

## NEOJEN YAŞLI HİMMETOĞLU (GÖYNÜK - BOLU) BİTÜMLÜ ŞEYL SAHASININ LİTOSTRATİGRAFİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

*Lithostratigraphic and tectonic features of Himmetoğlu (Göynük - Bolu) oil shale field of Neogene age*

Mehmet ŞENER

M.T.A. Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüd ve Arama Dairesi, ANKARA

ÖZ: Yeryuvarının jeolojik tarihi boyunca Prekambriyenden Tersiyer'e kadar bitümlü şeyi çökelimleri gerçekleşmiştir. Özellikler Tersiyer'de; Avrupa, Güney Amerika, ABD'nin batı kesimlerinde ve ülkemizin iç Anadolu, Batı Karadeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde bitümlü şeyi çökelimleri gelişmiştir.

Genellikle Neojen yaşlı volkanosedimanter göl ortamlarında gelişen bitümlü şeyi sahalarına örnek teşkil etmesi amacı ile Himmetoğlu sahası tip saha olarak seçilmiş ve ayrıntılı incelenmiştir.

Neotektonik dönemde paleotektonik yapıların reaktivasyona uğraması sonucu gelişen graben tipi bir basende çökelen Himmetoğlu formasyonunun litostratigrafisi sondaj karot örnekleri kullanılarak detaylandırılmıştır.

Yeşil kil ve konglomeratik, linyitik, bitüm bandlı marn ve bitüm laminalı marn olmak üzere 4 ayrı zonun saptandığı formasyonun; değişik periyotlarda basene gelen piroklastik sedimanlarla organik maddelerin birlikte çökmesi sonucu oluştuğu saptanmıştır.

**ABSTRACT:** Oil shales have been deposited from Precambrien to Tertiary in the geological history of the Earth, and they are distributed in Europe, South America, Western United States, and in Turkey. Middle anatolia, Western Black sea, Aegean and Marmara regions are important in respect to oil shales in Turkey. Volcanosedimentary lacustrine basins of Neogene age are the main geological environments in which oil shales were deposited in Turkey. Himmetoğlu oil shale field have been selected as an example among the others. So, only this field have been investigated in detail.

Himmetoğlu formation occurs in a graben, caused by reactivation of paleotectonic structures in the neotectonic regime. Lithostratigraphical features of this formation have been investigated in detail on core samples.

Himmetoğlu formation has 4 different zones: Green clay and conglomerate, lignite bearing, banded bituminous marl, laminated bituminous marl. Organic matters and pyroclastic sediments which were transported in different periods have been deposited together in the basin.

### GİRİŞ

Yeryuvarının jeolojik tarihi boyunca çeşitli zaman aralıklarında bitümlü şeyi çökelimleri gerçekleşmiştir. Bilinen en yaşlı bitümlü şeyi sahaları "İskandinav - Doğu Kanada Prekambriyen Kalkanı" üzerinde gelişen Kanada, İsveç ve BDT (Estonya) de yer almaktadır.

Ordovisiyen yaşlı Kukersit (BDT), Permiyen yaşlı Irati şeylleri (Brezilya), Permokarbonifer yaşlı Ke-

rosen şeylleri ve / veya Tasmaniüer (Avustralya), Lias yaşlı Posidonia şeylleri (Batı Avrupa), -Kretase yaşlı İsrail ve Ürdün şeylleri ile Eosen yaşlı Green River şeylleri (ABD) bilinen en önemli bitümlü şeyi sahalarıdır (Douglas ve Hail, 1983; Cole, 1984; Hufnagel, 1984; Hutton, 1986; Patterson v.d. 1988). Özellikle Tersiyer'de ise, Avrupa, Güney Amerika, ABD'nin batı kesimlerinde ve ülkemizin İç Anadolu, Batı Karadeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde bitümlü şeyi çökelimleri gelişmiştir.

Kütahya - Seyitömer, Ankara - Beypazarı, tzmıt - Bahçecik, Bolu - Göynük (Hatüdağ), Eskişehir - Sancakaya, Balıkesir - Burhaniye, Manisa - Demirci ve Bolu - Göynük - Himmetoğlu bitümlü şeyi sahaları ülkemizde bulunan belli başlı sahalardır.

Adı geçen sahalardan Himmetoğlu (Bolu - Göynük) bitümlü şeyi sahası diğer sahalara örnek teşkil edecek şekilde tip saha olarak seçilmiştir. Sahada önceki yıllarda yapılan çalışmalarda; Abdülsemoğlu, 1959., Saner, 1977, 1980., Sonel v.d. 1987 ve Besbelli, 1991 tarafından bölgesel jeolojik yorumlamalar getirilmiştir. Beseme, 1967., Ataman ve Beseme, 1972., San, 1985., Kulaksız ve Demirbugan, 1988., Taka, 1988 ve Tuğluhan v.d. 1990 gibi araştırmalarda ise çalışma sahası ve yakın yöresinde yer alan bitümlü şeyi ve linyit çökelimleri üzerinde ekonomik ağırlıklı yorumlar yapılmıştır.

Yukarıda değinilen önceki çalışmaların tümünde çalışma sahasında yer alan Miyosen yaşlı Himmetoğlu formasyonuna ait ayrıntılı bilgiler son derece kısıtlıdır.

Şekil 1'de görüldüğü gibi Adapazarı H 25 b 4 ve c 1 paftalarında yer alan Himmetoğlu Neojen Baseninde gerek organik kayaçların (bitümlü şeyi, linyit) çökmesi esnasındaki ortam koşulları gerekse inorganik madde - organik madde ilişkileri ve özellikle volkanizmanın çökme üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla öncelikle Himmetoğlu formasyonunun litostratigrafisi detaylandırılmıştır. Mostra bazında detaylandırılması olanaksız olan formasyonun ayrıntılı incelenmesi amacıyla, çalışma sahasında önceki yıllarda yapılan sondajların 12 adedinin karot örnekleri kullanılmıştır (Şener, 1992).

## LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

Himmetoğlu Neojen baseni, Orta Miyosen'de Bitlis kenet kuşağı boyunca Avrasya - Afrika kıtalarının çarpışmasından sonra gelişen neotektonik dönemde paleotektonik döneme ait yapıların reaktivasyona uğraması sonucu oluşan graben tipi basenlerden biridir. (Şekil 2). Bu nedenle Miyosen öncesi çökelen formasyonların tümü temel formasyonlar olarak özet halde sunulmuştur.

