



Danişmen Formasyonu Stratigrafisi ve Birim İçindeki Linyit Düzeylerinin Havzadaki Dağılımı, Trakya Havzası, Türkiye

*Sratigraphy of the Danişmen Formation and distribution of lignite seam layers interbedding in
the Unit, Thrace Basin, Turkey*

Doğan PERİNÇEK¹, Nurdan ATAŞ¹, Şeyma KARATUT¹, Esra ERENŞOY¹

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Çanakkale (perincek@yahoo.com, perincek@comu.edu.tr)

ÖZ

Trakya Havzası'nın linyit potansiyeli havza genelinde yer altı verileri kullanılarak çalışılmıştır. Bu çalışmada TPAO, MTA ve TKİ kuruluşlarınca sağlanan çok sayıda kuyu verisi ve sismik veri kullanılmıştır. Amaç Danişmen Formasyonu (Oligosen-Erken-Miyosen) içinde yer alan linyit katkılarının ekonomik değerlendirmesini yapmaktır. Bu nedenle Ergene-Kırcasalih (Geç Miyosen-Pliyosen) formasyonlarının toplam kalınlık haritası hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmanın ana hedefi olan ve genellikle Danişmen Formasyonu'nun orta kesiminde yer alan linyit katkılarının toplam kalınlık haritası hazırlanmıştır. Havzada Danişmen Formasyonu linyit katkılarının yanal değişimlerini ortaya çıkarmak için korelasyonlar hazırlanmıştır.

Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkılarına ulaşmak için ilk engel en üsteki Ergene-Kırcasalih formasyonlarının kalınlığıdır. Bu birimlerin ve Danişmen Formasyonunun kalınlık dağılımını kontrol eden faktör Orta Miyosen sırasında etkin olan Trakya Fay Sistemi'dir. Trakya Fay Sistemi'nin fay zonları üzerinde ve dolayında oluşan yükselimler üzerinde Danişmen Formasyonu aşınmıştır. Danişmen Formasyonu'nun tamamen veya kısmen aşındığı alanlarda, linyit katkıları da yok olmuştur.

Trakya Fay Sistemi'nin etkisiyle oluşan yükselim alanları aşınmaya rağmen yüksekliklerini korumuşlar. Söz konusu paleoyükselim alanlarında Ergene - Kırcasalih formasyonları düşük kalınlıklarda çökelmiştir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen kuyular arası litoloji korelasyonları yardımıyla Danişmen Formasyonu içindeki linyit seviyelerinin yanal kalınlık değişimleri ve süreksizlikleri ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca Danişmen Formasyonu üzerinde yer alan Ergene-Kırcasalih formasyonlarının ince olduğu kesimler saptanmıştır. Böylece linyite kolay ulaşılacak alanlar örtünün ince olduğu yerler saptanmıştır

Anahtar Kelimeler: Danişmen Formasyonu, Kuyu Logu Korelasyonu, Linyit, Trakya Fay Sistemi, Trakya Havzası

ABSTRACT

Aim of this study to understand lignite potential of the basin. This work has been conducted using subsurface data; including numerous wells and several seismic lines provided by TPAO, MTA and TKİ.

Purpose of this work to understand economical values of lignite seam layers interbedding in the Danişmen Formation (Oligocene-Early Miocene). For that purpose, first total thickness map of Ergene-Kırcasalih formations (Late Miocene-Pliocene) prepared. Total thickness of the lignite layers mapped, which is main purpose of the work. Lignite seam layers are usually located in middle of the Danişmen Formation. Also several stratigraphic correlations conducted to understand lateral continuation of lignite layers.

First obstacle to reach lignite is thickness of the Ergene-Kırcasalih formations which are overlying lignite bearing Danişmen Formation. Main structural event which is controlling thickness variation of the Danişmen Formation is Thrace Fault System; it was active during Middle Miocene. Danişmen Formation extensively or partially eroded along the fault zone and on the en-echelon folds of fault system. Amount of erosion is variable, Danişmen Formation and embedded lignite seams were completely eroded in some areas.

Elevated areas related Thrace Fault System partially eroded, however these areas were still paleohigh during accumulation of Ergene-Kırcasalih formations. Onlapping sequence of Ergene-Kırcasalih formations are thinner on these paleohigh.

At the end of this project lateral thickness variation and discontinuities of the lignite interbeds have been delineated by well log correlations. Addition to that, thin overburden areas of lignite bearing Danişmen Formation are located by mapping thickness of overlying Ergene-Kırcasalih formations.

Keywords: Danişmen Formation, Lignite, Thrace Basin, Thrace Fault System, Well Log Correlation

GİRİŞ

Trakya Havzası'nın linyit imkanların ortaya çıkarılmasına yönelik bu çalışmanın gerçekleşmesi için gerekli yeraltı jeolojisi veri seti TKİ, TPAO ve MTA tarafından sağlamıştır. Veri seti içinde sığ ve derin kuyu verileri, sismik kesitler, bazı kuyulardan alınan karot bilgisi bulunmaktadır. TKİ tarafından açılan kuyular Trakya Havzası'nda Vize GB'sı, Hayrabolu batısı ve Uzunköprü-Pehlivan köyü dolayında olmak üzere 3 alanda yoğunlaşmaktadır.

Çalışma sırasında linyit amaçlı kuyular açılırken karşılaşılabilecek ilk engel Ergene Formasyonu kalınlığıdır. Bu formasyonun kalınlığının havza bazında değişimini öğrenmek için Trakya Havzası'nın tümünde Ergene

Formasyonu kalınlık haritası yapılmıştır. Yapılan diğer bir kalınlık haritası ise toplam linyit kalınlık haritasıdır. Bu harita da ancak bölgesel ölçekte yapılırsa çalışmanın amacına hizmet edeceğinden ötürü Trakya Havzası'nın kuzey-kuzeydoğu alanları için yapılmıştır ve linyit birikimlerinin yoğunlaştığı bataklık ve göl alanlarının yerlerini dolaylı olarak göstereceği için linyit aramalarında önemli olan yol gösterici haritalardır. Linyit seviyeleri fasiyes değişimi ve aşınma nedeniyle yanal yönde süreksizlik gösterir.

Trakya Havzası'nın kuzeyinde Istranca, batısında Rodop masifleri ve güneyinde Sakarya Kıtası yer alır. Istranca Masifi alta gnaysik kayalar ve bunların üzerinde yeşilist fasiyesinde

metamorfize olmuş Paleozoik, Mesozoyik yaşlı sedimanter kayalarla temsil olunur (Üşümezsoy 1982, Taner ve Çağatay, 1983). Sedimanter kayalar Geç Kretase yaşlı granodiyoritik kayalar tarafından etkilenmiş ve yer yer yine Geç Kretase yaşlı volkano-sedimanter bir birim tarafından örtülmüşlerdir (Taner ve Çağatay, 1983). Istranca Masifinin güney yamacında granitik kayalar mostra verir (Öztunalı ve Üşümezsoy, 1979).

Trakya Havzası, petrol ve gaz içermesi nedeni ile, yoğun jeolojik araştırmaların gerçekleştirildiği bir bölge olmuştur. Trakya Havzası'nı tümünden ele alan başlıca çalışmalar arasında Kopp ve diğ. (1969), Turgut ve diğ. (1983, 1991), Saner (1985), Siyako (2006a, 2006b) sayılabilir. Trakya Havzası'nın stratigrafik adlaması açısından en önemli kaynak ise bölgenin MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış jeoloji haritalarıdır (İmik, 1988; Umut, 1988a, Çağlayan ve Yurtsever, 1998, Şentürk ve diğ., 1998 a, b).

Orta ve Kuzey Trakya'da Miyosen ve sonrası birimler, Eosen-Oligosen istifini örter. Bu nedenle; Trakya Havzası'nın litostratigrafik çatısı Güney Trakya, Gelibolu Yarımadası, Bozcaada ve Gökçeada'da görülen mostralara ile Kuzey Trakya'daki sismik kesitler ve açılan petrol arama kuyularından elde edilen bilgilerle kurulabilmektedir. Trakya Havzası'na ait Eosen-Oligosen istifleri Marmara Denizi güneyinde Biga Yarımadası'nda (Siyako ve diğ., 1989), Mudanya-Tirilye arasında, Armutlu Yarımadası'nda da (Akartuna, 1968) mostra verir. Dolayısıyla Trakya Havzası'nın güney sınırı belirgin değildir (Siyako, 2006b).

Trakya Havzası, Orta-Eosen Pliyosen yaşlı birimlerin (Şekil 2) yer aldığı, üçgen şekilli, dağ arası bir Tersiyer havzasıdır (Keskin, 1974). Havzada sedimantasyon muhtemelen Erken Eosen esnasında transgresif bir istifle başlamıştır (Keskin, 1974, Doust ve Arıkan, 1974, Turgut ve diğ., 1983, Saner, 1985). Sedimantasyon, kesiklikler ve

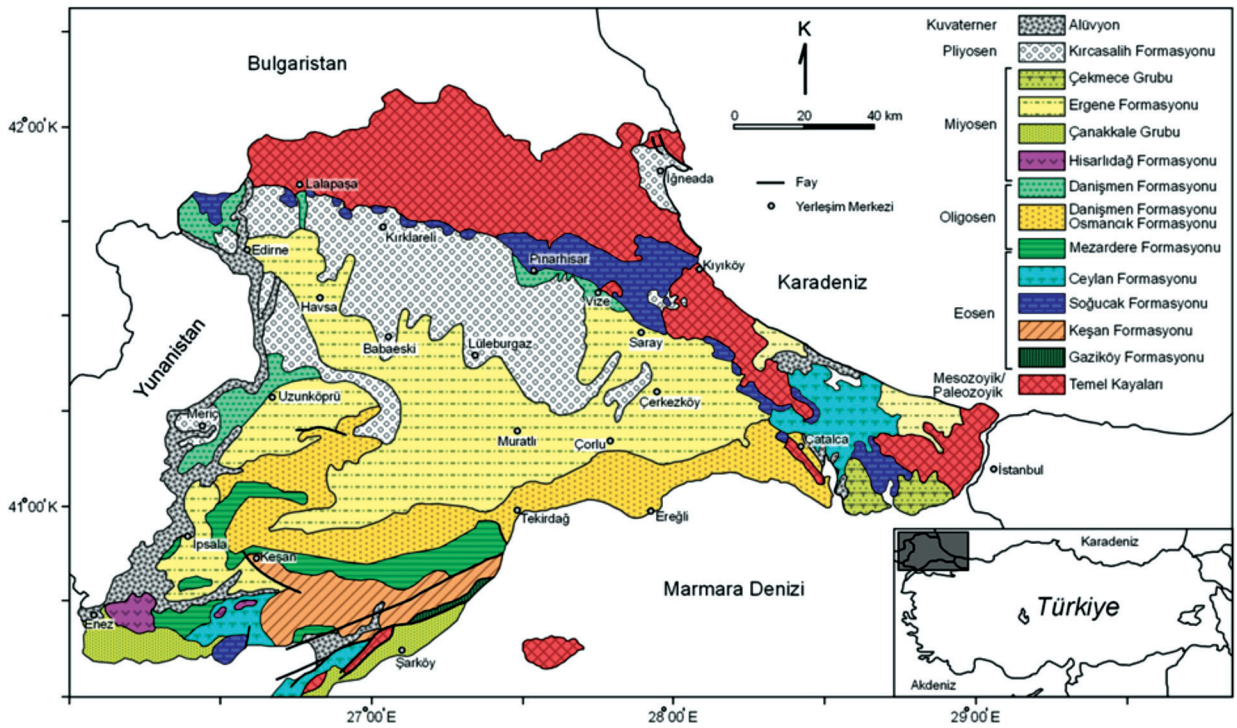
aşınmalar göz ardı edilirse, yakın zamanımıza kadar devam etmiştir. Havzanın temelini metamorfik karmaşık oluşturur. Istranca Dağları güney eteklerinden başlayarak mostra veren ve hemen hemen Trakya'nın tamamını kapsayan (Şekil 1) Tersiyer istifi 9000 metre kalınlığı geçmektedir (Kopp ve diğ., 1969; Turgut ve diğ., 1983; Turgut ve diğ., 1991; Perinçek, 1987; Görür ve Okay, 1996; Turgut ve Eseller, 2000; Siyako, 2005, 2006a, 2006b). Trakya Havzası Tersiyer birimleri genellikle klastiklerden oluşmakta, şelf alanlarında ve havza ortası sırt ve yükseklerde ise karbonatları da içermektedir. Bu birimler, aralarında önemli yükselme ve aşınma evreleri olan havzalarda ve yedi ayrı zaman aralığında çökelmiştir (Şekil 1 ve 2). Havzanın orta kesimlerde sedimantasyon kısmen devamlıdır, bazı kesimlerde ise zaman zaman kesikliklerin ve aşınma evrelerinin olduğu görülür. Havza oldukça hızlı çöken ve çöktükçe dolan bir evrim geçirmiştir.

Başlangıçta düzensiz topografyanın çukurlarını dolduran istifin, kara yönünde temel üzerindeki transgresif aşmaları (onlap) çok sayıdaki sismik kesitte gözlenir (Burke ve Uğurtaş 1974; Perinçek, 1987; Turgut ve diğ., 1991).

Eosen transgresyonu Erken Oligosende maksimum düzeye ulaşmıştır. Orta Eosen – Erken Oligosen de havzanın derin kısımları yoğunluk akıntılarıyla taşınan türbiditik çökellerle doldurulurken, kuzeydeki şelf ve Kuleli – Babaeski yükseliminde karbonatlar çökelmiştir (Turgut ve diğ., 1983; Keskin, 1974). Bu esnada Trakya Havzası büyük bir nehrin oluşturduğu delta sistemin etkisindedir. Buna bağlı denizaltı yelpazeleri oluşmuştur (Turgut ve diğ., 1983). Geç Eosen – Erken Oligosen döneminde aktif volkanizma ürünü olan dasitik ve andezitik küller havzadaki sedimanlar içinde katkılar oluşturur (Doust ve Arıkan, 1974; Turgut ve diğ., 1983). Eosen transgresyonu, Orta Oligosen-Alt Miyosen aralığında regresyon dönemi

izlemiştir (Keskin, 1974; Ediger, 1982, 1988; Turgut ve diğ., 1983; Saner, 1985). Orta Miyosen'deki bir çökmezliği takiben Geç Miyosen – Erken Pliyosen yaşlı Ergene ve Kırçasalılı formasyonları çökelmiştir. Bu birimlerin karasal palinofasiyes içeriğini Ediger (1982) tanımlanmıştır. Çökmezlik Orta Miyosen sırasında gelişmiş olup, ince kırıntılı karasal Geç Miyosen, Erken Pliyosen – Pleistosen yaşlı birim çökmezliği takip eden evrenin ürünüdür. Geç Miyosen ile Pliyosen arasında da uyumsuzluk görülür.

kuzeyindeki linyit sahaları genellikle Istranca Masifi eteklerinde yer almakta olup, İstanbul-Silivri-Sinekli; Tekirdağ-Saray-Küçük Yoncalı; Tekirdağ - Saray - Safaalan; Tekirdağ - Saray - Edirköy sahaları olarak bilinir. Trakya Havzası'nın güneyindeki kömür oluşumları ise Keşan, Malkara, Uzunköprü ve Meriç sahaları ile anılır. Havzanın kuzeyinde ve güneyinde yüzeyleyen linyitler, havzanın ortasına doğru tedrici olarak derinleşmekte ve havzanın orta kesimlerinde 10.000 m ye ulaşan çökel istif içerisinde, 600 metreyi aşan derinliklerde



Şekil 1. Trakya Havzası'nın jeoloji haritası (Kasar ve diğ., 1983; Türkecan ve Yurtsever, 2002; Siyako, 2006 b).

Figure 1. Geological map of Thrace Basin (Kasar et al., 1983; Türkecan and Yurtsever, 2002; Siyako, 2006 b).

Havza, linyit içermesi nedeni ile yoğun jeolojik araştırmaların gerçekleştirildiği bir bölge olmuştur. Trakya Havzası'nda bu konuda yapılan başlıca çalışmalar arasında Lebküchner (1974), Kara ve diğ. (1996), Şengüler ve diğ. (2000), Şengüler ve diğ. (2003), Sütçü v.d (2009), Şengüler (2008, 2013) sayılabilir. Trakya Havzası'nın

yer almaktadır (Şengüler, 2013). Lebküchner (1974) tarafından hazırlanan makalede bölgesel jeoloji yanında linyitli kumtaşı formasyonu olarak adlandırdığı birimin fosil kapsamı ve yaşını ayrıntılı olarak sunmuştur. Kara ve diğ. (1996) raporunda havzanın genel jeolojisine yer vermiş, özel bölümde ise Trakya Havzası'nda yer alan önemli kömür

sahaları ile ilgili bilgi aktarmışlardır. Şengüler ve diğ. (2000) makalelerinde Keşan, Malkara ve Uzunköprü yöresindeki kömür işletmelerinden alınan örnekler üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmalarda özellikle işletilmekte olan damarları inceleyerek kömür çökme ortamlarına ilişkin yorumlar getirmişlerdir. Şengüler (2008) tarafından 2 cilt olarak hazırlanan raporda Trakya Havzası kömürlerinin yayılımı, özellikleri, çökelim modeli yanında bölgede bilinen saha ve işletmelere de yer verilmiştir. Trakya Havzası'nın kömürleri; gölsel ortamların delta bataklıklarında çökelmiştir. Çökme hızının yüksek olması çökel kalınlığının fazla olmasına neden olmuş, bu ise kömür damarlarının korelasyonunu güçleştirmiştir (Şengüler, 2013). Danişmen Formasyonu çökelişi sırasında yer yer akarsu ortam koşulları etkin olmuş, bu durum linyit çökelişini engellemiştir.

