: Geology of the Taurus Belt, da., Proceedings Int.Sym., 26-29 september, Ankara-Turkey.

Tekeli, O., Ayhan, A. ve Ürgün, B.M., 1987, Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi (Kozan-J 20

- Paftası), MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi yayını, Ankara.
- Tutkun,Z., 1989. Saimbeyli (Adana) yöresinin tektonik özellikleri. Jeoloji Mühendisliği Derg., 34-35, s.57-63.
- Ulakoğlu, S,1984, Aladağlarda Yahyalı (Kayseri) Bölgesinin Jeolojisi: İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi 4/1-2, 1-44.
- Varol, B., 1986, Kazancı, N. ve Altınar, D., Doğu Toroslar Otokton Geyikdağı Birliğinde Orta-Üst Triyasın varlığı (Sarız-Tufanbeyli yöresi, Kayseri) MTA Dergisi, sayı 107, s.169-170.
- Varol, B., 1992, Doğu Toroslar Geyikdağı Birliğinde Orta Devoniyen (Şafaktepe Fm.) dolomitlerinin petrografisi ve kökeni (Tufanbeyli-Saimbeyli), MTA Dergisi, Sayı:114, s.37-46.
- Yılmaz, A. ve diğ., 1993, Doğu Toroslar'da Uzunyayla ile Beritdağı arasının jeolojik yapısı: TPJD Bült., c. 5/1, s, 69-87.

LEVHA

Şekil 1, 4, 5, 8, 9, 11, 12. *Praeoglobo-truncana* sp.;

1. Örnek no. 267, ince kesit no. 267
4. Örnek no. 275, ince kesit no. 275
5. Örnek no. 275, ince kesit no. 275
8. Örnek no. 267, ince kesit no. 267
9. Örnek no. 267, ince kesit no. 267
11. Örnek no. 267, ince kesit no. 267
12. Örnek no. 275, ince kesit no. 275

Şekil 2, 3. *Gaupillaudina* sp.;

2. Örnek no. 272, ince kesit no. 272
3. Örnek no. 272, ince kesit no. 272

Şekil 6. *Heterohelix* sp.;

Örnek no. 275, ince kesit no. 275

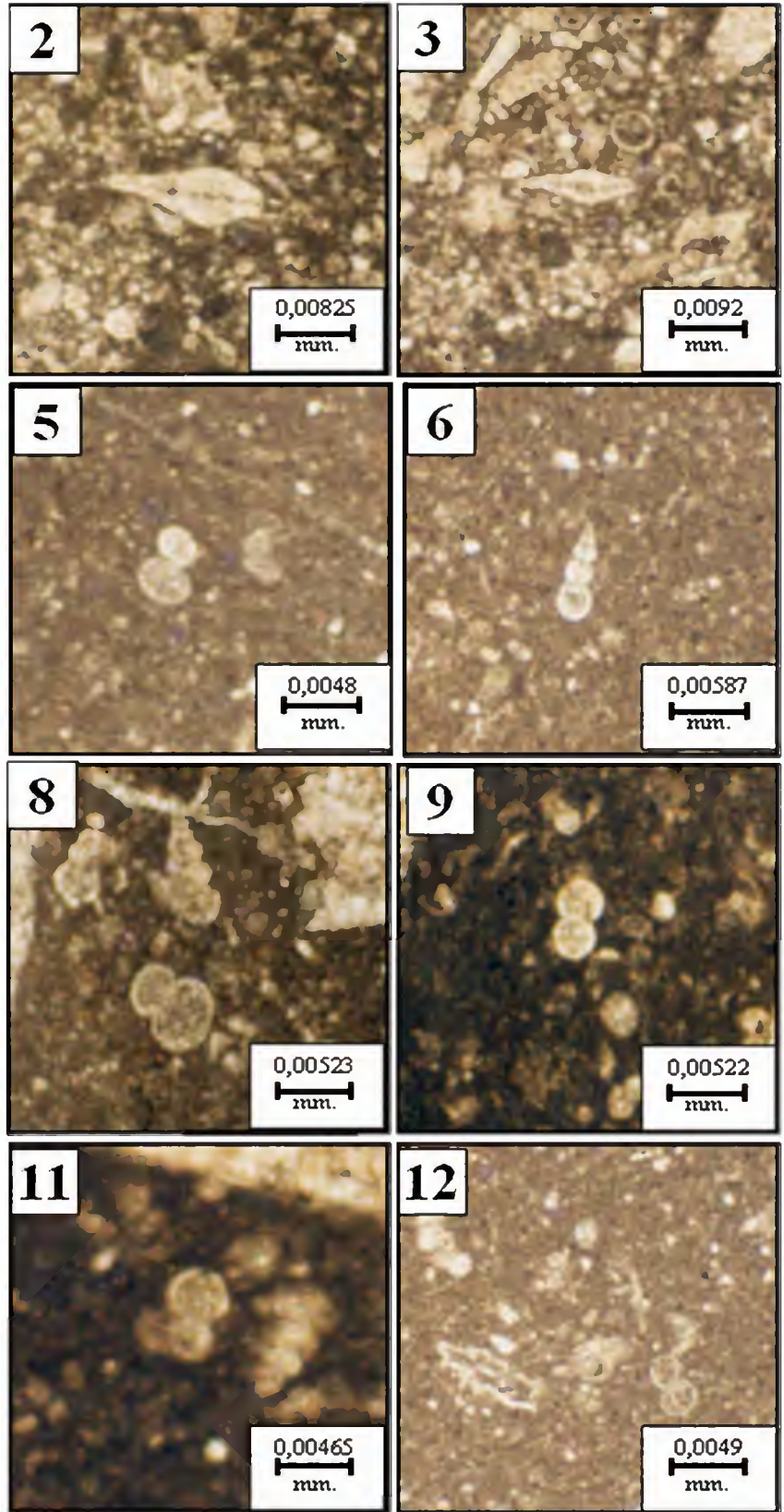
Şekil 7. *Hedbergella* sp.;

Örnek no. 275, ince kesit no. 275

Şekil 10. *Globo-truncana* sp.;

Örnek no. 276, ince kesit no. 276

LEVHA



BOĞAZKAYA (MECİTÖZÜ-ÇORUM) BÖLGESİNİN STRATİGRAFİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

THE STRATIGRAPHIC AND TECTONIC CHARACTERISTICS OF THE BOĞAZKAYA (MECİTÖZÜ-ÇORUM) REGION

Zafer AKPINAR
Fikret KOÇBULUT
Ali ÖZTÜRK

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas
Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas
Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

ÖZ: Mecitözü (Çorum) ilçesine bağlı Boğazkaya köyü ve çevresini kapsayan inceleme alanının temelinde, yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş şist, fillit, metaofiyolit, metavolkanit, metasedimanter ve mermer gibi kayaç topluluklarından oluşan Tozanlı Karmaşığı yer almaktadır. Bu temel üzerinde, genelde masif görümlü, fosilli mikritik kireçtaşlarından yapıları Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu açılı uyumsuz olarak bulunmaktadır. Ferhatkaya Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alan Alt Eosen?-Lütésiyen yaşlı Çekerek formasyonu ise, Kozluca ve Kuzalan Kireçtaşı üyelerinden oluşmaktadır. Çakıltası, fosilli-çakıllı kumtaşı, fosilli-kumlu kireçtaşı, silttaşı, kiltası ve marn aralanmasından oluşan Kozluca üyesi, temeldeki metamorfik birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Bol fosilli kireçtaşlarından oluşan Kuzalan Kireçtaşı Üyesi ise, Kozluca Üyesi üzerinde uyumlu olarak bulunmakta ve Ferhatkaya Formasyonu'na ait kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tüm bu birimler üzerinde de açılı uyumsuzlukla Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı genelde çimentolanmamış ya da yer yer çok gevşek-gevşek çimentolu çakıltılarından meydana gelen Çerkeş Formasyonu ve alüvyonlar yer almaktadır.

Çalışma alanının tektonik deformasyon biçimi, temel ve örtü kayalarını içeren bindirme sistemleri ile denetlenmektedir. Permo-Triyas yaşlı Tozanlı Karmaşığı ve Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonuna ait birimler KKB-GGD doğrultulu sıkışmanın güdümünde Lütésiyen yaşlı istif üzerine bindirmiştir. Orta Eosen ya da sonrası deformasyon ise, DKD-BGB doğrultulu kıvrımlar ve bindirme fayları ile temsil edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mecitözü (Çorum), Stratigrafi, Tektonik.

ABSTRACT: Study area is situated at Boğazkaya village (Mecitözü-Çorum) and its surroundings. In this area, Tozanlı complex represents the basement unit that consist of shists, fillites, metaophiolites, metavolcanites, metasedimentary units and marbles are in high pressure-lower temperature meatomorphism. The basement units are overlain by an angular disconformity with Upper Berriasian massive and fosilliferous micritic limestones; named as Ferhatkaya formation. Lower Eocene?-Lutetian aged Çekerek formation overlies the Ferhatkaya formation with the angular disconformity which formed by two members such as Kozluca and Kuzalan limestones. Kozluca member is consist of fosilliferous and conglomeratic sandstones, fosilliferous and sandy limestones, siltstones, claystones and marnes. This unit is overlain by Tozanlı complex with the overthrusts. Kuzalan member is the upper unit of the Çekerek formation, which formed by fosilliferous limestones and overlain by the Ferhatkaya formation with the thrust faults. Upper Miocene-Pliocene aged Çerkeş formation conglomerates overlie the older stratigraphic units with angular disconformity and Quaternary alluviums.

The tectonic deformation style of the study area is controlled by the thrust system between basement and cover rock units. Permo-Triassic aged Tozanlı complex and Upper Jurassic-Lower Cretaceous (Upper Beriasian) aged Ferhatkaya formation overthrusts the Middle Eocene (Lutetian) aged sequences with NNW to SSE trending compressional system. Middle Eosen and/or post Eosen deformation is represented by ENE-WSW directed fold axis and thrust faults.

Key words: Mecitözü (Çorum), Stratigraphy, Tectonics.

GİRİŞ

Coğrafi konum olarak Amasya ilinin yaklaşık 40 km güneybatısında, Mecitözü (Çorum)-Amasya arasında 154 km² lik bir alana yayılan, bölgesel jeolojik konum olarak Kırşehir masifinin kuzeydoğu kesiminde, Pontid ve Anatolid kuşaklarının birbirine yaklaştığı bir alanda, Sakarya kıtası üzerinde yer alan (Şekil 1) inceleme alanındaki temel kayaçları niteliğindeki metamorfik kayaçlar ve bunlar üzerinde yer alan sedimanter kayaçların stratigrafik ve yapısal konumlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

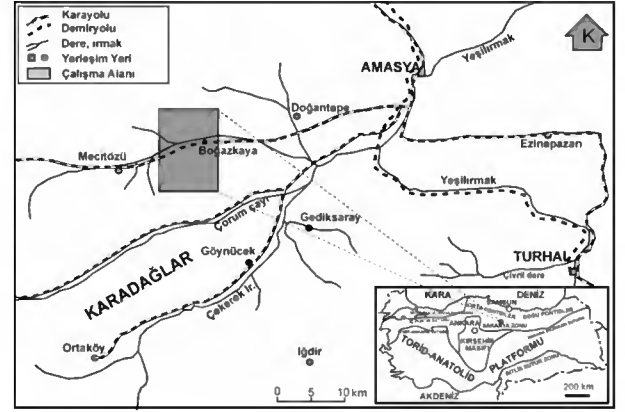
İnceleme alanı ve yakın çevresinde değişik amaçlı birçok jeolojik araştırma yapılmıştır. Bölgedeki birimlerin oluşumu ve tektonik evrimi ile ilgili olan bu çalışmalarda, birçok jeolojik sorun irdelenmiştir ve çözüme yönelik yayınlar yapılmıştır (Alp, 1972; Öztürk 1979; Öztürk 1980; Özcan ve diğerleri 1980; Görür ve diğerleri 1983; Yılmaz 1984; Barka 1984; Seymen 1991; Şengör ve Barka 1992; Seymen 1993; Temiz ve diğerleri 1993; Tüysüz 1993; Rojay 1993; Dirik 1994; Tatar ve diğerleri 1995; Bozkurt ve Koçyiğit 1996; Erdoğan ve diğerleri 1996; Yılmaz ve diğerleri 1997a; Yılmaz ve diğerleri 1997b; Üstüntaş ve İnceöz 1999; Chorowicz ve diğerleri 1999; Barka ve diğerleri 2000; Kaymakçı 2000).

İNCELEME ALANININ STRATİGRAFİSİ

Tozanlı Karmaşığı (PTtk)

Çalışma sahasındaki metamorfik birimleri Seymen (1991,1993) Tokat Masifi içerisinde Tozanlı Karmaşığı olarak adlandırmıştır ve bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır. Bölgede temeli oluşturan metamorfik birimler çalışma alanının güneyinde Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonuna ait kireçtaşları tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir. İnceleme alanının kuzeyinde Beke ve Figani köyleri arasında ise bu iki birim arasındaki dokanak tektoniktir. Ayrıca bu kesimde Tozanlı Karmaşığı KKB-GGD yönünde Lütésiyen yaşlı Çekerek Formasyonuna ait birimler üzerine bindirmiştir (Şekil 2).

Bölgedeki metamorfik kayaçlar hornblend-epidot-klorit şist, amfibol-epidot-klorit şist, amfibol-kuars şist, kalkşist, metavolkanit, metakumtaşı, serisit-kuars fillit, orto fillit, metabazit, metasilttaşı ve mermerlerden oluşmaktadır (Şekil 3). Bu birimler çoğunlukla yeşil, mavimsi, kahverengi, grimsi krem renkli olup genellikle kıvrımlı-kırıklı ve ayrılmış bir yapıya sahiptirler. Yer yer düzenli yapraklanma düzlemleri mevcuttur ve çok karmaşık bir dizilim sunmaktadırlar. Masif bir görünümüne sahip olan mermerler oldukça iri kristallerden oluşmakta iken; metavolkanitler birim içerisinde Bu çalışmada birimin yaşını belirleyecek bir veri elde edilememiştir, ancak önceki çalışmalarda bu masif



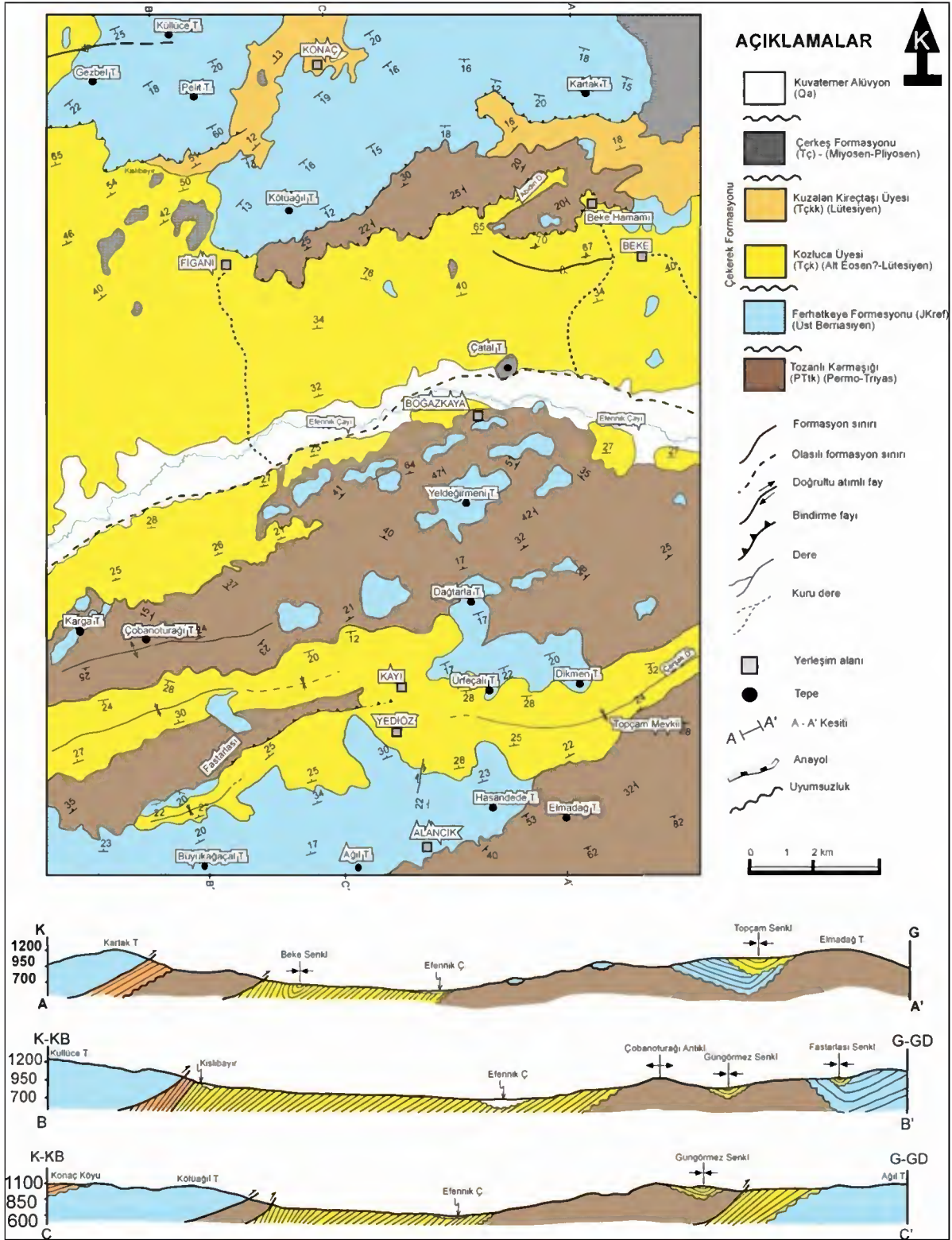
Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.
Figure 1. Location map of the study area.

kütleler şeklinde gözlenmekte, şistler ise yapraklanmalı bir yapı sunmaktadırlar. Birimin yaşı Permo-Triyas (Özcan ve diğerleri, 1980; Tekeli, 1981; Temiz ve diğerleri, 1993) ve Permiyen öncesi (Öztürk, 1979; Seymen, 1991,1993) olarak belirlenmişlerdir. Birimin genel olarak ada yayı ortamında (yay önü havzası, yay arası ve yay gerisi) gelişmiş, fakat nisbeten daha yüksek sıcaklıkta metamorfizma koşullarından etkilenmiş bir metavolkanotortul istif olduğu (Özcan ve diğerleri, 1980; Tekeli, 1981; Okay, 1983); melanj niteliğindeki bu birimin yeşilşist fasiyesi koşullarında başkalaşım geçirmiş yitim kuşağı prizması olduğu (Koçyiğit ve Tokay, 1985), ya da birimin dalma-batma işlevleri ile deforme olmuş ve yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş okyanusal kabuk ve üst manto ürünü litolojiler ile değişik okyanusal ve kıta kenarı kayaçlardan yapıldığı (Seymen, 1991;1993) gibi farklı görüşler mevcuttur.

Ferhatkaya Formasyonu (JKraf)

Amasya yöresindeki sığ Üst Berriasiyen yaşlı denizel karbonatlar için Ferhatkaya Formasyonu adlanması ilk olarak Alp (1972) tarafından yapılmıştır. Bu birim, çalışma alanının güneyinde kendisinden yaşlı birimler (Tozanlı Karmaşığı) üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alırken, kendisinden genç birimler (Çekerek Formasyonu) tarafından da açılı uyumsuzlukla örtülmektedir. Kuzeyde ise Gezbel ve Pelit tepe ile Kartak tepenin güney etekleri boyunca kendisinden genç birimler (Alt Eosen?-Lütésiyen yaşlı Çekerek Formasyonu) üzerine bindirmektedir. Bununla birlikte Beke ve Figani köyleri arasında Tozanlı Karmaşığı ile Ferhatkaya Formasyonu arasındaki dokanak da bindirmelidir (Şekil 2).



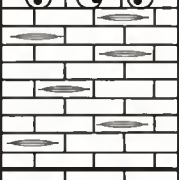
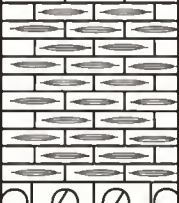

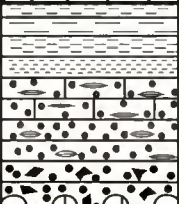
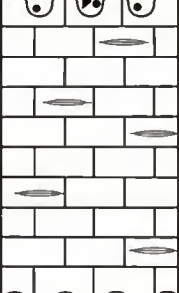
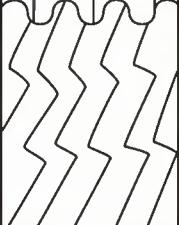
Ferhatkaya Formasyonu inceleme alanında gri, krem, siyahimsi gri, pembemsi renkli yer yer düzenli katmanlanma (orta-kalın)



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası ve enine kesitleri.
Figure 2. Geological map and cross-sections of study area.

sunan çoğunlukla masif görümlü bol kırıklı çatlaklı fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu birim içerisinde alınan kayaç örneklerinin petrografik incelemeleri sonucunda, birimin

genelde mikritik kireçtaşlarından oluşmuştur. Çalışma alanındaki yüzlemlerden alınan kayaç örnekleri içerisinde *Remaniella murgeanui* POP, *Calpionellopsis simplex* COLOM, foraminiferlerden

YAŞ	GURUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
						LİTOLOJİK	PALEONTOLOJİK
Kv				Qal		Alüvyon	
Miosen- Pliyosen		Çerkeş		Tç		Kahve, gri renkli Gevşek çimentolu çakıltaşı	
Üst Jura- Alt Kretase	Amasya	Ferhatkaya		Jkraf		Gri, krem, siyahımsı gri pembe renkli Fosilli mikritit kireçtaşı. TD	Remaniella murgerini POP Calpionelopsis simplex COLOM Trocholina elongata LEUPOLD Pseudocyclammina lituus YKOYAMA Protopenneroplis sp. Trocholina sp. Pseudocyclammina sp. Textularidae, Radiolaria, Bryozoa Bol onkolit, Bol mercan Sünger spikülleri
Orta Eosen (Lüttesiyen)		Çererek	Kuzalan Kireçtaşı	Tçkk		Ak, krem, pembe renkli Bol Fosilli kireçtaşı	Asterigerina rotula KAUFMAN Gyroidina manga Le CALVEZ Sphaerogypsina globuna REUSS Discocyclina sella (d' Archiac) Nummulites sp. Lochartia sp. Discocyclina sp. Rotalia sp.
Permo-Triyas	Tozanlı Karmaşığı			PT tk		Yeşil, mavi, krem kahverenkli şist, fillit, mermer, metavolkanit metasedimanter metaofiyolit. TD	
Alt-Orta Eosen		Çererek	Kozluca	Tçk		Yeşil, kırmızı, gri, ak, krem renkli Marn, kiltası, silttaşı, kumlu-fosilli kireçtaşı, fosilli-çakıllı kumtaşı, taban çakıltaşı	Nummulites sp. Turritella sp. Natica sp. Lucina sp. Velates sp. Ostrea sp. Viviparus sp. Cardium sp. Annelidae
Üst Jura-Alt Kretase	Amasya	Ferhatkaya		Jkraf		Gri, krem, siyahımsı gri pembe renkli Fosilli mikritit kireçtaşı.	Remaniella murgerini POP Calpionelopsis simplex COLOM Trocholina elongata LEUPOLD Pseudocyclammina lituus YKOYAMA Protopenneroplis sp. Trocholina sp. Pseudocyclammina sp. Textularidae Radiolaria Bryozoa Algütinant form. Bol onkolit Bol mercan Sünger spikülleri
Permo-Triyas	Tozanlı Karmaşığı			PT tk		Yeşil, mavi, krem kahverenkli şist, fillit, mermer, metavolkanit metasedimanter metaofiyolit.	

Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafi kesiti.
Figure 3. Generalized tectonostratigraphic section of study area.

Trocholina elongata LEUPOLD, *Pseudocyclammina lituus* YOKOYAMA, *Trocholina* aff. *elongata* LEUPOLD, *Protopenneroplis* sp., *Trocholina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Textularidae*, ayrıca *Radiolaria*, *Bryozoa*, *bol onkolid*, *bol mercan* ve *sünger spikülleri* gibi fosiller bulunmuştur. Bu fosil topluluğuna göre birime Üst Berriasiyen yaşı verilmiştir. Birim, petrografik özelliklerinden dolayı ve içindeki fosillerin yaşama ortamlarına göre kısmen yüksek enerjili (sığ çalkantılı) kıyı ortamı ile sığ kıyı ortamının korunaklı-duraylı alanlarında çökelmiştir.

Çekerek Formasyonu (Tç)

Çalışma sahasında transgresif olarak bulunan, güneyde Ferhatkaya Formasyonu'na ait birimleri açılı uyumsuzlukla örten, kuzeyde ise Ferhatkaya Formasyonu ve Tozanlı Karmaşığı tarafından bindirme ile üzerlenen taban konglomerası, fosilli-çakıllı kumtaşı, kumlu-fosilli kireçtaşı, siltaşı, kiltası, marn aralanması ile bol fosilli kireçtaşlarından oluşan, kıvrımlı bir yapı sunan, jips ara katkıları ve kömür bantları içeren Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı kayalar ilk kez Özcan ve diğerleri (1980) tarafından Çekerek Formasyonu olarak adlandırılmıştır ve bu birim Kozluca Üyesi ve Kuzalan Kireçtaşı Üyesi şeklinde iki üyeye ayrılmıştır.

Kozluca Üyesi (Tçk)

Kozluca Üyesi'ne ait kireçtaşları inceleme alanının güneyinde, Ferhatkaya Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla bulunmaktadır. Kayı köyü ile Fas Tarlası arasındaki bölgede ise Tozanlı Karmaşığına ait metamorfikler tarafından KB-GD yönlü bir bindirme ile üzerlenmektedir. İnceleme alanının kuzey kesimlerinde Beke ve Figani köyleri arasındaki bölgede, Tozanlı Karmaşığı Kozluca Üyesi'ne KKB-GGD yönünde bindirmektedir. Bu bölgedeki katmanlar bindirmenin etkisiyle kıvrılmış, dikleşmiş ve devrik bir yapı kazanmıştır (Şekil 4). Ayrıca çalışma sahasının kuzeybatı kesiminde, Gezbel tepenin güneyi boyunca da Kozluca Üyesi Ferhatkaya Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir ve bu kesimdeki katmanlarda bindirmenin etkisiyle dik bir yapı kazanmışlardır.

Çekerek Formasyonu'nun Kozluca Üyesi alttan üste doğru yeşil, bordo şarabi, gri, siyahımsı gri, sarımsı, sarımsı kahve, beyaz-krem reklı, düzgün katmanlı (orta-kalın), genelde KB'ya eğimli çakıltası, fosilli çakıllı kumtaşı, fosilli kumlu kireçtaşı, siltaşı, kiltası, marn aralanmasından oluşan bir transgresif istif sunmaktadır (Şekil 3). Çakıl tanelerin büyük bir çoğunluğu orta-iyi yuvarlaklaşmış, akarsu kökenli, kötü boylanmalı Ferhatkaya Formasyonu'na ait kireçtaşı çakıllarından ve nisbeten daha az oranda da



Şekil 4. Bindirme etkisiyle dik-devrik ve kıvrımlı bir yapı kazanmış Kozluca Üyesi'ne ait jips katmanları (Beke Hamamı güneyi).