### Temel Birimler

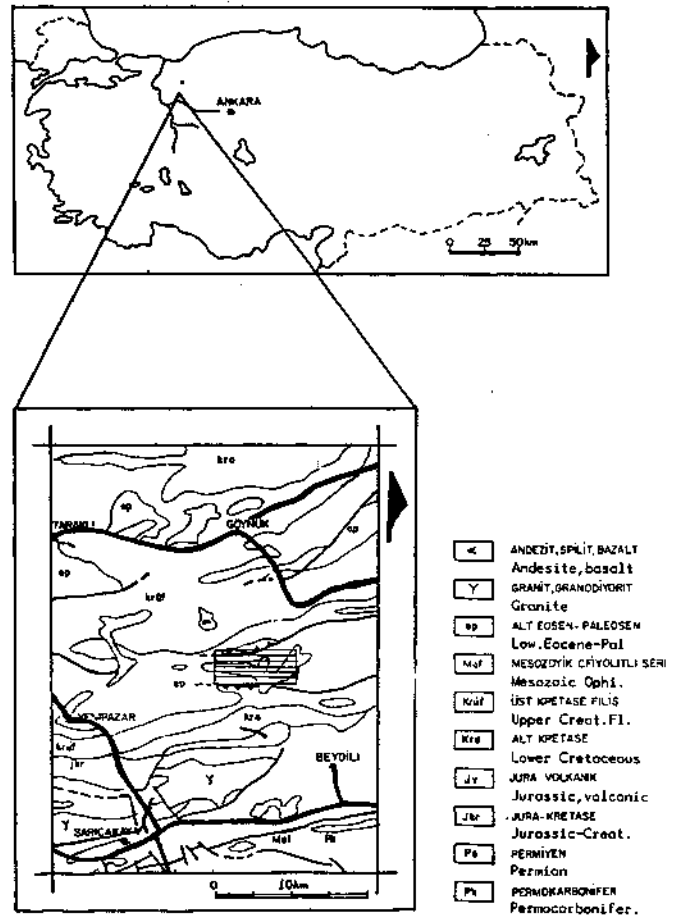
Himmetoğlu Neojen basenindeki çökmeyi etkileyebilecek karakterde Üst Maestrihtiyen'den Eosen'e

kadar uzanan bir zaman aralığında çökelen formasyonlar bulunmaktadır (Şekil 3). Bu formasyonlar alttan üste doğru sırasıyla aşağıda özetlenmiştir;

İnceleme alanı kuzeyinde Çayköy, güneyinde ise Kozalıklıbeleni Tepe güneydoğusunda ince kumtaşı bantları içeren mavi - yeşil renkli şeyi - marn çökelimleri yer almaktadır. Ortalama kalınlığı 300 m'ye ulaşan bu çökelimler Orta - Üst Maestrihtiyen yaşında olup ilk kez Saner (1980) tarafından Seben formasyonu olarak adlandırılmıştır.

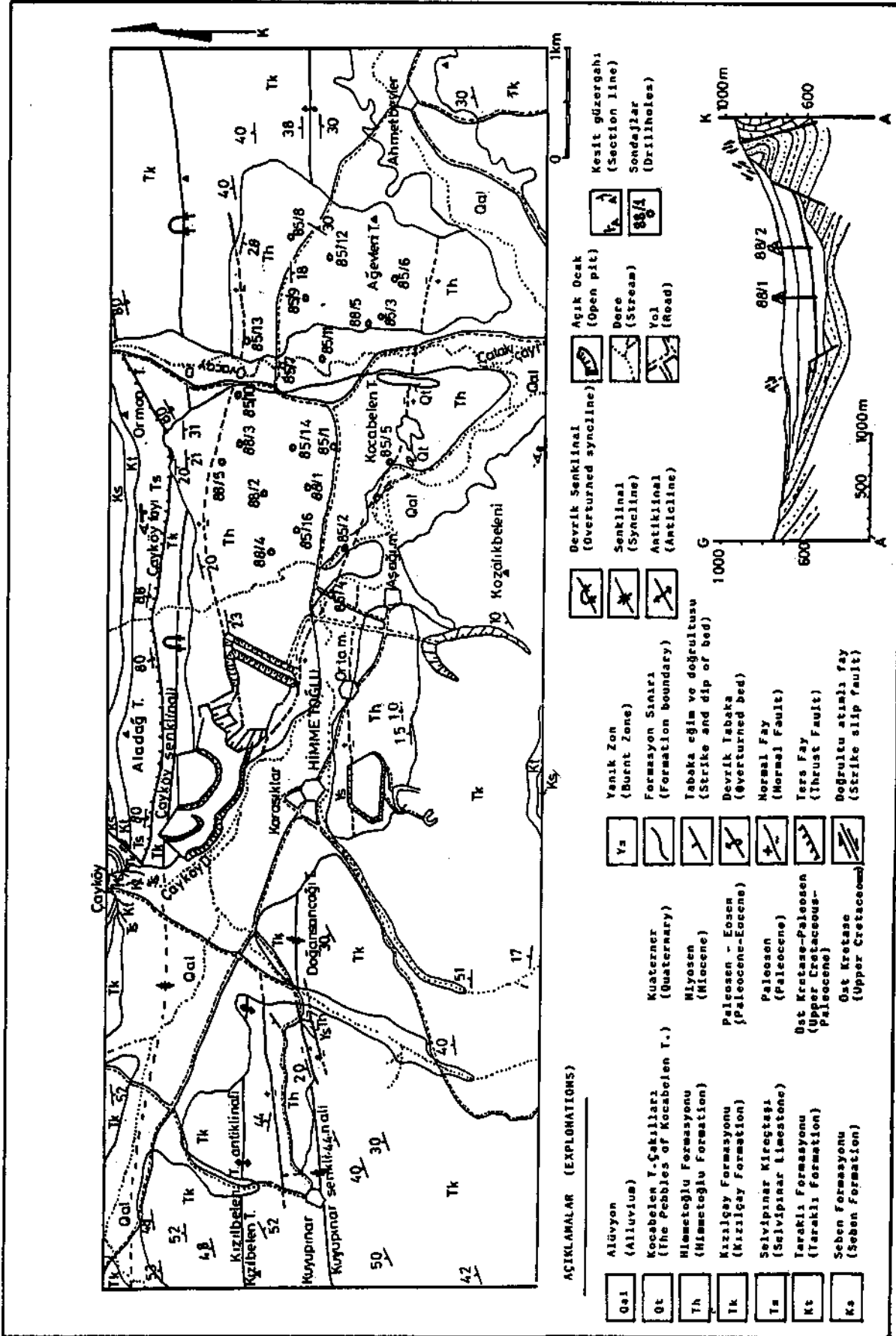
Besbelli (1991)'e göre duraylı bir ortamda çökelen Seben formasyonu üzerine uyumlu olarak orta - kalın tabakalı kumtaşları gelmektedir. 160 m kalınlığa sahip bu kumtaşları Kalkan (1991) a göre Üst Maestrihtiyen yaşında olup ilk kez Saner (1977) tarafından Taraklı formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Kuzeye doğru yavaş yavaş gerileyen regresif bir



Şekil 1. Bulduru haritası.

Figure 1. Location map.



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.

Figure 2. The geological map of the investigated area.

izin çökelleri olan Taraklı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen resifal kireçtaşları Besbelli (1991) e göre Monsiyen, Saner (1977) e göre ise alt Paleosen yaşında olup ilk kez Eroskay (1965) tarafından Selvipmar kireçtaşları olarak adlandırılmıştır.

Kuzeye doğru gerileyen denizin oluşturduğu sığ denizel bir ortamda, sahil çizgisine az çok paralel olarak gelişen Selvipmar kireçtaşları üzerine uyumlu olarak kırmızı renkli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan çökeller gelmektedir. 500 m ye ulaşan bir kalınlığa sahip bu çökellerin yaşı Saner (1977) e göre Orta - Üst Paleosen'den başlayıp Alt Eosen'e kadar çıkmaktadır. İlk kez Eroskay (1965) tarafından Kızılçay formasyonu olarak adlandırılan bu çökeller karasal - geçiş ortamında çökelmişlerdir (Saner, 1977; Besbelli, 1991).