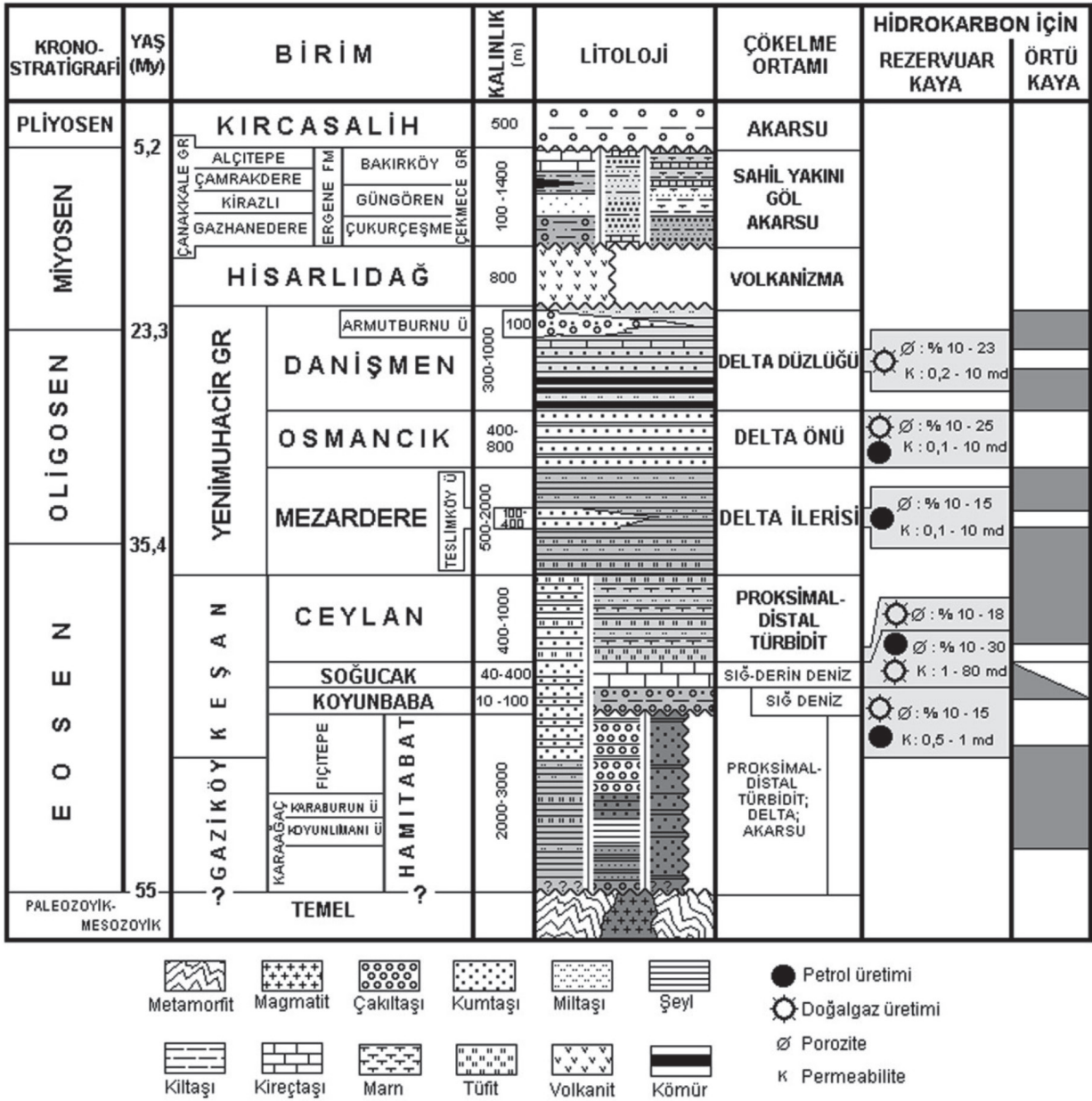
Anadolu ve Balkanlar'ın genel tektonik çatısını oluşturan ve Miyosen'den günümüze kadar gelişen yapısal hatlardan önemli bir tanesi olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) birçok yerbilimci tarafından detaylı olarak çalışılmıştır (Ketin, 1957; Bergougnan, 1975 ve 1976; Seymen, 1975; Fourquin, 1979; Barka, 1981; Barka ve Hancock, 1984). Kuzey Anadolu fay zonu, Kretase kenet kuşağı boyunca uzanır yada bu kuşağı birkaç kez keser (Ketin, 1976; Tokay, 1973; Canitez, 1973; Ataman ve diğ., 1975; Tatar, 1975). Kuzey Anadolu Fayı'nın Trakya'daki en yaşlı kolu olan Trakya Fay Sistemi Kuzey Anadolu Fayı ile benzer özellikler sunmaktadır (Perinçek, 1991). Perinçek (1987, 1991) tarafından yapılan çalışmanın amacı 1) Fay sistemin geometrisini tespit etmek 2) Tektonik kökenini ilişkilerini ve kökenini irdelemek 3) Yaşını belirlemek, 4) Trakya Fay Sistemi'nin atım miktarını tartışmaktır. Sonuncu şık hariç diğerleri konusunda beklenen amaca ulaşılmıştır.

Trakya Havzasında yapılan çalışmanın amacı havzanın tümünün linyit potansiyelini

ortaya çıkarmaktır. Bu hedefe ulaşmak için bölgesel ölçekli haritalar ve stratigrafik kuyu korelasyonları yapılmıştır. Toplam linyit kalınlık haritası, üretilen diğer kalınlık ve yapı haritalarıyla karşılaştırılmış, veri birlikteliği ve uyumu sağlanmış, sismik yorumlar da dikkate alınarak Trakya Havzasında linyit düzeylerine ekonomik şartlarda ulaşılabilecek alanlar saptanmıştır (Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Bu çalışmada ağırlıklı olarak, inceleme sırasında üretilen korelasyonlar sunulacak, bunların ve haritaların yapısal ve stratigrafik yorumu yapılacaktır.

Bu harita ve stratigrafik korelasyonlar sayesinde havzanın linyit potansiyeli dışında petrol aramaları içinde yararlı olacak bilgiler derlenmiş, elde edilen sonuçlarla, linyit ve petrol aramalarına katkı sağlayacak verilere ulaşılması amaçlanmıştır.

Haritalar dışında yapılan diğer önemli bir çalışma kuyular arası yapılan korelasyonlardır. Trakya Havzası'nda TKİ, MTA ve TPAO tarafından açılan kuyu verileri dikkate alınarak stratigrafik korelasyonları gerçekleştirilmiştir. Korelasyon yapılırken bazı alanlarda TPAO tarafından sağlanan sismik hatlarda kullanılmıştır. Bu çalışma sırasında yapılan korelasyonlar Danişmen Formasyonunun yanal fasiyes değişimlerini ve linyit katkılarının yanal kalınlık değişimlerini göstermesi nedeniyle linyit aramalarına önemli katkılar sağlamakta, yol göstermektedir. Düşey ve yatay fasiyes değişimlerini korelasyonlarda görmek mümkündür. TKİ ve MTA tarafından farklı yıllarda açılan birbirine çok yakın kuyularda dahi farklı jeologlar tarafından farklı litoloji tanımları yapılmıştır. Bu durum korelasyonu güçleştirmiştir. Uzun bir zaman ayrılarak, eldeki verinin birlikteliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bu makalede stratigrafi korelasyonları, Trakya Havzası kuzeydoğu kesimi için hazırlanan linyit kalınlık haritası ve tüm Havza için hazırlanan Ergene+Kırçasalılı formasyonları toplam kalınlık haritası sunulacaktır.



Şekil 2. Trakya Havzası Tersiyer istifinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Siyako 2006a).

Figure 2. Generalized Tertiary stratigraphic section of the Thrace Basin.

STRATİGRAFİ

Trakya Havzası'nın Alt Eosen-Orta Eosen birimleri Gelibolu Yarımadası'nda Karaağaç ve Fıçitepe formasyonları ile temsil edilmektedir. Bu iki birimin Güney Trakya'daki yanal eşdeğerleri, türbiditik özellikler gösteren Gaziköy Formasyonu ve Keşan Formasyonu'nun alt seviyeleridir. Kuzey Trakya'da ise, bu dört birimle aynı zaman aralığında çökelen ve petrol kuyularında tanımlanan, mostrası olmayan, Hamitabat Formasyonu bulunmaktadır. Orta Eosen-Alt Miyosen çökelleri transgresif olarak gelişen, Koyunbaba ve Soğucak formasyonlarıdır. Havzanın giderek derinleşmesiyle Ceylan Formasyonu çökelmiştir (Şekil 1 ve 2). Ceylan Formasyonu üzerine bu birimle geçişli olan ve delta ortamında çökelen Yenimuhacir Grubu gelir (Kasar ve diğ., 1983; Saner, 1985; Sümengen ve Terlemez, 1991; Atalık, 1992; Siyako, 2005, 2006b). Delta sisteminde gelişen Yenimuhacir Grubu alttan üste doğru Mezardere, Osmancık ve Danişmen formasyonlarından oluşur (Şekil 3) (Perincek, 1987, 1991; Siyako 2006 a, b). Erken Miyosen sonunda, bölge tümüyle dolarak ve yükselerek kara haline gelmiş ve bir aşınma fazından sonra Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı genç birimlerin sedimantasyonu başlamıştır (Şekil 1 ve 2).

Üst Miyosen birimleri Çanakkale ve Çekmece grupları ile Ergene Formasyonu olarak bilinmektedir (Siyako, 2006 b). Karatepe Bazaltı da Miyosen yaşlı bir formasyondur. Pliyosen, özellikle Kuzey Trakya'da geniş yüzlekleri olan Kırçasalih Formasyonu ile temsil edilmektedir (Siyako, 2006 b). Pleyistosen çökelleri Marmara Denizi çevresinde tanımlanan denizel taraçaların oluşturduğu Marmara Formasyonu adı altında incelenmiştir.

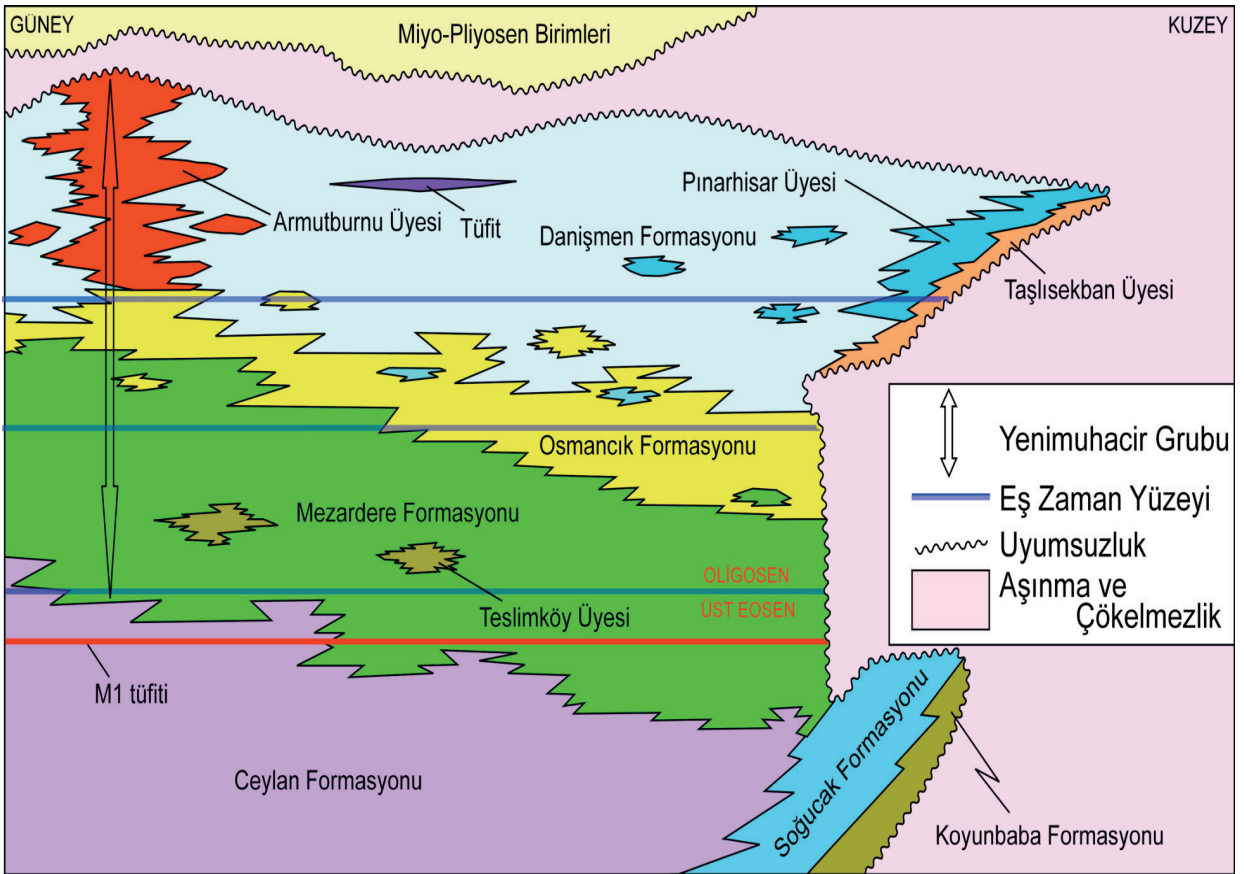
Yenimuhacir Grubu

Yenimuhacir Grubunu oluşturan sistem delta önü ve delta düzlüğü ortamlarını temsil eden birimlerden oluşmakta olup Osmancık ve Danişmen Formasyonlarının karşılığı olarak kullanılmıştır (Siyako, 2006b). Yenimuhacir Grubu alttan üste doğru sırasıyla Mezardere, Osmancık ve Danişmen formasyonlarından oluşmuştur (Şekil 1 ve 3). Mezardere Formasyonu'nun palinolojik incelemelerine göre yaşının Geç Eosen-Erken Oligosen olduğu ve havza doğusunda Geç Oligosen'e kadar çıkabileceği belirtilmiştir (Ediger ve Alişan, 1989; Batı ve diğ., 1993, 2002).

Birim altındaki Ceylan ve Keşan formasyonları ile dereceli geçişlidir. Altta Ceylan Formasyonu'nun olmadığı paleoyükselimlerde Soğucak Formasyonu ile geçişlidir. Grubu oluşturan birimlerden Mezardere ve Osmancık formasyonlarının bulunmadığı kesimlerde ise daha yaşlı litolojiler üzerinde uyumsuzdur (Şekil 3). Birim üstten aşındırılmıştır, daha genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Yenimuhacir Grubunu oluşturan formasyonlar, klasik bir delta sisteminde yanal ve düşey yönde birbirleriyle girik olan ve ayrı birimler olarak haritalanması gereken, sırasıyla delta ilerisi, delta önü ve delta düzlüğünde çökelmiş birimlerdir (Siyako, 2006b). Yenimuhacir Grubu üste doğru kabalaşan kırıntılılardan (şeyl, silttaşı, kumtaşı ve çakıltaşı) oluşur. Bu kırıntılılar aralarında tüf, kireçtaşı ve kömür katkıları içerir. Tüfitler kılavuz seviyeler olarak ayrılabilen ve çok uzun mesafelerde takip edilebilmektedirler. Birim içerisinde kumtaşı katkıları da sıkça gözlenir.

Yenimuhacir Grubu içerdiği palinomorf topluluğuna göre Geç Eosen-Erken Miyosen yaşındadır (Alişan, 1985; Gerhard ve Alişan, 1987; Ediger ve Alişan, 1989; Batı ve diğ., 1993; Batı ve diğ., 2002).



Şekil 3. Yenimuhacir Grubu birimlerinin denestirilmesi (Siyako 2006b).

Figure 3. Correlation charts of the lithostratigraphic units of the Yenimuhacir Group.

Danışmen Formasyonu Altında ve Üzerindeki Birimlerin Stratigrafisi:

Osmancık Formasyonu

Osmancık Formasyonu altındaki Mezardere ve üstündeki Danışmen formasyonları ile çoğunlukla geçişlidir (Şekil 2 ve 3). Osmancık ve Danışmen formasyonları birçok bölgede Ergene ve Kırçasalılıh formasyonları tarafından uyumsuzlukla örtülür (Şekil 1 ve 2). Osmancık Formasyonu, tane boyu üste doğru giderek irileşen, ilerleyen delta önü fasiyesinde çökelmiş regresif bir istifdir. Esas olarak kumtaşı, şeyl ve az miktarda çakıltası, kireçtaşı

ve tüf seviyelerinden oluşmaktadır. Karasal ve denizel kökenli palinomorfara dayanarak birimin yaşının Erken-Geç Oligosen arasında değiştiği belirlenmiştir (Ediger ve Alişan, 1989; Batı ve diğ., 1993; Batı ve diğ., 2002; Siyako, 2006b).