Figure 4. Belonging to Kozluca Member Gypsum layers that are perpendicular-turned down and folded due to overthrust (South of Beke Hot Spring).

köşeli-çok az yuvarlaklaşmış metamorfik çakıllarından oluşmaktadır. Taban çakıltalarının üzerinde yer alan fosilli-çakıllı kumtaşları kömür bantları içermekte olup, birimin üst seviyeleri jips arakatlıdır.

İnceleme alanındaki yüzlelerde birim içerisinde foraminiferlerden ve molluskalardan *Nummulites* sp., *Turritella* sp., *Natica* sp., *Lucina* sp., *Velates* sp., *Ostrea* sp., *Viviparus* sp., *Cardium* sp., ve ayrıca *Annelidae*, makro fosilleri tespit edilmiştir. Bu fosillere göre birime Alt Eosen?-Lütesiyen yaşı verilmiştir. Birim, litolojik özelliklerine ve içerdiği fosillere göre düşük enerjili, sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

Kuzalan Kireçtaşı Üyesi (Tçkk)

Kuzalan Kireçtaşı Üyesi, Kozluca Üyesi üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır ve Ferhatkaya Formasyonuna ait kireçtaşları tarafından K-G, KD-GB yönlü bindirmelerle üzerlenmektedir (Şekil 2). Gri, beyaz, krem, pembemsi renkli bol fosilli kireçtaşlarından oluşan düzenli katmanlanmalı (orta-kalın) birimin taban seviyeleri ince taneli çakıllı seviyelerden meydana gelmekte olup, bol miktarda kırık-çatlak ve eklem düzlemleri içermektedir.

Çalışma sahasındaki yüzlelerden alınan kayaç örneklerinin paleontolojik incelemeleri sonucunda birim içerisinde *Asterigerina rotula* KAUFMANN, *Gyroidina magna* Le Galvez, *Sphaerogypsina globula* REUSS, *Discocyclina sella* (d' Archiac), *Discocyclina* aff. *sella* (d' Archiac), *Nummulites* sp., *Lockhartia* sp., *Discocyclina* sp., *Rotalia* sp., bentik

foraminiferleri saptanmıştır. Bu fosillere göre birime Lütésiyen yaşı verilmiştir. Bu fosil topluluğu, Kuzalan Kireçtaşı Üyesi'nin sığ denizel bir ortamda çökeldiğini işaret eder.

Çerkeş Formasyonu (Tç)

Lütésiyen sonunda meydana gelen orojenik ve epirojenik hareketlerin etkisiyle bölgedeki yükselme ve alçalmalar sonucunda oluşan karasal sedimantasyon ortamlarında çökelen birimler ilk kez Öztürk (1979) tarafından Çerkeş Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çerkeş Formasyonu, altındaki birimler üzerinde açılı uyumsuzlukla yatay olarak yer almaktadır (Şekil 5). Birim kırmızımsı kahverengi, yeşilimsi, gri renkli, genelde çimentosuz, yer yer de gevşek çimentolu çakıltaşlarından oluşmaktadır. Taneler genelde kötü-orta boylanmalı olup, nispeten orta-iyi yuvarlaklaşmış bazalt, çört, radyolarit, kireçtaşı, sist çakıllarından oluşmaktadır.

Birim içerisinden alınan kayaç örneklerinden herhangi bir yaş verisi elde edilememiştir. Ancak önceki çalışmalarda, Öztürk (1979) ve Seymen (1993) birimin yaşını Üst Miyosen-Pliyosen olarak kabul etmektedirler. Öztürk (1979) birimin litolojik özelliklerini dikkate alarak, başlangıçta sakin ve derin gösel ortamın aşamalı olarak tamamen sığlaştıktan sonra çevreden malzeme getirmesi ile karasal bir duruma dönüştüğünü belirtmektedir. Seymen (1993) ise bu birimin sıcak ve kurak iklim koşullarında dağeteği alüvyal yelpaze, geçici örgülü akarsu, taşkın ovası ve geçici acıgöl ortamlarında yığıldığını ifade etmektedir.



Şekil 5. Çerkeş Formasyonu'na ait yatay konumlu çakıltaşları (Çatal Tepe).

Figure 5. Conglomerates belong to Çerkeş Formation are horizontal (Çatal Hill).

Alüvyonlar (Qal)

İnceleme alanındaki en genç oluşukları meydana getiren alüvyonlar, Efennik Çayının yatağı ile Armağan Dere boyunca gözlenmektedir ve çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır. Çakıllar genelde bölgedeki ve yakın çevresindeki ana kayalardan türemiştir.

YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı, Kırşehir Masifinin kuzeydoğusunda, Pontid ve Anatolid kuşaklarının birbirine yaklaştığı bölgede yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun splay faylara ayrıldığı orta kesiminde, Çorum-Taşova ve Ezinepazarı-Sungurlu fay zonları arasında kalan inceleme alanı

(Şekil 6) içerisinde yüzeyleyen kaya birimlerindeki ana yapısal elemanlar, yaklaşık olarak BKB-DKD doğrultulu KKB'dan GGD'ya doğru gelişmiş bindirmeler ve BGB-DKD doğrultulu kıvrım eksenleri şeklinde gelişmiştir.

Kıvrımlar

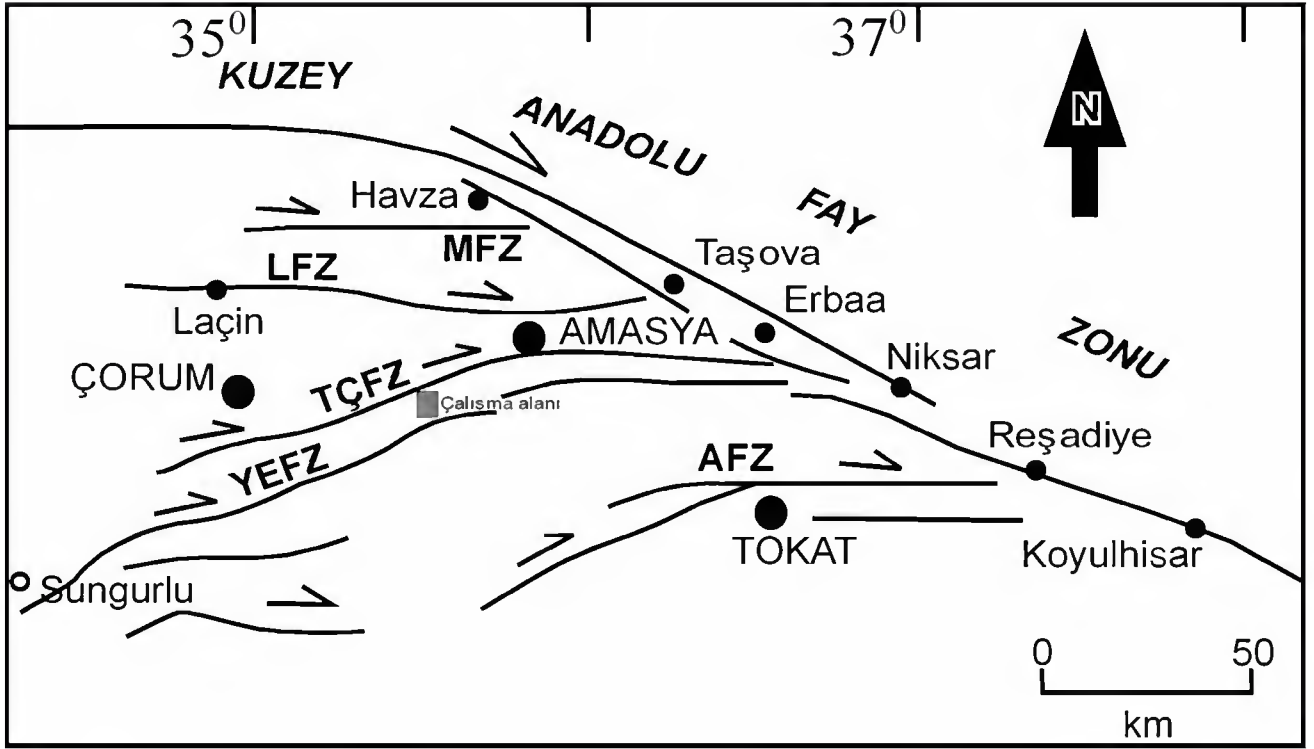
Çalışma sahasındaki kıvrımlar, yaklaşık K 65°-75° D ve D-B doğrultulu olup, bölgede KKB-GGD yönlü hakim sıkışma etkisiyle meydana gelmişlerdir (Şekil 7).

Fastarlası Senklinali, inceleme alanının güneybatı kenarında Fastarlası ile Büyükağaçal Tepe arasında Üst Berriasiyen yaşlı birimler ile Alt Eosen?-Lütésiyen yaşlı birimler içerisinde gelişmiştir. Batıda yaklaşık K 65° D doğrultulu olan kıvrım eksenine doğuya doğru, K 50° D şeklindedir ve uzanımı yaklaşık 1.5 km dir.

Topçam Senklinali, çalışma alanının güneydoğu kesiminde Dağsaray köyü ile Kayı-Yediöz köyleri arasında yer almaktadır. Kıvrım eksenine Dağsaray-Kayı arasındaki köy yolu boyunca yaklaşık 4 km'lik bir uzanımına sahiptir. Yediöz köyü ile Dikmen Tepe arasında yaklaşık D-B doğrultusunda uzanmakta, buradan itibaren doğuya doğru ise, yaklaşık K 60° D gidişli Çarşak Dere'yi izlemektedir.

Güngörmez Senklinali, Fastarlası'nın kuzeybatı kesiminde yaklaşık 3.5 km'lik mesafede Alt Eosen?-Lütésiyen yaşlı birimler içerisinde yer almaktadır. Senklinal eksenine batıda K 70° D doğrultusunda uzanmakta, doğuya doğru ise, K 85° D şeklinde değişerek Kayı köyünün yaklaşık kuzeybatısına kadar devam etmektedir.

Çobanoturağı antiklinalinin eksenine batıda Karga Tepeden, doğuda Şapdere'ye doğru K 70° D doğrultusunda yaklaşık 6 km'lik bir uzanımına sahiptir. Antiklinal çekirdeğinde Permo-Triyas yaşlı



Şekil 6. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun ana ayrılma (splay) fayları ile ilişki balık kılıçığı (fishbone) yapısı. MFZ: Merzifon Fay Zonu, LFZ: Laçın Fay Zonu, TÇFZ: Taşova Çorum Fay Zonu, YEFZ: Yağmurlu Ezinepazarı Fay Zonu, AFZ: Almus Fay Zonu (Bozkurt ve Koçyiğit, 1996; Bozkurt, 2001).
 Figure 6. Splay faults of North Anatolian Fault Zone related to fishbone structure. MFZ: Merzifon Fault Zone, LFZ: Laçın Fault Zone, TÇFZ: Taşova Çorum Fault Zone, YEFZ: Yağmurlu Ezinepazarı Fault Zone, AFZ: Almus Fault Zone (Bozkurt and Koçyiğit, 1996; Bozkurt, 2001).

Tozanlı Karmaşığı'na ait metamorfiter, kanatlarında ise Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu'na ait birimler bulunmaktadır. Beke senklinalinin batıda Bakacak Tepe ile doğuda Beke köyü arasında yaklaşık 2 km'lik mesafede yer almaktadır. Senklinal eksenini batıda K 75° B doğrultusunda uzanmakta, doğuya doğru K 75° D şeklinde değişmektedir. Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu'nun Kozluca Üyesi'ne ait birimler içerisinde gelişmiş devrik bir senklinal niteliğindedir.

Faylar

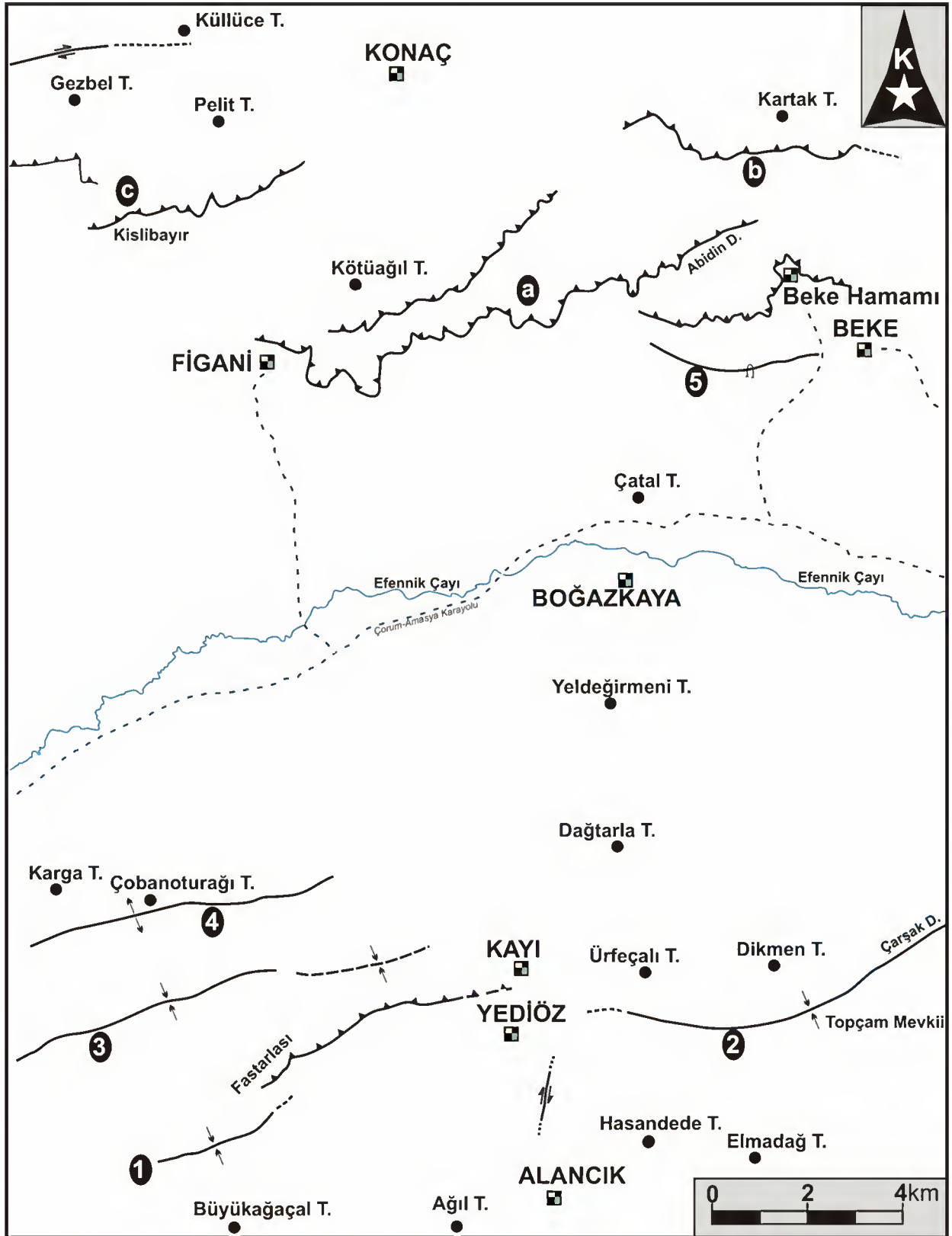
Bindirme Fayları

İnceleme sahasının en önemli tektonik yapıları, kuzey kesimlerde Permo-Triyas yaşlı Tozanlı Karmaşığı ile Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu arasındaki KKB-GGD yönlü ve Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu ile Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu arasındaki D-B, KD-GB yönlü bindirmelerdir. Bunlar Beke köyü ile Figani köyü arasında yer alan Beke bindirmesi, Kartak Tepenin güney etekleri boyunca yer alan Kartak bindirmesi

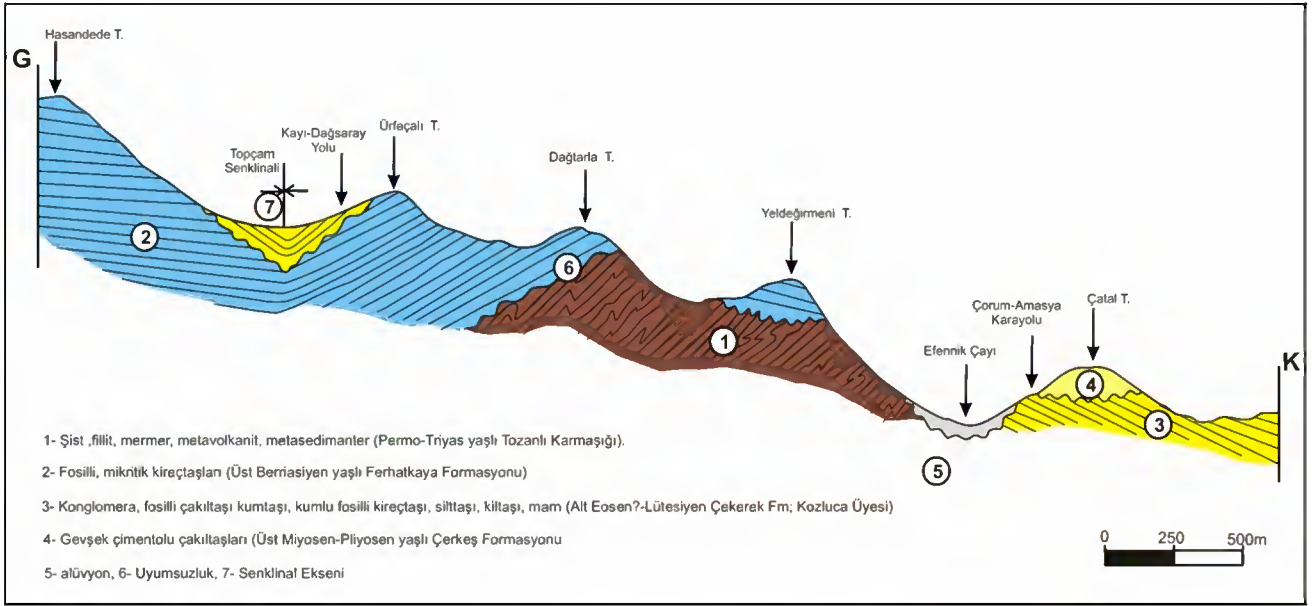
ve Gezbel Tepe ile Pelit Tepenin güney etekleri boyunca yer alan Gezbel bindirmesidir (Şekil 7).

Beke bindirmesi, Beke-Figani köyleri arasında Permo-Triyas yaşlı Tozanlı Karmaşığı ile Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu'nun Kozluca Üyesi arasında gelişmiştir. Bindirmenin gelişim yönü KKB'dan GGD'ya doğrudur (Şekil 7). Bindirme etkisiyle Beke Hamamı ve güneybatı kesimleri ile Abidin Dere mevkiinde Kozluca Üyesine ait birimler dik-devrik bir yapı kazanmışlardır (Şekil 8). Ayrıca Beke Hamamının güneyinde fay boyunca devrik bir senklinal meydana gelmiştir.

Kartak bindirmesi çalışma sahasının kuzeydoğu kesiminde, Kartak Tepenin güney etekleri boyunca yer almakta olup K'den G'ye doğru gelişmiştir. Bindirme, Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu'na ait birimler ile Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu'nun Kuzalan Kireçtaşı Üyesi'ne ait birimler arasında gelişmiştir ve bu kesimlerde katman eğimlerinde önemli bir değişim gözlenmemektedir. Ayrıca, Figani Köyü ile Beke Hamamı arasında Tozanlı Karmaşığı ile Ferhatkaya Formasyonu arasındaki dokanakta bir bindirmeye temsil edilmektedir (Şekil 2).



Şekil 7. İnceleme alanının tektonik haritası. a) Beke bindirmesi, b) Kartak bindirmesi, c) Gezbel bindirmesi. 1) Fastarlası senklinali, 2) Topçam senklinali, 3) Güngörmez senklinali, 4) Çobanoturağı antiklinali.
 Figure 7. Tectonic map of study area. a) Beke Thrust, b) Kartak Thrust, c) Gezbel Thrust. 1) Fastarlası Syncline, 2) Topçam Syncline, 3) Güngörmez Syncline, 4) Çobanoturağı Anticline.



Şekil 9. Bölgedeki birimlerin dokanak ilişkisini gösteren, Hasandede Tepe-Çatal Tepe arasının enine kesiti.

Figure 9. Cross-section of between Hasandede hill and Çatal hill shows contacts of between units at study area.



Şekil 8. Bindirme etkisiyle dik-devrik yapıdaki Kozluca Üyesi'ne ait çakıltaşları (Beke Hamamı).

Figure 8. Belonging to Kozluca Member, Conglomerates are perpendicular-turned down due to overthrust (Beke Hot Spring)

Gezbel bindirmesi ise inceleme alanının kuzeybatı kesiminde, Gezbel Tepe ile Pelit Tepenin güney etekleri boyunca yaklaşık KKB-GGD yönünde, Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya ve Alt

Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek formasyonları arasında gelişmiştir. Bindirmenin etkisiyle bu kesimlerde, Çekerek Formasyonu'na ait birimlerin katman eğimleri artmış ve kıvrımlı bir yapı kazanmışlardır.

Uyumsuzluklar

İnceleme alanında, temeli oluşturan Permo-Triyas yaşlı Tozanlı Karmaşığı'na ait metamorfik birimler üzerine, Üst Berriasiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Ferhatkaya Formasyonu açılı uyumsuzlukla gelmektedir.

İkinci uyumsuzluk yüzeyi, Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu ile Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu arasındaki dokanaktır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çerkeş Formasyonu da Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu'nu ve diğer birimleri açılı uyumsuzlukla yaklaşık yatay olarak örtmektedir. Alüvyonlar ise bölgedeki tüm birimler üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alırlar (Şekil 9).

SONUÇLAR

1- İnceleme alanında yüzeyleyen kaya birimleri Tozanlı Karmaşığı, Ferhatkaya Formasyonu, Çekerek Formasyonu ve Çerkeş Formasyonu şeklinde incelenmiştir.

2- Ferhatkaya Formasyonu'nun paleontolojik incelemeleri sonucunda, bu birimin bölgede Üst Berriasiyen zaman aralığında çökeldiği vurgulanmıştır.

3- Çekerek Formasyonu inceleme alanında, Kozluca Üyesi (Alt Eosen?) ve Kuzalan Kireçtaşı Üyesi (Lütesiyen) şeklinde incelenmiştir.

Kozluca Üyesi alt-orta düzeyleride kömür bantları içermekte olup, üst düzeyleri jips ara katkılıdır.

4- Çalışma alanının güney kesimlerinde Tozanlı Karmaşığı ile Fehatkaya Formasyonu ve Fehatkaya Formasyonu ile Çekerek Formasyonu arasındaki dokanaklar açılı uyumsuz iken, kuzey kesimlerde Tozanlı Karmaşığı ile Çekerek Formasyonu ve Fehatkaya Formasyonu ile Tozanlı Karmaşığı arasındaki dokanak ilişkilerinin bindirmeli bir yapıda olduğu vurgulanmıştır.

Ayrıca kuzey kesimlerde Ferhatkaya Formasyonu ile Çekerek Formasyonu arasındaki dokanak ilişkisinin de bindirmeli bir yapıda olduğu ortaya konulmuştur.

5- Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı birimlerde ölçülen eklem ve katman durumlarından yapılan kontur diyagramlarından bölgede KKB-GGD yönlü bir sıkışmanın varlığı ortaya konulmuştur. Bu sıkışma sonucunda bölgede meydana gelen kıvrım eksenleri ve bindirme fayları belirlenerek tanımlanmıştır.

6- Permo-Triyas yaşlı Tozanlı Karmaşığının ve Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu'nun, Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu üzerine bindirmesinden dolayı, bindirmelerin Lütesiyen sonrasında ve Kartak Tepenin doğusunda Kartak bindirmesinin izinin Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çerkeş Formasyonu içerisinde kaybolmasından dolayı da Üst Miyosen-Pliyosen öncesinde geliştiği söylenebilir.

Geliş tarihi : 08.01.2007

Kabul tarihi: 01.05.2007

KAYNAKLAR

- Alp, D., 1972. Amasya yöresinin jeolojisi İ.Ü. Fen Fak. Monografileri, 22. İstanbul, 101s.
- Bozkurt, E. ve Koçyiğit, A., 1996. The Kazova Basin: an active negative flower structure on the Almus Fault Zone, a splay fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Tectonophysics*, 265, 239-254.
- Barka, A., 1984. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki bazı Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi: Türkiye Jeoloji Kurumu, Ketin Sempozyumu, özel baskısı, Ankara, 209-227.
- Barka, A.A., Akyüz, S.H., Cohen, H.A., Watchorn, F., 2000. Tectonic evolution of the Niksar and Taşova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone; their significance for

the motion of the Anatolian block. *Tectonophysics*, 322, 513-530.

- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Chorowicz, J., Dhont, D. ve Gündoğdu, N., 1999. Neotectonics in the eastern North Anatolian fault region (Turkey) advocates crustal extension: mapping from SAR ERS imagery and Digital Elevation Model. *Journal of Structural Geology*, Vol. 21, p. 511-532.
- Dirik, K., 1994. Kuzey Anadolu Transform Fay Zonunun Beşpınar-Havza kesimindeki neotektonik özellikleri. *M.T.A. Dergisi* 116, 37-50.
- Erdoğan, B., Akay, E. ve Uğur, M.S., 1996. Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı Basin. *Int. Geol. Review*. 38, 788-806.
- Görür, N., Şengör, A. M. C., Akkök, R. ve Yılmaz, Y., 1983. Pontid'lerde Neo-Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimantolojik veriler, *T.J.K. Bül.*, 26/1, 11-20.
- Koçyiğit, A. ve Tokay, M., 1985. Çatalçam (Zevker)-Erzincan arasında Kuzey Anadolu Fay Kuşağının sismo-tektonik incelenmesi. Fay kuşağının stratigrafisi, sistematiği ve neotektonik özellikleri: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, proje kod no. 82-04-08-00-02, 101s.
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-Stratigraphical evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey). PhD Thesis, Utrecht University, Netherlands, 247 p.
- Okay, A. C., 1983. Avganis metamorfileri ve çevre kayaçlarının jeolojisi: *M.T.A. Derg.*, 99/100, 51-71.
- Öztürk, A., 1979. Ladik-Destek yöresinin stratigrafisi. *T.J.K.* 22, 7-34.
- Öztürk, A., 1980. Ladik-Destek yöresinin tektoniği. *T.J.K.* 23, 31-38.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. MTA Derleme Rap. No: 6722 (Yayınlanmamış).
- Rojay, F.B., 1993. Tectonostratigraphy and Neotectonic Characteristics of the Southern Margin of Merzifon-Suluova Basin (Central Pontides, Amasya), Ph. D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

- Seymen, İ., 1991. Mecitözü (Çorum) dolayında Tokat Masifi'nin jeolojisi. Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu Bildirileri. Ç.Ü. Müh.-Mim. Fak., 153-162, Adana, 301s.
- Seymen, İ., 1993. Mecitözü (Çorum) dolayının stratigrafik gelişimi. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu bildirileri, A.Ü. Fen Fak., Jeoloji Müh. Böl., 129-141.
- Şengör, A.M.C. ve Barka, A.A., 1992. Evolution of escape related strike-slip systems: implications for distruption of collision orogens. Abstracts, 29th IGC, Japan.
- Tekeli, O., 1981. Subduction complex of Pre-Jurassic age, Northern Anatolia, Turkey, *Geology*, 9, 68-72.
- Temiz, H., Tatar, O. ve Tutkun, Z., 1993. Niksar-Erbaa havzaları paleotektonik dönem kayalarının stratigrafisi: A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, A.Ü. Fen Fak., Jeoloji Müh. Böl., 157-170.
- Tüysüz, O., 1993. Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: Kuzey Neo-Tetis'in tektonik evrimi: TPJD Bült., 5/1, 1-33.
- Tatar, O., Piper, J.D.A., Park, R.G., Gürsoy, H., 1995. Paleomagnetic study of block rotations in the Niksar overlap region of the North Anatolian Fault Zone, Central Turkey, *Tectonophysics* 224, 251-266.
- Üstüntaş, A. ve İnceöz, M., 1999. Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42, 1, 69-83.
- Yılmaz, A., 1984. Tokat (Dumanlı dağı) ile Sivas (Çeltek dağı) dolayının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu: *MTA Derg.*, 99/100, 1-18.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A. M. C., 1997a. Geology and tectonic evolution of the Pontides, in A.G. Robinson, ed., *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir* 68, p. 183-226.
- Yılmaz, Y., Serdar, H. S., Genç, Ş. C., Yiğitbaş, E., Gürer, Ö. F., Elmas, A., Yıldırım, M., Bozcu, M. ve Gürpınar, O., 1997b. The geology and evolution of the Tokat Massif, South-Central Pontides, Turkey. *International Geology Review*, Vol. 39, p. 365-382.