#### Neojen Yaşlı Birimler

##### Himmetoğlu Formasyonu (Th)

Formasyon ilk kez Turgut ve Dümenci (1980) tarafından adlandırılmıştır. Karakteristik özelliklerinin Himmetoğlu köyünün kuzeyinde gözlenmesi nedeni ile bu isim altında incelenmiştir.

Yatay ve yataya yakın (0-20°) eğime sahip tabakaların oluşturduğu formasyonun mostra bazında ayrıntılı inceleme olanakları son derece sınırlıdır. Himmetoğlu köyü kuzeyinde yer alan Kayaboğazı mevkiinde Kızılçay formasyonu üzerine aşmalı olarak geldiği net bir şekilde gözlenmekle birlikte detaylandırma olanakları çok kısıtlıdır. Kömür üretimi amacı ile açılan ocaklarda günlük mostralara gözlenebilmekte ancak heyelan ve oturmalar nedeni ile sınırlı gözlemler yapılabilmektedir. Bu olumsuzluklara rağmen bölgede kömür ile bitümlü şeyi amaçlı birçok sondajın varlığı ve bitümlü şeyi amaçlı 5 adet sondajın yüzeyden itibaren karotlu olarak gidilmesi, formasyonunun detaylandırılmasına olanak sağlamıştır.

Şekil 4'de verilen sondaj stamplanna ve diğer sondaj stamplanna dayalı olarak çizilen Himmetoğlu formasyonu tip kesiti Şekil 5'de sunulmuştur.

Havzada yapılan sondajlardan alınan karot örneklerinden seçilen 87 adet örnek üzerinde yıkama işlemi yapılarak paleontolojik determinasyonlar yapılmıştır. Yapılan determinasyonlar sonucunda formasyona yaş verebilecek fosil bulunamamıştır.

Paleontolojik olarak yaş verilemeyen formasyona Sonel v.d. (1987) tarafından Üst Miyosen yaşı verilmiştir. Kömür örnekleri üzerinde yapılan palinolojik determinasyonlara göre verilen bu yaş, daha önceki araştırmacılar tarafından stratigrafik konuma göre verilmiştir (Turgut ve Dümenci, 1980, Taka, 1988; Besbelli, 1991).

Havza genelinde 120 - 250 m toplam kalınlığa sahip olan formasyon Kızılçay Formasyonu üzerine açılmalı uyumsuz olarak gelmektedir. Formasyon üzerinde ise yine açılmalı uyumsuzlukla gelen Kocabelentepe çakılları yer almaktadır.

Şekil 4'de görüldüğü gibi formasyon 4 ayrı zona

SERİ (Series)	KAT (Stage)	Formasyon (Formation)	Kalınlık (Thickness)	Simgesi (Symbol)	Litoloji (Lithology)	AÇIKLAMA (Explanation)
KRETASE (Cretaceous)	MASTRİHTİYEN (Maastrichtian)	SEBEN	300 m	Ks		Marn (Marl)
			180 m	Kt		Biyomikrit-biyopeleparit-kuvarslı biyosparit (Biomicrite-Biopelapelite, quartzitic-biosparite) Orta-kalın katmanlı kumtaşı (Medium-thick bedded sandstone)
PALEOSEN - EOSEN (Palaeocene - Eocene)	ORTA-ÜST PALEOSEN- ALT EOSEN (Middle-upper Palaeocene - Lower Eocene)	KIZILÇAY	500 m	Ts		Biyomikrit-biyopeleparit-kuvarslı biyosparit (Biomicrite-Biopelapelite, quartzitic-biosparite) Orta-kalın katmanlı kumtaşı (Medium-thick bedded sandstone)
			75 m	Ts		Biyomikrit-biyopeleparit-kuvarslı biyosparit (Biomicrite-Biopelapelite, quartzitic-biosparite) Orta-kalın katmanlı kumtaşı (Medium-thick bedded sandstone)
MIYÖSEN (Miocene)	ÜST MIYÖSEN (Upper Miocene)	HİMMETOĞLU	250 m	Th		Bitümlü marn-tüf-silttaşı ardalanması (The alternation of bituminous marl-tuff-silt stone) Bitümlü şeyl (Oil shale) Linyit (Lignite) Konglomera-kumtaşı-yeşil renkli kil (Conglomerate-sandstone-clay)
						Çamurtaşı-silttaşı ardalanması (The alternation of mudstone-siltstone) Bitümlü şeyl-marn-kireçtaşı (Oil shale-marl-limestone)
						Çakıllıtaşı (Pebble stone)
						Alüvyon (Alluvium)

Şekil 3. Çalışma alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit.

Figure 3. The generalized stratigraphical section of the investigated area.

## HİMMETOĞLU BİTÜMLÜ ŞEYL SAHASI

ayrılarak incelenmiştir. Düşey yönde ayırtılan bu zonların haritalanması olanaksızdır. Mostra bazında incelemeyen bu zonlar yöre isimlerine göre değil litolojilerine göre adlandırılmışlardır.

### Yeşil kil ve konglomeratik zon

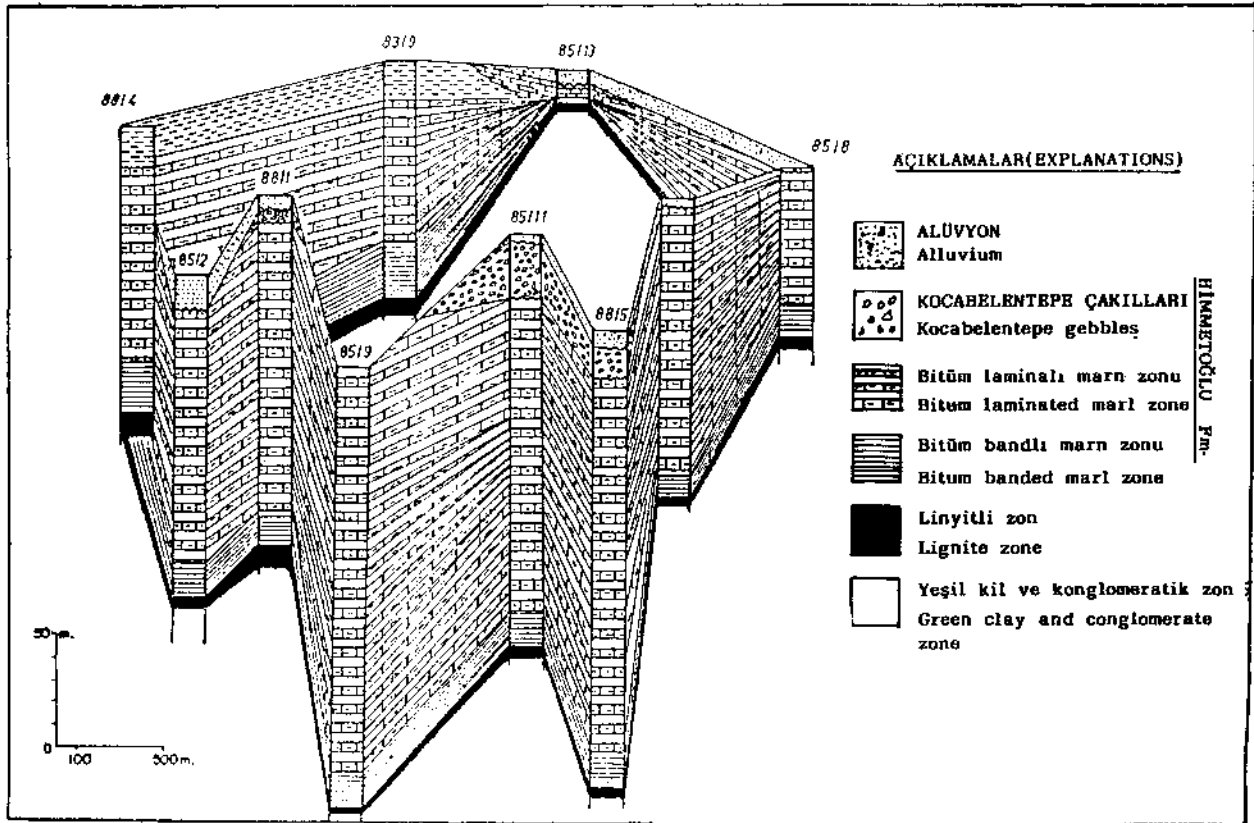
Özellikle çalışma sahasının kuzeyinde gözlenen konglomeratik seviyeler Himmetoğlu formasyonunun taban konglomerasını oluşturmaktadır. Birim, Kızılçay formasyonu ile Selvipmar kireçtaşlarından türemiş bileşenlerden oluşmuştur. Kızılçay formasyonuna ait kırmızı, yeşil ve sarı renkli kiltası, siltaşı ve çamurtaşı parçalarının çok küçük tane boyundan çakıl boyutuna kadar yarı yuvarlak ve yuvarlak şekillerde gözlenmesi tanelerin kaynak kayadaki konumlarına son derece benzerlik sunmaktadır. Selvipmar kireçtaşları parçaları ise daha büyük (kum - çakıl) tane boyutunda olup, köşeli şekiller sunmaktadır. 1 - 5 m arasında kalınlık sunan bu birim Kızılçay formasyonu üzerine açılmal uyumsuz olarak gelmektedir.