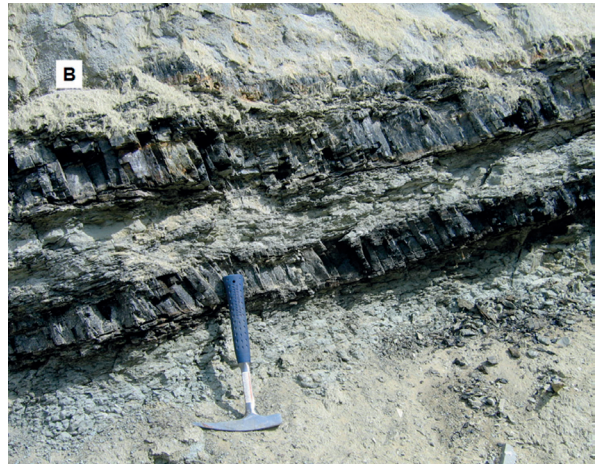
Danışmen Formasyonu

Danışmen Formasyonu alttaki Osmancık Formasyonu ile dereceli geçişlidir (Şekil 2 ve 3). Danışmen Formasyonu bazı alanlarda üstten önemli oranda aşındırılmış olup, genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Birim

Istranca eteklerinde, Osmancık ve Mezardere formasyonlarının olmadığı alanlarda daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzdur (Şekil 1). Danişmen Formasyonu regresif delta sisteminin en üst birimidir. Göl, bataklık, taşkın ovası ve akarsu çökellerinden oluşur. Birim şeyl, kiltaşları, kumtaşı, çakıltası ve kömür katkıları ile temsil edilir (Şekil 4 A ve B). Kuzey Trakya'daki yüzleklerinde balık fosilleri, Güney Trakya'da ise silisifiye ağaç fosilleri yaygındır. Seyrek olarak tüf-tüfit ve kireçtaşı seviyeleri de görülür. Danişmen Formasyonu'nun yeraltında tesbit edilen kalınlığı 1000 metreye kadar çıkmaktadır (Kasar ve diğ., 1983; Siyako, 2005). Ancak, birim üstten aşındırılmış olduğu için ilk kalınlığı daha fazla olmalıdır (Siyako, 2005; 2006b). Bu çalışmada Ergene Formasyonu kalınlığının havza ortasında 1300 metreyi geçtiği saptanmıştır. Havza kenarlarına doğru kalınlık azalır. Birim Kasar ve Eren (1986), Batı ve diğ., (2002)'ne göre Geç Oligosen, Saraç (1987) Erken Oligosen, diğer araştırmacılara göre de Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşındadır (Alişan, 1985; Gerhard ve Alişan, 1987; Batı ve diğ., 1993). Danişmen Formasyonu içinde bilhassa linyit damarlarında zengin omurgalı faunalara ait fosiller bulunur. Yapılan omurgalı fosil tanımlamalarına göre birim Oligosen'in orta kesimlerine karşılık gelmektedir (Umut ve diğ., 1983; Umut ve diğ., 1984).

Danişmen Formasyonu'nun alt kesimlerinde görülen linyitli seviyelerin tabanı; yapılan sondajlı arama çalışmalarında, Danişmen ile Osmancık formasyonlarının arasındaki dokanak olarak tarif edilmektedir. (Siyako, 2005, 2006b).

Danişmen Formasyonu içerisinde Taşlısekban, Pınarhisar ve Aramutburnu üyeleri ayrılmıştır (Şekil 3). Danişmen Formasyonu'nun mostra verdiği alanlarda linyit katkıları açık (Şekil 4 A) ve kapalı ocak olarak işletilmektedir.



Şekil 4 Üste açık ocak işletmesinde Danişmen Formasyonu içinde yer alan linyit seviyeleri (A) ve altta marn ile ardalanan ince linyit katkıları görülmektedir (B).

Figure 4. Lignite layers at an open-pit mine in the Danişmen Formation (A) and thin lignite seams are imbedded in claystone (B).

Taşlısekban Üyesi: Birim, daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzdur. Üstte Pınarhisar Üyesi'ne dereceli olarak geçer. Taşlısekban Üyesi; çakıltası, kumtaşı ve marndan oluşmuştur. Yer yer kiltası ve lamellibrans yığışimleri görülür. Çatalca'daki yüzlekleri metamorfik temelden ve Soğucak Formasyonu'ndan malzeme almış, çok kaba malzemeli yamaç molozu fasiyesi ile

başlamaktadır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Taşlısekban Üyesi Pınarhisar Üyesi kireçtaşlarının taban çakıltısını oluşturur. Birimin yaşı stratigrafik konumuna göre Oligosen'dir.

Pınarhisar Üyesi: Altta Taşlısekban Üyesi, üstte ise Danişmen Formasyonu'nun kıltaşı ve şeyl düzeyleri ile dereceli geçişlidir. Pınarhisar Üyesi, sığ denizel, lagüner, kumtaşı ve çakıltası katkılı, oolittli, bol lamellibrans, gastropod ve ostrakodlu, üst seviyelerinde manganlı seviyeler bulunduran ve yer yer killi olan kireçtaşı ile temsil olunur. Birimin tip kesitinde kalınlığı 70-80 metre ölçülmüştür (Kasar ve Eren 1986). Ortalama kalınlığı 5-20 metre arasında değişir. Birimin yaşının Erken Oligosen (Gökçen, 1971; Kasar ve Eren, 1986), Oligosen (Umut ve diğ., 1983, 1984) olduğu belirtilmiştir.

Armutburnu Üyesi: Siyako (2006b) birimin yayılımı, kalınlığı ve Danişmen Formasyonu ile olan stratigrafik ilişkisini dikkate alarak birimi Danişmen Formasyonu'nun bir üyesi olarak belirtmiştir. Armutburnu Üyesi tip kesitinde, hem alttaki Osmancık Formasyonu hem de Danişmen Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir (Şekil 3). Birim, üzerine gelen daha genç

litolojiler tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür. Delta düzlüğü çökelleri kırmızı renkli, kalın tabakalı-masif, genellikle akarsu kanal dolgusu çakıltası ve kumtaşı ile temsil edilir. Ender olarak taşkın ovası çamurtaşı ve seyrek olarak kömür seviyelerinden oluşur. Kalınlığı ortalama 100 metre dolayındadır (Temel ve Çiftçi, 2002). Armutburnu Üyesi, Gelibolu'da Geç Oligosen (Temel ve Çiftçi, 2002), Batı Trakya'da Oligosen olarak (Umut ve diğ., 1984) yaşlandırılmıştır. N.V.Turkse Shell (1969) tarafından verilen Miyosen yaşı da dikkate alındığında birim için Oligo-Miyosen yaşı kabul edilmiştir (Siyako, 2006b).

Ergene Formasyonu

Ergene Formasyonu adlanması ilk defa Boer (1954) tarafından kullanılmıştır. Ganosdağ-Korudağ-Hisarlıdağ yükseliminin kuzeyinde kalan Miyosen sedimanter birimleri Ergene Formasyonu kapsamına alınmış, içerisinde Çelebi ve Sinanlı üyeleri ayrılmıştır (Şekil 1 ve 5).

Kasar ve diğ., (1983), Turgut ve diğ., (1983) ve Perinçek (1991) çalışmalarında Ergene Formasyonu'nu Kırçasalılı Formasyonu ile birlikte, Ergene Grubu adı altında incelemişlerdir.



Şekil 5 Gelibolu Yarımadası ve Trakya'da Miyosen birimlerinin denştirilmesi (Siyako 2006b).

Figure 5. Correlation charts of Miocene units of the Thrace Basin and Gallipoli Peninsula (Siyako 2006b).

Ergene Formasyonu, daha yaşlı birimlerle ve üzerine gelen Kırçasalılı Formasyonu ile dokanağı uyumsuzdur (Şekil 2 ve 3). Ergene Formasyonu, akarsu ve göl ortamı ürünü, çapraz tabakalı çakıltaşı ve kumtaşı ile, bol bitki ve omurgalı fosili içeren kumtaşı, miltaşı ve kiltası litolojilerinden oluşur (Siyako, 2006b). Ergene Formasyonu kalınlığını havza kenarlarında 0-60 metre, havza ortalarında ise 800-1200 metre dolayındadır (Siyako, 2006b; Perinçek 2010a, 2010b ve 2010c, Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Perinçek (1987) Ergene Grubu için (Ergene Formasyonu ve Kırçasalılı Formasyonu birlikte) Üst Miyosen-Pliyosen yaş aralığını benimsemiştir. Ergene Formasyonu'nun yaşını Umut ve diğ., (1983), Çağlayan ve Yurtsever (1998) ve Duman ve diğ., Orta-Geç Miyosen, Umut (1988b) ve İmik (1988) Geç Miyosen olarak belirtmiştir. Birim Trakya'nın ortasında, geniş bir alanda mostra verir.

Çelebi Üyesi: Birim ilk kez Boer (1954) tarafından Çelebi Formasyonu olarak adlandırılmış, Siyako (2006b) çalışmasında bu birimi Ergene Formasyonu'nun bir üyesi olarak kabul etmiştir (Şekil 5). Çelebi Üyesi, altındaki Danişmen Formasyonu'nun Armutburnu Üyesi ile açılı uyumsuzdur (Umut ve diğ., 1984). Çelebi Üyesi'nin klastikleri tabanında yer aldığı Ergene Formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişlidir (İmik, 1988). Birim, Uzunköprü güneyinde beyaz, gri, yeşilimsi renkli gölsel kireçtaşı oluşur. Yatay, ince-orta tabakalı kireçtaşı katmanları seyrek kil ve kumtaşı katkılıdır (Umut ve diğ., 1984; Umut, 1988a; İmik, 1988). Birimin kalınlığı 40 metre dolayındadır. Çelebi Üyesi yanal ve düşey yönde geçişli olduğu Ergene Formasyonu gibi Orta-Geç Miyosen yaşında olduğu kabul edilmiştir (Siyako, 2006b).

Sinanlı Üyesi: Birim ilk kez Umut ve diğ., (1983) tarafından formasyon mertebesinde

tanımlanmış, Siyako (2006b) ise Ergene Formasyonu'nun bir üyesi olarak kabul etmiştir. Birim, Ergene Formasyonu üzerine uyumlu ve yanal geçişlidir (Şekil 5). Üzerindeki Kırçasalılı Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür (Umut ve diğ., 1983). Sinanlı Üyesi akarsu ve göl ortamında çökelmiştir. Altta Kaliçili ve yumru kireçtaşı seviyeleri ile başlar, üstte masif görünümlü yer yer killi, kumtaşı ve kiltası katkılı kireçtaşı düzeylerinden oluşur (Umut ve diğ., 1983; Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Sinanlı Üyesi yanal yönde geçişli olduğu Ergene Formasyonu gibi Orta-Geç Miyosen yaşındadır.

Çanakkale Grubu

Bu birimin adlanması ilk defa formasyon mertebesinde yapılmış (Şentürk ve Karaköse, 1987), Siyako (2006a) tarafından grup aşamasına çıkartılmıştır. Çanakkale Grubu kapsamında, Ganosdağ-Korudağ-Hisarlıdağ yükseliminin güneyinde yer alan Geç Miyosen yaşlı birimler bulunmaktadır (Şekil 1 ve 2). Çanakkale Grubu Ergene Formasyonu'nun farklı ortamda çökelmiş yanal eşdeğeridir (Şekil 5).

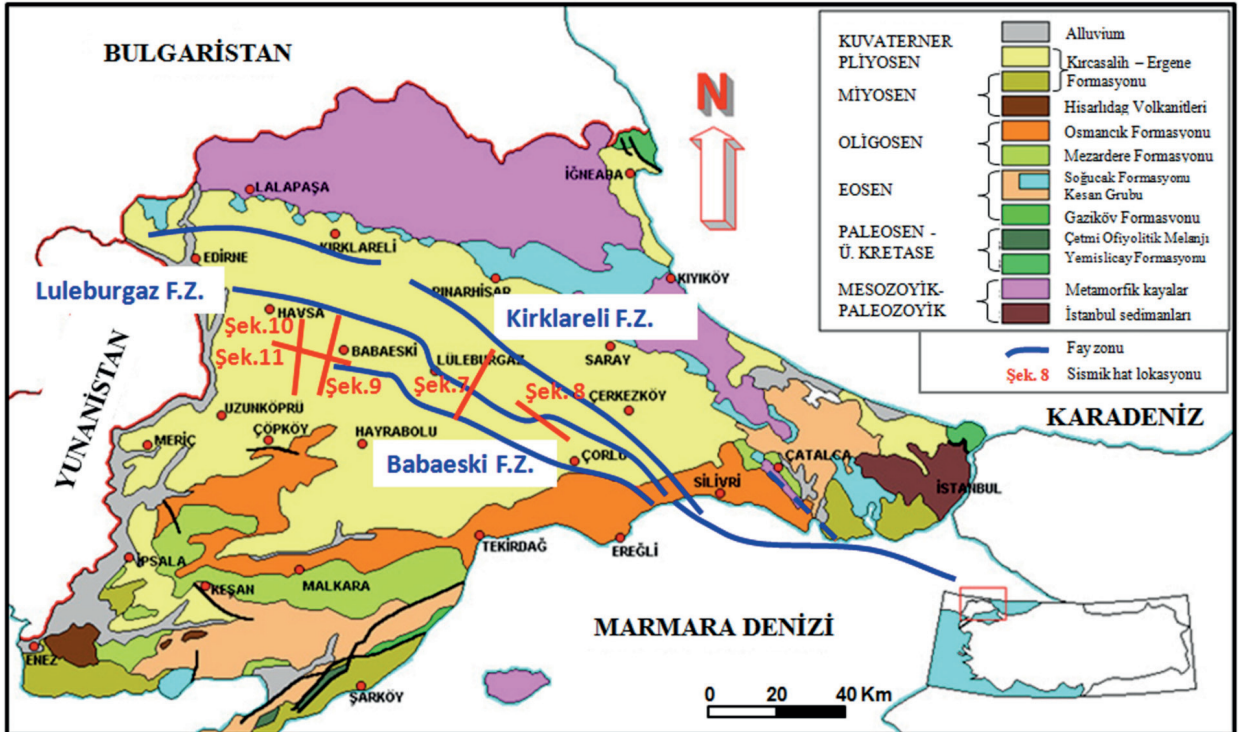
Çanakkale Grubu, güney Trakya'da, Çanakkale Boğazı'nın her iki yakasında, Gökçeada ve Bozcaada'da Gazhanedere, Kirazlı, Çamrakdere ve Alçitepe formasyonlarına ayrılmıştır. Orta ve kuzey Trakya ile Haliç ve Büyükçekmece Gölü arasında yer alan Miyosen Çekmece Grubu'nun Çanakkale Grubu ile doğrudan bağlantısı bulunmamaktadır (Siyako 2006b). Üç istifin litolojisi de tam bir benzerlik taşımaz. Bu nedenle orta-kuzey Trakya'da ve İstanbul batısında yüzlek veren birimler Çanakkale Grubu'ndan ayrı tutulmuş; Ergene Formasyonu ve Çekmece Grubu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 5). Çanakkale Grubu altındaki ve üstündeki birimlerle uyumsuz olup, başlıca kumtaşı, çakıltaşı, kiltası, çamurtaşı

ve seyrek olarak sığ denizel, lagüner kireçtaşından oluşur. Birimin toplam kalınlığı 800-1400 m arasında değişir, yaşı ise Orta-Geç Miyosen'dir (Siyako 2006b).

Kırçasalılı (Trakya) Formasyonu

Kırçasalılı Formasyonu'nu ilk kez Boer (1954)'in adlandırdığını belirterek Ünal (1967) kullanmıştır. Kasar ve diğ., (1983) tarafından tanımlanan Ergene Grubu'nun üst kesimleri de Kırçasalılı Formasyonu'na karşılık gelir. Umut ve diğ., (1984), Umut (1988 a, b), İmik (1988) ve Çağlayan ve Yurtsever (1998) birim için Trakya Formasyonu adlamasını kullanmışlardır.

Kırçasalılı Formasyonu, Trakya'daki hemen hemen daha yaşlı tüm birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 1) (İmik, 1988; Siyako, 2006b). Birim, tutturulmamış çakıl, kaba taneli çakıltaşı ile kumtaşı ve seyrek kiltaşından oluşur (Şekil 2). Çakıllar genellikle kuvars, kuvarsit, nadiren şist, metagranit ve volkanit türü kayalardan oluşmuştur. Birim akarsu ortamında çökelmiştir. Birimin kalınlığının, sismik kesitler ve kuyu verilerine göre 500 metreye kadar ulaşabileceği belirtilmiştir (Siyako, 2006b). Kırçasalılı Formasyonu'nun yaşı Çağlayan ve Yurtsever (1998)'e göre en Geç Miyosen-Pliyosen, stratigrafik konumu dikkate alındığında ise Pliyosen'dir.