KARAYÜN (SİVAS GÜNEYDOĞUSU) CİVARINDAKİ MİYOSEN YAŞLI BİRİMLERİN ORGANİK JEOKİMYASAL, ORGANİK PETROGRAFIK VE ORGANİK FASİYES ÖZELLİKLERİ

ORGANIC GEOCHEMICAL, ORGANIC PETROGRAPHIC AND ORGANIC FACIES CHARACTERISTICS OF MIOCENE UNITS AROUND KARAYÜN (SOUTHEASTH SİVAS)

Nazan YALÇIN ERİK Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas
Burcu BİLİCİ TCK 15. Bölge Müdürlüğü Araştırma Başmühendisliği, Kastamonu

ÖZ: Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli sedimanter havzalarından birisi olan Sivas Tersiyer Havzası'nda bulunan Karayün civarındaki Miyosen yaşlı birimlerin organik jeokimyasal ve organik petrografik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresinde gözlenen birimler, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Karayün formasyonu Ağıldere, Eğribucak ve Danışma Tepe olmak üzere üç üyeye ayrılarak değerlendirilmiştir. Saha incelemeleri sırasında değişen kalınlıklarda bitümlü şeyl seviyeleri içermesi nedeniyle incelemeler daha çok Karayün Formasyonu örneklerinde yoğunlaşmıştır.

Organik maddece zengin olan örneklerden Toplam Organik Karbon (TOC) ve Rock-Eval piroliz analizi yaptırılmış (30 örnek), organik petrografik inceleme amacıyla kerojen slaytları hazırlanarak değerlendirilmiştir. Örneklerde TOC değerlerinin %0.07-0.99 aralığında değiştiği belirlenmiştir. TOC değerlerine göre birimin organik madde miktarının oldukça zayıf olup, alt ve üst düzeylerde organik maddenin oldukça düşük, orta kesimlerde ise bir miktar artış gösterdiği izlenmiştir. Organik madde zenginleşmeleri biyomikritler içinde oldukça dar aralıklarda gelişen yerel oluşumlar şeklindedir. Birime ait örneklerin petrografik ince kesit değerlendirmelerinde de organik madde sıvımları, saçınımlar, ince çatlaklardaki organik madde dolguları ve stilolitlerdeki zenginleşme düzeyleri gözlenmiştir.

Organik madde miktarı (TOC) yüksek olan örneklerden standart palinolojik yöntemlerle organik yoğunlaştırma işlemi sonucunda kerojen slaytları hazırlanmış, alttan aydınlatmalı ve floresans mikroskoplarda incelenmesi ile organik madde türlerinin yaklaşık % oranları belirlenmiştir. Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içerisindeki 44 örneğin organik petrografik incelemesine göre; ortalama %73 amorf, %23 otsu, %3 kömürsü, %1 odunsu organik madde bulunmaktadır. Bu birim içerisinde egemen organik madde algal amorf organik maddedir. Danışma Tepe üyesi örneklerinin hidrojen indeksi değerleri 9-589 HC/g TOC arasındadır (ortalama 241.47 mg HC/g TOC). Oksijen İndeksi değerleri ise 28-391 mg CO₂/g TOC arasında değişir (ortalama 134.97 mg CO₂/g TOC).

Hidrojen indeksi-Oksijen İndeksi (HI-OI) değerleri ile hazırlanan Van Krevelen diyagramında örneklerin Tip II-III alanına düştüğü görülmektedir. Bu değerlendirme S₂-TOC ve HI-Tmax diyagramlarında da aynı şekilde gözlenmektedir.

Danışma Tepe üyesi örneklerinin Tmax değerleri 419-463 °C aralığında değişmektedir (ortalama Tmax: 438.43 °C). Bu değer birimin erken-orta olgun aşamada olduğunu gösterir. Ayrıca HI-Tmax diyagramındaki örnek dağılımları ve kerojen slaytlarındaki spor renk indeksi değişimleri de birimin henüz olgunlaşmadığını belirtir. Karayün formasyonuna ait kerojen slaytlarında gözlenen spor renkleri açık sarı-sarı (SCI: 2-3)'dir.

Tmax ve PI indeksi değerleri birimin olgunlaşmamış-erken olgun aralıkta olduğunu göstermektedir. Olgunlaşmanın gelişmemesi gerekli sıcaklık ve basınç koşullarının sağlanamamış olduğunu ifade etmektedir. Rock-Eval piroliz analizi sonucunda elde edilen S₂/S₃ oranı 2.66'dır ve değerlendirilen örneklerin hidrokarbon tipi gaz türüm alanına girmektedir.

Bu çalışmada yapılan Organik jeokimyasal ve organik petrografik değerlendirmeler sonucunda Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesinde gözlenen bitümlü şeyl seviyelerinde belirlenen organik madde tipleri petrol ve gaz türüm potansiyelli (Tip II-III) olsa da bu birimdeki organik maddece zengin seviyelerin yeterli kalınlıkta olmaması, ayrıca organik maddelerin olgunlaşmalarının da düşük olması nedeniyle birimin petrol türümünü gerçekleştiremeyeceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sivas Havzası, Karayün, bitümlü şeyl, organik jeokimya, organik petrografi.

ABSTRACT: In this study, around Karayün, which is in one of the important sedimentary basins of Turkey named Sivas Tertiary Basin, The Miocene old units' organic geochemical and organic petrographic characteristics' research have aimed. The units observed in the study area and nearby are Oligocene aged Hafik, Early Miocene Karayün and Early-Middle Miocene Karacaören formations and a quaternary alluvium. The Karayün formation from these, is examined by to be divided into three members as Ağıldere, Eğribucak and Danışma Tepe. This study focused on the samples from Karayün Formation due to the presence of alternating in bituminous shale levels in the formation.

From the organic matter rich samples, 30 items' TOC and Rock-Eval pyrolyses analysis have been done and the TOC values determined to change between 0,07-0,99%. The organic material richness observed on the other examples have local characteristics. According to TOC values, organic matter content of the unit is very weak and it is observed that organic matter has very lower levels in the inferior and superior, but there is a little bit enrichment in the middle portion of the unit. The enrichments are the form of local formations growing at very quite ranges within the biomicrites. These results, in petrographic thin section assessment of samples belonging to unit, have been observed as organic matter plastering, diffractions, organic matter fillings in the fine splits and enrichment levels in stilolites.

From the samples having high amount of organic matter (TOC) via the standard palinological methods, preparing kerogene slides in the consequence of organic condensation process, approximate per cent proportions of organic matter species have been determined with under-lighting and fluorescence microscope examinations. As a result of the organic petrographic survey on the 44 item examples belong to Karayün Formation Danışma Tepe member in which observed organic material aggregation, average of 73% amorphous, 23% herbaceous, 3% coaly and 1% woody organic matter have determined. Dominant organic matter observed in this unit is algal amorphous organic matter. The hydrogen index value of Danışma Tepe member samples are between 9-589 HC/g TOC (on average 241.47 mg HC/g TOC). Oxygen index values have changed between 28-391 mg CO₂/g TOC (on average 134,97 mg CO₂/g TOC).

In the Van Krevelen diagram obtained by using Hydrogen index-Oxygen index (HI-OI) values, it is appear that the samples in Type II-III area. This assessment has also observed similarly in S₂-TOC and HI-Tmax diagrams.

The Tmax values of Danışma Tepe member, changes between 419-463 °C (average Tmax: 438.43 °C). This value shows the unit to be in early-middle mature stage. Also the example dispersions in HI-Tmax diagram and changes of spore colour index in kerogene slides, determines the unit has not yet be matured.

Tmax and PI index values have showed that the unit is in the immature-early mature phase. Abortion of the maturation expresses that the necessary temperature and pressure conditions to be provided maturation in the region are not supplied. S₂/S₃ proportion obtained by the consequence of Rock-Eval pyrolyses analysis is 2.66 and examined samples enter into hydrocarbon type gas deriveness area.

In this study, for the organic geochemical and organic petrographic evaluations, even if the organic material types, which determined at the bituminous levels that observed at Karayün Formation Danışma Tepe member (Type II-III) have petroleum and gas potential due to the levels in this unit, rich for organic material not to have enough thickness, besides the mature of organic materials is low, the unit is determined not to fulfill the petroleum deriveness.

Key Words: Sivas basin, Karayün, bituminous shale, organic geochemistry, organic petrography

GİRİŞ

İnceleme alanı Türkiye'nin önemli sedimanter havzalarından biri olan Sivas Havzası'nın doğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Sivas Havzası yıllardır farklı disiplinlerde pek çok çalışmaya konu olmuştur. Değerlendirmeler genellikle genel jeolojik özellikleri aydınlatmakla birlikte (Kurtman, 1973; Gökçen, 1981; Çiner ve Koşun, 1996; Cater vd., 1991; Guezou vd., 1996; Temiz, 1996; Kangal ve Varol, 1999; Ocakoğlu, 2001; Çiner vd., 2002; Yılmaz ve Yılmaz, 2006) petrol jeolojisi ile ilgili önemli araştırmalar da bulunmaktadır (Pisoni, 1965; Gedik ve Özbudak, 1974; Özçelik ve Altunsoy, 1996; Altunsoy ve Özçelik, 1998, Özçelik, 2000).

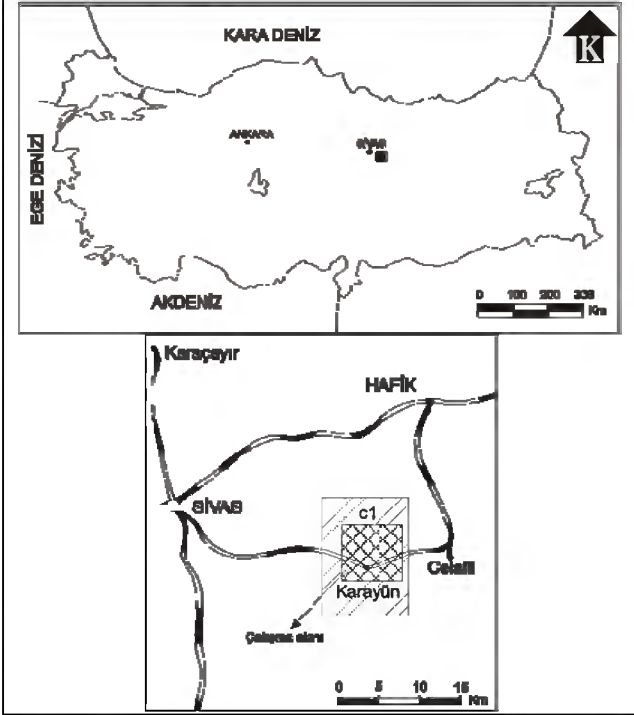
Sivas Havzası'nın Karayün-Celalli kesiminde özellikle makroskobik olarak organik maddece zengin olduğu gözlenen Miyosen yaşlı bitümlü seviyelerin, organik jeokimyasal, organik petrografik ve organik fasiyes özelliklerinin çalışılmaması bölgenin petrol jeolojisi özellikleri açısından bir eksiklik yaratmaktadır. Bölgedeki Miyosen yaşlı birimlerde yürütülen bu çalışma ile Sivas Tersiyer Havzası'nın petrol jeolojisine yönelik bilgi birikimine bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

BÖLGESEL JEOLAJİ

Sivas Tersiyer Havzası, Ketin'in (1966) Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasında Anadolu'da doğu ucuna karşılık gelmektedir. KD-GB yönünde uzanan ve doğuya doğru daralarak

kapanan havza kuzeyde Pontid kuşağı, güneyde Torid kuşağı ve batıda Kırşehir Masifiyle sınırlanmıştır. Havza, esas olarak diğer Orta Anadolu havzalarında olduğu gibi Erken Tersiyer'den itibaren Neotetis'in kuzey kolunun kapanma olaylarının denetiminde gelişmiştir.

Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla Sakarya Kitası ve Kırşehir Bloku olmak üzere iki kitasal birim arasında (Şengör ve Yılmaz, 1981), Sivas Havzasını da kapsayan Orta Anadolu Havzaları (Koçyiğit, 1991; Görür vd., 1998)



Şekil 1: İnceleme alanının yerbulduru haritası.
Figure 1: Location map of investigated area.

oluşmuştur. Sivas Havzası çarpışma ile ilgili tipik bir ön ülke havzası olup (Görür vd., 1998), Üst Paleosen'de (Poisson vd., 1996) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen'de Anadolu ve Arap levhalarının çarpışarak Neo-Tetis'in kapanmasıyla evrimini tamamlamıştır (Görür vd., 1998).

İnceleme alanının içinde olduğu Şarkışla-Celalli havzası Yukarı Kızılırmak fayı, Deliler-Tecer fay zonu ve güneydeki Tecer bindirmesiyle sınırlanır. Havzanın temelini Pre-Maestrihtiyen yaşlı platform tip karbonatlar ve ofiyolitik kayalar oluşturur. Bu temelin 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 playa jipslerine geçer. Batıda Orta Miyosen karasal çökeltilerinin içinde bazalt ara düzeyleri gözlenir. Pliyo-Kuvaterner akarsu çökeltileri ve Kuvaterner

alüvyonları Miyosen yaşlı kayaları uyumsuzlukla örter (Yılmaz ve Yılmaz, 2006).

KARAYÜN YÖRESİNİN JEOLJİSİ

İnceleme alanında, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yüzeylenmektedir (Şekil 2). Hafik Formasyonu, Selimiye formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenir. Üstte ise Karayün formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür, Karayün formasyonu ise Karacaören formasyonu tarafından uyumlu bir şekilde üzerlenir

Hafik Formasyonu

Masif jipsler ile birlikte kırmızı konglomera ve kumtaşından oluşan alacalı renkli kırıntılı litolojiden oluşmakta ve inceleme alanının güneydoğu, güneybatı ve kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenmektedir (Şekil 2 ve 3). Formasyonun yaşı, inceleme alanının dışında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunması ve Alt Miyosen yaşlı Karayün formasyonu tarafından da uyumsuz olarak üzerlenilmesi nedeniyle Oligosen olarak kabul edilmiştir. Masif jips kütleleri bu birimin çökelişinde lagüner ortam koşullarının hakim olduğunu göstermektedir (Kurtman, 1973).

Karayün Formasyonu

Birimi 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 ardalanmasıdır (Şekil 2) ve inceleme alanında geniş yüzlekler vermektedir (Şekil 3). Birime, stratigrafik konumu nedeniyle Alt Miyosen yaşı verilmiştir (Çubuk ve İnan, 1998; Kavak ve İnan, 2001).

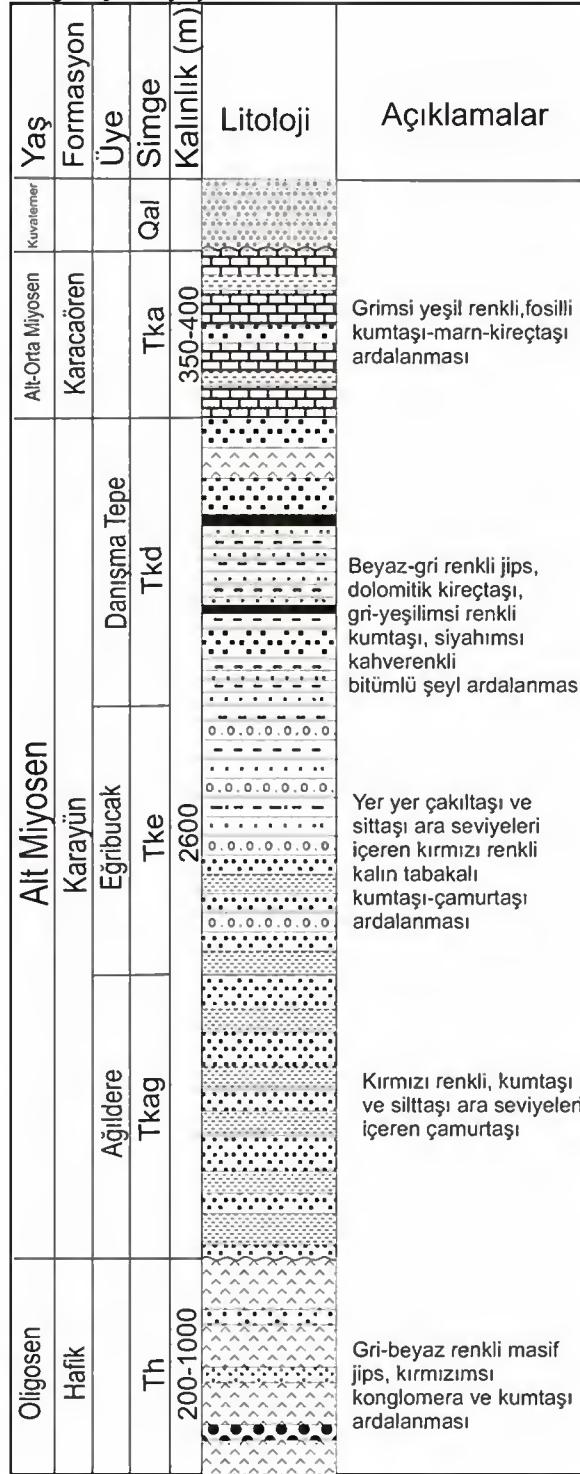
Formasyon üç üyeye ayrılmıştır (Çubuk, 1994). Bunlar alttan üste doğru Ağıldere, Eğribucak ve Danışma Tepe Üyesi'dir (Şekil 2).

Ağıldere üyesi, çalışma alanında Karayün Köyü kuzeydoğusunda, batısında ve kuzeybatısında geniş yayılımı olan (Şekil 3) kırmızı renkli orta-kalın tabakalı silttaşı ve kumtaşı ara seviyeli çamurtaşlarından oluşmaktadır. Üye Hafik formasyonu jipsleri üzerine uyumsuz olarak gelmekte ve Eğribucak üyesi tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Şekil 2) (Çubuk, 1994). Eğribucak üyesi çalışma alanında Karayün köyü kuzeyi ile güneydoğusunda yayılım gösteren, silttaşı ve çakıltası ara seviyeleri içeren kırmızı-gri renkli orta-kalın tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 2, 3). Birim Ağıldere üyesi üzerine uyumlu bir şekilde çökelmiş

ve Danışma Tepe üyesi tarafından da uyumlu olarak üzerlenmiştir.

Karayün formasyonu içerisinde üst üyeyi oluşturan Danışma Tepe üyesi kumtaşı, bitümlü şeyl, jips ve dolomitik kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Çalışma alanı içerisinde, geniş bir yayılım

sunar (Şekil 3) ve içerisinde gözlenen grimsi-yeşilimsi renkli kumtaşları ince-orta katmanlanmalı, jipsler ise beyaz renkli ve ince laminerdir. Bitümlü şeyller siyahımsı-kahverenkli olup ince laminerdir,



Şekil 2: İnceleme alanının sadeleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz).

Figure 2: Generalised columnar section of investigated area (not scale).

dolomitik kireçtaşları ise siyahımsı renkli, ince tabakalı, ve oldukça serttir (Şekil 2).

Bitümlü şeyl çökeli mi ortamın organik maddece zengin olduğunu göstermekle birlikte bitümlü şeyllerle ar dalanmalı olarak çökelen jipsler zaman zaman ortamda evaporitik koşulların geliştiğini ve dolaşımın sınırlı sığ-su koşullar olduğunu işaret eder.

Karacaören Formasyonu

İnceleme alanının kuzeyinde gözlenen birim genel anlamda kumtaşı-marn-kireçtaşı ar dalanmasından oluşur. Genellikle sarı-grimsi-açık yeşil renkli, yaklaşık 40-50 m. kalınlığında bol makrofosilli (gastropod ve pecten) seviyeler içeren, orta-kalın katmanlı (50 cm-4 m) kumtaşı-kiltaşı-marn ar dalanmasıyla başlayan birim, orta seviyelere doğru; sarımsı-bej renkli kalın katmanlı (2-3 m) bol makrofosil kavkaları içeren, yer yer çapraz tabakalanmalar gösteren kumtaşı seviyeleriyle devam eder. Üst seviyelerde ise daha çok gri-bej renkli yer yer gastropod ve pecten kavkaları içeren ince-orta katmanlı marn-kiltaşı ar dalanması gözlenir ve kumtaşı-marn seviyeleriyle istif son bulur (Şekil 3). Birimin yaşı Alt-Orta Miyosen'dir. Kurtman (1973), formasyonun kaya türü özellikleri ve içerdiği fosil topluluğu özellikle kireçtaşlarının egemen olduğu seviyelerin resifal ortamda çökeldiğini belirtmektedir.

İnceleme alanında yukarıda bahsedilen birimleri alüvyonlar uyumsuz olarak örtmüştür.

KARAYÜN FORMASYONU'NUN PETROGRAFIK DEĞERLENDİRMESİ

Karayün formasyonu'ndan alınan 11 ölçülü stratigrafik kesitte örnek sayısı toplam 150'dir. Bunlardan 34 adet örnekte petrografik inceleme (Pettijohn vd., (1987) sınıflamasına göre), 141 adet örnekte ise XRD-TK değerlendirmesi yapılmıştır.

Ağıldere Üyesi

Karayün formasyonu Ağıldere üyesi örneklerinin ince kesit tanımlamaları ile birimin feldispatik grovak, siltaşı ve çamurtaşından oluştuğu belirlenmiştir. Feldispatik grovaklar, orta-ince kum boyu malzemedan oluşmuş olup kötü boylanmalıdır. Bu üyeye ait kesitlerde çapraz mikrolaminalanma belirgindir. Başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, mika mineralleri, hornblend, glokonit ve çörtlerdir. Bağlayıcı sparit çimentodur. Ancak kırmızı renkli demiroksitli kesimlerde mevcuttur. Üye içerisinde yer alan siltaşları başlıca kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, piroksen ve amfibol grubu mineraller ile kloritlemiş minerallerden oluşmuştur. Bağlayıcı sparittir, demiroksitli kesimler de yaygındır. Ağıldere üyesi içerisinde gözlenen çamurtaşlarında da kırmızı-bordo renk hakim olup yer yer laminlanmalar

seçilebilir. Çamurtaşları içerisinde kuruma çatlakları, yağış izleri ve kök izlerine rastlanılmaktadır.

Eğribucak Üyesi

Eğribucak Üyesi örneklerinde litik grovak ile feldispatik grovaklar yaygındır. Kayaç orta kum boyu olup kötü boylanmalıdır. Litik grovakları oluşturan başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend, biyotit, muskovit, titanit ve kloritlemiş mineraller ile volkanik ve karbonatlı kayaç parçalarıdır. Bağlayıcı çoğunlukla >%15'ten fazla miktarda karbonat çimento ve az miktarda da demiroksit çimentodur. Feldispatik grovakları oluşturan başlıca bileşenler, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, mika mineralleri ve glokonit mineralleri ile çörtler olup bağlayıcısı karbonat çimento ve seyrek olarak karbonat çamurudur.

Danışma Tepe Üyesi

Organik maddece zengin olan ve asıl organik jeokimyasal ve organik petrografik çalışmaların yapıldığı Danışma Tepe üyesinin bitümlü şeyllerinin petrografik incelemelerinden ağırlıklı olarak biyomikrit (Folk, 1962), bunun yanı sıra, yıkanmış mikrit ve fosilli mikritler belirlenmiştir.

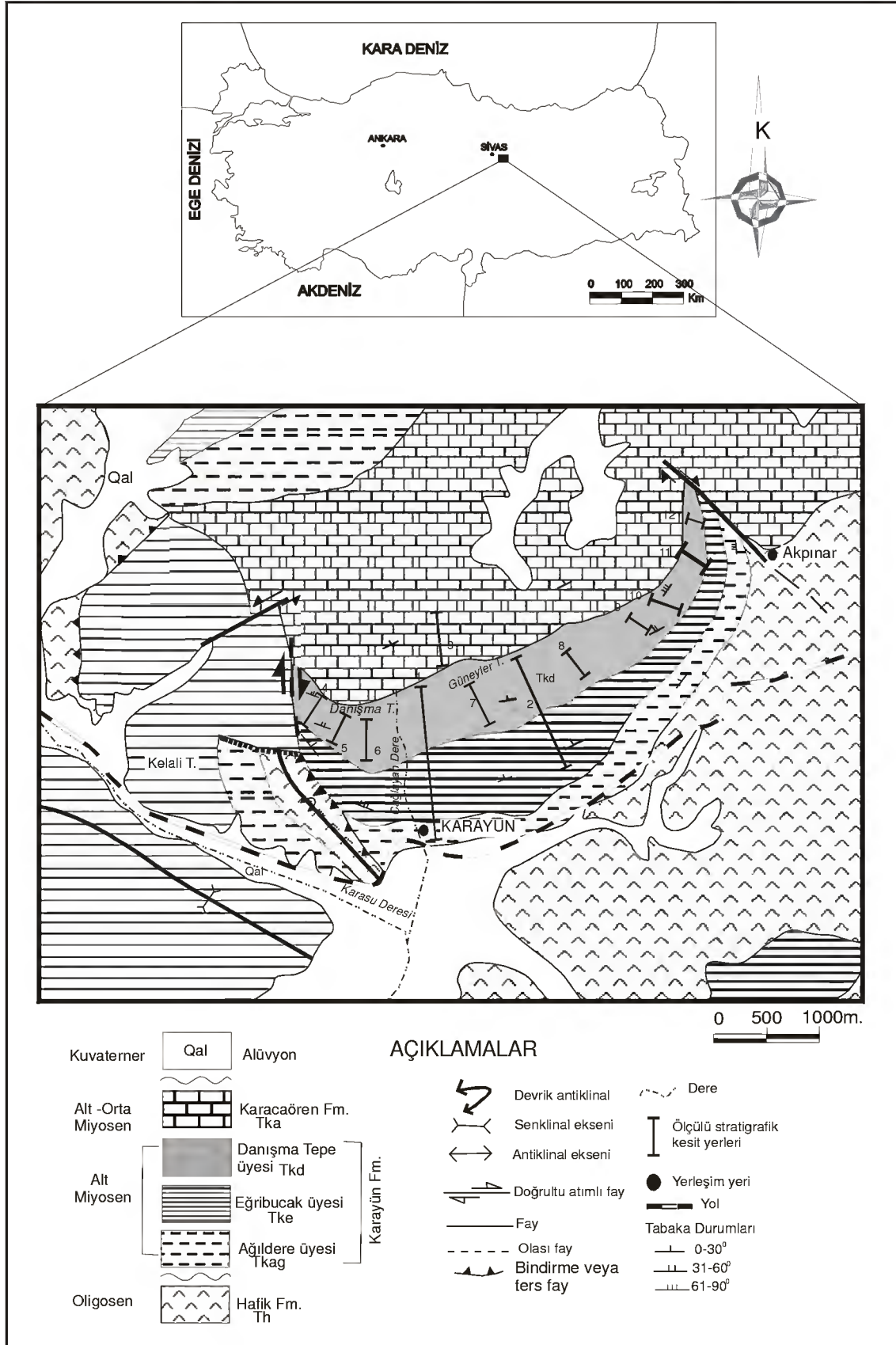
Biyomikritler kahverengimsi renklerde gözlenmekte olup, içerisinde küçük kuvars taneleri, intraklastlar ve fosil kavkaları (ostrakod) bulunmaktadır. Ayrıca organik maddeler, sıvanma, çatlak ve boşluk dolgusu şeklindedir. İçleri organik maddeler tarafından doldurulmuş stilolitleşmeler de yaygındır. Demir sıvamalarına da rastlanan kesimler koyu kahverengimsi-kırmızımsı renktedir. Fosilli mikritlerde ise bağlayıcı mikrit olup ostrakod parçaları ile organik maddeye yoğun olarak rastlanmıştır.