Basen merkezine doğru konglomeratik seviyeler yanal geçişli bir şekilde yeşil renkli kiltaşlarına geçmektedir. Sahada yapılan birçok sondajın yalnızca birkaç tanesinde gözlenebilen bu zon yeşil ve yeşilimsi renkli marn ve kil litolojilerinden oluşmaktadır. Kalınlığı hakkında bir yorum getirme olanağı bulunmayan bu zon çok plastik olup su ile temasında aşırı şişme özelliği göstermesi nedeni ile özellikle işletme aşamasında önemli güçlükler çıkartmaktadır.

### Linyitli zon



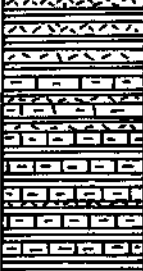



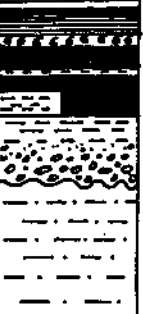
Bu zon killi linyit, linyit ve linyitli kil alternasından oluşmuştur. Yer yer silifiye linyitik silt ve kiltası arakatlıklar bulunan zonun genellikle üst seviyelerinde bol Gastropod (Planorbis) kavkaları içeren marn seviyeleri bulunmaktadır.

Üretimi yapılan linyit zonunun kalınlığı 5 - 12 m arasında değişmektedir. Yapılan sondajlarda bu kalınlık



Şekit 4. 85/2,5,8,9 ve 11 no'lu kuyular ile 88/1,2,3,4 ve 5 no'lu kuyuların deneştirmeli panel diyagramı.

Figure 4. Comparative panel diagram of the 85/2,5,8,9,11 and 88/1,2,3,4,5 wells.

Ust Sistem Era	Sistem System	Seri Series	Kat Stage	Formasyon Formation	Kalınlık (m) Thickness (m)	Simge Symbol	LİTOLOJİ Lithology	AÇIKLAMA Explanation
SENEZOYİK Cenozoic	Kuvaterner Quaternary			Kocabelen T.	210	Okç		
TERTİYER Tertiary		MIYOSEN Miocene		HİMMEYOĞLU		Th		Yeşil-gri renkli kilitaşı Green-grey coloured claystone
								Bitüm laminalı marn-marn- tuf ardalanması Alternation of laminated bituminous marl-marl-tuff
UST MIYOSEN Upper Miocene								Tuf-Bitüm laminalı marn ardalanması Alternation of tuff-laminated bituminous marl
								Marn-kilitaşı-tuf-bitüm laminalı marn ardalanması Alternation of marl-claystone-tuff and laminated bituminous marl
Kızıllıçay						Tk		Tabaka içi ve tabaka arası sedimanter yapıllı bitüm laminalı marn Laminated bituminous marl which has Sedi- mentary structures
								Silisifiye kireçtaşı (Silicified limestone)
Paleosen-Eosen Paleocene-Eocene								Bitüm bandlı marn Banded bituminous marl
								Linyit (Lignite)
								Bitümlü şeyl (Himmetoğlu Petrollü Şeyli) Oil shale (Himmetoğlu Oil Shale)
								Linyit (Lignite)
								Yeşil renkli kil-konglomera (Green coloured clay and conglomerate)
								Kırmızı renkli çamurtaşı Red coloured mudstone

## HİMMETOĞLU BİTÜMLÜ ŞEYL SAHASI

2 - 10.8 m arasında bulunmuştur. İşletilen linyit genellikle saf olmayıp kül içeriği çok yüksektir. Saf linyit tabakaları çok enderdir. Linyit rankı DİN standartma göre mat kahverenkli linyit, ASTM standartlarına göre ise subbituminous C olarak belirlenmiştir.

### **Bitüm bandlı marn zonu**

Linyitli zonun hemen üzerinde yer alan bu zon, siyahımsı kahverengi tabakalı bitümlü şeyllerle başlar. Kalınlığı 0.1 - 1 m arasında değişen bu bitümlü şeyller diğer bitümlü kayaçlara nazaran daha yüksek oranda şeyi petrolü üretim potansiyeline sahip olup Himmetoğlu Petrollü Şeyli (HPS) olarak adlandırılmış ve bitüm bandlı marn zonu içinde değerlendirilmiştir.

HPS'ni takiben kahverenkli bitümlü marn, ender olarak da yeşil ve gri renkli marn, kıltaşı ve silisifiye marnlar gözlenmektedir. Yer yer tuf ve çört seviyelerinde olağan olduğu bu zon içerisindeki marnlar genellikle bitümlü nadiren de steril özellik sunmaktadır.

Zonun tavanı koyu renkli silisifiye kireçtaşı ile ayrılmaktadır. 0.25 - 0.60 m arasında değişen kalınlık sunan bu seviye açık ocaklarda ve sondajlarda gözlenebilmektedir.

Bitüm bandlı marn zonunun toplam kalınlığı 13.5 - 28.8 m arasında değişmektedir. Yaprak izleri ile gastropod ve ostrakod kavkılarının da ender olarak gözlendiği bu zon içerisinde gözlenen tuğla kırmızısı renkli yanmış bir kesim bulunmaktadır. Yanık zon olarak ayrılan bu birime ait genel özellikler aşağıda sunulmuştur:

Kırmızımsı, kızılımsı kahverengi, sarı ve gri renkli kıltaşı, marn veya silttaşlarından oluşan birim genel olarak Himmetoğlu formasyonunun bitümlü seviyelerinin yanması sonucu oluşmuştur. Aşın derecede kırıklı bir yapı sunan seri kuzey ve güneyinde yer alan faylarla kontrol edilmektedir.