Şekil 6. Trakya Havzası jeoloji Haritası ve Trakya Fay zonları (Kasar ve diğ., 1983; Perinçek 1991; Perinçek 2006 sadeleştirilerek alınmıştır). Trakya Fay Sistemi; Geç Miyosen Pliyosen istifi altında gömülmüştür.

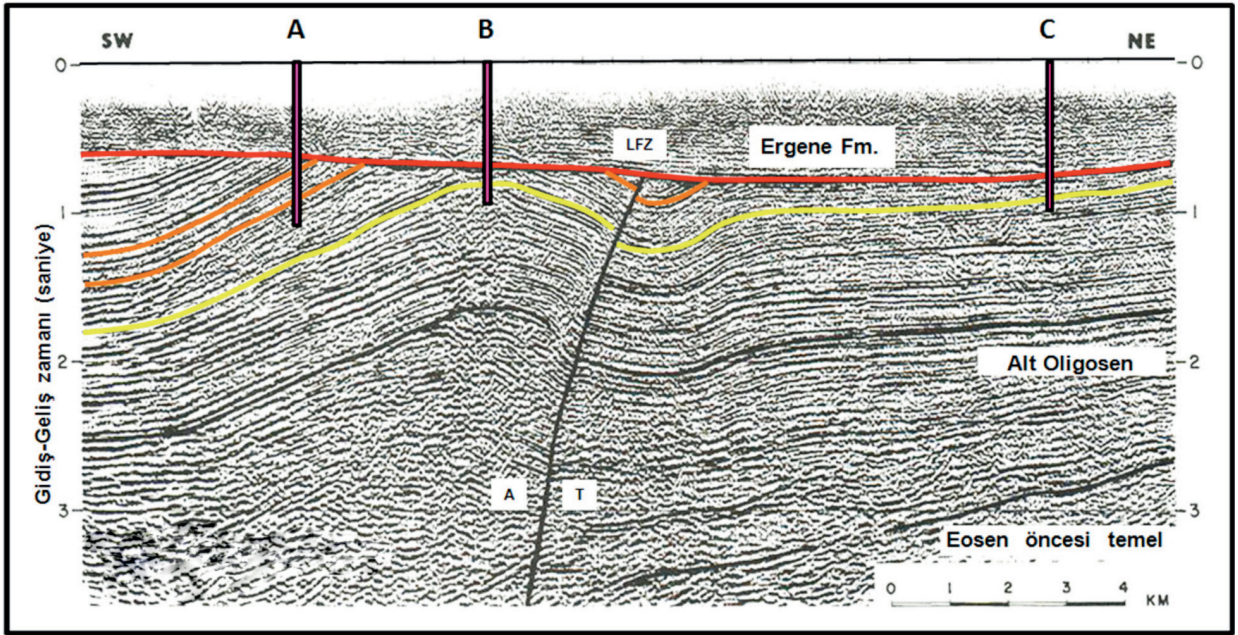
Figure 6. Geology map of the Thrace Basin and Thrace Fault System (Kasar et al., 1983; Perinçek 1991; and simplified fault map from Perinçek 2006).

YAPISAL JEOLJİ

Perinçek (1987, 1991) tarafından Trakya Fay Sistemi olarak tanımlanan yapısal hatların Ergene Formasyonu'nun çökmesi öncesinde oluştuğu ve sağ yanal atımlı olduğu bilinmektedir. Perinçek (1991) sismik veriler ile yaptığı çalışmasında Trakya Havzası'nda Kuzey Anadolu Fayının Geç Miyosen öncesinde Trakya Havzası'nda aktif olduğu belirtilmiştir. Söz konusu fay zonu kuzeydoğudan güneybatıya Kırklareli, Babaeski ve Lüleburgaz Fay Zonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 6). Söz konusu fay sistemi Orta Miyosen sonu - Geç Miyosen başlarında Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Danişmen Formasyonu'nun çökmesini takiben aktif olmuş yanal atımlı bu fay sistemiyle ilgili olarak an-eşelon yapılar gelişmiştir. Bu yapıların eksenleri ve çoğu yerde fay zonları boyunca önemli miktarda aşınma gerçekleşmiştir. Bu aşınmaya bağlı olarak havzanın bazı kesimlerinde Danişmen Formasyonu kısmen veya tamamıyla aşındırılmıştır (Perinçek,2010a, 2010b, 2010c). Aşınma sonrası çökelen Geç Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu'nun bazı alanlarda (Hamitabat Sahası) doğrudan Osmancık Formasyonu üzerine çöklediği görülür. Faylanmaya bağlı olarak gelişen yükselim alanlarında Danişmen Formasyonu'nun aşınmış olması dışında bu alanlar yapısal yüksekliklerini korudukları için bu yükselimler üzerinde Ergene Formasyonu daha ince olarak çökmüştür. Çukur alanlardaki senklinalerde ise Ergene Formasyonu daha kalındır. Ergene Formasyonu çökeldikten sonra da söz konusu fayların hareketi devam etmiş (Perinçek, 1991, 2006; Perinçek ve Karşlıoğlu, 2007) ve havzanın doğusundaki bazı alanlarda Ergene Formasyonu'nun tabanındaki diskordans düzlemi kıvrımlanmıştır (Perinçek, 1987, 1991).

SİSMİK VERİ DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil 7 de Lüleburgaz Fay Zonu boyunca gelişen yükselme nedeniyle solda görülen antiklinal oluşmuş, yapılaşmayı takiben yükselme sonrası antiklinal eksenini boyunca aşınma gerçekleşmiştir. Fayın oluşumundan sonra oluşan diskordans düzlemi daha sonra kıvrımlanmamıştır. Bu durum fayın bu alanda Ergene Formasyonu çökelişi sonrası hareket etmediğini gösterir (Perinçek, 1991, 2006). Şekil 7 de verilen sismik kesitte (Perinçek, 1991) sarı ile gösterilen reflektörün, Danişmen Formasyonu'nun tabanına yakın bir düzeyi temsil ettiği, aynı kesitte turuncu ile gösterilen iki ayrı seviyenin de linyit katkıları olduğu öngörülmüştür. Sismik kesit (Şekil 7) verileri, havzada gözlenen aşınma miktarını net olarak açıklamaktadır. Daha yukarıda kırmızı ile gösterilen reflektör ise Ergene Formasyonu tabanındaki açıl uyumsuzluktur. Kesit üzerinde ortada Lüleburgaz Fay Zonu (LFZ) görülmektedir. Bu fayın sol tarafında görülen antiklinalin yaşı fay zonunun oluşumu ile aynıdır ve antiklinal, fayın aktivitesine bağlı olarak oluşmuştur. Antiklinalin oluşumunu takiben yaşanan erozyon sismik kesitte çok belirgindir. B ile işaretli varsayılan kuyuda Ergene Formasyonu kesildikten sonra diskordansın altında çok ince olan Danişmen Formasyonu'nun kesileceği sismik kesitte net olarak görülmektedir. B noktasında Danişmen Formasyonu'nun üst kısmının tümü aşındırılırken birim içindeki 2 adet turuncu çizgi ile varsayılarak işaretlenen linyit katkıları da aşındırılmıştır. Bu nedenle varsayılan B kuyusunda linyit kesilmeyecektir. B kuyusunun solunda, varsayılan A kuyusunda ise linyit kesilme olasılığı fazladır. Varsayılan C kuyusunda da, Danişmen Formasyonu önemli oranda aşındırıldığı için linyit katkısı kesilmeyeceği yorumu yapılabilir.



Şekil 7. Sismik kesit ortasında Lüleburgaz Fay Zonu (LFZ) görülmektedir (Lokasyon için Şekil 6'ya bakınız). Fayın sağ tarafı (T) okuyucuya doğru, sol taraf ise (A) okuyucudan uzaklaşacak şekilde hareket etmektedir (Perinçek, 1991, Şekil 10).

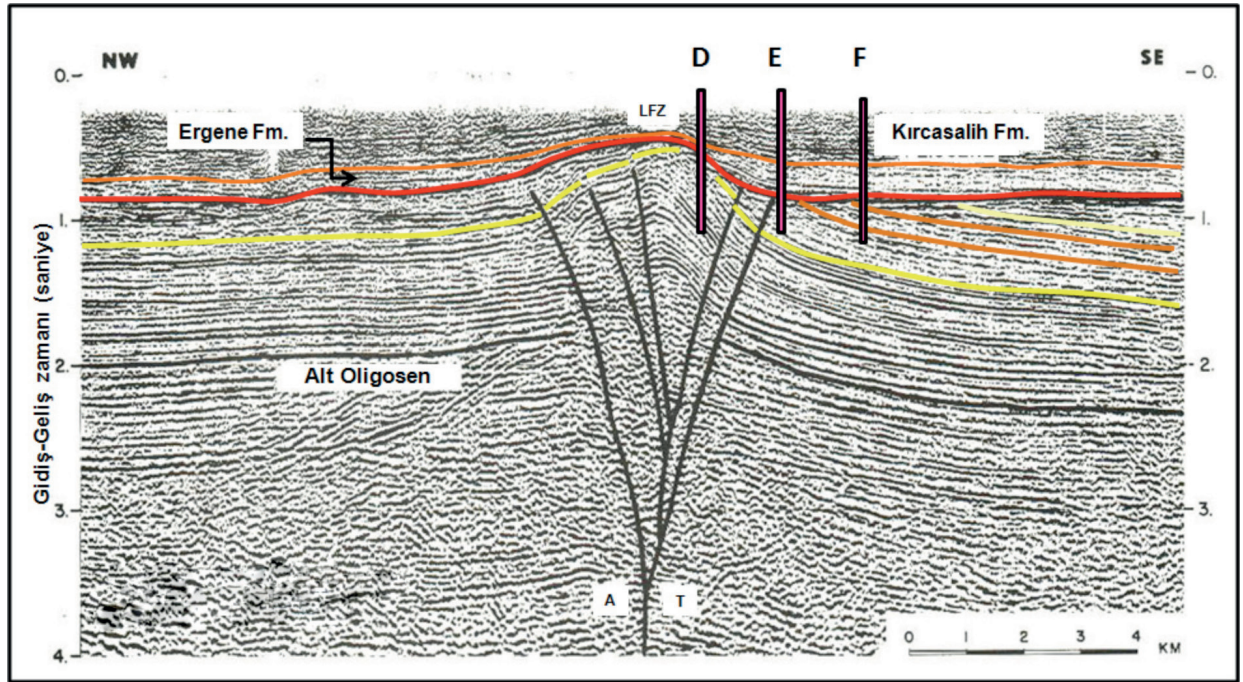
Figure 7. Lüleburgaz Fault Zone is seen in the middle of the seismic section (see Figure 6 for location). T= displacement toward viewer, A= displacement away from viewer (Perinçek, 1991, Şekil 10).

Şekil 8'de görülen çiçek yapısı, Lüleburgaz Fay Zonu (LFZ) boyunca sıkışma büklümünde gelişmiştir. Fayın ilk oluşumunu takiben Orta-Geç Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu çökelmiş, bu birimin tabanındaki diskordans kıvrılmış, ardından Pliyosen yaşlı Kırçasalılı Formasyonu çökelmiştir. Takip eden evrede Pliyosen istifinin tabanını oluşturan diskordans düzlemi, fay sisteminin oluşmasına neden olan sıkışma ve makaslama kuvvetlerinin aktivitesini sürdürmesi nedeniyle kıvrılmıştır (Perinçek, 1991, 2006). Şekil 8 de verilen sismik kesitte sarı ile işaretlenmiş seviyenin Danişmen Formasyonu'nun tabanına yakın reflektörü temsil ettiği varsayılmıştır. Kesitin sağındaki 2 adet turuncu renkle işaretli reflektör ise öngörülen linyit düzeylerini temsil etmektedir. Sismik kesitte Orta Geç Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu tabanındaki açılal uyumsuzluk

kırmızı renk ile işaretlenmiştir. Şekil 7 de söz konusu uyumsuzluk düzlemi kıvrılmamış olmasına karşın, Şekil 8 deki sismik kesitte kırmızı ile gösterilen diskordans düzleminin kıvrılmış olduğu görülür. Diskordans düzleminin kıvrılmaması havzanın batısında pek görülmemekle birlikte doğu kesiminde, Silivri yakınlarında izlenir ve Ergene Formasyonu'nun çökmesini takiben fayın tekrar aktivite geçirdiğini böylece de diskordans düzlemini kıvrıldığı gözlenmiştir (Perinçek, 1991, 2006). Şekil 8'nin ortasında görülen pozitif çiçek yapısı havzadaki doğrultu yanal atımlı fay sisteminin sıkışma büklümü ile ilgilidir. Sismik kesiti, linyit seviyelerin varlığını ve konumunu bulmak için değerlendirdiğimizde D kuyusunda ince bir Ergene Formasyonu'nu takiben doğrudan Osmanlı Formasyonu'na girileceği öngörülmektedir. Bu

durumda varsayılan D kuyusunda Danişmen Formasyonu'nun tümüyle aşınma olasılığı söz konusudur. Şekil 8'de gösterilen E kuyusunda Ergene Formasyonu'ndan sonra diskordansı takiben Danişmen Formasyonu'nun alt bölümü kesileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla E kuyusunda aşınma nedeniyle linyit düzeylerinin kesilmesi beklenmemektedir. Varsayılan F kuyusunda ise Ergene Formasyonu kesildikten sonra diskordansı takiben linyit katkılı Danişmen Formasyonu'na girileceği öngörülmektedir. F kuyusundan sağa doğru gidildiğinde linyit katkıları üzerindeki Danişmen Formasyonu'na ait istifin kalınlığı artacaktır. Üstteki Ergene Formasyonu'nun kalınlığı dikkate alındığında kesitin sağ kısmında ekonomik derinliklerde linyit seviyelerine ulaşmak güçleşmektedir (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2011).

Çalışma alanındaki sismik kesitler değerlendirilmiş, olası linyit katkılarının yüzeye yaklaştığı yerler saptanmaya çalışılmıştır (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2011, Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Söz konusu sismik verilerin yorumları Pehlivan köyü güneyi ve Karacaoğlan Beldesi yakınındaki ruhsatlar arasında kalan alan (Babaeski dolayları) için yapılmıştır. Bu makaleye MAD-84-411 (Şekil 9), MAD-84-432 (Şekil 10), MAD-84-413 (Şekil 11) numaralı sismik kesitler eklenmiştir. Babaeski 2, Minnetler 1 kuyularının verileri, sismik zaman verileri kullanılarak sismik kesitler üzerine aktarılmıştır. Kesitlerde koyu sarı renk ile gösterilen refleksiyon düzlemi Ergene Formasyonu tabanını (Danişmen Formasyonu üstü) temsil etmektedir. Kesitlerde yeşil renk ile gösterilen düzeyler olası linyit katkılarıdır. Yeşil ile



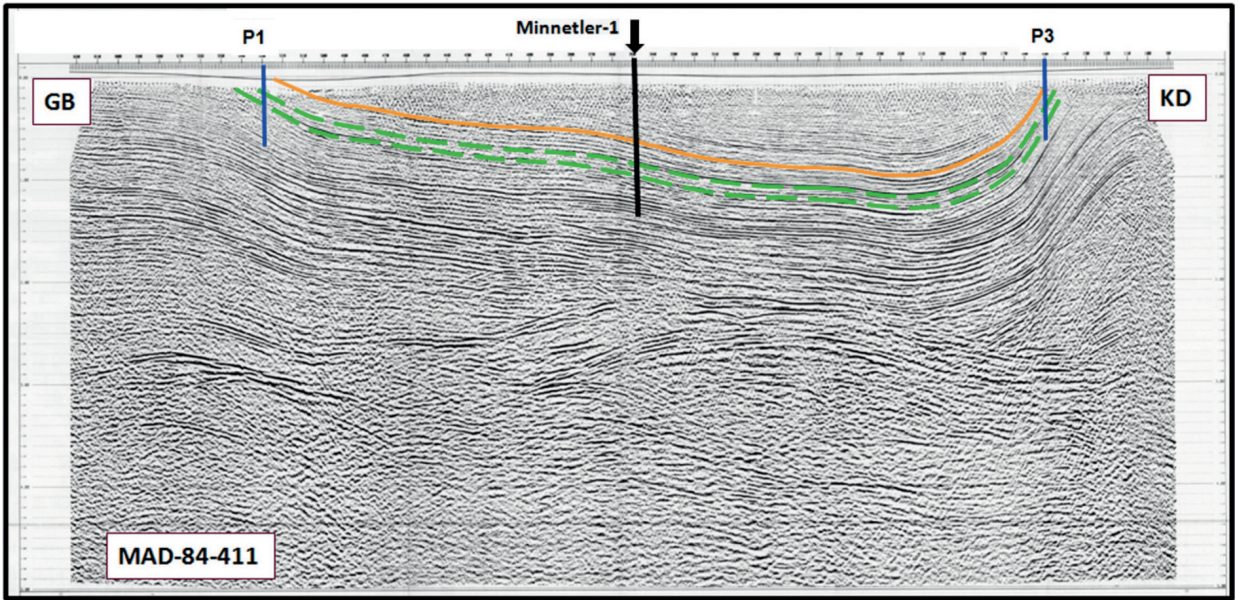
Şekil 8. Sismik kesitte Lüleburgaz Fay Zonu (LFZ) gözlenmektedir (Lokasyon için Şekil 6'ya bakınız). Fayın sağ tarafı (T) okuyucuya doğru, sol taraf ise (A) okuyucudan uzaklaşacak şekilde hareket etmektedir (Perinçek, 1991, Şekil 11).