Karayün formasyonu'na ait örnekler ortalama %65 kalsit, %17 kuvars, %12 feldispat ve %6 kilden oluşmaktadır. Danışma Tepe üyesi içerisinde ara seviyeler şeklinde bulunan jipsli kesimden alınan bir örnek içerisinde %84 oranında sölestin, bir başka örnekte ise %7 oranında andaluzit minerali belirlenmiştir. Formasyonda üst seviyelere doğru kalsit oranı artmakta iken kuvars ve feldispat oranı azalır. Kil içeriği özellikle organik maddeli olan kesimlerde artmaktadır.

Karacaören formasyonu'nda 4 örnekte XRD-TK değerlendirmesi yapılmış olup bileşim ortalama %25 kalsit, % 32 kuvars, % 31 feldispat, ve % 12 kilden oluşmaktadır.

ORGANİK JEOKİMYASAL VE ORGANİK PETROGRAFIK DEĞERLENDİRMELER

İnceleme alanındaki birimlerin makroskobik gözlemler ve ince kesitlerin petrografik değerlendirmelerinde, organik madde içerdiği gözlenen Karayün formasyonu örneklerinde



Şekil 3: İnceleme alanının jeoloji haritası.
Figure 3: Geological map of the investigated area.

özellikle detay organik jeokimyasal ve organik petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Özellikle makroskobik değerlendirmelerde yoğun organik maddeli bitümlü şeyl seviyelerinin içinde olduğu Danışma Tepe üyesine ait 30 adet yüzey örneğinde Toplam Organik Karbon (TOK; WR-12 Leco Karbon Analiz cihazı) ve Rock-Eval piroliz analizi (Rock-Eval 2 aleti ile) yaptırılmıştır. Analizler TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarı'ndaki (Ankara) IFP (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Organik madde tipi ve olgunluğunun belirlenebilmesi için kayaçlardan ayrılan organik maddelerden kerojen slaytları hazırlanmış ve mikroskopta incelenmiştir. Organik petrografik örnek hazırlanması ve diğer mikroskobik çalışmalar Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Petrol Jeolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

İncelenen birimlerde petrol potansiyeli kayaçlardaki organik maddelerin miktar, tip ve olgunlaşmasına bağlı olarak değişmektedir (Tissot ve Welte, 1984). Organik madde miktarı TOK (%) ile değerlendirilmiştir. Kerojen tipi ve özelliği; hidrojen indeksi (HI; mg HC/g TOC), oksijen indeksi (OI; mg CO₂/g TOC) ile kerojen slaytlarından, olgunluk değerlendirmesi ise Tmax (°C), üretim indeksi (S1/S1+S2) ve spor polen renk değişim indeksi ile belirlenmiştir.

Toplam Organik Karbon (TOK)

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 (TOK) değeri ile ifade edilir. Bu değer karbonatlı kayaçlar için % 0.3, şeyller için ise % 0.5'dir (Tissot ve Welte, 1984).

Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesine ait 11 adet ölçülü stratigrafik dikme kesitten seçilen 30 örnekte TOK analizi yapılmış ve 24 adet TOK değerinin %0.5 den düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 1 ve Şekil 4). Birimi temsil eden örneklerde TOK değerleri %0.07-0.99 (ortalama % 0.34) arasında değişmektedir. Bu değerler birimin organik madde içeriğinin çok zayıf olduğunu alt ve üst düzeylerde organik maddenin oldukça düşük, orta kesimlerde ise bir miktar zenginleşmeyi göstermiştir. Bu zenginleşme düzeyleri ise biyomikritler içinde oldukça dar aralıklarda gelişen yerel oluşumlardır. Birime ait organik maddece zengin örneklerin petrografik ince kesit değerlendirmelerinde organik madde sıvımaları, saçınımlar, ince çatlaklardaki organik madde dolguları ve stilolitlerdeki zenginleşme düzeyleri olarak izlenmiştir.

Rock-Eval Pirolizi

İncelenen örneklerde gerçekleştirilen Rock-Eval piroliz analizi ile organik maddelerin miktar, tip ve olgunlaşmaları ile ilgili önemli bilgiler edinilebilmektedir (Espitalé vd., 1977). 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 Tipi

Organik madde miktarı (TOK) yüksek olan örneklerde standart palinolojik yöntemlerle organik yoğunlaştırma işlemi ile kerojen slaytları hazırlanmış, bunların alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenmesi ile organik madde türlerinin yaklaşık % oranları belirlenmiştir.

Karayün formasyonu Danışma Tepe üyesi içerisinde 46 örnek üzerinde organik petrografik inceleme yapılmış; organik madde tip dağılımları; ortalama %73 amorf, %23 otsu, %3 kömürsü, %1 odunsu organik madde olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu birim içerisinde gözlenen egemen organik madde algal amorfudur (Şekil 5 ve 6).

Hidrojen indeksi-Oksijen İndeksi (HI-OI) değerleri kullanılarak elde edilen Van Krevelen diyagramında (Espitalé vd.,1977) örneklerin Tip II-III alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 7). Bu değerlendirmeler S2-TOC ve HI-Tmax diyagramlarında da aynı sonucu vermiştir (Şekil 8 ve Şekil 9).

Organik Olgunlaşma Düzeyi

Sedimanlar içinde yer alan organik maddeler, gömülmenin artışı ile artan sıcaklıklara maruz kalır ve çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucunda hidrokarbonları oluştururlar. Bu nedenle de organik olgunlaşma verilerinin belirlenmesi kaynak kaya değerlendirmelerinde büyük önem taşımaktadır.

HI-Tmax grafiği (Mukhopadhyay vd.,1995) ile kerojen tipi yanı sıra olgunlaşma derecesi hakkında da bilgi edinilebilmektedir. Bu çalışma sırasında HI-Tmax diyagramında incelenen örnekler olgunlaşma başlangıcı (erken olgun) seviye içinde yer almıştır (Şekil 10).

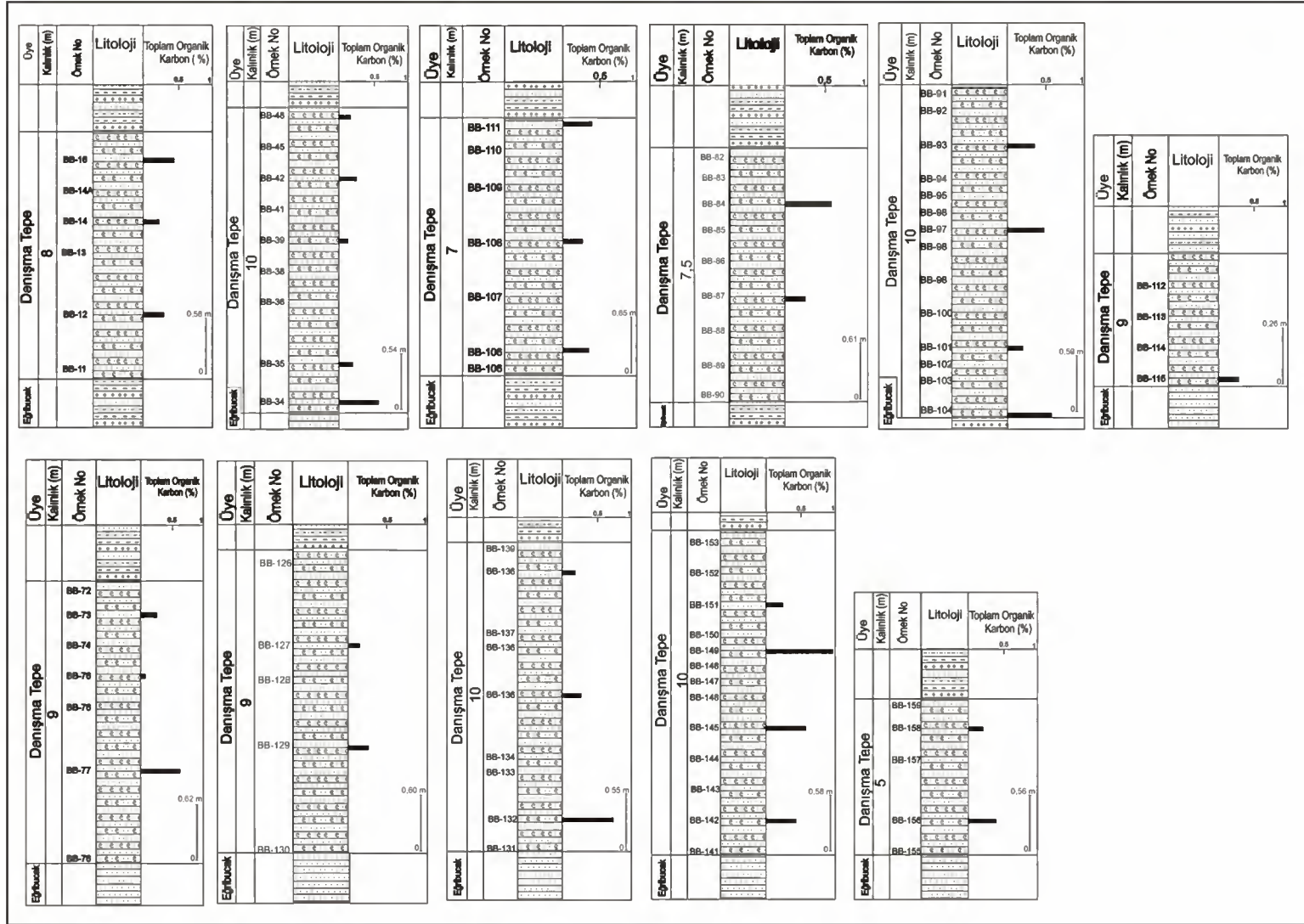
Tmax gibi piroliz analizi elde edilen bir diğer olgunluk parametresi de üretim indeksi (PI) değeridir. Bu değer genellikle derinlik artışına bağlı olarak artar, ancak bu değişim kayaca göç yoluyla gelen hidrokarbonlar tarafından da gelişebilir (Peters ve Cassa, 1994).

Çalışma alanında Danışma Tepe üyesi örneklerinden elde edilen Tmax ve PI indeksi değerleri birimin olgunlaşmamış-erken olgun aralıkta olduğunu göstermektedir (Espitalé vd.,1977). Tmax değerleri 419-463 °C aralığında

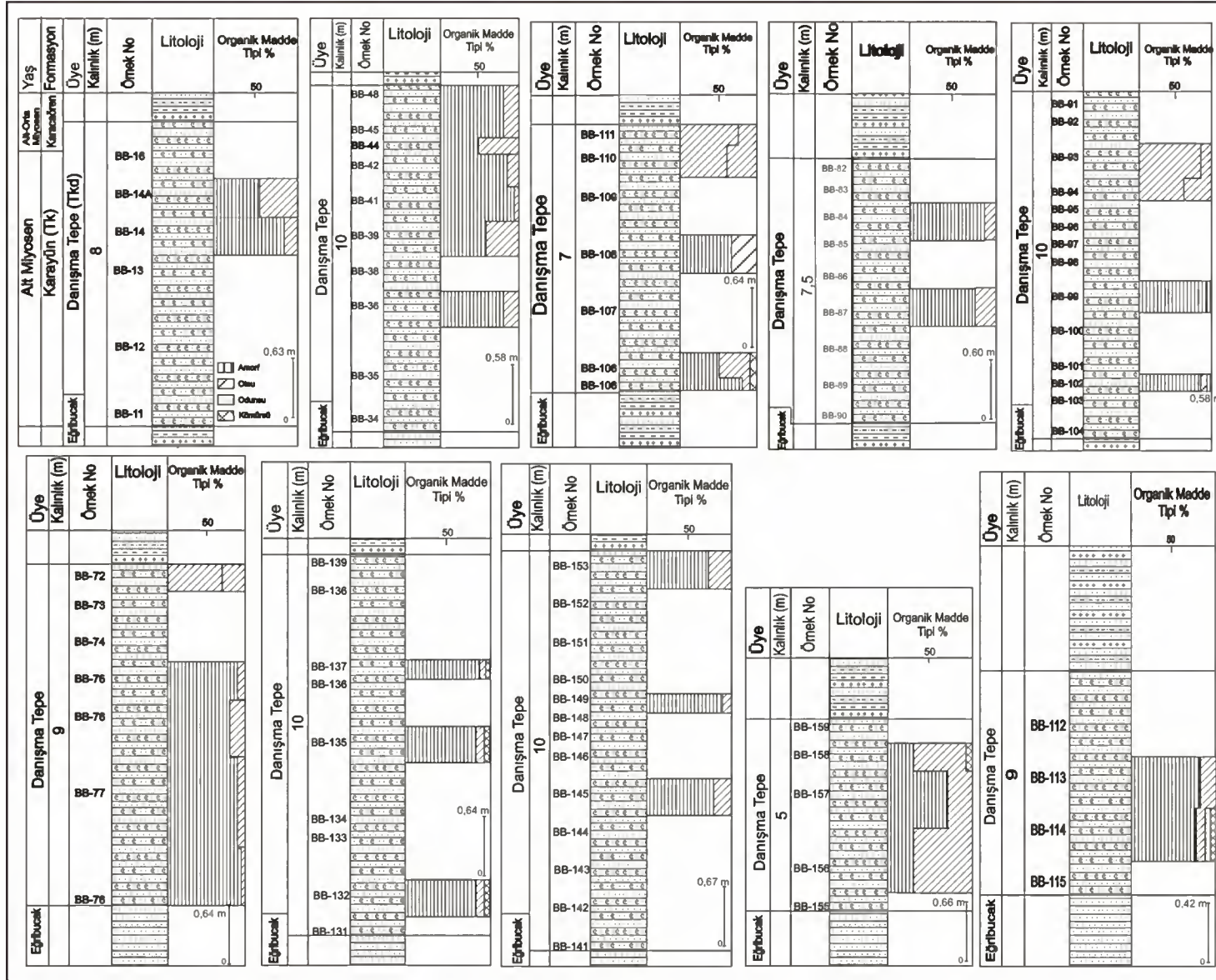
Tablo 1: İncelenen örneklerin Toplam Organik Karbon (TOK) ve Rock Eval piroliz değerleri.
Table 1: Total organic carbon (TOC) and Rock Eval pyrolysis data of investigated samples.

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

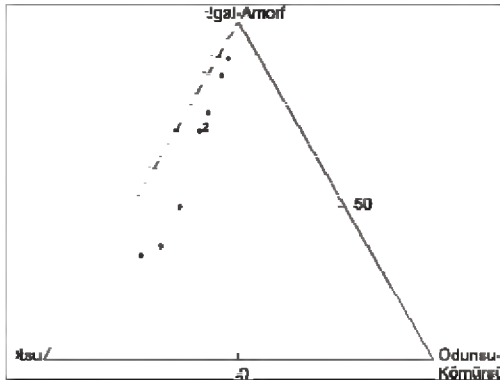
(TOC: Toplam organik karbon miktarı (%), S1: Piroliz sırasında 300°C ye kadar çıkan serbest hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S2: 300 °C den sonra kerojenin ısıl parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S3: 400 °C nin altında oluşan CO₂ (mg HC/g kaya), Tmax: Hidrokarbon oluşumunun maksimum olduğu evredeki sıcaklık; (°C), Hidrojen İndeksi: HI: S2/TOC (mg HC/g TOC), Oksijen İndeksi: OI: S3/TOC (mg CO₂/g TOC).



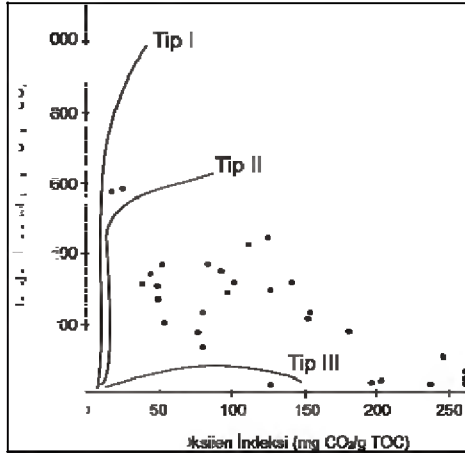
Şekil 4: İncelenen birimlerin Toplam Organik Karbon (TOK) % değerlendirmesi.
 Figure 4: Total organic carbon (TOC) % determinations of investigated units.



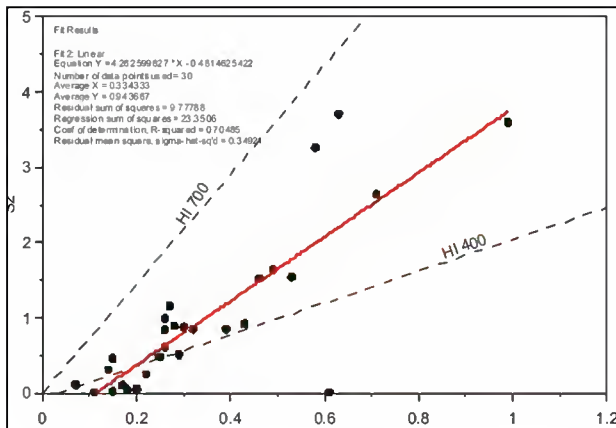
Şekil 5: İncelenen birimlerin organik madde tipleri (%).
Figure 5. Organic matter type (%) of investigated units.



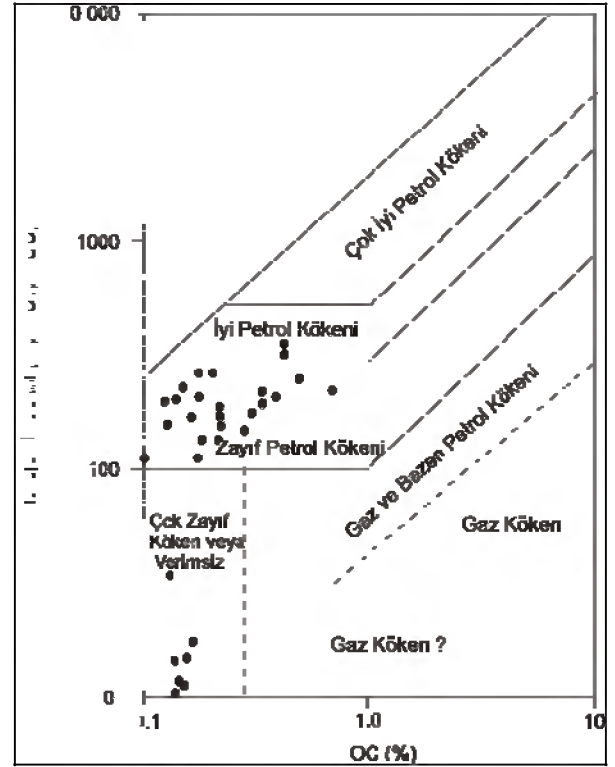
Şekil 6: Organik madde tiplerinin üçgen diyagramı üzerinde dağılımı.
Figure 6: Distribution of organic matter type on ternary plot diagram.



Şekil 7: İncelenen örneklerin kerojen tipleri(Espitalié vd., 1977).
Figure 7: Kerogen type of investigated units (Espitalie et al., 1977).



Şekil 8: İncelenen örneklerin S2-TOC diyagramı.
Figure 8: S2-TOC diagram of investigated samples.



Şekil 10: İncelenen birimlerin köken zenginliği diyagramı (HI-TOC) (Jackson vd., 1985).
Figure 10: Sources richness plot of (HI-TOC) of investigated units (Jackson et al., 1985).

değişmektedir (ortalama Tmax: 438.43 °C) (Tablo 1). Karayün formasyonu'na ait kerojen slaytlarında gözlenen spor renkleri açık sarı-sarı (SCI: 2-3)'dir. Bu verilere göre de birimin henüz olgunlaşmadığı söylenebilir.

KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRMESİ

Karayün Formasyonu Danışma Tepe üyesi örneklerinin piroliz sonuçlarının yorumlanmasında Espitalie vd.,1986 ve Peters, 1986 da belirtilen parametreler ve analitik değerlendirme kriterlerinden yararlanılmıştır.

Danışma Tepe üyesi örneklerinin hidrojen indeksi değerleri 9-589 mg HC/g TOC arasında değişir (Tablo 1). 12 adet örneğin HI değerleri hidrokarbon türümü için gereken minimum 300 mg HC/g değerinin üzerinde olup ortalama HI değeri 242.3 mg HC/g'tür. Oksijen İndeksi değerleri ise 28-391 mg CO2/g TOC arasındadır ve ortalama değer 125,2 mg CO2/g TOC dir.

Karayün Formasyonu'na ait 4 örnekte (BB-84, BB-104, BB-132, BB-149 nolu örnekler) S1+S2 değeri 2-6 mg/ HC/g aralığında kaldığından orta derecede petrol kaynak kayası olma özellikleri

bulunmaktadır (Tissot ve Welte, 1984). Ancak zenginleşme bölgeleri kalınlık ve yayılım açısından sınırlıdır ve birimin genel anlamda petrol türüm potansiyeli bulunmamaktadır. Aynı örnekler HI-TOC diyagramına göre değerlendirildiğinde de önceki bilgiler doğrulanmış ve Danışma Tepe üyesi içindeki bitümlü şeyl seviyelerinin çok zayıf ve zayıf petrol kökeni alanında yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 10). Kaynak kaya değerlendirmeleri ve oluşabilecek hidrokarbon tipinin tanımlanması sırasında Peters (1986) sınıflaması kullanılır. S2/S3; Petrol ve gaz türetme potansiyeli olup kerojendeki hidrojen miktarını ve kayacın petrol oluşum potansiyelini belirtir (Peters ve Cassa, 1994). İncelenen örneklere ait S2/S3 değeri 2.66'dır ve gaz türüm alanını belirtmektedir.

ORGANİK FASIYES ÖZELLİKLERİ

Organik fasiyes terimi sedimentlerin inorganik özellikleri dikkate alınmadan belirli stratigrafik birimlerin haritalanabilir alt grupları olarak tanımlanmış ve organik özelliklerine göre alt gruplara ayrılmıştır (Jones ve Demaison, 1982). İnceleme alanı için organik fasiyes değerlendirmesinde Jones (1987) organik fasiyes sınıflaması kullanılmıştır.

Jones (1987) Organik jeokimyasal ve mikroskobik özelliklerine göre organik fasiyesleri A, AB, B, BC, C, CD ve D olarak yedi gruba ayırarak incelemiştir. Karayün formasyon örneklerinde toplam organik karbon (TOK) değeri ortalama % 0.33'dür (% 0.07-0.99). Formasyonda egemen organik madde algal amorfudur. Rock-Eval piroliz analizi ile ortalama 242,3 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) (9-589 mg HC/ g TOC) ve 125,2 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) (28-391 mg CO₂ /g TOC) değerleri elde edilmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi HI, OI, TOC değerleri ile organik petrografi verileri birlikte yorumlandığında Danışma Tepe üyesi bitümlü seviyelerinin C organik fasiyesinde çökelmiş çok zayıf sıvı hidrokarbon türüm potansiyelinde olduğu sonucuna varılabilir.

C organik fasiyesi genellikle gaz türüm potansiyeli olan bir fasiyestir ve karasal kökenli ve bir miktar alterasyona uğramış organik maddelerden itibaren meydana gelir. Bataklıklar bu fasiyesin gelişebilmesi için en uygun ortamlardır ve kömür oluşumları da gözlenebilir. Kıta eğimi ve şelf alanları da bu fasiyesin oluşabileceği çökel ortamlardır. Dünyada özellikle önemli gaz ve kömür oluşumlarını bulunduran Mississipi, Mahakam ve Nijer Deltalarındaki Kretase ve Tersiyer yaşlı sedimanlarda C organik fasiyesindedir. Sivas Havzasında ise Bozbel Formasyonu bu birimle aynı organik fasiyes özelliklerini taşımaktadır (Altunsoy ve Özçelik, 1992)

Tablo 2: İncelenen örneklerin organik madde tip dağılımları (%).

Table 2: Organic matter type distribution of investigated samples (%).

ÖRNEK NO	ALGAL AMORF (%)	OTSU (%)	ODUŞU (%)	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

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanı içerisinde yayılımı olan Miyosen yaşlı birimler Karayün ve Karacaören formasyonları'dır. Bunlardan Karayün formasyonu Ağıldere, 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 organik jeokimyasal ve organik petrografik değerlendirmeleri ile petrol türüm özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Danışma Tepe üyesinde TOK değerleri %0.07-0.99 (ortalama % 0.33) aralığında değişir. Birimin organik madde içeriği kaynak kaya oluşumu için çok düşüktür. Bazı örneklerde gözlenen organik madde zenginleşmeleri yerel ve sınırlı alanlarda olup devamlılık sunmamaktadır.

Organik madde zenginleşmesinin olduğu Karayün Formasyonu Danışma Tepe üyesi'nin organik petrografik incelemesi ile ortalama %73 amorf, %23 otsu, %3 kömürsü ve %1 odunsu organik madde varlığı belirlenmiştir. Bu birim içerisinde gözlenen egemen organik madde algal amorfur.

Danışma Tepe üyesi örneklerinin hidrojen indeksi değerleri 9-589 HC/g TOC arasında değişir. Ortalama hidrojen indeksi 241.47 mg HC/g TOC'dir. Van Krevelen diyagramına göre değerlendirilen örneklerin Tip II-III alanına düştüğü ve bu örneklerin HI-Tmax ve S2-TOC diyagramlarındaki 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. 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 C Organik fasiyesinde çökeldiği belirlenmiştir. İncelenen birimin petrol ve gaz türümü için uygun olan organik madde tipini içermesine karşın, olgunlaşmamış ve yetersiz organik madde içeriği ve çökel kalınlığı nedeniyle hidrokarbon türümü için uygun potansiyele sahip olmadığı belirlenmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon (CÜBAP) Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın çeşitli düzeyindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Orhan ÖZÇELİK (Akdeniz Üniv.) ve Prof. Dr.