Bitümlü kayaçların bulunduğu sahalarda sıklıkla gözlenebilen bu tür serilerin oluşumuna sebep olan ilk yanmanın nasıl başladığı bilinmemektedir, Ziegler'e (1936) göre hidrotermal, Beseme'ye (1968) göre doğal oksidasyon ve Hufhagel'e (1989) göre volkanik aktivite ile ilk yanma başlayabilmektedir.

Çalışma sahasında yer alan açık ocaklardan pasa olarak atılan bitümlü kayaçların açık havada güncel ola-

rak yanmaya devam etmesi ve yanık seride yapılan mostra gözlemlerinde, organik karbon oranı yüksek olan bitümlü seviyelerin daha kolay yandığı gözlenmiştir. Özellikle pasa döküm sahalanında doğal kuruma ile suyunu kaybeden bitümlü kayaçlar belirli bir kuruma olgunluğuna eriştikten sonra doğal olarak kendi kendine tuttuğu gibi çekiç veya kürekle eşlendiği takdirde de tutuşmaktadır. Bu tutuşma sonucu kayaçtaki bitümlü organik maddelerden gaz ve sıvı hidrokarbonlar türeyerek diğer bitümlü kayaçların yanmasını kolaylaştırmaktadır.

100 -150 m genişliğinde 2.5 - 3 km uzunluğunda bir şerit halinde gözlenen yanık serideki yanma olayı horst oluşumunu takiben başlamıştır. Horst oluşumuna neden olan tektonik olaylar sonucu bol çatlaklı, kırıklı ve kıvrımlı bir yapı kazanan birimde ikincil porozitler oluşarak yanma için gerekli oksijen dolaşımı sağlanmıştır.

### **Bitüm laminalı marn zonu**

Himmetoğlu formasyonunun en üst seviyesi olan bu zon yeşil ve yeşilimsi renkli kil ve marnların monoton ardalanmasından oluşmuştur. Özellikle zonun alt seviyelerinde az da olsa kahverenkli bitüm laminaları görmek olağandır. Sık olarak tuf, ender olarak diatomit seviyelerinin de gözlendiği bu zon, çalışma sahasının güney ve doğu kesimlerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Sondaj verilerine göre zonun kalınlığı 79 -165 m arasında değişmektedir.

Dört ayrı zona ayrılanarak incelenen Himmetoğlu formasyonunun özellikle bitüm bandı ve bitüm laminalı marn zonlarında değişik tiplerdeki tabaka içi yapılar (dereceli tabakalanma ve laminasyonlar) ile Temel ve Gündoğdu, (1988) tarafından tanımlanan yumuşak sediman deformasyonlarının (çökme ile eş zamanlı kıvrım ve faylar, slumplar, yük çökme yapılan, alev yapılan) varlığı saptanmıştır.

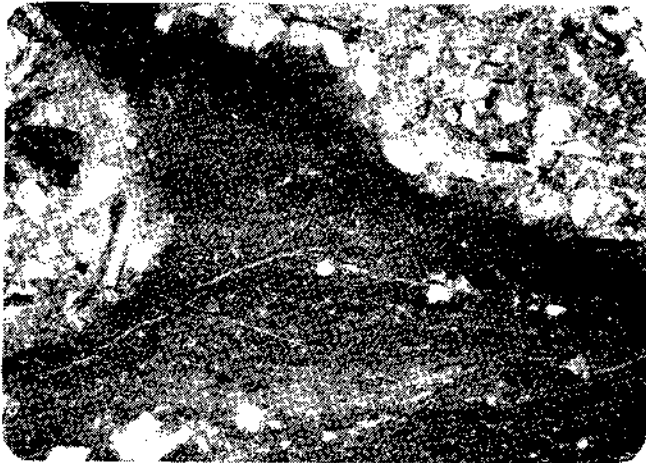
Özellikle organik madde çökelinin gelişebildiği tüm seviyelerde yaygın olarak gözlenen sedimanter yapı laminasyondur. Bitümlü şeyi, şeyi - tuf ve bitümlü marn, marn-tuf şeklinde gelişen milimetrik ve ender olarak santimetrik ölçekli laminasyonlar saha çalışmaları esnasında Gündoğdu ve Gökçen (1983) tarafından tanımlanan varvimsi laminasyonlara benzetilmiştir. Ancak yapılan mineralojik ve petrografik incelemeler sonucunda bu yapının mevsimsel değişimlerden

çok volkanik aktiviteye bağlı olarak geliştiği saptanmıştır.

Çok uzak mesafelerden toz bulutlan şeklinde havada asılı halde taşınarak getirilen çok ince taneli volkanik malzemenin göl ortamına farklı periyotlarda getirilmesi, ortamdaki organik madde çökelişi ile ardalanma olarak gelişen laminasyonları oluşturmuştur. Temel ve Gündoğdu (1988) tarafından yumuşak sediman deformasyonu olarak tanımlanan yapılar içerisinde yer alan yük çökme ve alev yapılan tabaka arası yapılar olarak; hidroplastik bitümlü şeyi tabakası üzerine kaba taneli sedimanların (tuf) çökmesi sırasında, iki tabaka arasındaki yoğunluk farkından oluşan ve kaba taneli sedimanların (tuf) çamur tabakası (bitümlü şeyi) üzerine yüklenmesi sonucu gelişmişlerdir (Şekil 6).

Sedimentasyonla çağdaş olarak oluşan oikro

Özellikle bitüm lam inalı mam, zonunda gözlenen mikros slump yapıları bitümlü marn - marn laminaları ile ince taneli tüfler arasında gözlenmektedir. Alttan ve üstten düzgün laminasyonlarla sınırlandırılmış olarak gözlenen mikro slump yapıları 2 - 3 cm ile 10 - 15 cm arasında değişen kalınlıklarda bulunmaktadır. Bu tür yapılar çökmenin hemen ardından özellikle basenin orta kısımlarına doğru yamaç eğiminden kaynaklanan duraysız sediman birikiminin kayması sonucu oluşmaktadır.



Şekil 6. Bitüm laminalı marnlarda alev yapısı.  
Figure 6. Flame structure in bitum laminated marl.

Temel ve Gündoğdu (1988)'e göre Orta - Üst Miyosen süresince Batı Anadolu'da etkin olan gerilme tektoniği bu tür yapıların oluşmasında önemli rol oynamıştır.