Figure 8. Seismic section across Lüleburgaz Fault Zone (see Figure 6 for location). T= displacement toward viewer; A= displacement away from viewer (Perinçek, 1991, Şekil 11).

gösterilen refleksiyon düzlemleri kuyu yakınında linyit içerebilir fakat yanal doğrultuda yeşil refleksiyonun devam etmesi sismik hat boyunca linyit katkısı bulunduğu anlamına gelmemektedir. Diğer bir deyişle yeşil ile gösterilen ve kuyularda linyitle temsil edilen düzeyler yanal yönde fasiyes değişimi gösterip marn veya kile dönüşebilir. Bu kesitlerde linyit katkıları içerebilecek düzlemlerin takibi yapılmış ve bunların nerelerde yüzeye yakın oldukları tespit edilmiştir. Eğer yanal yönde fasiyes değişimi yoksa yeşil düzeylerin yüzeye yakın yerlerde kesilmesi ve bunların linyit içermesi olasılığı yüksektir. Sismik kesitlerde kırmızı renk ile gösterilen çizgiler fayları temsil etmektedir.

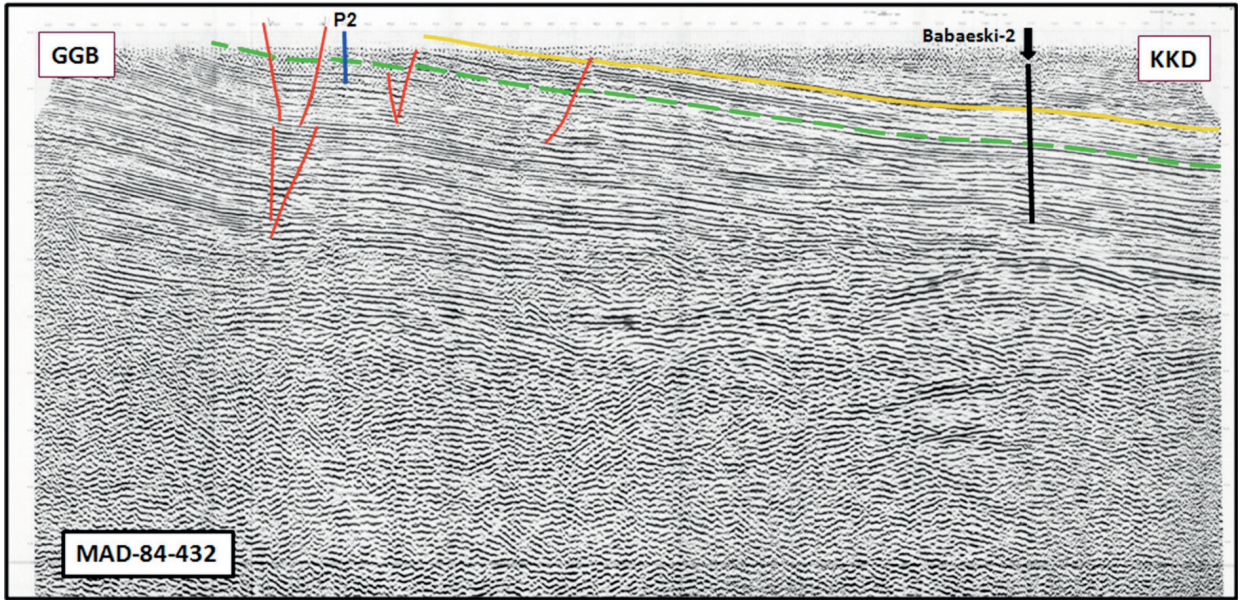
TPAO kuyularının (Minnetler 1, Babaeski 2) sismik kesit üzerindeki yerleri düşey siyah çizgi ile gösterilmiştir. Sismik kesit üzerine düşen ve ilk aşamada açması önerilen kuyuların yeri ise sismik kesit üzerinde düşey mavi çizgi ile işaretlidir.

Şekil 9’de Minnetler 1 kuyusundan GB ve KD yönünde gidildiğinde linyit içerdiği düşünülen refleksiyonun yüzeye yaklaştığı görülür. Kesitin GB’sında P1 kuyusu önerilmektedir. Şekil 9’un Kuzeydoğusunda gösterilen P3 kuyusu sismik veriler kullanılarak önerilen diğer kuyu yeridir. Şekil 10’da sismik kesitin GB’sında P2 ile işaretli nokta Pehlivan köyü dolayındadır. Bu kuyunun da bu çalışma sonrasında açılması önerilmiştir.



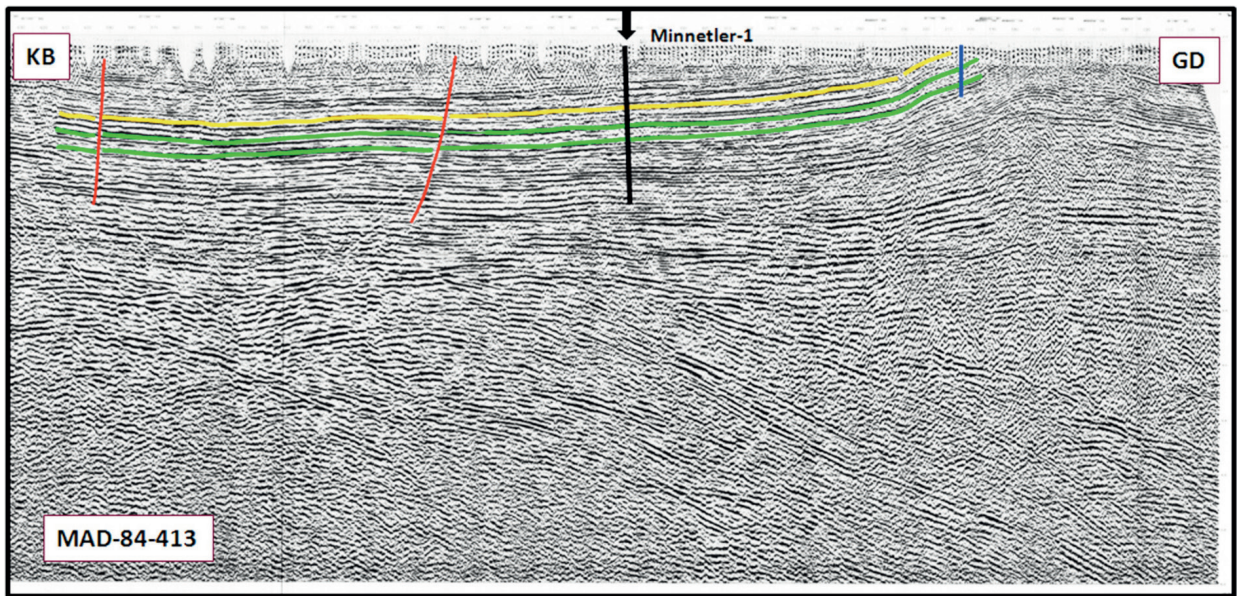
Şekil 9. Kesit üzerinde linyit katkıları (yeşil) ve Ergene Formasyonu’nun (turuncu) tabanı (Danişmen Formasyonu üstü) işaretlenmiştir. (Lokasyon için Şekil 6’ya bakınız).

Figure 9. Seismic line showing lignite layers (green) and base (orange) of the Ergene Formation (or top of the Danişmen Formation). (see Figure 6 for location).



Şekil 10. Kesit üzerinde linyit katkıları (yeşil) ve Ergene Formasyonu'nun (turuncu) tabanı (Danişmen Formasyonu üstü) işaretlenmiştir. P2 kuyusu kesitin Güney-Güneybatısında kalır. (Lokasyon için Şekil 6'ya bakınız).

Figure 10. Seismic line showing lignite layers (green) and base (orange) of the Ergene Formation (or top of the Danişmen Formation). P2 well is located in the south-southwest. (see Figure 6 for location).



Şekil 11. Kesit üzerinde linyit katkıları (yeşil) ve Ergene Formasyonu'nun (turuncu) tabanı (Danişmen Formasyonu üstü) işaretlenmiştir. (Lokasyon için Şekil 6'ya bakınız).

Figure 11. Seismic line showing lignite layers (green) and base (orange) of the Ergene Formation (or top of the Danişmen Formation). (see Figure 6 for location).

ÜRETİLEN KALINLIK HARİTALARI VE KUYU KORELASYONLARININ AMACI, YORUMU VE EKONOMİK KATKISI

Trakya Havzası'nda linyit aramaları genellikle havzanın kuzeydoğu kenarında, güneybatısında ve güneyinde linyit katkılarının çoğunlukla mostra verdiği alanlarda ve yakınında yürütülmüştür. Bu çalışmanın bulguları kullanılarak havza için yepyeni bir arama stratejisi oluşturulmuştur (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2011; Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Buna göre Trakya Fay Sisteminin oluşturduğu yükselim alanlarına gidilmesi, bu alanlarda arama yapılması önerilmektedir. Yükselim alanları dolayında Danişmen Formasyonunun üstten kısmen aşındığı, üstteki Ergene Formasyonu'nun ince olduğu kesimler hedef alanlar olarak seçilmiştir. Bu yeni strateji yapılan bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biridir.

Trakya Havzası'nda Danişmen Formasyonu içinde yer alan linyit potansiyelinin anlaşılmasına yönelik olarak çalışma kapsamında kuyu korelasyonları, kalınlık ve yapı haritaları yapılmıştır. Haritalar: Osmancık Formasyonu üstü yapı haritası, Danişmen Formasyonu üzerindeki diskordans düzleminin (paleotopografya) yükseklik haritası, Danişmen Formasyonu kalınlık haritası ve bu birim içindeki linyit katkılarının toplam kalınlık haritasıdır (Perinçek, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2011; Perinçek ve diğ., 2014 baskıda).

TPAO'dan alınan kuyu verileri kullanılarak Osmancık Formasyonu yapı haritası hazırlanmıştır (Perinçek, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Osmancık Formasyonu Danişmen Formasyonu'nun hemen altında bulunur ve bu iki birim uyumludur. Osmancık üstü yapı haritası yardımıyla Danişmen Formasyonu içerisindeki linyit katkılarında hangi alanlarda sığ derinliklerde ulaşılacağını göstermektedir.

Danişmen Formasyonu üzerinde bulunan diskordans düzlemi de haritalanmıştır (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Bu harita Paleotopografya haritası olarak değerlendirilmelidir. Paleotopografya haritası diskordans düzleminin yüksek olduğu alanları da gösterir. Dolayısıyla bu alanlarda Danişmen Formasyonu içindeki linyit düzeyleri de yüksek kotlarda bulunur ve yüzeye yakındır. Bu nedenle, Danişmen Formasyonu üstü diskordans düzlemi haritası, linyit aramalarına katkı veren önemli bir araçtır. Osmancık Formasyonu ile Danişmen Formasyonu dereceli geçişli ve konkordandır. Danişmen Formasyonu'nun üst sınırı ise uyumsuzdur ve bazı alanlarda önemli oranda aşınmıştır.

Danişmen Formasyonu'nun havzadaki kalınlık dağılımı linyit aramaları açısından önemlidir. Bu öngörüden hareketle TPAO kuyu verileri kullanılarak hemen hemen havzanın tümü için Danişmen Formasyonu kalınlık haritası yapılmıştır (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Bu harita Trakya Fay Sistemi sonrası aşınmanın önemini göstermektedir. Fay zonu boyunca ve fayın oluşturduğu yükselim alanlarında yer yer Danişmen Formasyonu'nun aşınma nedeniyle ortadan kaldırıldığı ve bazı alanlarda da kalınlığının 0-300 metre arasında değiştiği görülür. Danişmen Formasyonu'nun kalınlığı 1600 metreye kadar ulaşmaktadır.

Danişmen Formasyonu kalınlık haritası linyit arama politikası için aşağıda sıralanan önemli sonuçları sağlamış, linyit arama politikasına yön vermiştir.

1. Trakya Fay Sisteminin yarattığı yükselim alanlarında Danişmen Formasyonu fay sisteminin oluşumunu takiben yükselmiş ve aşındırılmıştır. Trakya Havzası'nın kuzeydoğusunda Danişmen Formasyonu'nun

olmamasının veya ince olmasının nedeni birim çökelirken bu alanın havza kenarı olmasıdır. Trakya Havzası'nın güney kesiminde Danişmen Formasyonu'nun incelleme nedeni ise yapısaldır. Bu kısım Trakya Havzası'nın derin kesimine rastladığı halde Danişmen Formasyonu güney yönünde incelenmektedir. Bunun nedeni KAF'ın yarattığı yapısal yükselimidir. KAF'la ilgili yükselime sonrası Marmara Denizi kıyısı boyunca Tekirdağ-Silivri arasındaki alan yükselmiş ve bu alanda Danişmen Formasyonu tümüyle, Osmançık Formasyonu ise kısmen aşınmıştır.

2. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Trakya Havzası'nda etkinliğini sürdürürken fay zonuna açılı gelen an-eşelon yapılar gelişmiştir. Buna en iyi örnek Hamitabat gaz sahasıdır. Bu sahada bazı kuyularda Danişmen Formasyonu tümüyle aşındırılmıştır, dolayısıyla linyit katkıları da bu alanda hiç görülmez.

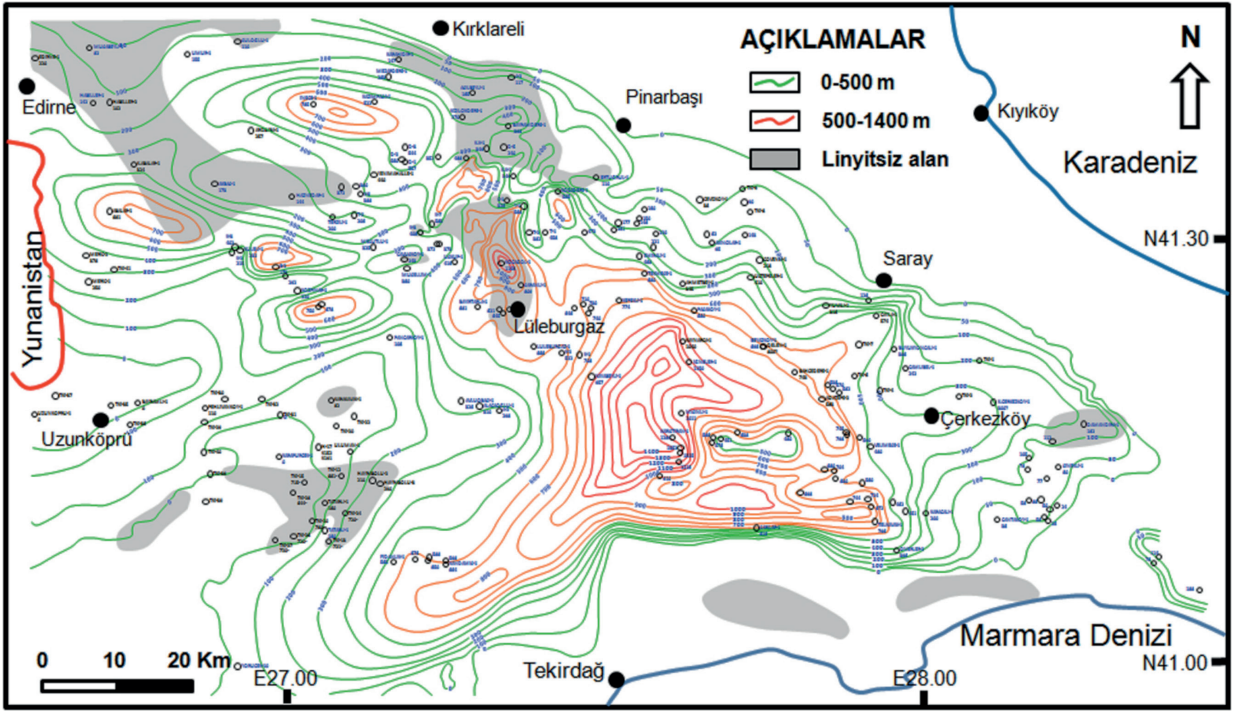
3. Danişmen Formasyonu üzerindeki Ergene Formasyonu'nun kalınlığı ve buna ilave olarak Danişmen Formasyonu'nun üst kısmındaki linyit katkısız kesimin kalınlığı birbirine eklenince linyit katkılarına ekonomik derinliklerde ulaşılması güçleşmektedir. Bu nedenle söz konusu birimlerin kalın olduğu yerlerden uzak durulmalıdır.