Mehmet ALTUNSOY'a (Akdeniz Üniv.) ve Dursun Erik (TCK) ' e teşekkür ederiz.

Geliş tarihi : 21.11.2007

Kabul tarihi: 12.01.2008

KAYNAKLAR

- 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. 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, The tectonostratigraphy of the Miocene aged units outcropping between Bogazören (İmranlı) and Karayün (Hafik) in the east of Sivas. Unp. PhD Thesis Cumhuriyet Univ. 170 p.
- 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 (Yayımlanmamış).
- Çubuk, Y. ve İnan, S., 1998. İmranlı ve Hafik (Sivas) Güneyinde Miyosen Havzasının Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri. *MTA Dergisi* 120, s. 45-60.
- 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.
- 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.
- 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.
- Jackson, K.S., Hawkins, P.J., Bennett, A.J.R., 1985. Regional Facies and Geochemical Evolution of Southern Denision Ttough. *APEA Journ.*, 20, p. 143-458.
- Jones, R. W., ve Demaison, G.J., 1982. In "Proceeding of the second ASCOPE conference and exhhibition, Manila" (Saldivar-Sali, A.Eds.). 51-68.
- Jones, R. W., 1987. Organic Facies: In "Advances in petroleum geochemistry". (Brooks, J., ve Welte, D., Eds) 9, v. 2, 1-91.
- Kangal, Ö. ve Varol, B., 1999. Sivas Havzası Alt Miyosen İstifinde Havza Kenarı Fasiyesleri. *TPJD Bülteni*, C. 11, Sayı 1, s. 31-53.
- 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 atress orrientation in progresive intracontinental deformation an indicated by the neotectonics of the Ankara region (NW Central Anatolia). *TAPG Bulletin*, 3/1 December 1991, p. 48-59.
- Kurtman, F., 1973. Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı Bölgesi'nin Jeolojik ve Tektonik Yapısı.
- Mukhapadhyay, P.K., Wade, J.A. and Kruge, M.A., 1995. Organic Facies and Maturation of Jurassic/Cretaceous Rocks and Possible Oil-Source Rock Correlation Based on Pyrolysis of Asphaltenes, Scotian Basin, Canada. *Org. Geoch.*, 22 (1), p. 85-104.
- Ocakoğlu, 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.
- Özçelik, O. 2000. Source rock Evaluation of Tertiary sediments in the Sivas Basin, Central Anatolia. *C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 17, S.1, s. 31-44.
- 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., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K.Ş. and Özden, S., 1996. Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. *Int. Geol. Review*, 38, p. 838-853.
- 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.
- Tissot, B.P. and Welte, D.H., 1984. *Petroleum Formation and Occurence*. 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

ULAŞ (SİVAS) KUZEYİNDEKİ TERSİYER YAŞLI BİRİMLERİN PETROL KAYNAK KAYA VE ORGANİK FASIYES ÖZELLİKLERİ

OIL SOURCE ROCK AND ORGANIC FACIES PROPERTIES OF TERTIARY UNITS IN THE NORTH OF ULAŞ (SİVAS)

Faruk AY

Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak. Antropoloji Böl., SİVAS

Nazan YALÇIN ERİK

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

ÖZ: Bu çalışmada, Ulaş (Sivas) kuzeyinde yer alan Tersiyer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İnceleme alanının temelini Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer Formasyonu oluşturmaktadır. Bunun üzerine açılı uyumsuzlukla Eosen yaşlı Kaleköy, Yapalı ve Bozbel Formasyonları gelmektedir. Bu birimlerin üzerine ise Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar ve Selimiye Formasyonları çökelmiştir. Eosen yaşlı Bozbel ve Kaleköy Formasyonları ile Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu örneklerinde yapılan organik jeokimyasal ve organik petrografik analizler yardımıyla inceleme alanındaki Tersiyer yaşlı çökellerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bozbel Formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.07'dir. Formasyonda kömürsü organik madde egemendir. Birim diyajenez aşamasındadır. Formasyon, D organik fasiyesinde çökelmiştir ve herhangi bir kaynak kaya potansiyeli yoktur. Kaleköy Formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.06'dır. Formasyonda kömürsü organik maddeler egemen olup diyajenez seviyesindedir, ayrıca D organik fasiyesinde çökelmiş olup petrol türüm potansiyeline sahip değildir. Selimiye Formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.04'dür. Birimde kömürsü organik maddeler hakimdir ve diyajenez aşamasında olup olgunlaşmamıştır. Formasyon, D organik fasiyesinde çökelmiş olup kaynak kaya potansiyeli bulunmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ulaş, Sivas, Anakaya, Organik Fasiyes, Organik Jeokimya

ABSTRACT: The present study aims at revealing the characteristics of the oil source rock and organic facies of the Tertiary units exposed in the North of Ulaş (Sivas). The basement of the study area has been constituted by Upper Cretaceous Paleocene Tecer formation. With angular unconformity, succession of Eocene Kaleköy, Yapalı and Bozbel formations overlies the Tecer formation. Oligocene Küçüktuzhisar and Selimiye formations deposits over these units. With the help of organic geochemical and organic petrographic analysis carried out by the samples from the Eocene Bozbel and Kaleköy formations with the Oligocene Selimiye formation, it has been attempted revealing the oil source rock and organic facies properties of Tertiary deposits in the study area. The average total organic carbon in the Bozbel formation is 0.07 %. Coalish organic matter in the formation is dominant. The unit is at the stage of diagenesis. The formation was deposited in the D organic facies and it does not have any source rock potential. The average total organic carbon is 0.06 % in the Kaleköy formation. Coalish organic matter in the formation is dominant and the unit is at the stage of diagenesis, not mature enough to be a source rock but can rarely produce gas. The formation was deposited in the D organic facies and it does not have any source rock potential. The average total organic carbon in Selimiye formation is 0.04 %. Coalish organic matter in the formation is dominant. The unit is at the stage of diagenesis, not mature. The formation was deposited in the D organic facies and it does not have any source rock potential.

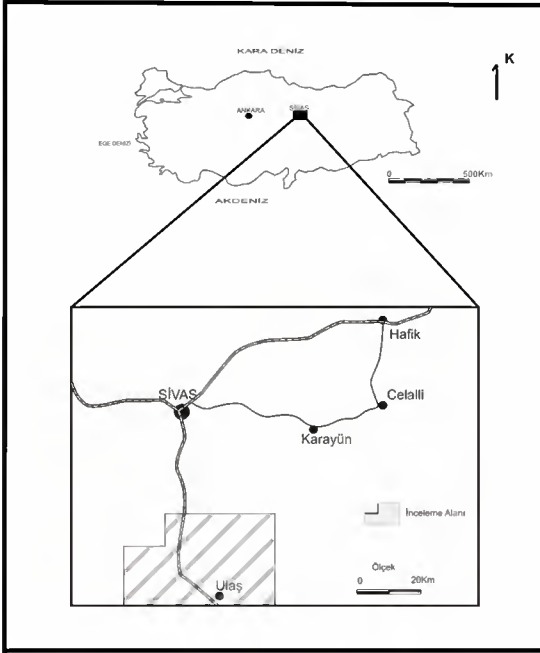
Key Words: Ulaş, Sivas, Source Rock, Organic Facies, Organic geochemistry.

GİRİŞ: Çalışma alanı Ulaş (Sivas) ilçesinin kuzeyinde yaklaşık 50 km²lik bir alanı kapsamaktadır ve Sivas Havzası sınırları içindedir

(Şekil 1). Sivas Havzası ülkemizdeki önemli sedimanter havzalardan biri olması nedeniyle pek çok çalışmaya konu olmuştur. Bunlardan bazıları;

Phillipson (1918), Blumenthal (1938), Stchepinsky (1939), Okay (1952), Kurtman (1961, 1963), Gökçen ve Kelling (1982), İnan ve İnan (1987), Aktimur vd., (1990), Gökten (1993), Atalay (1998), Kavak ve İnan (2001) dir. Petrol jeolojisi açısından da buradaki birimlerin kalınlığı, litoloji çeşitliliği ve yapısal özellikleri ilgi çekicidir ve çeşitli araştırmacılar bölgeyi petrol potansiyeli bakımından değerlendiren önemli incelemeler yapmışlardır (Arpat, 1964; Pisoni, 1965; Sungurlu ve Soytürk, 1970; Meşhur ve Aziz, 1980; İllez ve diğ., 1990; Korkmaz, 1990; Özçelik ve Altunsoy, 1998; Altunsoy ve Özçelik, 1998; Özçelik, 2000).

İnceleme alanında daha önce yapılmış çalışmalarda (Atabey ve Aktimur, 1997; Yılmaz vd., 1989, 1997 ve Aktimur, 1988) 1/100 000 ölçekli jeolojik haritalarından yararlanılarak bölgedeki birimlerin sınırları gözden geçirilmiş ve çalışma amacına uygun olarak uygun yerlerden ölçülü dikme kesitler alınmıştır. İlk kez bu çalışma ile Ulaş civarında yüzeyleyen Tersiyer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyesi özelliklerinin değerlendirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 1: İnceleme alanının yerbulduru haritası.
Figure 1: Location map of investigated area.

STRATİGRAFI

İnceleme alanının temelini Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonu oluşturur. Üzerine Eosen yaşlı Kaleköy formasyonu açılı uyumsuzlukla gelirken, Eosen yaşlı Yapalı formasyonu ve Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu uyumlu olarak çökelmiştir. Bu birimleri ise Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar formasyonu ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonları izler (Şekil 2 ve 3). Yılmaz

vd., (1989) tarafından tanımlanan Konakyazı, Kaleköy ve Yapalı formasyonlarının, Aktimur (1986) tarafından ayrıtlanan Gülandere Formasyonu ve Kurtman (1973) tarafından ayrıtlanan Kozluca, Bozbel, Köseadağ formasyonları ile Bahçecik Konglomeralarına karşılık geldiği belirtilmektedir (Atabey ve Aktimur, 1997).

Tecer formasyonu inceleme alanının güneydoğu kısmında yüzlekler vermektedir (Şekil 3). Formasyon, siyahımsı-gri renkli, bol eklemli, çözünme boşluklu, yer yer algli ve bol makro fosil kavkılı, orta-kalın (50-70 cm) katmanlı, yer killi-kumlu seviyeli dolomitik kireçtaşlarından oluşmakta olup sığ denizel ortamı işaret eder (Şekil 2).

Yeşilimsi renkte, orta-kalın katmanlı, piroklastik ve epiklastik kayaç ardalanmasından oluşan Kaleköy formasyonu inceleme alanının güney-güneybatısında yüzeyler (Atabey ve Aktimur, 1997) (Şekil 2 ve 3). Birim pelajik ortam özelliği göstermektedir (Yılmaz vd., 1989) (Şekil 2). Delik Kaya'da yapılan ölçülü dikme kesitte birimin kalınlığı 300 m dir.

Yapalı formasyonu çalışma alanının güneybatı kesiminde yüzlek vermekte olup, gri-sarımsı ve orta, ince katmanlı kumtaşı, kiltası, şeyl ardalanımı ile orta ve üst düzeylerde yer yer olistostromal düzeylerden oluşmuştur (Şekil 2 ve 3). Litolojik özellikler sınırlı açık sahanlık (şelf) ortamını ifade eder.

İnceleme alanının güneybatı kesimlerinde yer alan Bozbel formasyonun tabanı kumtaşı-marn ve kireçtaşlarından oluşur ve bu birimlerle yanal geçişli olarak gözlenen jipslerle sonlanır (Şekil 2 ve 3). Kuzey Antiklinali'nde yapılan ölçülü dikme kesitte yaklaşık 250 m, Güney Antiklinali'nde ise yaklaşık 500 m kalınlık ölçülmüştür. Paleontolojik değerlendirme ile saptanan fosiller; Nummulites sp., Miliolidae, Rotallia sp, Pseudalacazina oeztemveri, Miscellaneaprimtiva, Gypsina sp., Alveolina sp., Bryozoa ve Alg dir. Bozbel Formasyonu, kıta sahanlığı, kıta yokuşu ve havza kapanımını temsil eder.

Genel olarak yeşil, gri, sarımsı ve kırmızı silttaşı, kiltası ve çok ince taneli kumtaşı ve bunların içinde gelişmiş çeşitli kalınlıklarda jipslerden oluşan (Şekil 2) Küçüktuzhisar Formasyonu yaklaşık 100 m. kalınlıktadır. Çökelim ortamı denizle ilişkili bir sabka özelliğindedir (Yılmaz vd., 1995).

Selimiye formasyonu ise tabanda masif jipslerle başlar, kırmızı, alacalı, üst düzeylere doğru gri renkli olan çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ardalanımı kalın-orta ve orta-ince katmanlıdır. Üst düzeylerde yer alan kireçtaşları bol fosil içermektedir (Şekil 2). Birimin kalınlığı 500 m. dir. İnceleme alanı örneklerinde İdalina aff.sinjarica, Heterellina cf. guespellensis, Archaias cf. compressus, Globigerina officinalis, Alveolina sp., Miliolid sp. fosilleri tanımlanmıştır.

formasyondaki jipsler, buharlaşmanın yüksek olduğu lagüner bir ortamda çökelmiştir.

PETROL KAYNAK KAYA İNCELEMELERİ

İnceleme alanında, Kaleköy, Bozbel ve Selimiye Formasyonları'ndan ölçülü dikme kesitler boyunca sistematik örnekleme yapılmıştır. Özellikle organik madde içeriğinden dolayı koyu renk almış olduğundan şüphelenilen ince taneli sedimanter kayalardan daha sık aralıklarla, alterasyon etkilerinin en az olduğu taze kırılma yüzeylerinden örnek alınmıştır. Bu örneklerden kaynak kaya potansiyeli ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenebilmesi için Toplam Organik Karbon (TOK) ve Piroliz analizleri gerçekleştirilmiştir.

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

Toplam Organik Karbon (TOK) analizinin diğer analizlere göre daha ucuz, kısa zamanda sonuçlanan, pratik ve özellikle organik zenginliğin kolayca belirlenebilir bir yöntem olması petrol kaynak kaya çalışmalarında sıkça kullanılmasına neden olmaktadır. Bu çalışma sırasında analizler TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarı'ndaki (Ankara) Rock-Eval 2 (RE-2) cihazında, IFP (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. TOK değerlerinin yorumlanmasında Thomas (1979) sınıflaması kullanılmıştır. Bozbel Formasyonu'nda 23, Kaleköy Formasyonu'nda 11 ve Selimiye Formasyonu'nda 3 olmak üzere toplam 37 örnekte TOK değerleri belirlenmiştir (Tablo 1).

Kaleköy Formasyonu Delik Kaya ölçülü dikme kesiti örneklerinde TOK değerleri %0.01–0.12 aralığında değişir (ortalama %0.06) (Tablo 1). Formasyonun bazı kesimlerdeki çamurtaşlarında TOK değeri bu ortalama değerden yüksek olsa da birim genelinde çok düşük organik madde içeriği hakimdir (Şekil 4a). Bozbel Formasyonu, Kuzey Antiklinali ve Güney Antiklinali ölçülü dikme kesitlerinden alınan örneklerde % 0.00 – 0.18 aralığında değişen (ortalama %0.073) TOK değeri saptanmıştır (Tablo 1). Kuzey antiklinali ölçülü dikme kesitinde alt seviyelerde TOK değerinde düşme gözlenirken, orta düzeylerde nispeten bir artış vardır (Şekil 4b). Güney antiklinali ölçülü dikme kesitinde ise orta kesimlerde TOK değeri yüksek, üst kesimlerde ise TOK değeri daha düşüktür (Şekil 4c).

Selimiye Formasyonu Ziyarettepe ölçülü dikme kesiti örneklerinde ise 3 örneğin TOK değerleri % 0.01 – 0.08 aralığında değişir (ortalama %0.04) (Tablo 1). Formasyonun genelinde çok düşük (zayıf) organik karbon değeri izlenmektedir (Şekil 4d).

Organik Madde Türleri

Petrografik değerlendirmeler veya piroliz verilerinin yorumlanması ile belirlenen kerojen tipleri oluşacak hidrokarbonun tipini belirleyen en önemli parametredir. Kerojenler kimyasal olarak Tip I, II ve III, mikroskopik özelliklerine göre de amorf, otsu, odunsu ve kömürsü olarak sınıflanır. İncelenen birimlere ait örneklerin içerdikleri organik madde türlerinin (kerojen tipi) ve spor renklerdeki değişimlerin belirlenebilmesi için kerojen slaytları hazırlanmış ve bunlarda standart organik petrografik değerlendirmeler yapılmıştır. Kerojen slaytları Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrol Jeolojisi Laboratuvarında yapılmıştır.

Kaleköy Formasyonu örneklerinde ortalama %2 amorf, %10 otsu, %12 odunsu, %76 kömürsü organik madde belirlenmiştir (Tablo 2). Bozbel Formasyonu Kuzey ve Güney

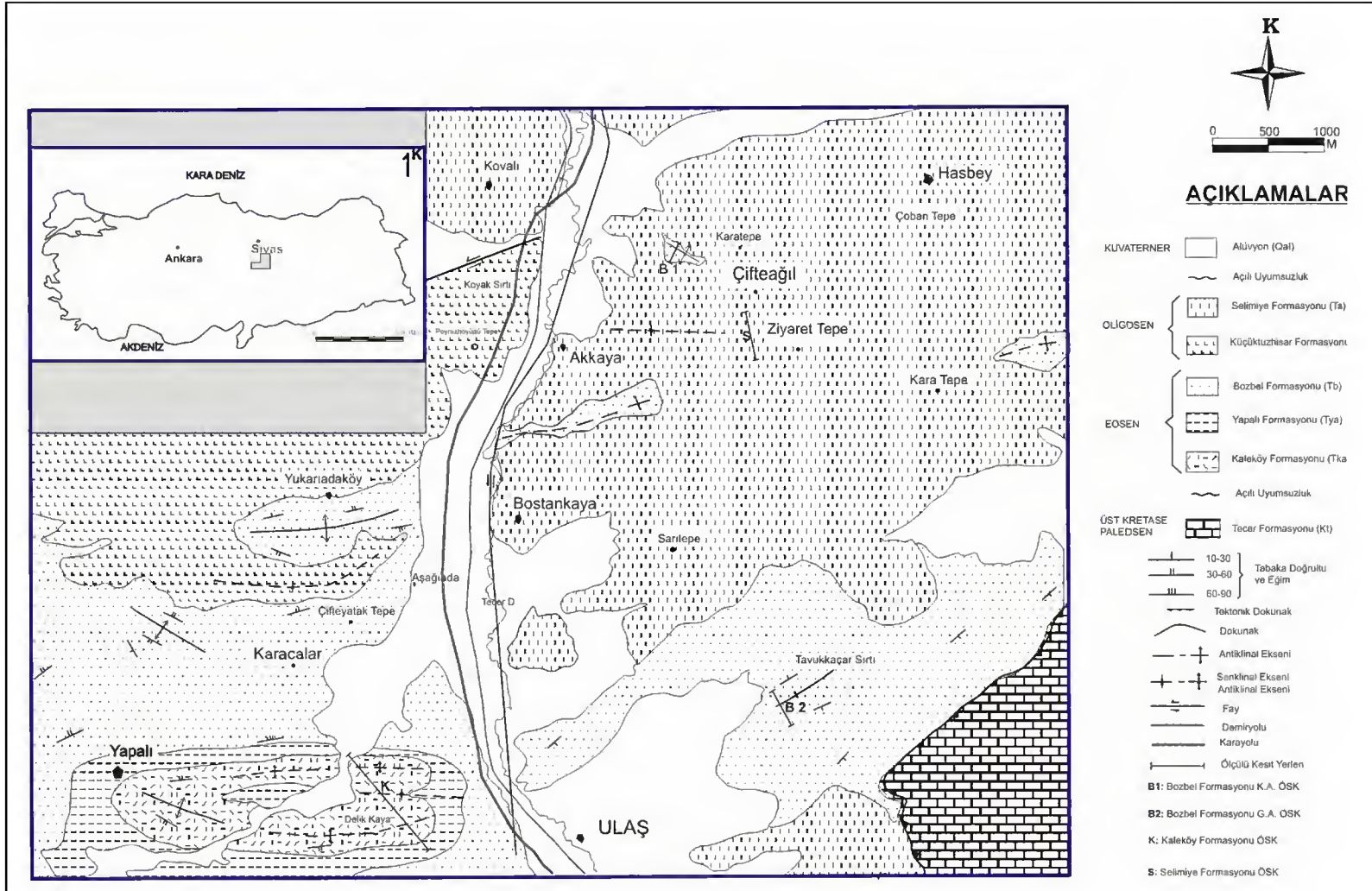
UST SİSTEM		SİSTEM	BERİ	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	FOSİL İÇERİĞİ
SENOZOYİK	TENEYER	EÜBEN	YAPALI	BOZBEL	Tb	250-500	Gri-sarımsı kumtaşı, marne ve kırıntı aralanması.	Volkanik bloklar, olistostomlar ve ince jips seviyeleri.	<i>Rotalia</i> sp. <i>Miliolids</i> sp. <i>Pseudococconeis oestermveri</i> <i>Micellinella primitiva</i> <i>Gypsinia</i> <i>Nummulites</i> sp. <i>Aveoline</i> sp. <i>Bryozoa</i> <i>Alg</i>
						100	Gri renkli kilitli, silttaşı, jips ve kumtaşı aralanması		
						300	Gri-sarımsı, orta ve ince taneli kumtaşı, kilitli ve şeyli aralanması		
						300	Yeşilimsi renkte orta-kalın taneli pirolitik ve apiklastik volkanik kayaların aralanması		
						316-973	Koyu gri-siyah renkli dolomitik kırıntıtaşı		
						300			
						300			
						300			
						300			
						300			

Şekil 2: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Ölçeksiz).

Figure 2: Generalised columnar section of investigated area (not scale).

Organik Madde Miktarı

Sedimanter kayalar içindeki organik madde yoğunluğu havzanın petrol potansiyelini gösteren en önemli parametrelerden birisidir. Bir kayanın kaynak kaya olabilmesi için içermesi gereken en az TOK değeri karbonatlar için %0.3, şeyler için ise %0,5' dir (Tissot ve Welte, 1984).



Tablo 1: İncelenen örneklerin Toplam organik karbon (TOK) ve Rock-Eval piroliz değerleri.

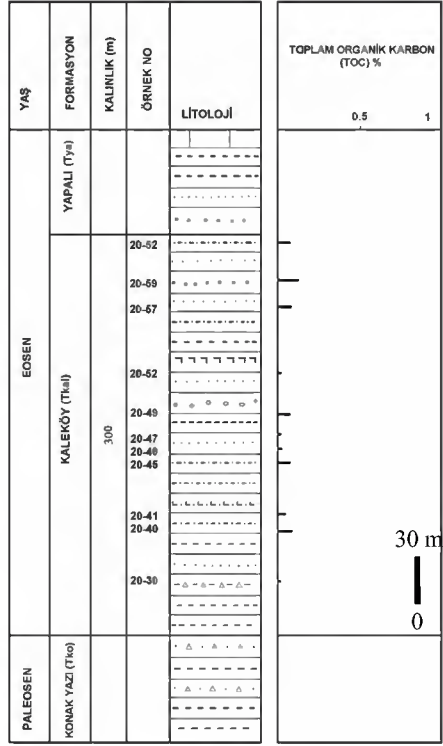
Table 1: Total organic carbon (TOC) and Rock Eval pyrolysis data of investigated samples.

FORMASYON	Örnek No	TOC (%)	S1	S2	S3	HI	OI	S1+S2	S1/S2+S3	Tmax (°C)
KALEKÖY	20-36	0.01	0	0	0	0	0	0	0	541
	20-40	0.09	0	0	0.15	0	167	0	0	500
	20-46	0.04	0	0	0.04	0	100	0	0.52	501
	20-47	0.02	0	0	0	0	0	0	0	543
	20-57	0.09	0	0	0.04	0	44	0	0	561
	20-59	0.12	0	0	0	0	0	0	0	500
	20-62	0.07	0	0	0	0	0	0	0	511
BOZBEL	20-3	0.09	0	0.01	0.05	11	56	0.01	0	439
	20-4	0.05	0	0.08	1.69	160	3380	0.08	0	445
	20-5	0.06	0	0	0.02	0	33	0	0	479
	20-6	0.06	0	0	0.01	0	17	0	0	478
	20-7	0.16	0	0.01	0.25	6	156	0.01	0	480
	20-8	0.05	0	0	0.12	0	240	0	0	478
	20-10	0.12	0	0	0	0	0	0	0	475
	20-11	0	0	0	0	0	0	0	0	543
	20-12	0.02	0	0.01	0	50	0	0.01	0	478
	20-13	0.05	0	0	0	0	0	0	0	484
	20-20	0.02	0	0	0.01	0	50	0	0	476
	20-21	0.08	0	0	0	0	0	0	0	544
	20-22	0.08	0	0.01	0	12	0	0.01	0	498
	20-23	0.07	0	0.01	0	14	0	0.01	0	457
	20-24	0.17	0	0.03	0	18	0	0.03	0	555
	20-25	0.12	0	0	0	0	0	0	0	505
	20-26	0	0	0	0.17	0	0	0	0	498
	20-27	0.18	0	0.01	0.11	6	61	0.01	0	535
	20-28	0.06	0	0	0.05	0	83	0	0	526
	20-29	0.01	0	0	0	0	0	0	0	544
20-31	0.07	0	0	0	0	0	0	0	483	
20-32	0.11	0	0.01	0	9	0	0.01	0	494	
20-33	0.04	0	0	0	0	0	0	0	485	
SELİMİYE	20-16	0.02	0	0	0.01	0	50	0	0	467
	20-18	0.01	0	0	0.13	0	1300	0	0	516
	20-19	0.08	0	0	0.15	0	188	0	0	526

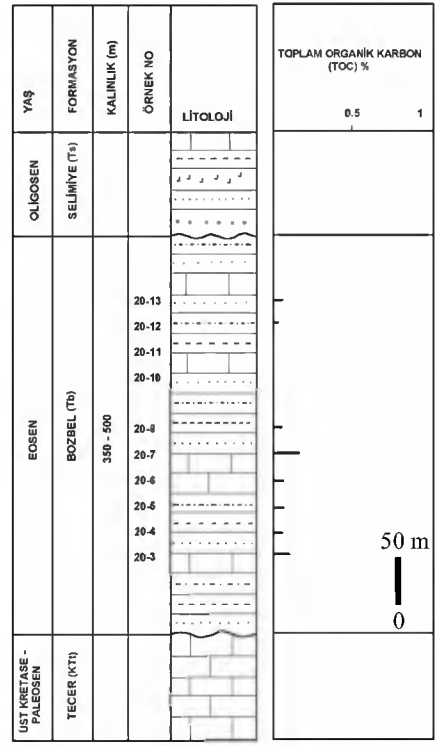
(TOC: Toplam organik karbon miktarı (%), S1: Piroliz sırasında 300°C ye kadar çıkan serbest hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S2: 300 °C den sonra kerojenin ısıl parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S3: 400 °C nin altında oluşan CO₂ (mg HC/g kaya), Tmax: Hidrokarbon oluşumunun maksimum olduğu evredeki sıcaklık; (°C), Hidrojen İndeksi: HI: S2/TOC (mg HC/g TOC), Oksijen İndeksi: OI: S3/TOC (mg CO₂/g TOC).

antiklinallerinden alınan örneklerde ortalama %16 amorf, %8 otsu, %12 odunsu, %64 kömürsü organik madde ile Selimiye Formasyonu'nda ise ortalama %10 amorf, %7 otsu, %10 odunsu, %73 kömürsü organik madde saptanmıştır (Tablo 2 ve Şekil 5). Egemen organik madde öz şekilli ve kısmen yuvarlaklaşmış kömürsü organik madde olup derinliğe bağlı olarak organik madde alterasyon renkleri ve spor renklerinde artış gözlenmiştir.