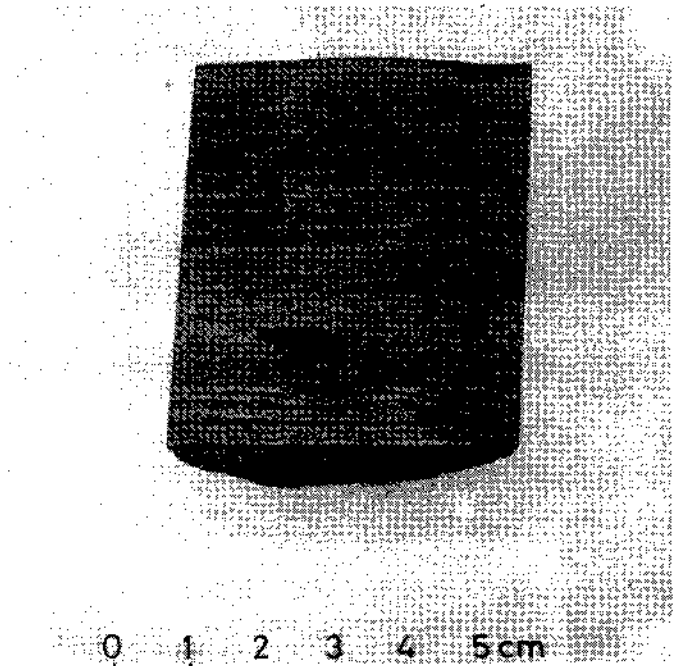
Düşey yönlü blok hareketleri ve volkanik aktivite ile oluşan bu tür yapıların varlığı, sedimentasyonla eş zamanlı gerilme tektoniği ve volkanik malzemenin bol miktarda getirildiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

#### Kocabelen Tepe Çakılları (Qkç)

Çalışma sahasının orta kesiminde yer alan Kocabelen Tepe'de gözlenen bu birim ilk kez bu çalışmada haritalanmıştır.

Çok lokal bir alanda gözlenen birim 2 - 5 m arasında değişen kalınlığa sahiptir. Temel kayaların çakıllarından oluşan birim İçide genellikle Selvınar kireçtaşlarına ait çakıllar köşeli olarak gözlenirken, Kızılay formasyonunun değişik seviyelerine ait çakıllar kil - silt boyutunda olup yuvarlak veya yarı yuvarlak şekilde gözlenmektedir.

Genellikle gevşek tutturulmuş bir şekilde gözlenen birim, stratigrafik konumu itibari ile muhtemelen Pleyistosen'de oluşmuştur. Genellikle tepe üstlerinde ve doğu eteklerinde korunmuştur.



Şekil 7. Bitüm laminalı marnlarda mikrofaylanma.  
Figure 7. Micro faulting in bitum laminated marl.



## HİMMETOĞLU BİTÜMLÜ ŞEYL SAHASI

### Alüvyon (Qal)

Çalışma sahasında Ovaçay deresi, Bölücekova deresi ve Mehmetağı çayının birleşerek Hamamboğası deresini oluşturdukları bölgede yer almaktadır. Bu nedenle geniş bir alüvyonla kaplı olan sahada özellikle Aşağı mahalle doğusunda net bir şekilde gözlenebilen birim, pekişmemiş silt - kum - çakıl boyutlu ve yuvarlak taneli, blok boyutundaki taneler ise köşeli olarak gözlenmektedir.

### TEKTONİK

Çalışma sahası Ketin (1966) tarafından "Kuzey Anadolu Sıradagları veya geniş anlamda Pontidler" olarak adlandırılan tektonik birliğin batısında yer almaktadır (Şekil 8).

Miyosen öncesi paleotektonik dönemde K - G sıkışmaya maruz kalan çalışma sahasında kıvrımlanma yapılan gözlenirken neotektonik dönemde K - G gerilmeler sonucu normal faylar grubu oluşmuştur. Bu nedenle çalışma sahasının tektonik yapısı iki farklı dönemde incelenmiştir.

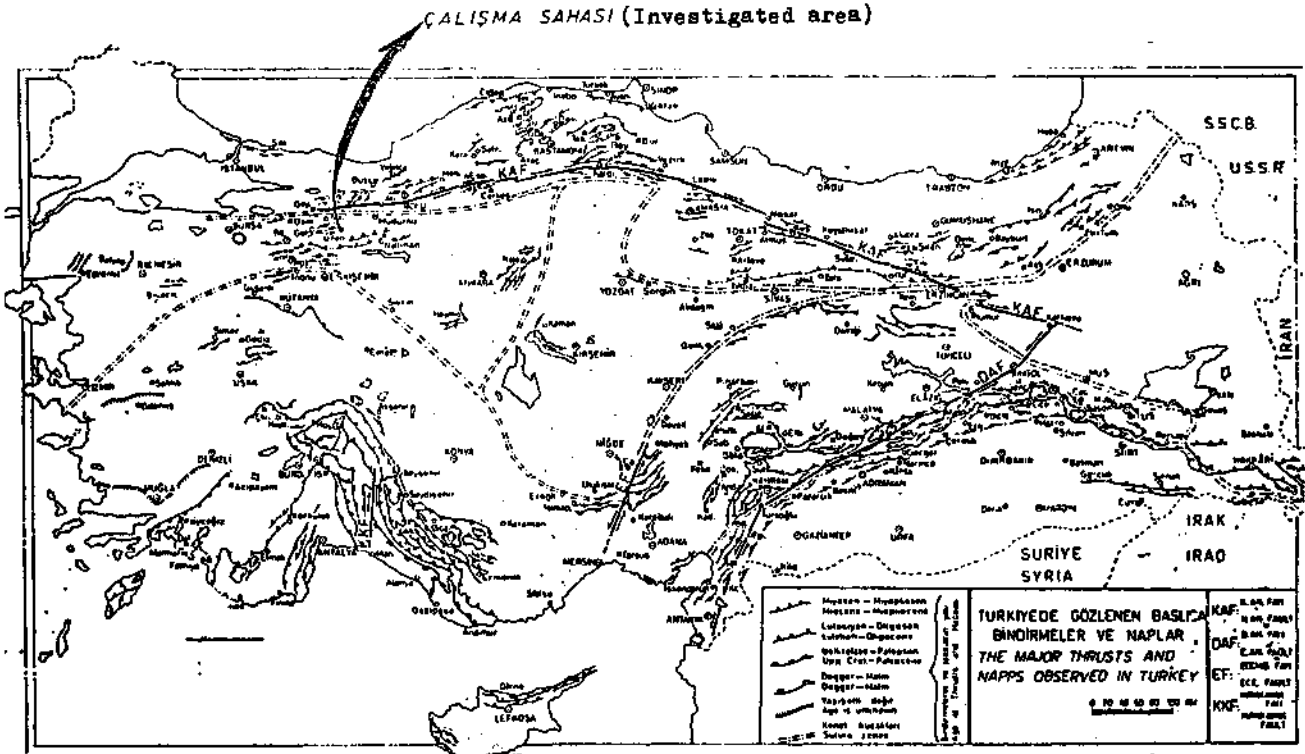
### Paleotektonik döneme ait yapılar

Himmetoğlu Neojen baseninin oluşumundan önceki dönemde K - G yönlü sıkışma kuvvetleri etkisinde kalan çalışma sahasında D - B doğrultulu kıvrımlanmalar ve ters faylar oluşmuştur.