Ergene Formasyonu - Kırçasalılı formasyonları toplam Kalınlık Haritası:

Ergene – Kırçasalılı formasyonlarının toplam kalınlığı linyite ulaşmak için önemli ilk engeli oluşturur ve işin başlangıcında dikkate alınması gerekir. Bu nedenle ilk yapılan harita bu formasyonlarının toplam kalınlık haritası olmuştur (Şekil 12). TPAO ve bazı MTA ve TKİ kuyularında Ergene Formasyonu ve bunun hemen üzerindeki Kırçasalılı (Trakya) Formasyonu ayrılmamıştır. Bu nedenle Ergene Formasyonu kalınlık haritası ve Kırçasalılı Formasyonu kalınlık haritası birlikte

çizilmiştir. Trakya Havzası'ndaki bazı sismik kesitlere bakıldığında söz konusu iki formasyon arasında uyumsuzluk görülmektedir (Şekil 8). Şekil 12 Ergene ve Kırçasalılı formasyonlarının toplam kalınlığını göstermektedir. Lüleburgaz güneydoğusunda kalınlığın 1400 metreye ulaştığı görülür. Trakya Havzası kenarlarında da Ergene ve Kırçasalılı formasyonları incedir. Şekil 12 ayrıca linyitin aşındığı ya da Danişmen Formasyonunun fasiyesinin linyit açısından olumsuz olduğu kesimler “linyitsiz alan” olarak gösterilmiştir. Ergene ve Kırçasalılı formasyonlarının toplam kalınlığının 400 metreden daha ince olduğu yerlerde ancak Danişmen Formasyonu içindeki linyite ekonomik olarak ulaşma şansı vardır. Söz konusu formasyonların 500m den kalın olduğu alanlarda linyit aramalarında uzak durulmalıdır. Aynı alanlarda linyit kalınlık toplamı yeterli ve ekonomik düzeyde olabilir fakat ekonomik olmayan derinliklerdedir.

Trakya Fay Sistemi, Trakya Havzası'nın doğu kesiminde Vakıflar-1 İstanbul arasında Ergene Formasyonu çökelimini takiben tekrar harekete geçmiş Ergene Formasyonu tabanındaki diskordans düzlemi Ergene Formasyonu ile birlikte kıvrımlanmıştır (Şekil 8). Bunun sonucunda Ergene Formasyonu, kıvrımlanıp antiklinal oluşturduğu alanlarda kısmen aşınmıştır. Aşınma alanlarının bulunduğu paleo-yükselimler Kırçasalılı Formasyonu'nun kalınlığının da ince olduğu alanlardır. Kırçasalılı Formasyonu'nun çökelimi sırasında ve sonrasında da Trakya Fay Sistemi üzerinde fay aktivitesi sürmüştür. Bu aktivite sonrası Kırçasalılı Formasyonu'nun çok az eğim kazandığı kıvrımlandığı görülür. Söz konusu aktivite Trakya Havzasının doğu kesimlerinde görülür. Bunun nedeni söz konusu alanın KAF'ın aktif olduğu Marmara Denizi'ne yakın olmasıdır.



Şekil 12. Ergene Formasyonu kalınlık haritası. Harita yorum katılarak elle konturlanmıştır.

Figure 12. Thickness map of the Ergene Formation. Interpretive contouring conducted by hand.

Kuyu verileri ile Danişmen Formasyonu ve içindeki linyit seviyelerinin korelasyonu

Çalışmanın ilk aşamasında, Trakya Havzası'nda kuyu korelasyonu yapılmış ve bu korelasyon sırasında bazı MTA ve TKİ kuyularında alttaki linyit zonlarının, kuyu derinliğinin yeterli olmaması nedeniyle kesilmediği anlaşılmıştır. Soğucak 1, Akıncılar 1, Topçu 1 TPAO kuyularıyla bunların kuzeyindeki TKİ kuyularının korelasyonu yapılmıştır (Şekil 13 ve 14). Bu korelasyonda TKİ kuyularının TPAO kuyularında kesilen yüzeye en yakın linyit katkısına kadar ulaştığı görülmektedir. Fakat TKİ kuyuları yeterli derinlikte olmadığından TPAO kuyularında gözlenen üstten 2. ve 3. linyit katkılarında ulaşmamıştır. Bu çalışmada verilen toplam linyit kalınlık haritalarında sığ MTA ve TKİ kuyularında daha aşağı kotlarda kesilmesi beklenen diğer linyit düzeyleri hesaba katılmamıştır. Dolayısıyla Şekil 7'de verilen

toplam linyit kalınlık haritası minimum toplam linyit kalınlığını temsil etmektedir. Toplam linyit kalınlık haritalarında görülen kalınlıklar bazı alanlarda daha fazla da olabilir. Bu harita toplam linyit kalınlığı olarak elde edilen verilere göre olabilecek en az kalınlıkları içermektedir. Özetle haritada gösterilen veriler, varlığı kesin tespit edilemeyen kalınlıkları içermemektedir.

Şekil 13 ve Şekil 14'de verilen korelasyonda linyit katkılarının yanal yönde süreksizlikler gösterdiği görülür. Linyit katkılarının kuyular arasında uzun mesafeler devam etmediği gözlenmiştir. Linyitli seviyelerin en fazla 2-3 kuyu arasında birbiri ile korelasyonu yapılabilmektedir. Bu süreksizlik ortam koşullarının yanal ve düşey yönde sık değişmesi nedeniyle dir.

Linyit katkıları çoğunlukla marn içinde yer alır. Çakıllı, kumlu, kireçli düzeyler çoğunlukla

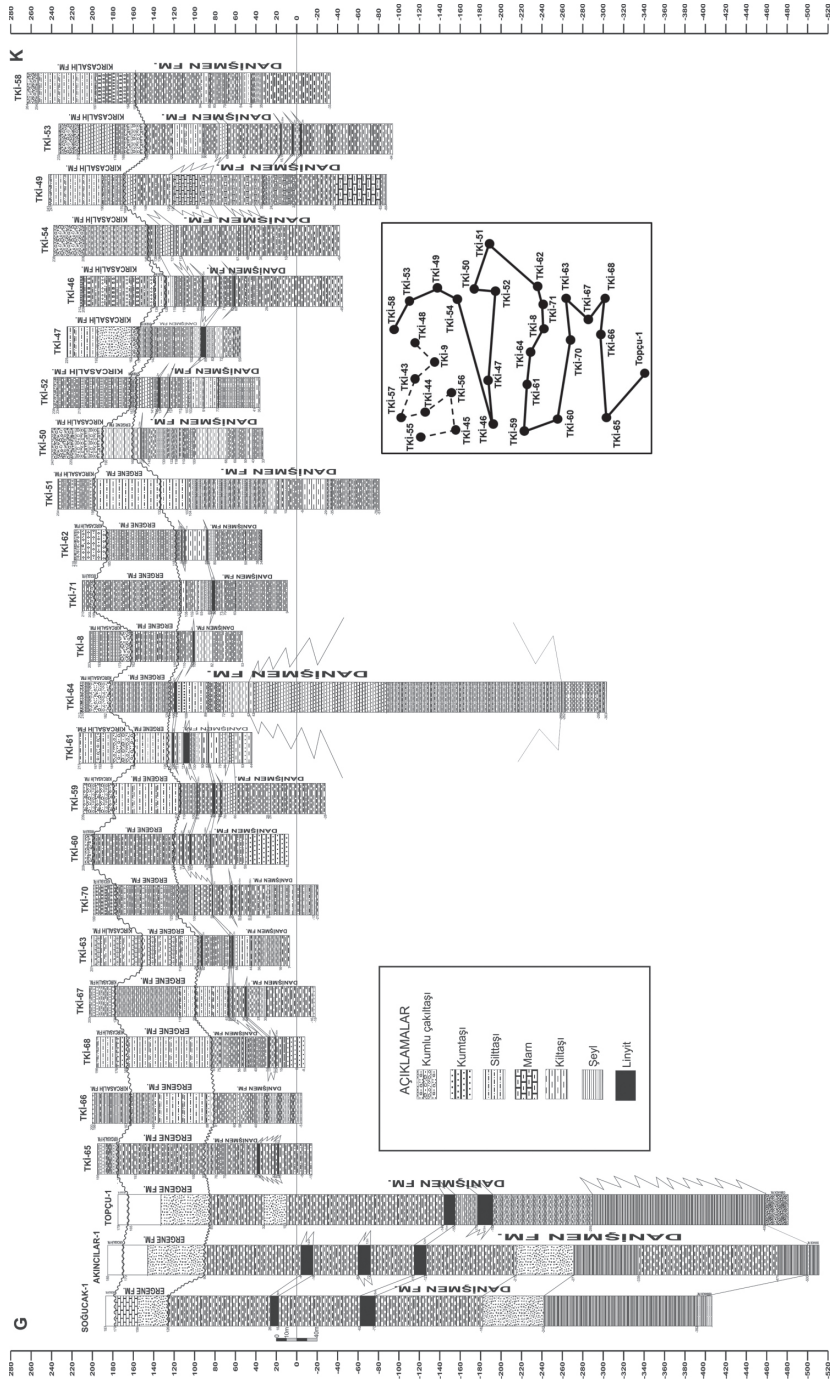
liniyit içermez. Ayrıca şeyl seviyelerinin hakim olduğu alanlarda da linyit görülmemiştir.

Bu çalışmada Vize GB'sındaki kuyuların kendi aralarında korelasyonu yapılmıştır. Kuyu korelasyon yapılan diğer 2 alan ise Hayrabolu batısı ve Uzunköprü-Pehlivan köyü dolaydır. Söz konusu 3 alanda yapılan korelasyonlar Şekil 13, 14, 15, 17, ve 18'te sunulmuştur.

Vize Güneybatısı: TKİ Vize ruhsatları alanında yapılan toplam linyit kalınlık haritası Şekil 24 de verilmiştir. Aynı alanda yapılan korelasyonlarda (Şekil 13 ve Şekil 14) TKİ-66, TKİ-51, TKİ-54, TKİ-49, TKİ-58, TKİ-57 kuyuları dışındaki diğer tüm kuyularda linyit kesilmiştir. TKİ-61 ve TKİ-56 kuyularında kesilen iki linyit seviyesinin kalınlığı toplam 4 metredir. Aynı kuyularda altta ve üstte başka linyit seviyeleri de kesilmiştir. Kuyularda kesilen linyit kalınlıkları 1-4 metre arasında değişmektedir. Bu alanda yapılan korelasyonlara bu alan civarındaki Soğucak 1, Akıncılar 1 ve Topçu 1 TPAO kuyuları da ilave edilmiştir. TPAO kuyularında dikkati çeken konu linyit seviyelerinin kalınlıklarının abartılmış olmasıdır. TKİ kuyularında tek bir linyit seviyesi en fazla 4 metre olduğu halde TPAO kuyularında ise 12-15 metre kalınlıklara ulaşan linyit seviyeleri gösterilmiştir. Bu kıyaslama TPAO kuyularında linyit olarak gösterilen seviyelerin gerçeği yansıtmadığını gösterir. TKİ kuyularında TPAO kuyularının en üst kesiminde bulunan linyit düzeyleri test edilmiştir. Korelasyondan elde edilen bilgiye göre TKİ-65 ve TKİ-66 kuyuları derinleştirilseydi TPAO kuyularında daha aşağıdaki kotlarda bulunan linyit düzeylerinin yanal devamı daha ince de olsa kesilmesi mümkün olacaktı. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise TPAO kuyularında derinde (250-360 metre) görülen linyit seviyelerinin 500 metre derinlikte olan TKİ 64 ve TKİ 48 kuyularında görülmemesidir. Bu durum dikkat çekicidir. Bu kuyularda TPAO

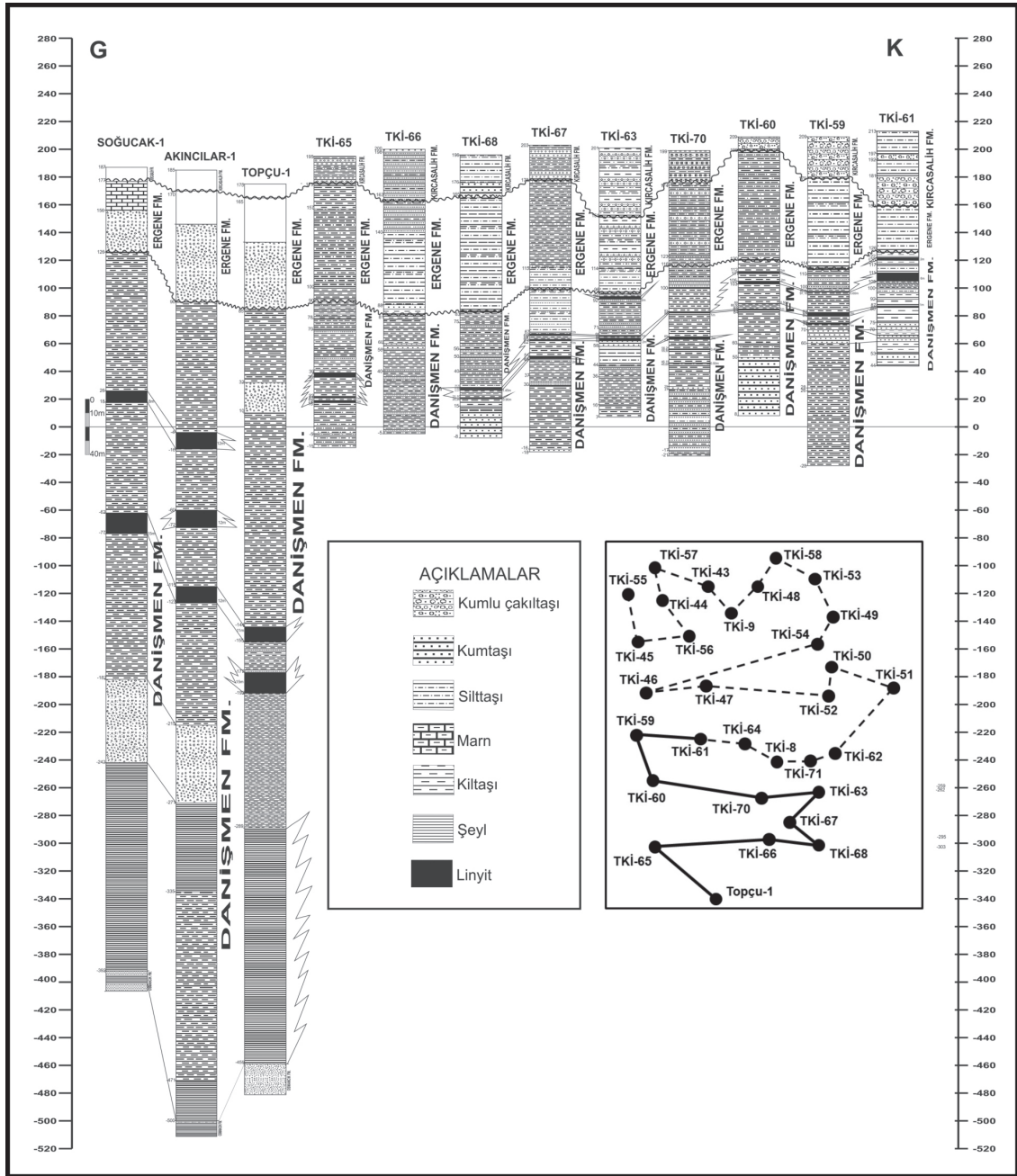
kuyularında aşağıdaki kotlarda görülen linyit düzeylerinin kesilmemesinin nedeni Danişmen Formasyonunun fasiyesinin linyit birikimi için uygun olmadığı şeklinde yorumlanmıştır. Linyit birikimi için gerekli düşük enerjili ortam koşulları (bataklık-göl) bu kuyular civarında sağlanmamış olabilir. TKİ 64 ve TKİ 48 kuyularının sonuçları da dikkate alınarak sahanın güneyindeki birkaç kuyunun derinleştirilmesi önerilmektedir. Eğer Topçu-1 kuyusunda 350 metre civarındaki linyit seviyesi gerçek ise bu durumda TKİ 65-66-67 ve 68 kuyuları derinleştirilerek veya bu kuyular civarında yeni kuyular açılarak Topçu-1'deki en alttaki linyit seviyesi test edilebilir. Yeni açılacak kuyular aşamalı olarak delinmeli en güneyde açılacak ilk kuyunun sonucuna göre ikinci, üçüncü kuyu açılmalıdır. Bu açılacak kuyularda Soğucak-1, Akıncılar-1 ve Topçu-1 kuyularında alt seviyelerde gösterilmiş bulunan linyit düzeyleri kesilecek olursa Vize sahası için ek bir potansiyel ortaya çıkacak ve bu sahanın rezervi daha da artacaktır.

TKİ Vize ruhsatlarının bulunduğu alanda korelasyon yapılırken TKİ kuyularının üst kısmında sondaj sırasında tanımlanan, rapor ve kuyu loglarında gösterilen formasyon (Ergene ve Danişmen formasyonları) tanımları, Şekil 16'da görülen son baskı MTA jeoloji haritası kullanılarak kısmen değiştirilmiştir. Bu değişim yapılırken jeoloji haritasında mostrada görülen Ergene ve Danişmen formasyonlarının sınırının Kırcasalih (Trakya) Formasyonu altındaki devamı yorum yapılarak kesikli çizgiyle gösterilmiştir (Şekil 16). Kırcasalih Formasyonu altında doğudan batıya uzanan hattın kuzeyinde Kırcasalih Formasyonu doğrudan Danişmen Formasyonu üzerindedir. Hattın güneyinde ise Kırcasalih Formasyonu altında Ergene Formasyonu, bununda altında da Danişmen Formasyonu yer alır. Jeoloji haritasına dayalı yorumdan sonra kuyu loglarında gösterilen üstteki formasyonların dağılımı bu yoruma göre değiştirilmiştir.