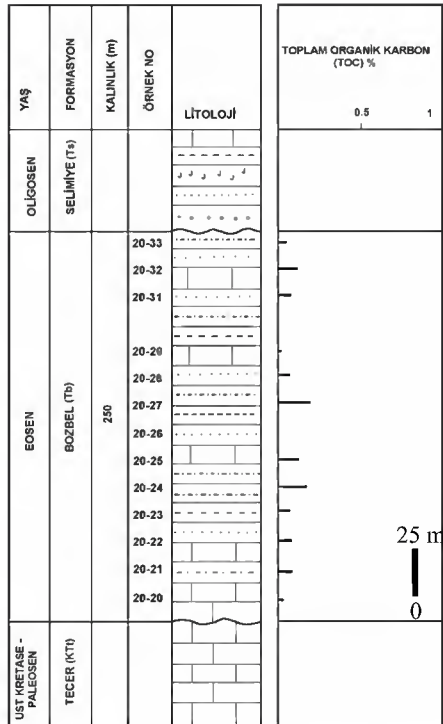
İncelenen Formasyonlara ait örneklerin Rock-Eval piroliz analizi sonucunda elde edilen hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerinin Van Krevelen diyagramında (Tissot ve Welte, 1978) değerlendirilmesi ile örneklerin Tip III kerojenden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 6). İncelenen örneklerin parlatma kalıpları üstten aydınlatmalı mikroskopta incelenmiş özellikle vitrinit ve inertinitlerin yoğun olarak bulunduğu gözlenmiştir.



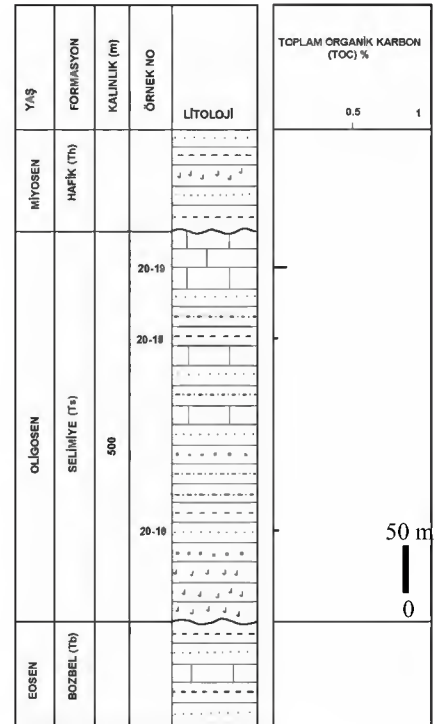
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4: İncelenen birimlerin Toplam organik Karbon (TOK) % değerlendirmesi.
Figure 4: Total organic carbon (TOC) % determinations of investigated units.

Organik Olgunlaşma

Petrol kaynak kaya değerlendirmelerinde organik maddelerin olgunlaşma düzeylerinin belirlenmesi hidrokarbon dönüşüm sürecinde oldukça önemlidir. Rock-Eval pirolizleri sırasında elde edilen ve pirolizin en yüksek ısısını gösteren Tmax değeri ve kayanın içinde hazır halde bulunan sıvı hidrokarbon oranını gösteren Üretim İndeksi (PI; $S1/S1+S2$) olgunluk göstergesi olarak kullanılabilir. Artan derinlikle birlikte Tmax ve PI değerleri artmaktadır (Espitalie ve diğ., 1977). Kaleköy Formasyonunda 500-561°C arasında Bozbel Formasyonunda 439-555 °C aralığında ve Selimiye Formasyonunda ise 467-526 °C arasında değişen Tmax değerleri belirlenmiştir (Tablo 1). Analizi yapılan örneklerdeki Üretim İndeksi değerleri olgunluk değerlendirmesinde kullanmak için uygun değildir ve bu konuda yorum yapılmamıştır. İncelenen üç formasyon için Tmax değerleri metajenetik zonu işaret etmektedir (Şekil 7). Fakat özellikle vitrinit yansıması ile elde edilen veriler diyajenetik zonda olduğunu göstermektedir (Şekil 8).

Tablo 2: İncelenen örneklerin organik madde tip dağılımları (%).

Table 2. Organic matter type distribution of investigated samples (%)

FORMASYON	Örnek no	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	Spor renk İndeksi
KALEKÖY	20-62	5	15	10	70	6,5
	20-57	-	5	15	80	3-6,5
	20-36	-	10	10	80	9
BOZBEL	2000-8	5	15	10	70	3
	2000-7	-	10	10	80	3
	2000-6	5	10	10	75	7-8
	2000-5	10	5	15	70	7,5-8
	2000-4	10	15	15	60	8
	20-31	-	-	10	90	-
	20-30	80	-	5	15	7
	20-29	80	-	10	10	3-7
	20-28	50	10	10	30	7
	20-27	-	5	10	85	6,5
	20-26	20	5	5	70	6,5
	20-25	10	10	10	70	6-7
	20-24	-	5	15	80	6-7
	20-21	10	20	40	30	7-8
	20-20	-	5	15	80	6,5
SELİMİYE	20-17	20	10	10	60	6-8
	20-18	10	5	10	75	3-6
	20-19	-	5	10	85	3-7

Bu değerlendirme farklılığı örneklerin düşük TOK değerlerinden dolayı Tmax değerinin yüksekdeğerler vermiş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Vitrinit Yansıması Ölçümleri

Vitrinit yansıması ölçümleri, mikroskop-fotometre aracılığı ile örneklerin standart parlatma kalıplarında yapılır. Bu çalışmadaki vitrinit yansıması ölçümleri MTA Genel Müdürlüğü Analiz laboratuvarlarında (Ankara) gerçekleştirilmiştir.

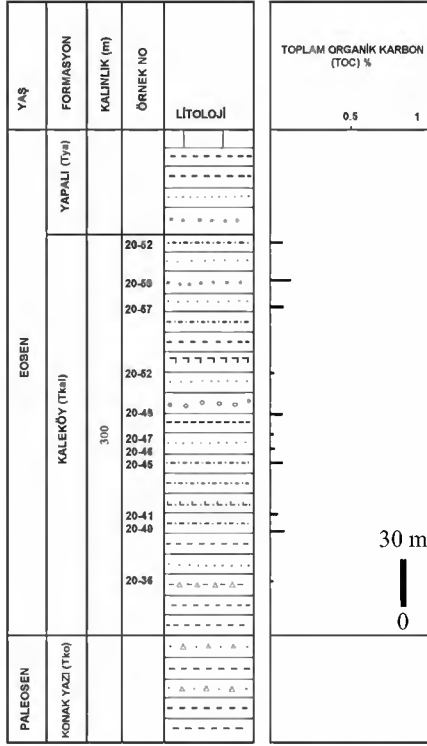
Delik Kaya' dan alınan Kaleköy Formasyonu'na ait 5 adet örnekte % 0.320-0.190 (ortalama % 0.234) arasında değişen vitrinit yansıma değerleri ölçülmüştür (Tablo 4). Kuzey ve Güney Antiklinallerinden alınan Bozbel Formasyonu'na ait 6 adet örnekte % 0.296-0.197 arasında değişen vitrinit yansıma değeri saptanmıştır. Ortalama vitrinit yansıma değeri % 0.253'dir. Ziyaret Tepe' den alınan Selimiye Formasyonu'na ait 3 adet örnekte vitrinit yansıma değerleri ise % 0.275-0.227 (ortalama % 0.252). Bu değerlere göre her üç birimde diyajenez aşamasındadır ve henüz olgunlaşmamıştır (Tablo 3).

Vitrinit yansıması ölçümleri Tissot ve Welte (1978)'nin yaklaşık petrol ve gaz oluşum sınırlarını gösteren diyagramına uygulanmıştır (Şekil 8). Bozbel, Kaleköy ve Selimiye Formasyonlarında Tip III kerojenin egemen organik madde olması ve vitrinit yansıma değerlerinde %0.5 den düşük ölçülmesi nedeniyle, incelenen örneklerin diyajenez aşamasında oldukları ve bu nedenle petrol türümü için yeterince olgunlaşmadıkları sonucuna varılmıştır.

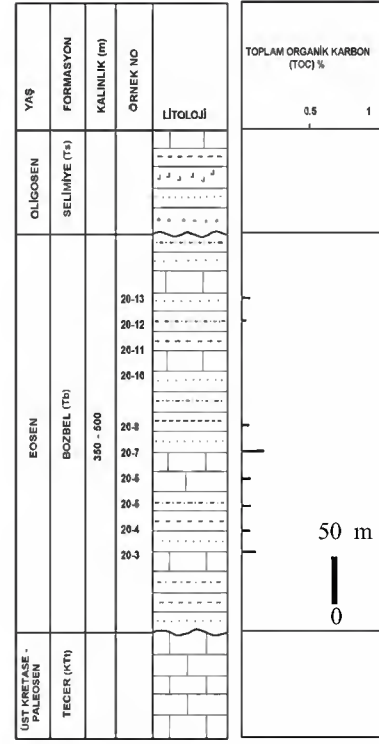
Tablo 3. İncelenen örneklerin vitrinit yansıma değerleri (Ro %)

Table 3. Vitrinite reflectance values (Ro %) of investigated samples

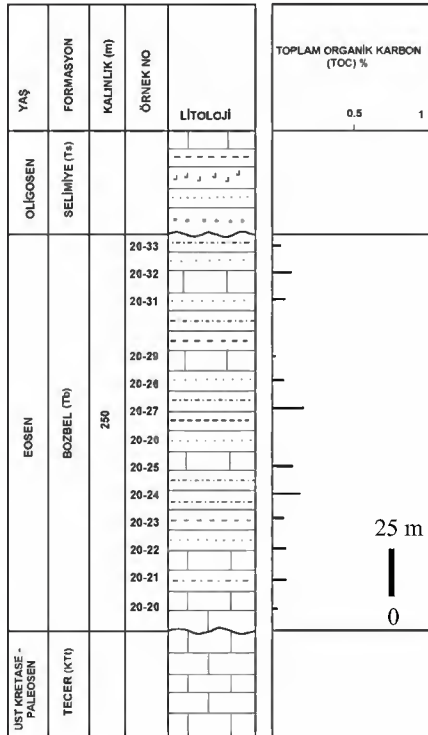
FORMASYON	Örnek No	Vitrinit Yansıması (%)
KALEKÖY	20-36	0,223
	20-46	0,190
	20-52	0,243
	20-57	0,320
	20-62	0,192
BOZBEL	20-4	0,240
	20-5	0,290
	20-6	0,197
	20-21	0,296
	20-26	0,258
	20-28	0,236
SELİMİYE	20-16	0,275
	20-18	0,253
	20-19	0,227



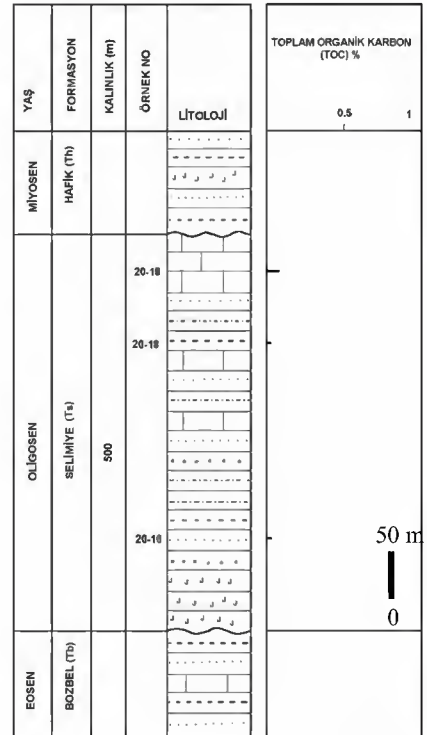
(a)



(b)

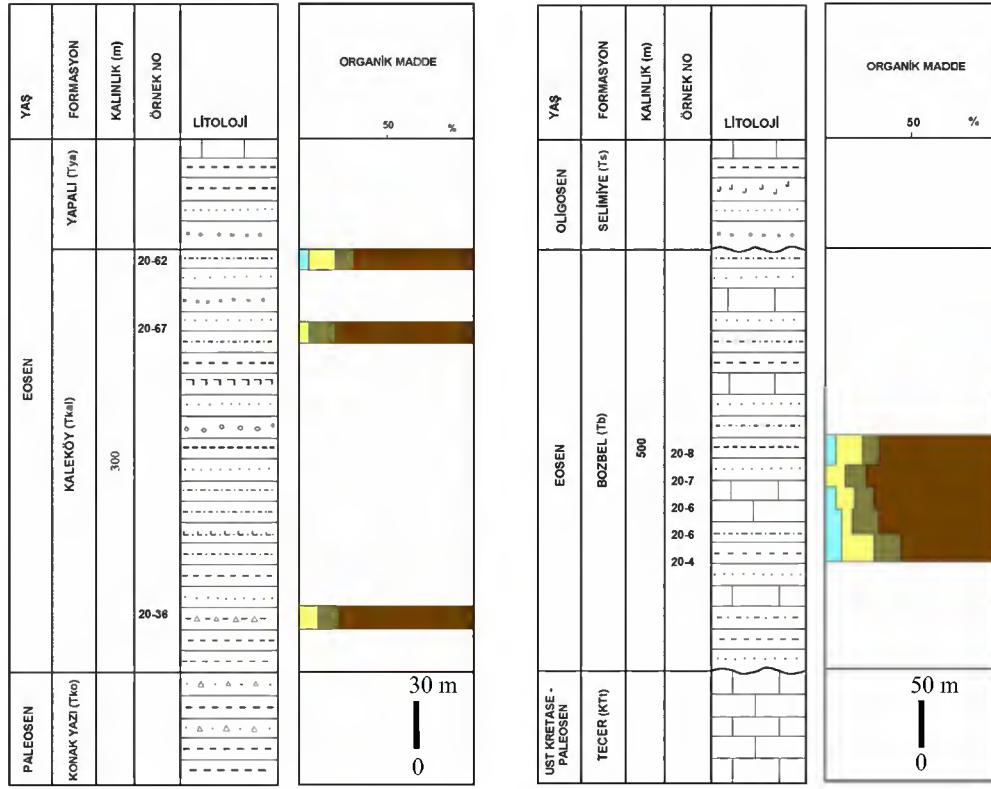


(c)



(d)

Şekil 4. İncelenen birimlerin Toplam organik Karbon (TOK) % değerlendirmesi
Figure 4: Total organic carbon (TOC) % determinations of investigated units



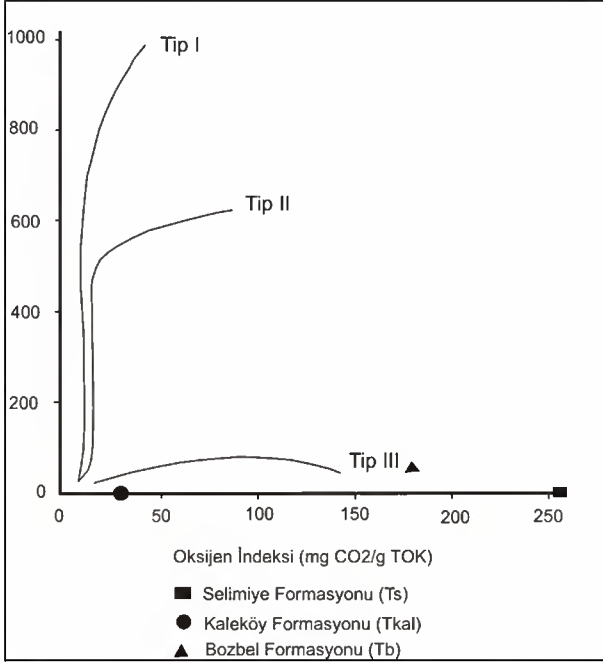
(a)

(b)

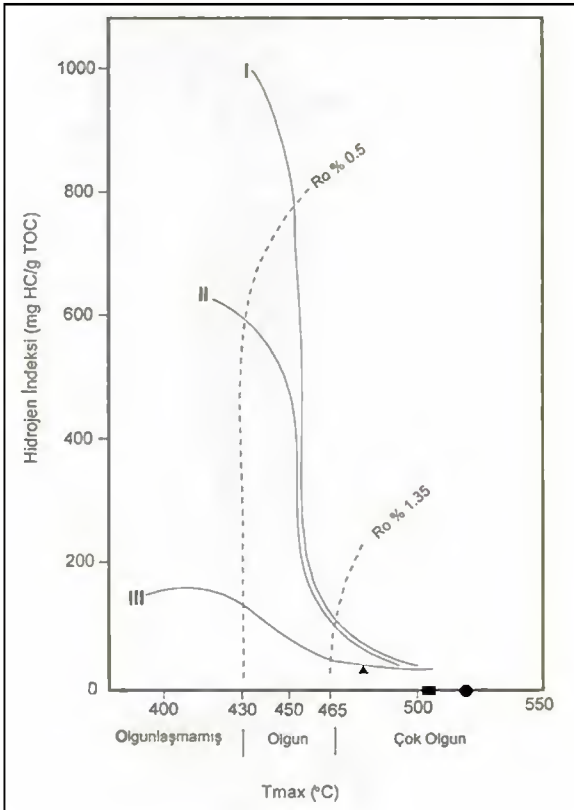
(c)

(d)

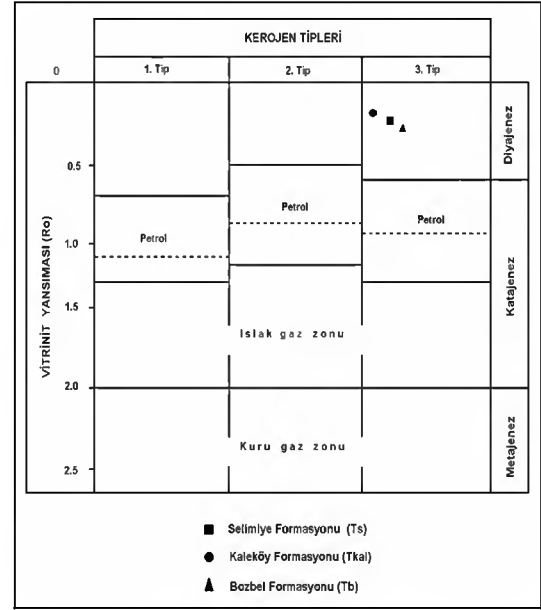
Şekil 5: İncelenen birimlerin organik madde tipleri (%).
Figure 5: Organic matter type (%) of investigated units.



Şekil 6: İncelenen birimlerin kerojen tipleri (Espitalie vd., 1977).
Figure 6: Kerogen type of investigated units (Espitalie et al., 1977).

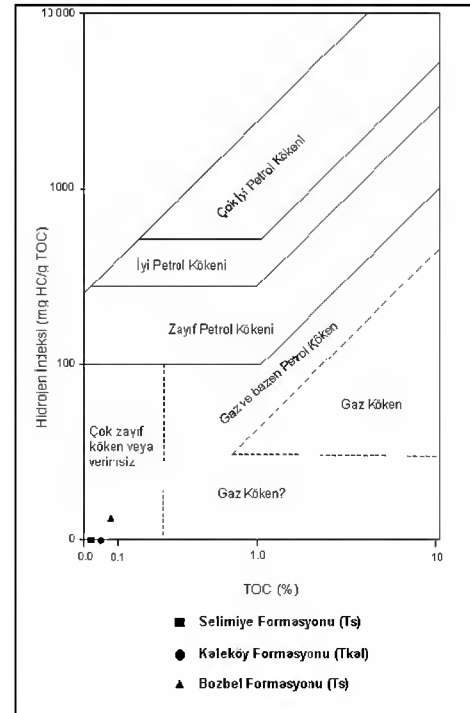


Şekil 7: İnceleme alanındaki örneklerinin HI-Tmax diyagramı (Mukhopadhyay vd., 1995).
Figure 7: HI-Tmax diagram of investigated area samples (Mukhopadhyay et al., 1995).



Şekil 8: Vitrinit yansımaları ve kerojen tipi açısından petrol ve gaz zonlarının yaklaşık sınırları (Tissot ve Welte, 1978) ve incelenen örneklerin dağılımı.

Figure 8: Approximate boundaries of oil and gas zone in term of vitrinite reflectance and kerogen type (Tissot ve Welte, 1978) and distribution of studied samples.



Şekil 9: İnceleme birimlerin köken zenginliği (HI-TOC) diyagramı (Jackson vd., 1985).
Figure 9: Sources richness plot of (HI-TOC) of investigated units (Jackson et al., 1985).

Spor renk değişimleri (SCI)

Spor renk değişimlerinin belirlenmesi için organik petrografik yöntemlerle hazırlanan kerojen slaytları kullanılmaktadır. Bozbel Formasyonu örnekleri sarı ile açık kahverengi arasında spor renklerine sahiptir. Kaleköy Formasyonu ve Selimiye Formasyonu örneklerinde spor renkleri sarı ile siyah arasında değişmektedir (Tablo 2). Derinlik artışına bağlı olarak renklerde az da olsa artış gözlenmiştir.

KAYNAK KAYA POTANSİYELİ

Kaleköy, Bozbel ve Selimiye Formasyonu örneklerinin TOK değerlerinin çok düşük olması kaynak kaya potansiyeli bakımından değerlendirmeyi güçleştirmektedir (Tablo 2). Her üç formasyonda da S1 değerleri ölçülemedi olup S2 değerleri 0.01-0.08 aralığında değişmektedir. Özellikle incelenen örneklerde TOK değerlerinin çok düşük olması birimin kaynak kaya potansiyeli olmadığını ifade etmektedir.

HI-TOC diyagramında da Kaleköy ve Selimiye ve Bozbel Formasyonları kaynak kaya potansiyeli açısından verimsiz alan içinde yer almıştır (Şekil 9) ve daha önce sunulan bilgileri desteklemektedir.

ORGANİK FASİYES İNCELEMELERİ

Organik fasiyes terimi sedimentlerin inorganik özellikleri dikkate alınmadan belirli stratigrafik birimlerin haritalanabilir alt grupları olarak tanımlanmış ve organik özelliklerine göre alt gruplara ayrılmıştır (Jones ve Demaison, 1982). İnceleme alanı için organik fasiyes değerlendirmesinde Jones (1987) organik fasiyes sınıflaması kullanılmıştır.

Jones (1987) organik fasiyesleri yedi gruba ayırarak incelemiştir. Organik jeokimyasal ve mikroskobik özelliklerine göre bunlar A, AB, B, BC, C, CD ve D organik fasiyesleridir (Tablo 4).

Kaleköy Formasyonu'nda toplam organik karbon (TOK) değeri ortalama % 0.06'dır. Formasyonda egemen organik madde kömürsüdür. Rock-Eval piroliz analizi ile 0.00 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 29.5 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri elde edilmiştir. Bozbel Formasyonu'nda TOC değeri ortalama % 0.073 dir. Ortalama 12.4 mg HC/ g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 177.2 mg CO₂ /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri belirlenmiştir. Selimiye Formasyonu'nda TOC değeri ortalama % 0.04'dür. Hidrojen İndeksi (HI) belirlenememiş olup Oksijen İndeksi değerleri ise çok yüksektir (512.6 mg CO₂ /g TOC).

Petrografik açıdan değerlendirildiğinde inceleme alanındaki her üç formasyonda egemen organik madde tipi kömürsüdür. Yukarıda belirtildiği gibi HI, OI, TOC değerleri ile organik

petrografi verileri birlikte yorumlandığında birimlerin D organik fasiyesinde çökeldiği çok zayıf ana kaya kökeni ve verimsiz potansiyeli belirttiği sonucuna varılabilir. D organik fasiyesinde inertinit grubu maseraller ile bakteri ve diğer alterasyon etkileri ile bozunmuş kalıntı organik madde haline gelmiş çökelleri yaygındır. Isısal alterasyonla yüksek oranda ayrılmış, taşınmış organik maddelerde bulunmaktadır. Taşınmış organik maddeler ağır kömür maseralleri genellikle siyah ve köşeli, inorganik bileşenlerle karışmış olarak bulunur (Tissot ve Welte, 1978).

D organik fasiyesi TOK ve diğer jeokimyasal özelliklerine göre değerlendirildiğinde ekonomik olmayan birikimleri ifade eder. Genellikle aşırı derecede altere olmuş sedimenter birimlerin oluşturuğu dağ yükseklerinde ve şelf çökellerinde bulunur (Altunsoy ve Özçelik, 1993). Tane büyüklüklerine göre iri taneli ve kötü boylanmalı çökellerde yer alır. Bu tip çökeller bazen türbiditlerin etkisiyle yada deniz altı kaymalarının etkisiyle denizlerde de birikebilir. Bu ortamlarda oksijen oranı yüksektir (Jones, 1987). Belirtilen bu özellikler inceleme alanındaki Kaleköy, Bozbel ve Selimiye Formasyonları örneklerinin petrol tütüm potansiyeli olmayan D organik fasiyesinde çökeldiğini işaret etmektedir (Altunsoy ve Özçelik, 1992).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma; Ulaş (Sivas) kuzeyinde yer alan Tersiyer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

İnceleme alanının temelini Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer Formasyonu oluşturmaktadır. Bunun üzerine Eosen yaşlı Kaleköy, Yapalı ve Bozbel Formasyonları gelmektedir. Bu birimlerin üzerinde ise Oligosen yaşlı Küçükützhisar ve Selimiye Formasyonları çökelmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak, Bozbel, Kaleköy ve Selimiye Formasyonları organik jeokimyasal ve organik petrografik analizler yardımıyla değerlendirilmiştir.

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

Kaleköy Formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.06'dır. Formasyonda kömürsü organik madde hakimdir. Vitrinit yansıma ölçümleri ile birimin diyajenez aşamasında, henüz

olgunlaşmadığı ve petrol kaynak kayası olamayacağı belirlenmiştir.

Selimiye Formasyonu'nda toplam organik karbon miktarı ortalama %0.04'dir. Formasyonda kömürsü organik maddeler hakimdir. Birim diyajenez seviyesinde olgunlaşma değerine sahiptir ve petrol kaynak kaya potansiyeli bulunmamaktadır.

Bozbel Formasyonu, Kaleköy Formasyonu ve Selimiye Formasyonu'nda organik fasiyes özellikleri, tüm formasyonların D organik fasiyesinde çökeldiği ve petrol türetme özelliklerinin bulunmadığını ortaya kaymaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon (CÜBAP) tarafından desteklenmiştir. Değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Orhan ÖZÇELİK (Akdeniz Üniv.), Prof. Dr. Mehmet ALTUNSOY (Akdeniz Üniv.), H.İsmail İLLEEZ (TPAO) ve Dr. Dursun ERİK' e (TCK) teşekkür ederiz.