### Kıvrımlar

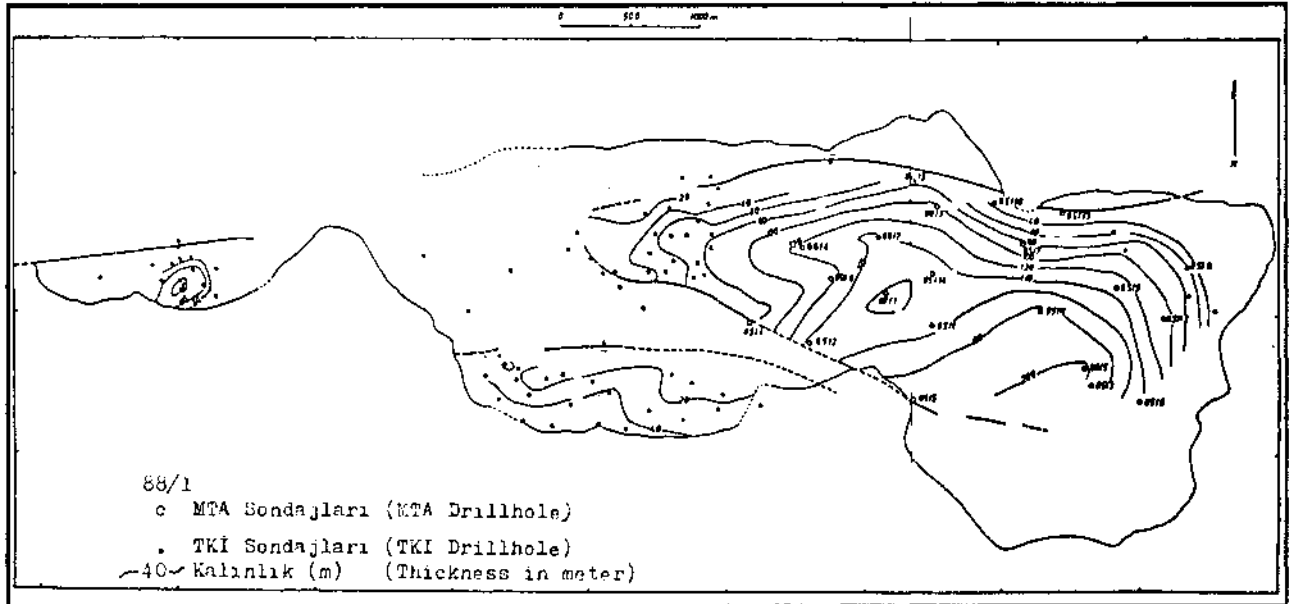
Çayköy senklinali: Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan bu senklinal D-B doğrultulu eksene sahiptir (Şekil 2). Senklinalin kuzey kanadı, özellikle çalışma sahasının kuzey ve kuzeydoğusu kesimlerinde Çayköy fayından etkilenerek devrik bir konum kazanmıştır. Sahanın kuzey batısına doğru normal konumu ile devam eden senklinal çekirdeğinde Kızılçay formasyonu yer almaktadır. Kızılçay formasyonunun jeolojik yaşı göz önüne alındığında Çayköy senklinalinin oluşum yaşı Eosen sonu olarak verilebilir.

Kızılbelen Tepe antiklinali: Çalışma sahasının batısında yer alan bu antiklinal Çayköy senklinaline paralel olarak D-B doğrultulu bir eksene sahiptir. Çayköy senklinali ile eş zamanlı oluşan bu antiklinal Kızılçay formasyonu içerisinde gelişmiştir.



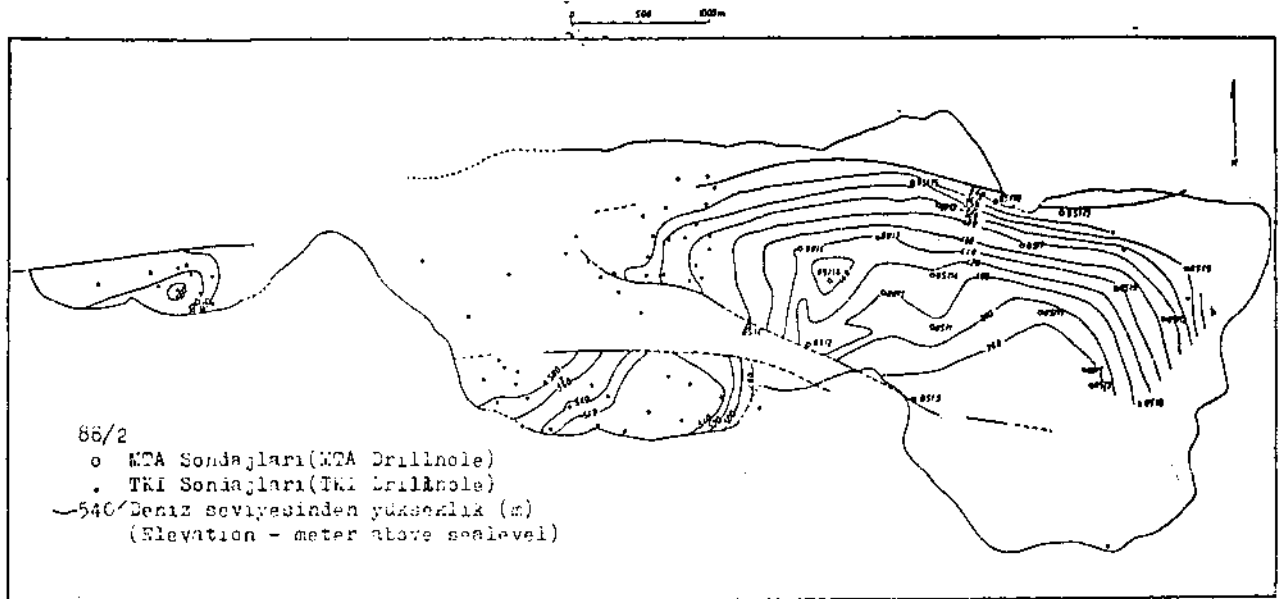
Şekil 8. Çalışma sahasının tektonik konumu (Ketin, 1984'ten).

Figure 8. Tectonic location of the investigated area (from Ketin 1984).



Şekil 9. Himmetoğlu formasyonu linyitli zonunun tavanına göre hazırlanmış izopak haritası.

Figure 9. The izopach map of the layers overlying the lignitic zone in Himmetoğlu formation.



Şekil 10. Himmetoğlu formasyonu linyitli zon tavan topografya haritası.

Figure 10. The contour map of top of the lignitic zone in Himmetoğlu formation.

Kuyupmar senklinali: Çalışma sahasının batısında yer alan Kuyupmar köyünde gözlenen bu senkinal diğer yapılarda olduğu gibi D-B doğrultulu bir eksene sahiptir. Sahanın doğu kesiminde Ahmetbeyler köyü yöresinde de gözlenen bu senkinal neotektonik dönemde gelişen faylanmalar nedeni ile Doğansancağı

Tepe kuzeyinde doğrultusunu değiştirerek GB-KD doğrultusunu kazanmıştır.

Çayköy fayı: Bu fay çalışma sahası içinde konumu ve sürekliliği bakımından en önemli ters faydır. Seben ve Taraklı formasyonları ile Selvipmar

## HİMMETOĞLU BİTÜMLÜ ŞEYL SAHASI

kireçtaşların Kızılçay formasyonu üzerine itilmeleri ile Paleosen'den sonra oluşan fay; Çayköy yöresinde KB - GD, Bölücekova güneyinde yaklaşık D-B, Erenler tepe kuzeyinde ise GB - KD doğrultusunda olup faz düzlemi genellikle dik, ender olarak kuzeye eğimlidir.

### Neotektonik döneme ait yapılar

Miyosen ve sonrasına ait bu dönemde gerilme kuvvetlerinin etkisinde kalan çalışma sahasında normal faylar oluşmuştur.

Himmetoğlu köyünün kuzey ve güney kesimlerinde gözlenen yaklaşık D - B doğrultulu 3 adet normal fay yapılan sondaj çalışmaları sonucunda belirlenmiştir.