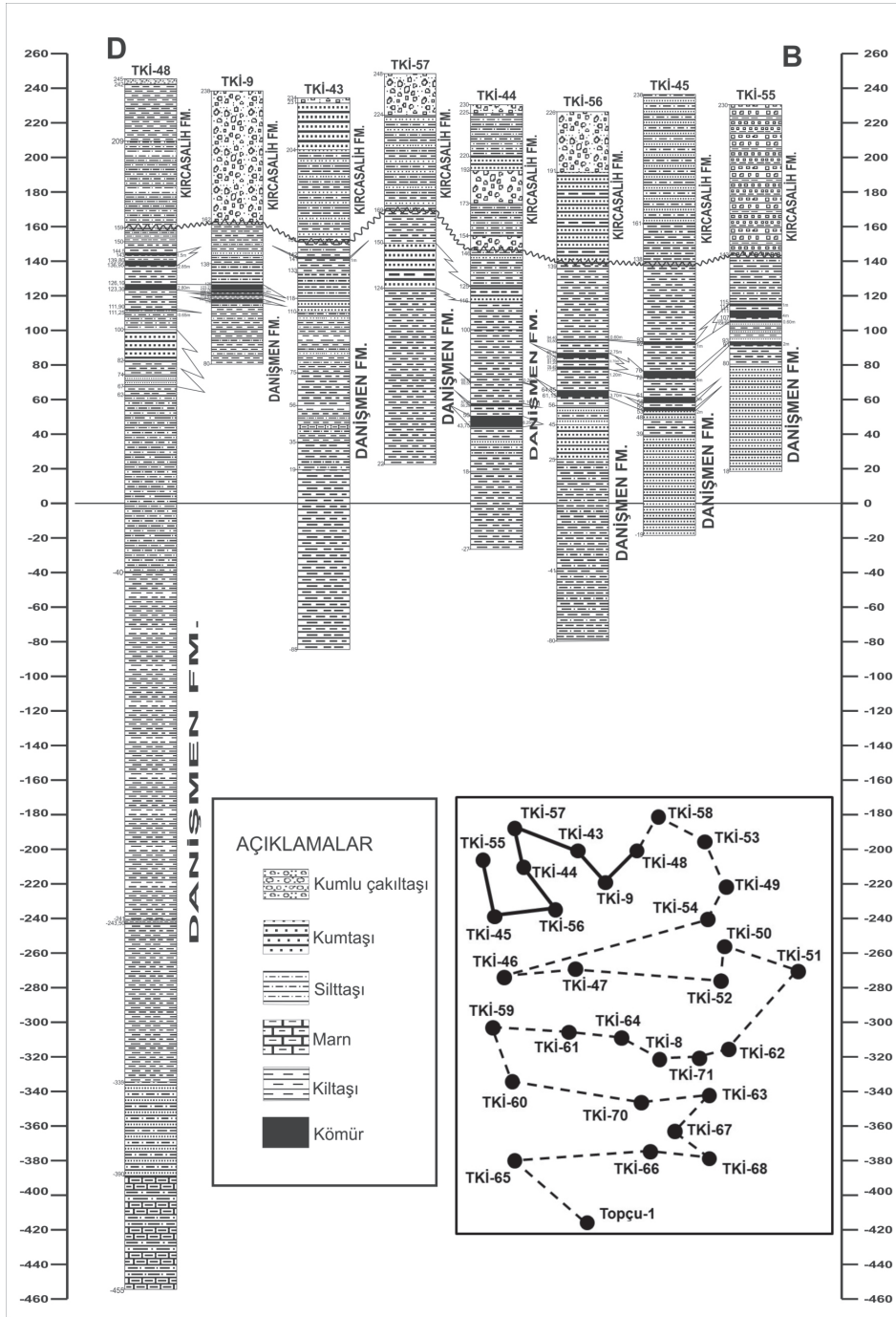
Şekil 13. Vize dolayındaki ruhsatlarında ve açılan kuyularda Danişmen, Ergene ve Kircasali formasyonlarının stratigrafik korelasyonu. Korelasyon güneydeki TPAO kuyularından (Soğucak-1, Akıncılar-1, Topçu-1) başlayarak kuzey yönünde TKİ kuyuları (TKİ-65, TKİ-66....TKİ-53, TKİ 58) kullanılarak yapılmıştır.

Figure 13. Stratigraphic correlation of Danişmen, Ergene and Kircasali formations conducted in the Vize permits areas. Correlation begins from TPAO wells (Soğucak-1, Akıncılar-1, Topçu-1) in the south continue to north through TKİ wells (TKİ-65, TKİ-66....TKİ-53, TKİ 58).



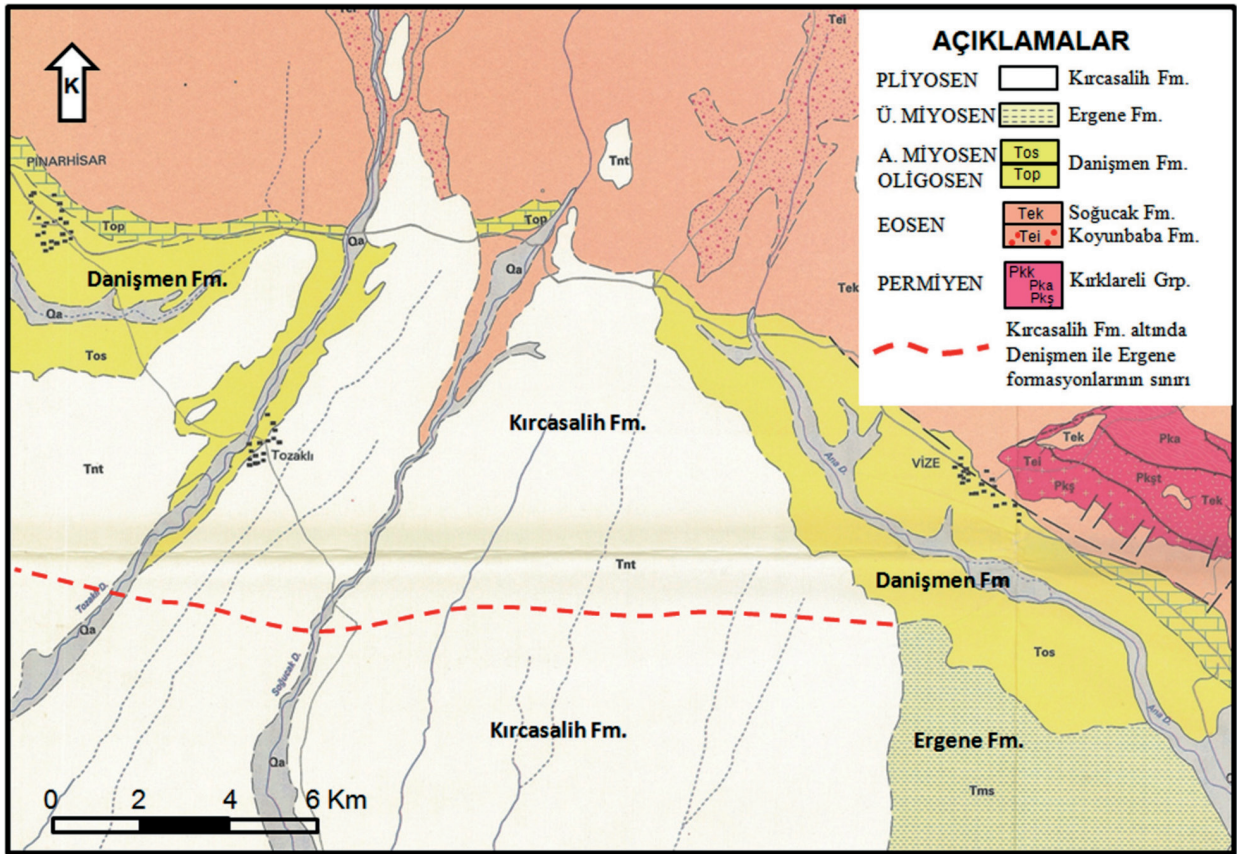
Şekil 14. Şekil 13'te görülen kuyu korelasyonunun güney kesimi düşey ölçeği büyütülerek burada tekrar sunulmuştur. Korelasyon güneydeki TPAO kuyularından (Soğucak-1, Akıncılar-1, Topçu-1) başlayarak kuzey yönünde TKİ kuyuları (TKİ-65, TKİ-66....TKİ-59, TKİ 61) kullanılarak yapılmıştır.

Figure 14. Southern portion of Figure 13 is represented here as vertical scale of the correlation is increased. Correlation begins from TPAO wells (Soğucak-1, Akıncılar-1, Topçu-1) in the south continue to north through TKİ wells (TKİ-65, TKİ-66....TKİ-59, TKİ 61).



Şekil 15. TKİ Vize ruhsatlarının bulunduğu alanda açılan kuyularda Danişmen, Ergene ve Kircasali formasyonlarının stratigrafik korelasyonu. Bu korelasyon Şekil 13'ün kuzey devamıdır (TKİ-48, TKİ-9....TKİ-45, TKİ-55).

Figure 15. Stratigraphic correlation of Danişmen, Ergene and Kircasali formations conducted in the area of Vize permits. This correlation is present northern extension of the figure 13 (TKİ-48, TKİ-9....TKİ-45, TKİ-55).



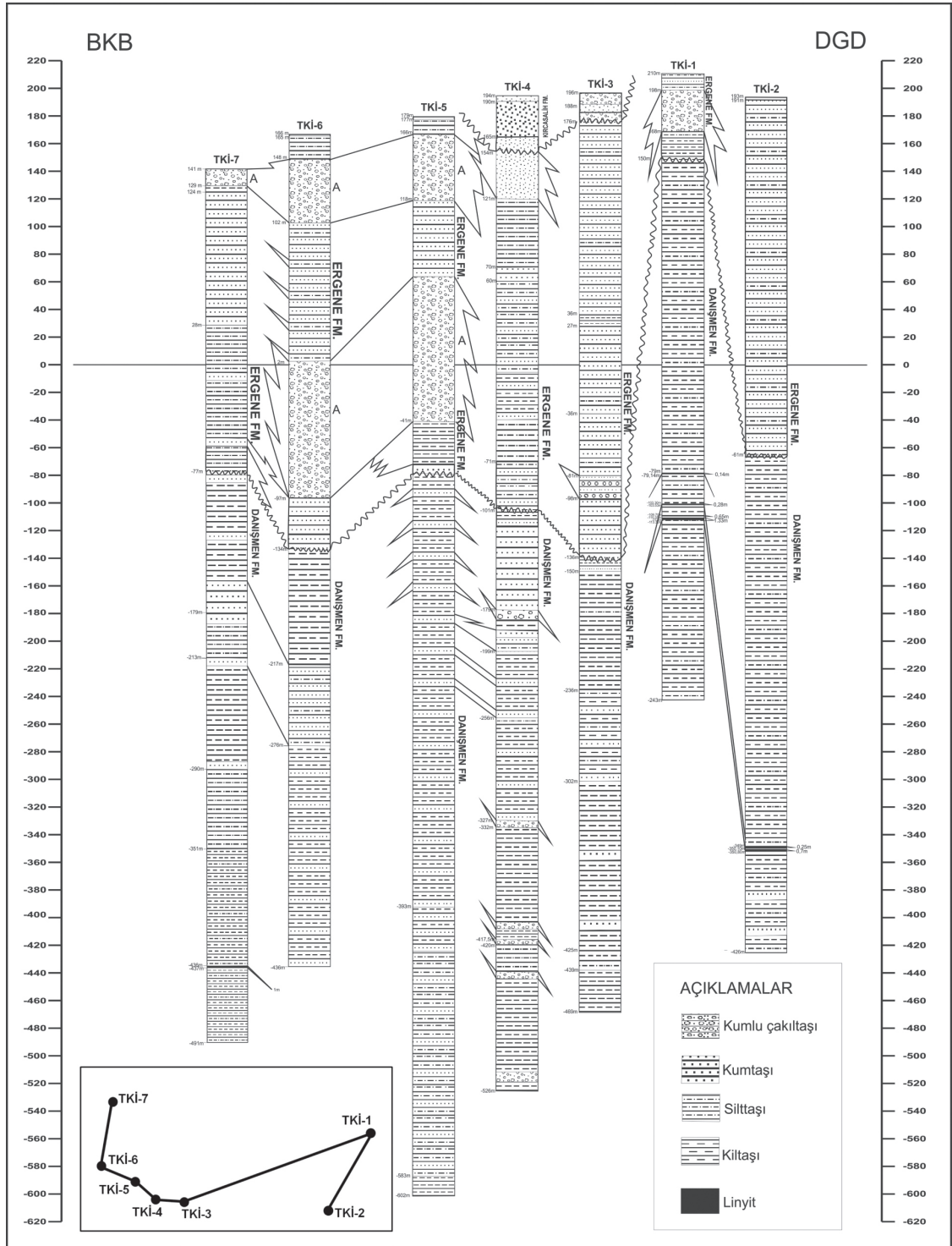
Şekil 16. TKİ, Vize ruhsatlarının bulunduğu jeoloji haritası (MTA, 1998). Danişmen ve Ergene formasyonları arasındaki sınır ve bunun Kırçasalılı Formasyonu altındaki devamı jeoloji haritasında kesikli çizgi ile gösterilmiştir.

Figure 16. Geology map of the TKİ Vize permits (MTA, 1998). Boundary between Danişmen and Ergene formations were covered and sealed by Kırçasalılı Formation that is shown with dotted line.

Çerkezköy Dolayı: TKİ-2, TKİ-1, TKİ-3, TKİ-4, TKİ-5, TKİ-6, TKİ-7 kuyuları arasında yapılan korelasyonda Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkılarının çok az olduğu görülmektedir (Şekil 17). Korelasyonda kullanılan kuyulardan sadece TKİ-1 ve TKİ-2’de linyit seviyeleri gözlenmiş olup, bu kuyularda kesilen linyit kalınlıkları 0.25 m. ile 1.35 m. arasında değişmektedir. Diğer kuyularda ise linyit kesilmemiştir. Burada açılan kuyularda Danişmen

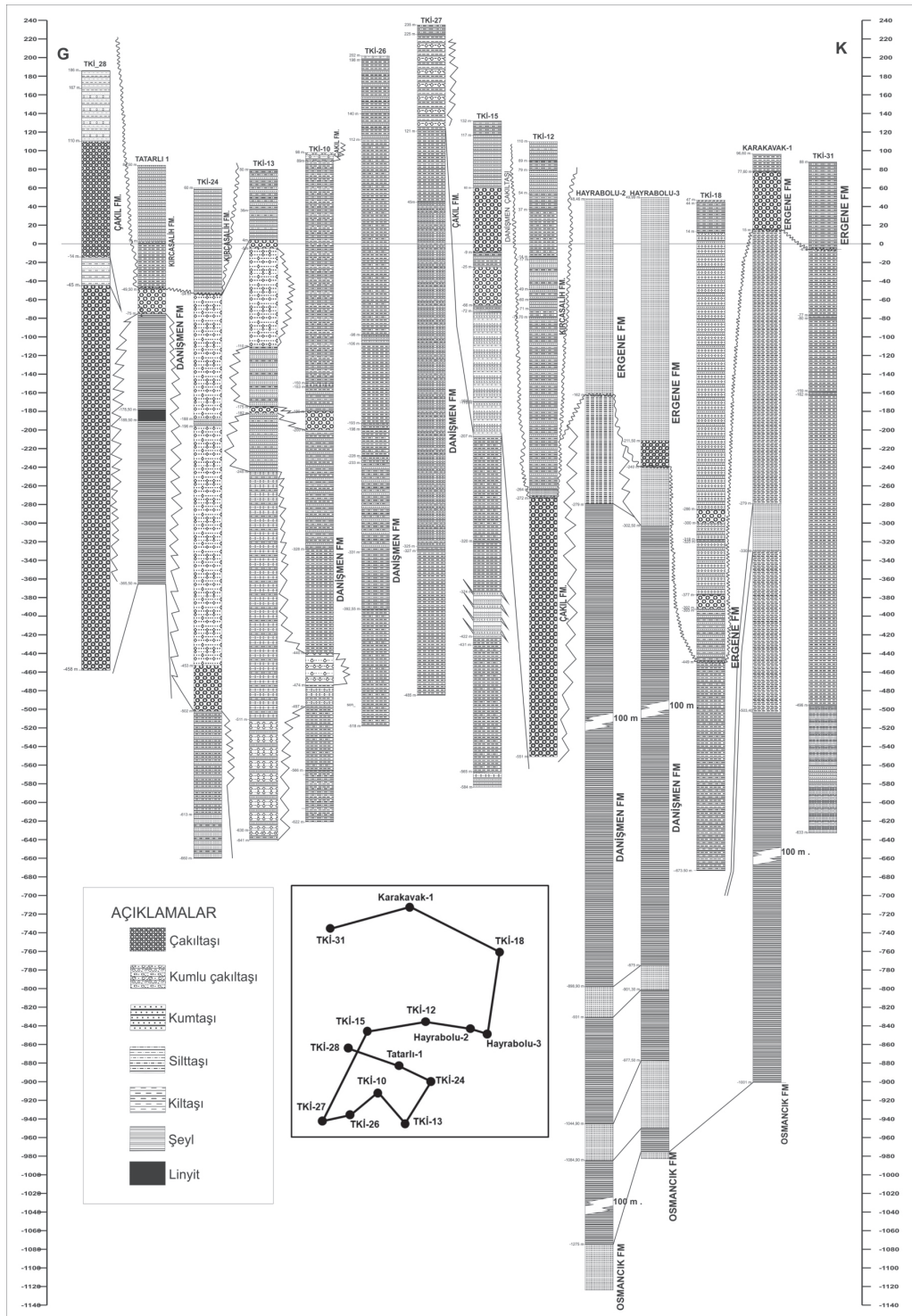
Formasyonu; kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve çakıltaşı katkıları içerdiği için linyit birikimi açısından olumsuz olduğu görülmüştür. TKİ-4 kuyusunda belirlenen çakıllı kumtaşı ve çakıltaşı katkılarının çökeldiği akarsu ortamı linyit oluşumu için olumsuz koşullar yaratmıştır.