Geliş tarihi :21.11.2007

Kabul tarihi: 12.01.2008

KAYNAKLAR

- Aktimur, H.T., 1986. Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi. MTA Rap. No. 7932 (Yayımlanmamış).
- Aktimur, H.T., 1988. 1:100 000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Sivas-F24 paftası. MTA Yayl., Ankara.
- Aktimur, H.T., Z., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990. Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının jeolojisi. M.T.A. Dergisi 111, 25-36.
- Altunsoy, M., ve Özçelik, O., 1992. The characteristics of organic facies of the Bozbel Formation (Lutetian), Southern Hafik (Sivas) Türkiye. Work in progress on the geology of Türkiye, Kele Univ., Abstracts, p. 16.
- Altunsoy, M., ve Özçelik, O., 1993. Organik Fasiyesler. Jeoloji Mühendisliği. s. 43, 34-39.
- Altunsoy, M., and Özçelik, O., 1998. Organic facies characteristics of the Sivas Tertiary Basin (Turkey). Journal of Petroleum Sci. And Eng., 20, 73-85.

- Arpat, E., 1964. Gürlevik Dağı Bölgesinin ve Kuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkanları. M.T.A. Derleme Rapor No: 4180 (Yayımlanmamış).
- Atabey, E. ve Aktimur, H.T., 1997. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas G 24 paftası. M.T.A. Yay. s. 48.
- Atalay, Z., 1993. Sivas'ın batısı ve güneybatısındaki karasal Neojen çökellerinin stratigrafisi ve çökel ortamları. Doktora tezi C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayımlanmamış).
- Atalay, Z., 1998. Sivas Tersiyer Havzasının Kavlak Köyü-Kızılırmak nehri arasındaki kesiminin stratigrafisi ve bazı yapısal özellikleri. C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 15, S.1, s. 61-74.
- Blumenthal, M., 1937. Kangal ile Divriği arasındaki mıntikanın başlıca jeolojik hatları. M.T.A., İnternal Report no. 568. Ankara.
- Blumenthal, M., 1938. Şarkı Toros mıntikasındaki Hekimhan (Kangal)- Hasaңcelebi irtifasında jeolojik araştırmalar. M.T.A. derleme raporu, No: 570 (yayımlanmamış).
- Espitalie, J., Madec, M., ve Tisot, B., 1977. Source rock characherization. 9th offshore technology conference: 439-444.
- Gökçen, E. ve Kelling, G., 1982. Hafik Kuzeyinde Senozoyik istifinin stratigrafisi ve tektoniği: Sivas-Refahiye havzası kuzey sınırında tektonik kontrol. A. Acar Jeoloji Sempozyumu, bildiri özleri kitabı, 113-123.
- Gökten, E., 1983. Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun Stratigrafisi ve jeolojik evrimi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26. 167-176.
- Gökten, E., 1993. Ulaş (Sivas) Doğusunun Sivas Havzası Kenarının Jeolojisi: İç Toros Okyanusunun Kapanımıyla ilgili Tektonik Gelişim. TPJD Bülteni, C. 5/1, S. 35-55.
- Gündüz, H., 1989. Paleontolojik tetkik ve tayin raporu. MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Rap. No. 198876, Ankara, 3 s.
- İlleez, H.İ., Batı, Z., Rullkötter, J. ve Dellaloğlu, A.A., 1990. Sivas Baseninden Alınan İki Örnekteki Jeokimyasal Belirleyiciler. Türkiye 8. Petrol Kongresi, s. 12-23.
- İnan, S. ve İnan N., 1987. Tecer Kireçtaşı Formasyonunun stratigrafik tanımlaması. C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 4, S.1, s. 31-37.
- İnan, S., 1988. Tecer Kireçtaşı Formasyonunun yapısı hakkında bir yorum. C.Ü. Müh.

- Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 5, S.1, s. 49-55.
- İnan, N. ve İnan S., 1990. Gürlevik Kireçtaşlarının (Sivas) özellikleri ve önerilen yeni isim: Tecer Formasyonu. T.J.K. Bülteni 33, 51-56, Ankara.
- Jackson, K.S., Hawkins, P.L. ve Bennett, A.J.R., 1985. Regional facies and geochemical evaluation of Southern Denison Trough. APEA Journ. 20, 143-158.
- Jones, R. W., ve Demaison, G.J., 1982. In "Proceeding of the second ASCOPE conference and exhibition, Manila" (Saldivar-Sali, A.Eds.). 51-68.
- Jones, R. W., 1987. Organic Facies: In "Advances in petroleum geochemistry". (Brooks, J., ve Welte, D., Eds) 9, v. 2, 1-91.
- Kavak, K.Ş. ve İnan, S., 2001. Savcun ve Karaca Ören (Ulaş-Sivas) Yörelerinde Sivas Havzası Güney kenarının Tektonostratigrafik özellikleri. Yerbilimleri 23, s. 113-127.
- Korkmaz, S., 1990. Sivas havzasında anakaya, fasiyesi ve petrol oluşumunun organik jeokimyasal yöntemlerle araştırılması, Jeoloji Mühendisliği, 37, 61-68.
- Kurtman, F., 1961. Sivas-Divriği arasındaki sahanın jeolojisi ve jipsli seri hakkında bazı müşahadeler. M.T.A. Dergisi, 56, 14-25.
- Kurtman, F., 1963. Tecer Dağlarının jeolojisi ve alacalı seri hakkında bazı müşahadeler. T.J.K. Bült., C. VIII, S. 2, 19-26.
- Kurtman, F., 1973. Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. M.T.A. Dergisi, 80, 1-32.
- Meşhur, M. ve Aziz, A., 1980. Sivas Baseni Jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Rapor No: 1530, 28 s. (Yayınlanmamış).
- Okay, A.C., 1952. Sivas 62/1 paftası Lövesi Raporu. MTA Rap. No: 1995.
- Özçelik, O., ve Altunsoy, M., 1998, Clastic petrofacies, provenance and organic facies of the Bozbel formation (Lutetian) in the Eastern Sivas Basin, Marine and Petroleum Geology. v. 13, 493-501
- Özçelik, O. 2000. Source rock Evaluation of Tertiary sediments in the Basin, Central Anatolia. C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 17, S.1, s. 31-44.
- Phillipson, A., 1918. Kleinnasien: Handbuch reg. Geologie, Heildelberg
- Pisoni, C., 1965. Sivas İ 38 c1 ve c4 paftalarının jeolojisi ve petrol imkanları. M.T.A. Raporu (yayınlanmamış), Der. No: 4342.
- Stchepinsky, V., 1939. Sivas vilayeti merkezi kısmının umumi jeolojisi hakkında rapor. M.T.A. Rap. No: 863.
- Sungurlu, O. ve Soytürk, N., 1970. Sivas Havzası ve civarının jeolojik incelemesi. T.P.A.O. Rapor No: 482.
- Tissot, B., ve Welte, D. H., 1978. Petroleum formation and occurrence. Springer-Verlag New York, 598 p.
- Thomas, B.M., 1979. Geochemical analysis of hydrocarbon occurrences in northern, Pert Basin. Australia: A.A.P.G. Bull., 63, 1092-1107.
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, İ., ve Bilgiç, T., 1989. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Sivas G 23 paftası. M.T.A. Yay. s. 10.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D., ve Aydın N., 1995. Akdağ Masifi ve Dolayının Jeolojisi. M.T.A. Dergisi 117, 125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Ağan, A., Göç, D. Ve Aydın, N., 1997. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas F 23 paftası. M.T.A. Yay. s. 47.

UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK FETHİYE VE ÇEVRESİNİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF GEOLOGICAL FEATURES OF FETHİYE AND SURROUNDINGS USING REMOTE SENSING TECHNIQUE

Öznur KARACA
Remzi KARAGÜZEL
Aziz ERTUNÇ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Çanakkale
İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul
Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Adana

ÖZ: Bu çalışmada, saha gözlemleri ve uzaktan algılama teknikleri birlikte kullanılarak Fethiye ve çevresinin jeolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Jeolojik birimlerin, uydu görüntüleri aracılığıyla daha kolay belirlenebilmesi için kenar zenginleştirme filtresi (edge enhancement) ve kontrast düzeltmeleri uygulanmıştır. Ayrıca, bant oranlamaları yapılarak birimler en iyi şekilde ayırt edilmeye çalışılmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genel arazi örtüsünü belirlemek için de kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen tüm veriler ve arazi çalışmaları derlenerek, çalışma alanının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ayrıca, Fethiye-Burdur Fay Zonu (FBFZ) ve Fethiye Fayı'nı içerisine alan bölgede bir çizgisellik analizi de gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda, 397 adet çizgisellik saptanmıştır. Bu çizgiselliklerden 314'ü, hazırlanan gül diyagramına göre, K40°-50°D doğrultularında (KD-GB gidişli) yoğunlaşmakta ve Fethiye-Burdur Fay Zonu ile paralellik sunduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, jeolojik yorumlama, çizgisellik analizi, Fethiye-Burdur Fay Zonu

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the geological features of Fethiye and its vicinity, using field observations and remote sensing techniques together. Edge enhancement filtering and contrast correction were applied to define geological units by satellite images easily. Furthermore, band ratioing was applied to distinguish the units well. Supervised classification was performed to determine the land cover of the region. All data obtained by field works and from satellite image were combined to prepare 1/10.000 scale geological map.

Furthermore, a lineament analysis was carried out in the region including Fethiye-Burdur Fault Zone and Fethiye Fault. Eventually, 397 lineaments were identified. Among those, 314 lineaments were found to be dense N40°-50°E trendings and were parallel to the Fethiye-Burdur Fault Zone, according to rose diagram.

Key words: Remote Sensing, geologic interpretation, lineament analysis, Fethiye-Burdur Fault Zone

GİRİŞ

Son yıllarda uzaktan algılama ile ilgili bilimsel ve teknolojik gelişmeler ilerledikçe birçok jeolojik problemin çözümü de kolaylaşmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapılan uzaktan algılama ve morfolojik analizler, jeolojik çalışmalarda yüzeyle ilgili hızlı ve daha ucuz bilgi sağlamaktadır (Jordan, 2004). Ancak bu analizlerin, arazi gözlemleriyle kontrolleri yapılmadığı sürece güvenilirliği sınırlıdır.

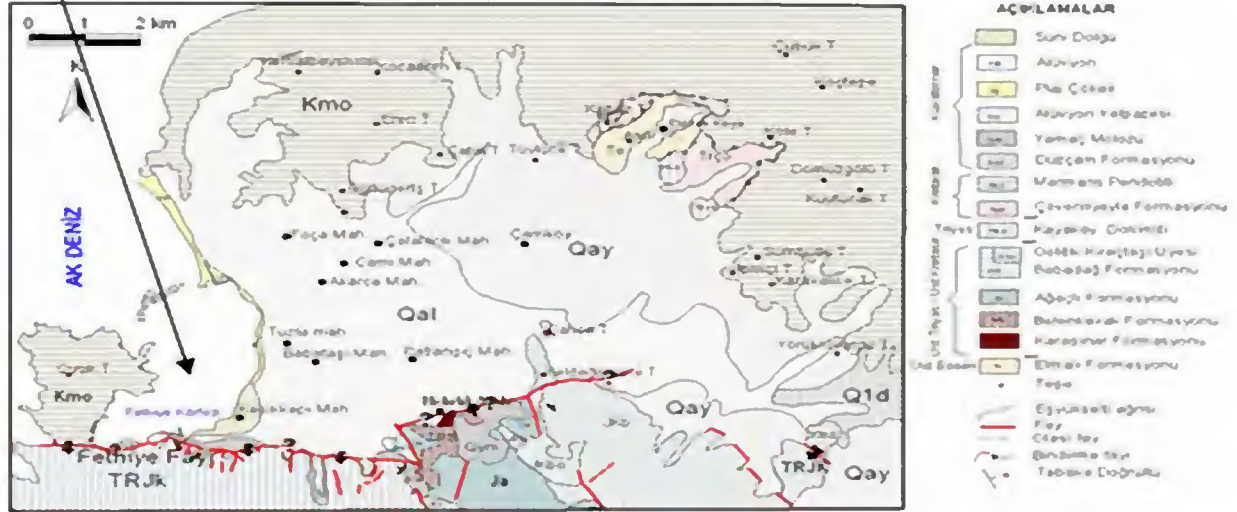
Bu çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Muğla iline bağlı Fethiye ve çevresinde

hem saha gözlemleri hem de uzaktan algılama teknikleri birlikte kullanılarak jeolojik birimlerin ayırdımı yapılarak jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 1). Ayrıca, aktif tektonik hatların izlenmesi amacıyla çizgisellik analizi yapılmıştır. İnceleme

alanının, Türkiye'nin aktif fay zonlarından Fethiye-Burdur Fay Zonu (FBFZ) içerisinde yer alması nedeniyle bölgede, birçok fay düzleminin topoğrafyada oluşturduğu çizgisellikler bulunmaktadır. Bu çizgiselliklerin bölgesel dağılımı uydu görüntüsü kullanılarak yapılırken, Fethiye ve çevresindekilerin dağılımları ise hem uydu

görüntüsü yardımıyla hem de arazi gözlemleri ile belirlenmiştir. Bu çizgiselliklerden elde edilen veriler yardımıyla gül diyagramı hazırlanmış ve

çizgiselliklerin bölgedeki baskın konumları belirlenmeye çalışılmıştır.

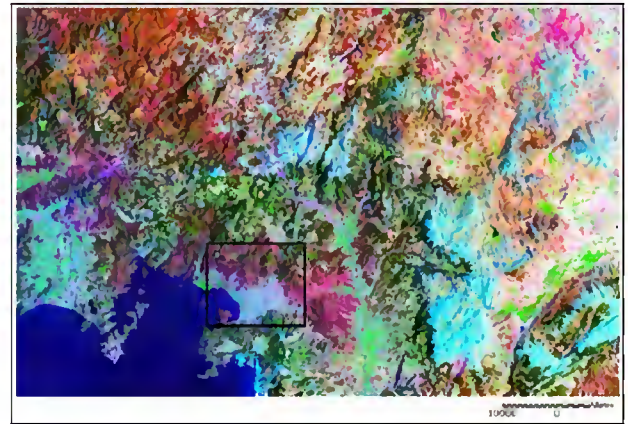


Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası
Fig. 1. Location and geologic map of the study area

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinin 1/10.000 ölçekli topoğrafik harita üzerine hazırlanmış jeoloji haritası; önceki çalışmalar, saha gözlemleri ve uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılarak tekrar yapılmıştır (Şekil 1). Ayrıca, bölgenin çizgisellik haritası uydu görüntüleri kullanılarak ortaya çıkarılmış ve gül diyagramları yapılmıştır. Uzaktan algılama için 30.07.2001 tarihinde alınmış olan Landsat ETM+ (path-row: 179-34) uydu görüntüsü kullanılmıştır. Öncelikle çalışma alanı, bütün çerçeve içerisinde kesilerek çıkarılmış ve geometrik düzeltilmesi yapılmıştır. Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinin bölgesel tektonik yapı içindeki konumunu görebilmek amacıyla çizgisellik analizlerinin gerçekleştirileceği uydu görüntüsünün alanı, Şekil 1'de verilen jeoloji haritasına göre daha geniş bir alanı kapsamaktadır (Şekil 2). Yeryüzündeki her objenin farklı bir yansıma değeri olma özelliğinin yanısıra ve 1, 4 ve 7. bantların sahip oldukları dalga boyu özelliklerinden yola çıkarak bu bant kombinasyonu kullanılmıştır. Ayrıca, Davis ve Berlin (1989)'in belirttiği gibi bu bantların jeolojik araştırmalarda yararlı olduğu da bilinmektedir (Kavak, 2005). Koordinat dönüşümleri yapılan bu görüntüye ait 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlar (6. bant, termal olduğu için kullanılmamıştır) kullanılarak kontrollü

sınıflandırma yapılmıştır. Bu şekilde bölgenin arazi örtüsü belirlenmiştir. Kontrollü sınıflandırmada, arazinin önceden bilinen kısımları, alıştırma bölgeleri olarak seçilmiş ve görüntünün diğer kısımları hakkında bilgi edinilmiştir. Uydu görüntülerinin işlenmesinde ERDAS IMAGINE 8.4 ve ErMapper 7.0 yazılımları kullanılmıştır. Tüm verilerin değerlendirilerek bölgenin jeoloji haritasının hazırlanması, ArcView 3.2 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Fethiye ve civarının Landsat ETM+ uydu görüntüsü 741 (RGB)
Fig. 2. Landsat ETM+ image 741 (RGB) of Fethiye

and its vicinity

Çalışma alanına ait görüntüde, birimleri görsel olarak ayırmak için çeşitli bantlar tek tek incelenmiş ve bunların haricinde görüntüye farklı bant kombinasyonları uygulanarak jeolojik birimler ayırtılmaya çalışılmıştır. Ayrıca görüntüye, kontrast düzeltilmesi, kenarları belirginleştiren edge enhancement (3x3) filtresi ve bant oranlama gibi görüntü iyileştirme teknikleri uygulanmıştır.

Benzer şekilde, bölgede bulunan çizgisel yapılar da görsel yöntemlerin yanında, yönsel filtreleme gibi görüntü işleme teknikleri kullanılarak haritalanmış ve bölgedeki çizgiselliklerin gidişlerini yorumlamak için gül diyagramı hazırlanmıştır (Karaca, 2007).

Gerek çizgiselliklerin, gerekse jeolojik birimlerin görüntü üzerinde ayırtılmasında önemli bir faktör olan drenaj ağı haritası hazırlanmıştır. Bunun için bölgenin 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılmıştır. Öncelikle haritaların koordinat dönüşümleri yapılmış ve daha sonra harita üzerinde bulunan drenaj sistemleri, ArcView 3.2 versiyonu kullanılarak sayısallaştırılmıştır.

Çizgiselliklerin haritalanmasında yardımcı olarak kullanılan sayısal yükseklik modelini hazırlamak amacıyla yine çalışma alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılmıştır. Koordinat dönüşümleri yapılmış olan topoğrafik haritalar üzerindeki eşyüksele eğrileri, her 10 metrede bir geçecek şekilde ArcView 3.2 versiyonu kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Hazırlanan bu sayısal haritalar ve ERDAS IMAGINE 8.4 versiyonu kullanılarak bölgenin sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. Bu SYM daha sonra üç boyutlu görüntülerin hazırlanmasında kullanılmıştır.

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

İnceleme alanı, Türkiye'nin güneybatısında (Batı Toroslar) yer alan Fethiye Körfezi ve çevresini kapsamaktadır. Batı Toroslar'ın jeolojisi, birçok yerli ve yabancı araştırmacının ilgisini çekmiş ve bölgeyle ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. İnceleme alanı ve çevresinde, Batı Toroslar'ın temel jeolojik özelliklerini yansıtan birimler ve yapılar yüzeylemektedir. Bölgede Paleozoyik-Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı değişik kökene sahip kaya birimlerinin, otokton ve allokton birimler olarak yüzelediği uzun yıllardan beri bilinmektedir (Flugel, 1961; Colin, 1962; Graciansky, 1968; Şenel vd., 1994; Bozcu vd., 2007). Allokton konumlu birimlerden Likya napları, kuzeyde bulunan Menderes Masifi ile güneyde bulunan Beydağları otoktonu arasında yer alır (Graciansky, 1968). İnceleme alanında Likya naplarına ait allokton birimler olarak, Tavas napı, Bodrum napı ve Marmaris ofiyolit napı olarak tanımlanan (Şenel,

1997) üniteler yüzeylemektedir. Bu naplar bölgede Eosen yaşlı Elmalı formasyonu (Önalın, 1979) üzerinde tektonik olarak yer alırlar. İnceleme alanındaki allokton birimler uyumsuzlukla Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller tarafından örtülmektedir (Şekil 3). Şekil 1'deki jeoloji haritasında gösterilen bu birimler, uydu görüntüleri üzerinde (Şekil 4) ve arazide ayırtılmıştır.

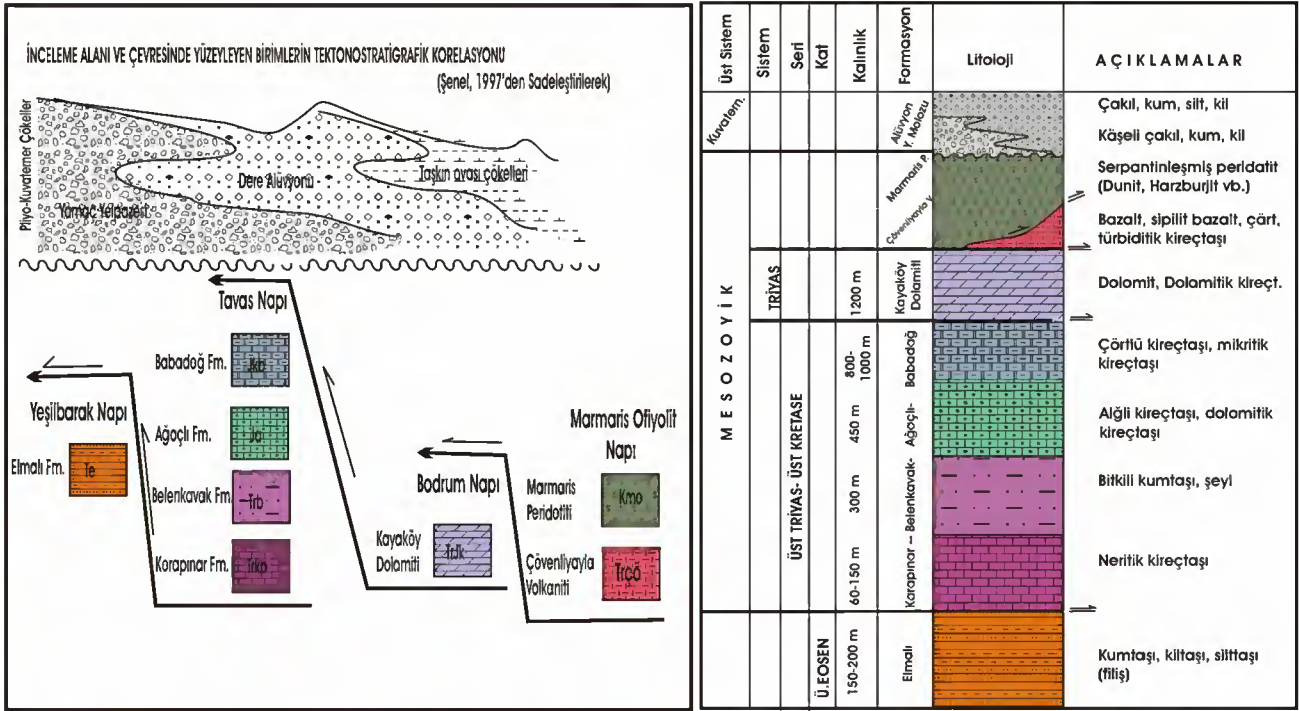
Uydu görüntülerinin içerdiği veriler ham haldedir ve karmaşık görünen bu verileri bilgiye dönüştürmek için çeşitli istatistiksel analiz ve yorumlama teknikleri kullanmak gereklidir. Verileri bilgiye dönüştürebilmek için en yaygın yöntem, görüntüleri sınıflandırmaktır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal konu haritaları (tematik haritalar) üretme işlemidir. Yani, uydu görüntülerindeki her pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırmak ve pikseli yansıma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atamaktır. Sınıflandırma için yaygın olarak kullanılan kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma adı altında iki metot bulunmaktadır (Erdas Field Guide, 2003). Bu çalışmada, arazi gözlemleri ve önceki çalışmalardan elde edilen bilgilerle alıştırma bölgeleri oluşturulup kontrollü sınıflandırma yapılarak, genel arazi görüntüsü belirlenmiştir (Şekil 5).

İnceleme alanında bulunan jeolojik birimler, uydu görüntüsünde görsel yöntemler ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak haritalanmıştır. Öncelikle görüntüye, kenarları belirginleştirmek amacıyla ve Landsat gibi yersel çözünürlüğü düşük denebilecek görüntüler için daha uygun olan edge enhancement (3x3) filtresi uygulanmış (T. Woldai, sözlü görüşme) ve kontrast düzeltmeleri yapılmıştır. Görsel olarak; renk, doku ve drenaj sistemleri gibi özelliklerden yararlanılarak birimler ayırtılmıştır. Drenaj sistemleri, çizgiselliklerin belirlenmesinde kullanılmakla birlikte, jeolojik birimlerin birbirlerinden ayırt edilmesinde de kullanılan yardımcı bir faktördür. Bu amaçla çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak drenaj ağı haritası hazırlanmış ve Şekil 6'da verilmiştir. Bölgede bulunan ofiyolitik kayalarda dendritik drenaj ağı gözlenirken, karbonatlı kayalarda paralel drenaj ağı geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4).