Çalışma sahasının batısında yer alan Kuyupınar köyünde mostrada gözlenebilen normal fay sahanın orta kesimlerinde gömülü bir durum kazanmaktadır. Himmetoğlu Neojen basenin kuzey kenarını oluşturan bu fayın atımı güneydeki faylara nazaran daha fazla olup Kızılbelen tepe antiklinalinin kuzey kanadında deformasyona yol açmıştır. Orta - Üst Miyosen yaşlı olduğu düşünülen bu fayın eğim yönü güneye doğru olup, fay düzlemi aşamalı olarak Himmetoğlu formasyonunun üst seviyeleri tarafından örtülmüştür.

Çalışma sahasının orta kesiminde bir horst oluşturacak biçimde gelişmiş olan iki normal fay linyitli zon ile bitüm bantlı marn zonunun çökeliminden hemen sonra oluşmuşlardır. Bu faylar yanık zonun sınırlarını belirlemişlerdir. Bunlardan kuzeydeki fayın eğimi kuzeydoğuya doğru iken, güneydeki fayın eğimi güneye doğrudur. Üst Miyosen'de olduğu belirlenmiş olan bu fayların güneydeki olanın atımı kuzeyindeki faya göre daha azdır.

Şekil 9 ve 10'da görüldüğü gibi graben ve horst oluşumuna yol açan bu faylar aynı zamanda çökelmeyi başından itibaren kontrol etmişlerdir. Güney kesimde linyitli zonun üzerindeki sediman **kalınlığının** kuzeyindeki orana daha az olması kuzeyde yer alan graben bölgesinin güneydekinden daha fazla bir derinliğe sahip olduğunu göstermektedir, bu durum, linyitli zonun olduğu ortamın Miyosen başından itibaren devam eden gelişim süreci içerisinde güneybatıdan kuzeydoğuya doğru sürekli derinleştiğini kanıtlamaktadır.

## KATKI BELİRTME

Bu yazı, Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsünde yapılan doktora tezi temel alınarak hazırlanmıştır. Bu nedenle tez yöneticisi Sayın Doç. Dr. Niyazi Gündoğdu'ya ve çalışmaya olanak sağlayan sayın Doç. Dr. Güner Ünalın'a içten teşekkürlerimi sunarım.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdülselemoğlu, Ş., 1959, Almacık dağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi: İ.Ü. Fen Fak. Mon, No: 14
- Ataman, G. et Beseme, P., 1972, Decouverte de l'analci-me Sedimantaire en Anatolie du Nord - Quest (Turquie): Mineralogist, Genese, Paragenese, Chem. Geol., 9,203 - 225.
- Besbelli, B., 1991, Adapazarı H 25 b 1, b 4, c 1 paftalarının jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Raporu (Yazımda).
- Beseme, P., 1967, Kabalar senklinalinin (Göynük - Bolu) genel ve uygulamalı jeolojik etüdü: MTA Raporu (No: 4629).
- Beseme, P., 1968, Seyitömer (Tavşanlı - Kütahya) monoklinalinin genel jeolojik ve uygulanmalı incelenmesi: MTA Raporu (No: 4673).
- Cole, R.D., 1984, Sedimentological, mineralogical and geochemical definition of oil shale facies in the lower Parachute Creek member of Green River formation, Colorado: 17 th Oil Shale Symposium Proceedings. Colorado School of Mines. Edited by James H. Gary.
- Douglas, A.G., and Hall, P.B., 1983, Comparative organic geochemistry of some European oil shales: in geochemistry and chemistry of oil shales. Ed. by Mıknıs, F.P. and McKay, F.J.
- Eroskay, S.O., 1965, Paşalarboğazı - Gölpaazarı sahasının jeolojisi: İ.Ü. Fen Fak. Seri: B, Cilt: XXX, 3 - 4,135 -170.
- Gündoğdu, M.N., ve Gökçen, S., 1983, Bigadiç gölsel Neojen basenindeki birinci sedimanter yapılar ve kökenleri: H.Ü. Yerbilimleri, 10, 89-93.

- Hufnagel, H., 1984, Die ölshiefer Jordaiens: Geol. Jb. A. 75, 295 -311.
- Hufnagel, H., 1989, Investigation of oil shale deposits in Western Turkey. Part 1. Seyitömer and Bey-pazarı - Çayırhan: BGR. Hannover. 215 p.
- Hutton, A.C., 1986, Classification of Australian oil shales: Energy explor. Exploit. 4, 81 - 93.
- Kalkan, İ., 1991, Adapazarı H 25 b 2, b 3, c 2 ve Adapazarı H 26 b 1, b 2 paftalarının jeolojisi: MTA Raporu (Yazımda).
- Ketin, L., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Dergisi, 66, 20 - 34.
- Ketin, İ., 1984, Türkiyenin bindirmeli - naplı yapısında yeni gelişmeler ve bir örnek: Uludağ Masifi. Ketin Sempozyumu. TJK. 227 s.
- Kulaksız, S., ve Demirbugan, M.A., 1988, Göynük - Bolu linyit yatağı duyarlılık analizi: Türkiye Kömür Kongresi, TMMOB Maden Müh. Od. Yayını. Zonguldak.
- Patterson, J.N., Ramsden, A.R., and Dale, L.S., 1988, Geochemistry and mineralogical residence of trace elements in oil shales from Condor deposit, Queensland, Australia: Chem. Geol. 67,327 - 340.
- Saner, S., 1977, Geyve - Osmaneli - Gölpazarı - Taraklı alanının jeolojisi, eski çökelme ortamları ve çökelenin evrimi: Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Fak.
- Saner, S., 1980, Mudurnu - Göynük havzasının Jura ve sonrası çökelim nitelikleriyle paleocoğrafya yorumlaması: TJK Bült, 23,1, 39 - 53.
- Sarı, A., 1985, Himmetoğlu yöresinin ekonomik jeolojisi: Yük. Müh. Tezi. A.Ü. Fen Fak.
- Sonel, N., Sarı, A., ve Tozlu, E., 1987, Himmetoğlu - Göynük - Bolu yöresinin jeolojisi ve linyit oluşukları: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Derg., 2, 51 -67.
- Şener, M., 1992, Himmetoğlu (Bolu - Göynük) Neojen baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi: Doktora tezi. H.Ü. Fen Bil. Ens. 145 s.
- Taka, M., 1988, Himmetoğlu (Göynük - Bolu) sahasının bitümlü şeyi olanakları ve sondajları: MTA Raporu. (No: 8533).
- Temel, A., ve Gündoğdu, M.N., 1988, Distribution and characteristics of primary sedimentary structures in borate containing sedimentary units with the Bigadiç lacustrine volcanosedimentary basin of Neogene age, NW Turkey: METU Journal of pure and Applied sciences. 21,251-269.
- Tuğluhan, M., ve Mehmetoğlu, T., 1990, Bolu - Göynük - Himmetoğlu bitümlü şistin oksidasyon kinetiği: Türkiye 5. Enerji Kongresi. Teknik oturum tebliğleri. 3,147 -158.
- Turgut, A., ve Dümenci, S., 1980, Bolu - Göynük linyit havzasına ait jeolojik rapor: MTA Raporu (No: 6885).
- Ziegler, J., 1936, Kütahya linyit havzası (Seyitömer) kenar muntıkası jeolojik tetkikati hakkında rapor. MTA Raporu (Yayımlanmamış).