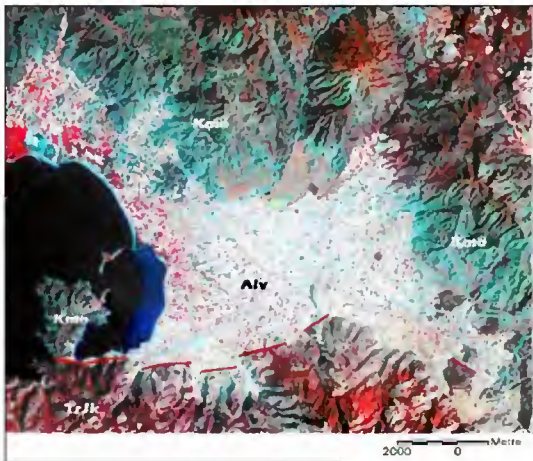
Jeolojik birimlerin uydu görüntüleri üzerinde ayırt edilmesinde bant oranlama işlemleri oldukça yararlı olmaktadır. Bu metot uydu görüntülerinin farklı iki bandında bulunan hücre değerlerinin birbirlerine bölünmesini içermektedir. Bölme işleminde temel amaç topoğrafya ve gölge etkisini ortadan kaldırmaktır (Sarp ve Toprak, 2007). TM oranlarının birtakım kombinasyonları, jeologlar tarafından Landsat görüntülerinde mineral tipini yorumlamada kullanılmaktadır (ERDAS Field Guide, 1999). 5/7 oranı hidroksil içeren minerallerin

tanımlanabilmesi için kullanılmaktadır. Bu mineraller, faylar ve kırıklar boyunca suyun etkisini göstermektedir (Sarp ve Toprak, 2007'deki Crippen, 1988'e göre). Bu doğrultuda, çalışmada kullanılan uydu görüntüsüne; kil (5/7), demir minerali (5/4) ve bitki indeksi (4/3) (RGB sırasıyla) oranlamaları uygulanmıştır (Şekil 7). Burada 5/7

oranı, kil ve karbonat minerallerinin belirginleşmesini sağlamıştır. Şekilde kırmızı olan yerler, karbonat kayalarını göstermektedir. Özellikle Fethiye yerleşim alanının kuzey kesimleri ve batısında bulunan yarımada gözlenen yeşil



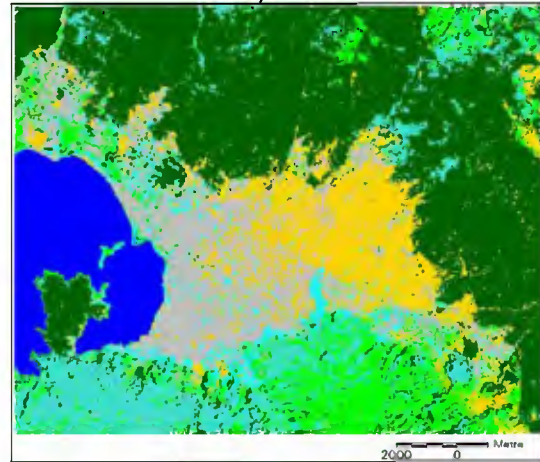
Şekil 3. İnceleme alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik sütun kesiti
Fig. 3. Generalized tectonostratigraphic columnar section of the study area



Şekil 4. Şekil 4. Landsat ETM+ uydu görüntüsü 432 (RGB)'nde ayrılan birimler ve Marmaris Peridotiti ile Kayaköy Dolomiti'nde gözlenen drenaj sistemleri (— : Fay, Kmo: Marmaris Peridotiti, T_{RJK}: Kayaköy Dolomiti, Alv: Alüvyon)

Fig.4. Drainage systems on Marmaris Peridotite and Kayaköy Dolomite and the units distinguished on the Landsat ETM+ 432

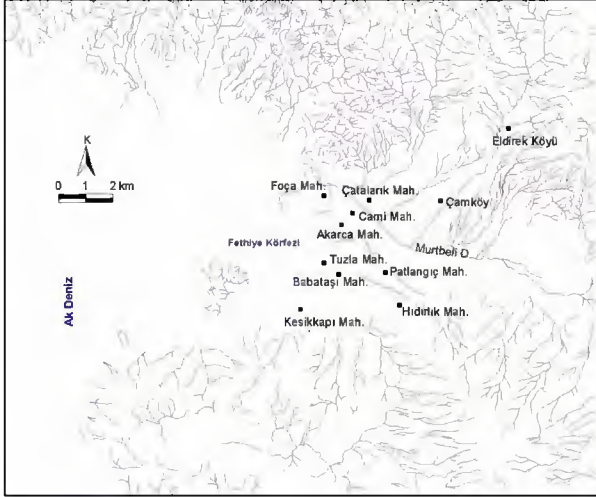
(RGB) sistemleri (— : Fault, Kmo: Marmaris Peridotite, T_{RJK}: Kayaköy Dolomiti, Alv: Alluvium)



Alüvyon
Sarpın Yalpası
Marmaris Peridotiti
Kayaköy Dolomiti
Bitkili Kumtaşı Üyesi
Çövenliyağla Formasyonu

Şekil 5. Landsat ETM+ kullanılarak yapılmış olan kontrollü sınıflandırma

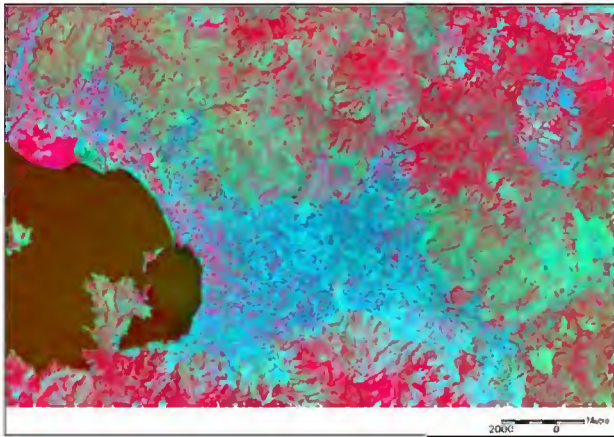
Fig. 5. Supervised classification using Landsat ETM+



Şekil 6. Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinin drenaj ağı haritası

Fig. 6. Drainage systems of Fethiye settlement area and its close vicinity

renkli bölgeler, ofiyolitik kayaları simgelemektedir. Fethiye yerleşim alanının da içerisinde bulunduğu ve mavi renkte olan kısımlar ise alüvyonlara karşılık gelmektedir.



Şekil 7. Fethiye ve civarının kil (5/7), demir minerali (5/4) ve bitki indeksi (4/3) (RGB) oranlamalarıyla üretilmiş renkli kompozit görüntüsü

Fig. 7. Colour composite image of Fethiye and its vicinity consisting of clay (5/7), ferrous (5/4) and vegetation index (4/3) (RGB respectively) ratios

Tüm değerlendirme yöntemleri kullanılarak hazırlanan jeoloji haritası; arazi çalışmalarıyla yapılan haritalar ve önceki çalışmalarla

karşılaştırılarak Fethiye ve yakın çevresinin 1/10.000 ölçeğinde jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 1). Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinde, Tavas napına ait Ladiniyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Karapınar Formasyonu, Karniyen-Noriyen yaşlı bitkili kumtaşı ve Liyas yaşlı şeyllerden oluşan Belenkavak Formasyonu, alglı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından oluşan Ağaçalı Formasyonu; Bodrum napına ait Triyas yaşlı Kayaköy Dolomiti ve Marmaris Ofiyolit napına ait Kretase yaşlı Marmaris Peridotiti'nin yer aldığı belirlenmiştir. Şekil 8'de Çövenliayla Formasyonu içinde yer alan serpantin, radyolarit çört ve kireçtaşı olistolitleri ile Kayaköy Dolomiti'ne ait arazi görünümü örnek olarak verilmiştir.



Şekil 8. a) Çövenliayla Formasyonu içinde yer alan serpantin, radyolarit çört ve kireçtaşı olistolitlerinin arazideki görünümü (Eldirek Köyü), b) Kayaköy Dolomiti'nde görülen ayrışmalar (Fethiye'nin güneybatısındaki Asarlık Tepe)

Fig. 8. a) Field view of serpentine, radiolarite chert and limestone olistolite in Çövenliayla Formation (Eldirek Village), b) Alteration on Kayaköy dolomite (Asarlık Hill-SW of Fethiye)

ÇİZGİSELLİK ANALİZİ

İnceleme alanı ve çevresi, Fethiye-Burdur Fay Zonu içinde bulunmaktadır. Güneybatı

Anadolu'da aktif bir fay zonu olarak bilinen (Barka vd., 1995; Yağmurlu, 2000; Bozcu vd., 2007) bu



Şekil 9. Fethiye-Burdur fay zonunun bölgesel tektonik yapı içindeki konumu (Bozcu vd., 2007)

Fig. 9. The position of Fethiye-Burdur Fault Zone in regional tectonic structure (Bozcu et al., 2007)

zon içinde değişik büyüklüklerde ve yönelimlerde faylar bulunmaktadır (Şekil 9).

Çizgisellik analizi, jeoloji araştırmalarında sıkça kullanılan bir araştırma yöntemidir (Süzen ve Toprak, 1998; Över vd., 2004) ve sadece kırık hatlarını temsil etmemektedir. Bu terim ilk kez Hoobs (1904) tarafından "Atlantic Sınır Bölgesinin Çizgisellikleri" adlı çalışmasında kullanılmıştır. Aktif fay zonlarının belirlenmesinde uzaktan algılama tekniği, önemli bir kolaylık ve üstünlük sağlamaktadır. Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan çizgisellik analizleri, farklı yapısal unsurlar ile mineralizasyon zonlarının belirlenmesinde de araştırmacılara yardımcı olur (Kavak ve Çetin, 2007). Benzer şekilde, bölgedeki yeraltı su zenginlikleri hakkında fikir edinilebilir, petrol ve maden araştırmalarında kullanılabilir. Bu kapsamda birçok araştırmacının belirttiği gibi çizgisellik haritası, herhangi bir bölge için önemli bilgiler sunar (Rowen ve Bowers, 1995; Zakir vd., 1999). Uydu görüntüleri üzerinde çeşitli görüntü iyileştirme yöntemleri kullanılarak çizgiselliklerin ön plana çıkarılması mümkündür. Çalışma alanı ve çevresinde bulunan çizgisel yapıları belirlemek için

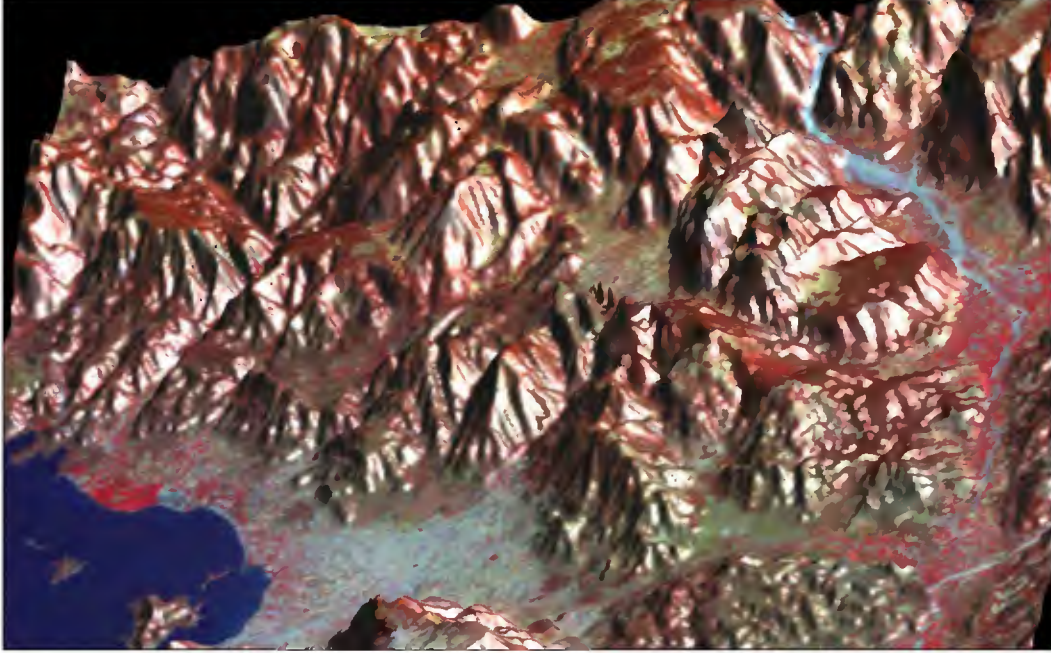
Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu çalışmada, görsel yöntemler ve görüntü işleme

teknikleri birlikte kullanılarak çizgisellikler haritalanmıştır. Çizgiselliklerin görsel değerlendirmeleri bazı kriterlere bağlıdır. Bunlar; renk tonu ve doku gibi fotoğrafik özellikler, drenaj örgüsü ve yoğunluğu, arazi şekli ve

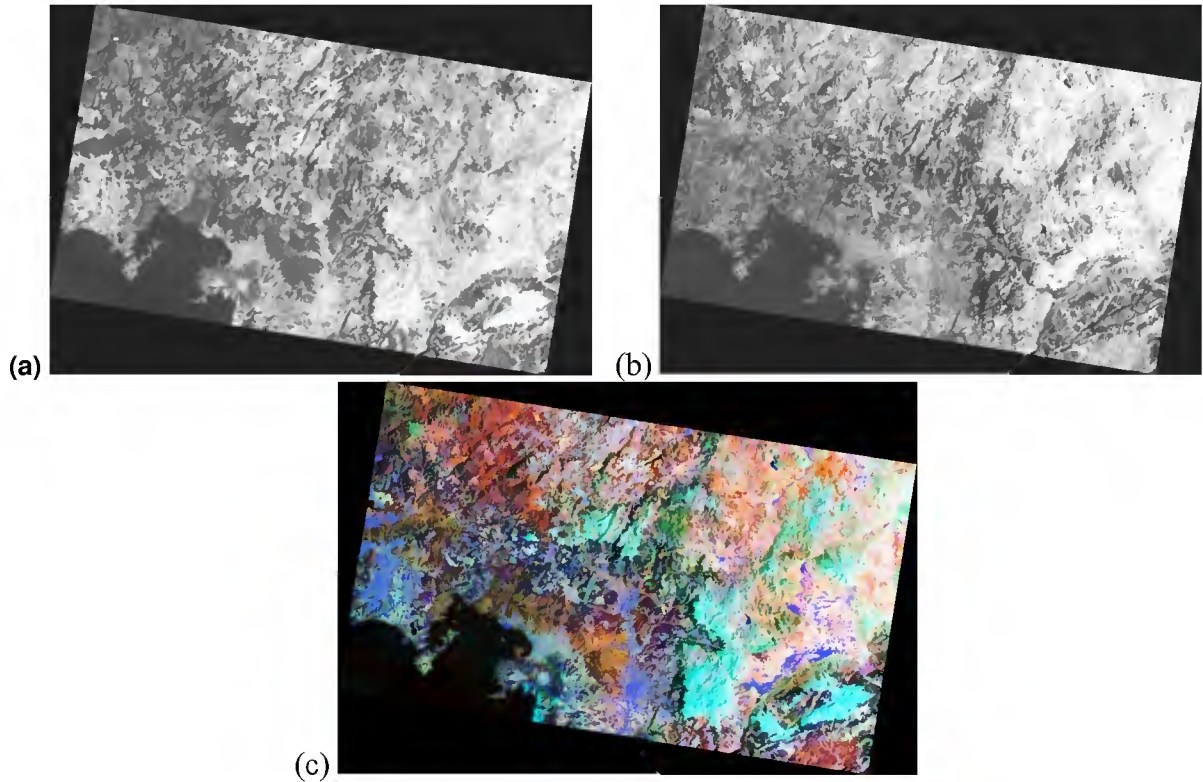
tabakalanmanın gelişimi, bitki örtüsü, fay yüzeyinin varlığı, doğrusal vadiler, üçgen yüzlerin dizilimi, nehir gidişlerinin yer ve yön değiştirmesi, göllerin dizilimi, sıcak su çıkış noktaları, su kaynakları, heyelanlar, nehir taraçalarının yatay veya dikey doğrusal yer değiştirmesi gibi jeomorfolojik özelliklere dayanmaktadır. Bu özelliklerin bilinmesinden yola çıkılarak çalışma alanı ve yakın çevresinin drenaj ağı haritası ve sayısal yükseklik modeli çizgiselliklerin belirlenmesi için hazırlanmıştır. Şekil 10'da, bölgenin uydu görüntüsü ve yükseklik verileri kullanılarak hazırlanan üç boyutlu arazi modeli ile eğimin değiştiği yerler, vadi ve sırtların tam yerleri rahatlıkla görülebilmektedir. Dolayısıyla oluşturulan üç boyutlu görüntü ile incelemek istediğimiz fay

çizgiselliklerini daha net olarak görebilme imkanı sağlanmış olur. Bu şekilde, iki boyutta çalışırken, çizgisellikler ile vadi ve sırtların karıştırılmasından

kaynaklanabilecek hatalar azalmaktadır. Ayrıca, çalışma alanına ait uydu görüntüsünde çeşitli bant



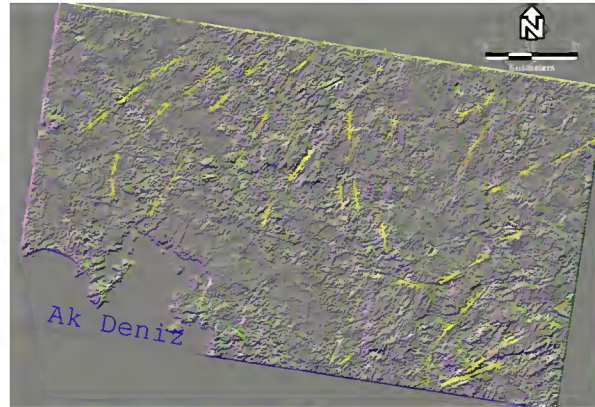
Şekil 10. Fethiye Körfezi ve civarının Landsat ETM+ 431 (RGB) görüntüsü ve Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak hazırlanmış üç boyutlu arazi modeli
Fig. 10. Three dimensional land model prepared using Landsat ETM+ 431 (RGB) and digital elevation model of Fethiye Bay and its vicinity



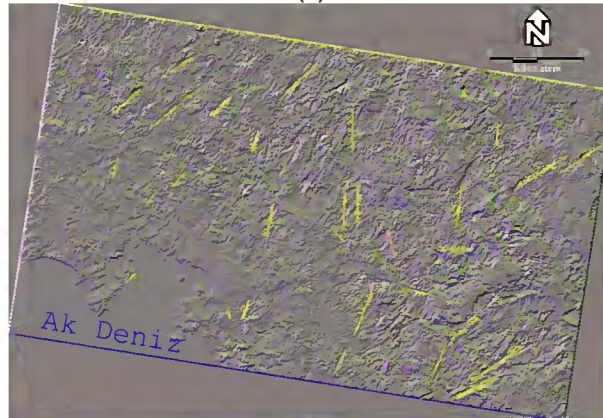
Şekil 11. Bu çalışmada kullanılan Landsat ETM+'ye ait bazı bantlar a) TM4, b) TM7 ve c) 754 (RGB) renk kompozisyonu

Fig. 11. Some bands of Landsat ETM+ used in this kombinasyonları ile 1, 4, 5 ve 7. bantlar ayrı ayrı değerlendirilerek çizgisel yapılar, ERDAS 8.4 versiyonu kullanılarak çizilmiştir. Şekil 11'de bu çalışmada kullanılan bant ve bant kombinasyonlarına örnek olarak TM4, TM7 ve 754 (RGB) renk kompoziti verilmiştir. Çizgiselliklerin uydu görüntüleri üzerinde ayırtlanmasında, görsel değerlendirmeye ek olarak görüntü iyileştirme tekniklerinden de yararlanılmıştır. Çeşitli yönsel filtrelemeler çizgiselliklerin haritalanmasında kullanılmıştır. 5 ve 7. bantların jeolojik araştırmalar için daha uygun olduğu bilindiğinden bu çalışmada 5. ve 7. bantlar yönlü filtreleme için seçilmiştir. Bu bantlar üzerinde çeşitli yönlerde filtreler denenerek çalışma alanındaki çizgisellikler haritalanmıştır. Şekil 12.a'da 5. banda, çizgiselliklerin genel yönelimlerine dik olacak şekilde uygulanan KB, D-B, K-G; Şekil 12.b'de ise 7. banda uygulanan KB, K-G, D-B yönlü filtreler sırasıyla RGB renkli kompozit olarak verilmiştir. Tüm bu veriler kullanılarak çalışma alanında 397 adet çizgisellik saptanmıştır (Şekil 13). Bunlar arasından KD-GB

study a) TM4, b) TM7 ve c) 754 (RGB) colour composite gidişli olan 314 adet çizgisellik bulunmaktadır. Çizgisellik haritası kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre (Şekil 14), yöredeki kırık sistemlerinin K40°-50°D doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Yoğun olarak gözlenen KD-GB gidişli bu çizgisellikler, FBFZ'ye paralellik sunmaktadır. Çizgisellik analizi yapılan faylardan inceleme alanı içinde bulunan ve Fethiye yerleşim birimi içinden geçen "Fethiye Fayı", D-B uzanımlı, normal eğim atım bileşenine sahip bir faydır. Bu fay ile inceleme alanındaki peridotitler (Marmaris Peridotiti) ve karbonat kayaları (Babadağ Formasyonu ve Kayaköy Dolomiti) karşı karşıya gelmiştir. Fayın düşen bloğunda Marmaris Peridotiti yer alırken, yükselen bloğunda ise Babadağ Formasyonu ile Kayaköy Dolomit'i bulunmaktadır. Fay düzlemi boyunca breşleşme ve yer yer erime (karstifikasyon) yapıları gelişmiştir (Şekil 15). Fay düzleminin topoğrafyadaki izinin inceleme alanı içindeki izlenebilen devamlılığı yaklaşık 10 km uzunluğundadır.



(a)



(b)

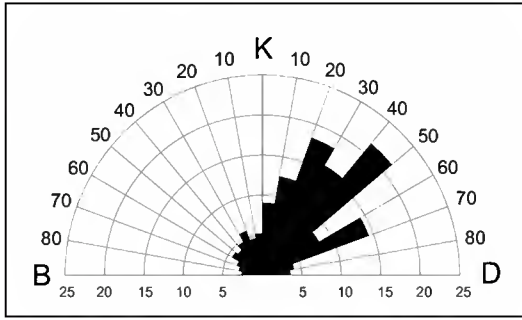
Şekil 12.a) 5. banda uygulanan KB, D-B, K-G ve b) 7. banda uygulanan KB, K-G, D-B yönlü filtreler ait renkli kompozitler (RGB) üzerine çizilmiş olan bazı çizgisellikler

Fig. 12. Some lineaments on the colour composite image of directional edge detection filtering a) NW, E-W, N-S (RGB) applied to 5th band and b) NW, N-S, E-W (RGB) applied to 7th band



Şekil 13. FBFZ içerisinde kalan Fethiye ve çevresine ait Landsat ETM+ 431 (RGB) uydu görüntüsü üzerine çizilmiş çizgisellikler (KD-GB gidişli olanlar FBFZ ile uyumludurlar)

Fig. 13. Lineaments on the Landsat ETM+ 431 (RGB) belong to Fethiye and its vicinity in the FBFZ (NE-SW-trending lineaments are parallel to FBFZ)



Şekil 14. Çalışma alanındaki çizgisellikler kullanılarak doğrultularına göre hazırlanmış olan gül diyagramı

Fig. 14. Rose diagram prepared using the lineaments' strike positions of the study area



Şekil 15. Fethiye Fayına ait fay breşleri (UTM: 35 693000D, 4056580K)

Fig. 15. Fault breccia belong to the Fethiye Fault (UTM: 35 693000E, 4056580N)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada arazi gözlemleri sırasında bölgede 14 tane jeolojik birim ayırtlanmıştır. Saha çalışmalarına paralel olarak yürütülen uzaktan algılama çalışmalarında ise, bir uydu görüntüsü üzerinde kullanılan renk, doku ve drenaj sistemleri yardımıyla yukarıda ayırtlanan bu jeolojik birimler dengeştirilmiş ve sınırlar karşılıklı kontrol edilerek doğrulanmıştır.

Ayrıca, "Fethiye Fayı" ve FBFZ'nin gidişlerini belirlemek amacıyla çizgisellik analizi yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, Fethiye Fayı'nın yaklaşık D-B doğrultulu olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra Fethiye-Burdur fay sistemi ise, belirlenen toplam 397 adet çizgisellik arasından 314'ünün KD-GB gidişli olmasıyla belirlenmiştir. Sonuç olarak K40°-50°B doğrultusunda olduğu, gül diyagramlarıyla belirlenen bu çizgisellikler FBFZ'yi temsil etmektedir.

Saha çalışmalarına paralel olarak yürütülen uzaktan algılama çalışmalarına bir örnek olan bu uygulamamız sayesinde hem jeolojik birimlerin ayırtlanması ve haritalanması kolaylaşmış, hem de önemli yapısal gidişler ortaya çıkarılabilmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, ilk yazarın doktora tezi kapsamında yapılmış olup, TÜBİTAK-ÇAYDAG tarafından 103Y032 nolu "Fethiye Yerleşim Alanı ve Çevresinin Jeoloji, Jeoteknik ve Depremselliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi" isimli proje tarafından desteklenmiştir. Çalışma sırasındaki katkılarından dolayı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU'ya ve makaleyi okuyarak değerli katkılarını koyan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Süha ÖZDEN'e teşekkür ederiz.

Geliş tarihi : 04.08.2008

Kabul tarihi: 28.10.2008

KAYNAKLAR

- Barka, A, Şaroğlu, F., Şengör, A.M.C., 1995. The Isparta Angle: Its Importance in the Neotectonics of the Eastern Mediterranean Region. IESCA-Güllük, Turkey, pp:3-17.
- Bozcu, M., Yağmurlu F., Şentürk M. 2007. Fethiye-Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB-Türkiye. Jeoloji Müh. Derg., 31, 1.
- Colin, H., 1962. Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Türkiye) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdlr. MTA Dergisi, 59, 19-59.E.
- Crippen, R. E., 1988. The Dangers of Underestimating The Importance of Data

- Adjustments In Band Ratioing. *International Journal of Remote Sensing*, 9, 767-776.
- Davis, P.A., Berlin, G.L., 1989. Rock Discrimination In The Complex Geologic Environment of Jabal Salma, Saudi Arabia, Using Landsat Thematic Mapper Data. *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing*, 55, pp. 1147-1160.
- ERDAS Field Guide, 1999. Atlanta, Georgia, p. 174.
- Erdas Field Guide, 2003. Second Edition Erdas Inc., Atlanta, USA.
- Flugel, H., 1961. Isparta 106/3 ve Elmalı 123/1 Paftaları Dahilinde Yapılan Jeolojik Löve Çalışmaları. MTA Rap. No: 2372 (yayımlanmamış).
- Graciansky, P., C., 1968. Teke Yarımadası (Likya) Toroslarının Üst Üste Gelmiş Ünitelerinin Stratigrafisi ve Dinaro Toroslardaki Yeri. *MTA Dergisi*, 71, 73-92.
- Hobbs, W., H., 1904. Lineaments of The Atlantic Border Region. *Geological Society American Bulletin*, 15, 483-506 p.
- Jordan, G., 2004. Terrain Modelling with GIS for Tectonic Geomorphology, Numerical Methods and Applications. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* 1031, 41pp, Uppsala.
- Karaca, Ö., 2007. Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Kullanılarak Hazırlanması, Doktora Tezi, 427 s., Süleyman Demirel Üniv., Isparta (yayımlanmamış).
- Kavak, K.Ş., 2005. Determination of Paleotectonic And Neotectonic Features Around The Menderes Masif And The Gediz Graben (Western Turkey) Using Landsat TM Image, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, No.1, 59-78.
- Kavak, K.Ş., Çetin, H., 2007. A Detailed Geologic Lineament Analysis Using Landsat TM Data of Gölarmara/Manisa Region, Turkey, *Online Journal of Earth Sciences Online Journal of Earth Sciences* 1 (3): 145-153.
- Önalın, M., 1979. Elmalı-Kaş (Antalya) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. Doktora Tezi, İÜFF Monografileri, S: 29, 131 s., İstanbul.
- Över, S., Kavak, K.Ş., Bellier, O., Özden, S., 2004. Is the Amik Basin (SE-Turkey) a Triple Junction Area? Analyses of SPOT XS Imagery and Seismicity, *International Journal of Remote Sensing*, Volume: 25, Number: 19, 3857-3872.
- Rowen, L. C., Bowers, T. L., 1995. Analysis of Linear Features Mapped in Landsat Thematic Mapper and Side-Looking Airborne Radar images of the Reno 1B by 2B Quadrangle, Nevada and California: Implications For Mineral Resource Studies. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61, 749-759.
- Sarp, G., Toprak, V., 2007. Otomatik Olmayan Yöntemler Kullanılarak Landsat ETM Uydu Görüntüsünden Çizgisellik Belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- Süzen, M.L., Toprak, V., 1998. Filtering of Satellite Images in Geological Lineament Analyses: An Application to A Fault Zone in Central Turkey, *International Journal of Remote Sensing* 19:6, 1101-1114.
- Şenel, M., Akdeniz, N., Öztürk, E., M., Özdemir, T., Kadıncık, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M., Örcen, S., 1994. Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi. MTA Rap. 9761, Ankara (yayımlanmamış).
- Şenel, M., 1997. Türkiye Jeoloji Haritaları Fethiye-L8 Paftası. MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Yağmurlu, F., 2000. Burdur Fayının Sismotektonik Özellikleri. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2000, İzmir, Bildiriler Kitabı s. 143-151.
- Zakir, F.A., Qari, M.H.T., Mostafa, M.E., 1999. Technical Note A New Optimizing Technique For Preparing Lineament Density Maps. *International Journal of Remote Sensing*, 20, 1073-1085.