TKİ-3 ve TKİ-4 kuyuları yüzeyde Kırçasalılı Formasyonu diğer kuyular ise yüzeyde Ergene Formasyonu ile başlar.



Şekil 17. Çerkezköy dolayında TKİ tarafından açılan kuyularda Danışmen, Ergene ve Kırçasalılıh formasyonlarının stratigrafik korelasyonu.

Figure 17. Stratigraphic correlation of Danışmen, Ergene and Kırçasalılıh formations conducted around Çerkezköy district, using wells were drilled by TKİ.



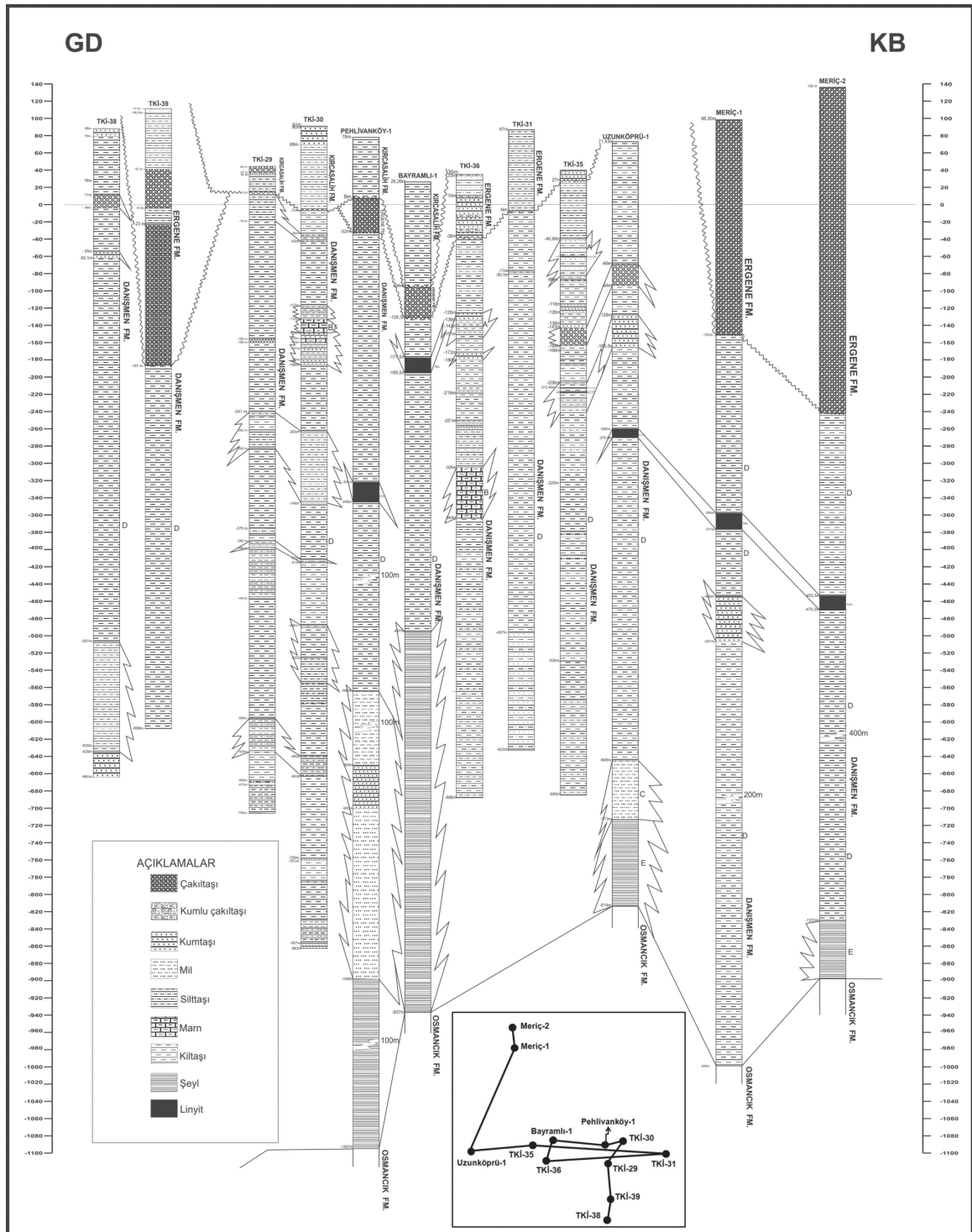
Şekil 18. Hayrabolu dolayında TPAO ve TKİ tarafından açılan kuyularda Danişmen, Ergene ve Kircasali formasyonlarının stratigrafik korelasyonu.

Figure 18. Stratigraphic correlation of Danişmen, Ergene and Kircasali formations conducted around Hayrabolu district, using wells were drilled by TKİ.

Hayrabolu Dolayı: Bu korelasyon, TKİ-31, Karakabak-1, TKİ-18, Hayrabolu-3 ve 2, TKİ-12, TKİ-15, TKİ-27, TKİ-26, TKİ-10, TKİ-13, TKİ-24, Tatarlı-1, TKİ-28 arasında yapılmıştır (Şekil 18). Korelasyonda yer alan Tatarlı-1, TKİ-26 kuyuları dışında hiçbir kuyuda linyit kesilmemiştir. Kuyularda kesilen Danişmen Formasyonunda; genellikle çakıltası, çakıllı kum fasiyesinin egemen olduğu görülmektedir. Hayrabolu-2 ve 3 kuyularında ise istifin önemli bir kısmının şeyl ile temsil edildiği ve kumtaşı ara katkıları içerdiği görülür. Danişmen Formasyonu marn düzeyleri çoğunlukla linyit katkıları içermesine rağmen Hayrabolu civarında TKİ tarafından açılan kuyuların marnlı düzeyleri de linyitsizdir. Bu alanda linyit olmamasının nedeni; Danişmen Formasyonunun fasiyesidir. Göl bataklık ortamında çökelen marn düzeyleri linyit içerirken, taşkın düzlüklerinde çökelen marn linyitsizdir. Çakıltası, çakıllı kum, kum yüksek enerjili akarsu ve benzeri ortamını gösterir. Hayrabolu civarında çakıllı-kumlu fasiyes oldukça yaygındır. Linyitin oluştuğu bataklık ve göl alanlarının burada olmadığı veya çok sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır (Perinçek 2010a, 2010b ve 2010c, Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Şengüler ve diğ. (2000) makalelerinde Trakya Havzası kömürlerinin yayılımı, özellikleri, çökelim modeli yanında bölgede bilinen saha ve işletmelere de yer verilmiştir. Trakya Havzası'nın kömürleri; gölsel ortamların delta bataklıklarında çökelmiştir. Çökme hızının yüksek olması çökel kalınlığının fazla olmasına neden olmuş, bu ise kömür damarlarının korelasyonunu güçleştirmiştir (Şengüler, 2013).

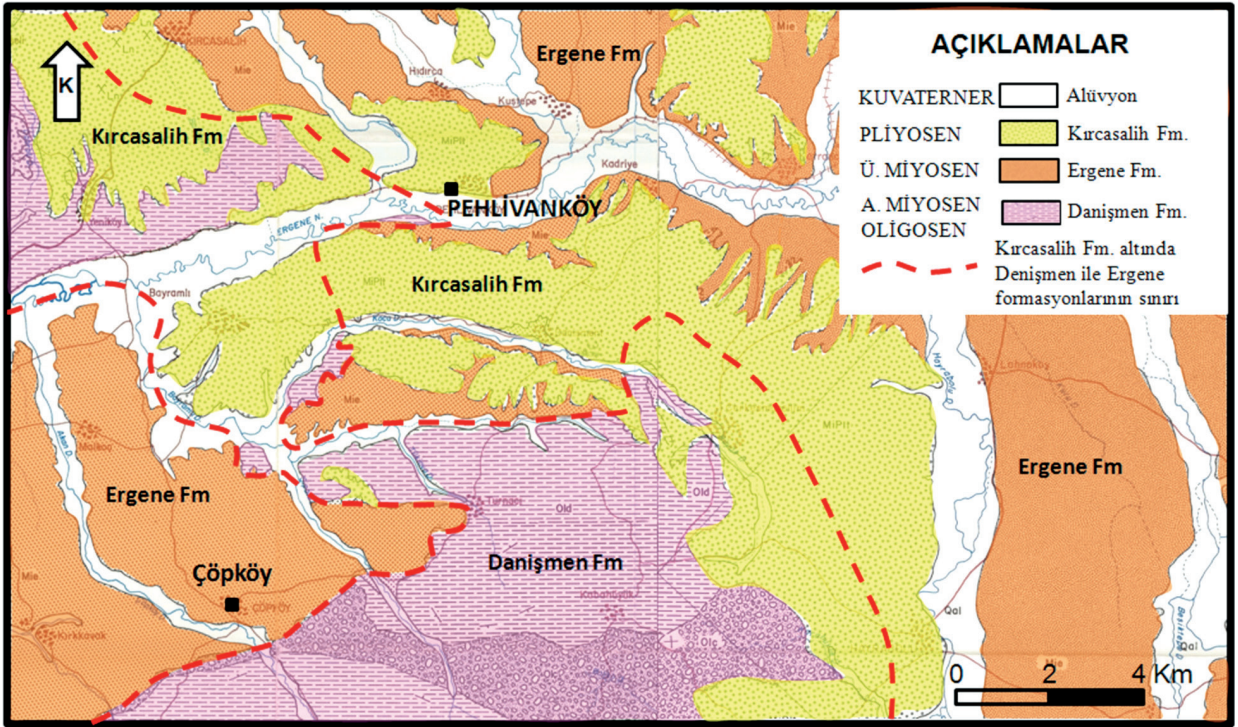
Çöpköy-Uzunköprü Dolayı: Korelasyon güneyden kuzeye TKİ-38, TKİ-39, TKİ-29, TKİ-30, Pehlivan köy-1, Bayramlı-1, TKİ-36, TKİ-31, TKİ-35, Uzunköprü-1, Meriç-1, Meriç-2 kuyuları arasında yapılmıştır (Şekil 19). Kuyular yüzeyde Kırcasalih ve Ergene Formasyonlarından başlamaktadır. Bazı kuyularda bu ayırım yapılmamış ya da eksik yapılmıştır. Şekil 20 Çöpköy

dolayının Jeoloji haritasını göstermektedir. Çöpköy dolayında delinen kuyuların loglarında Kırcasalih Formasyonu ve Ergene Formasyonu çoğu kez ayrılmamış veya birbiri ile karıştırılmıştır. Bu alanda açılan kuyularda kesilen birimler jeoloji haritası dikkate alınarak yeniden değerlendirilmiştir. Jeoloji haritasından (Şekil 20) yararlanılarak kuyularda Kırcasalih veya Ergene formasyonlarından hangisinin kesildiğine karar verilmiş, bu doğrultuda kuyu korelasyonlarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Meriç-1 ve 2, Uzunköprü-1, Bayramlı-1 ve Pehlivan köy-1 kuyularında linyit kesilmesine karşın aynı alanda TKİ kurumu tarafından denilen kuyular içinde sadece TKİ-35 ile 32 ve 25 cm' lik 2 linyit katkısı kesilmiştir. Uzunköprü dolayında ve Meriç kuyularının olduğu alanda linyit beklentisi vardır. TKİ-38, TKİ-39, TKİ-29 kuyuları dolayında Danişmen Formasyonu'nun fasiyesi linyit oluşumuna uygun değildir. Söz konusu kuyuların güneyinde Danişmen Formasyonu'nun çakıltası düzeyleri mostra verir. Çakıltası düzeylerinin arttığı kesimlerde Danişmen Formasyonu içindeki linyit potansiyeli azalmaktadır. TKİ-31 kuyusunda yaklaşık 500 metre marn kesilmiştir. Linyit katkıları genellikle marn içerisinde gözlenmesine karşın bu kuyuda hiç linyit kesilmemiştir veya sondaj sırasında aslında şeyl olan seviyeler marn olarak tariflenmiş olabilir. Pehlivan köy-1, Bayramlı-1, Uzunköprü-1, Meriç-1 ve 2 kuyularında kesilen linyit marn içindedir. Pehlivan köy-1, Bayramlı-1 ve Uzunköprü-1 kuyularının alt kesimlerinde Danişmen Formasyonu şeyl ve kum ile temsil edilir. Trakya Havzasında çalışılan kuyularda kum, çakıl ve şeylin hakim olduğu litolojilerde linyit katkısı görülmemektedir. Şeyl çoğunlukla Danişmen Formasyonu'nun alt kısımlarında vardır. Eğer Danişmen Formasyonu üstten önemli oranda aşındırılmış ise bu aşınma çoğunlukla linyit katkılı marn düzeylerini ortadan kaldırmıştır. Linyit aramaları yapılırken Danişmen Formasyonu'nun üst kısmının aşırı aşındırıldığı yerlerden uzak durulmalıdır.



Şekil 19. Çöpköy-Uzunköprü dolayında TPAO ve TKİ tarafından açılan kuyularda Danişmen, Ergene ve Kircasalih formasyonlarının stratigrafik korelasyonu.

Figure 19. Stratigraphic correlation of Danişmen, Ergene and Kircasalih formations conducted around Çöpköy-Uzunköprü district, using wells were drilled by TKİ.



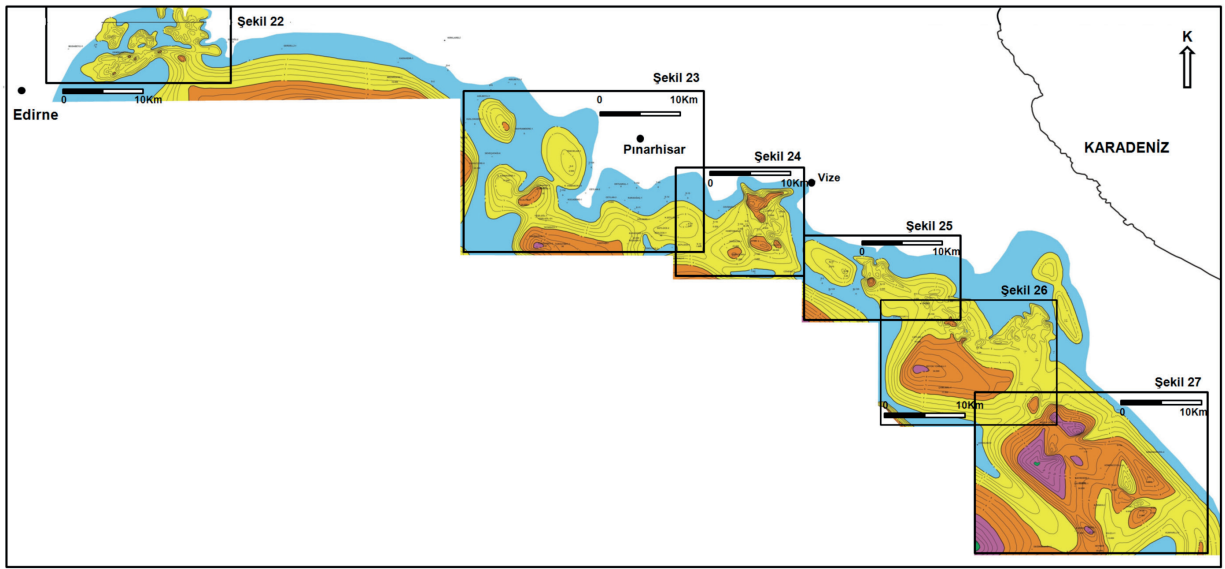
Şekil 20. Çöpköy dolayının Jeoloji haritası (MTA, 1988). Haritada Ergene Formasyonu ile bunun altındaki Danışmen Formasyonu arasındaki sınır yer yer daha üsteki Kırçasalîh (Trakya) Formasyonu ile örtülmüştür. Danışmen ve Ergene formasyonları arasındaki sınır ve bunun Kırçasalîh Formasyonu altındaki devamı jeoloji haritasında kesikli çizgi ile gösterilmiştir.

Figure 20. Geology map of Çöpköy district (MTA, 1988). Boundary between Danışmen and Ergene formations were covered by Kırçasalîh (Trakya) Formation. The boundary overlain and sealed by Kırçasalîh Formation is shown with dotted line.

Danışmen Formasyonu İçindeki Linyit Katkılarının Toplam Kalınlık Haritası

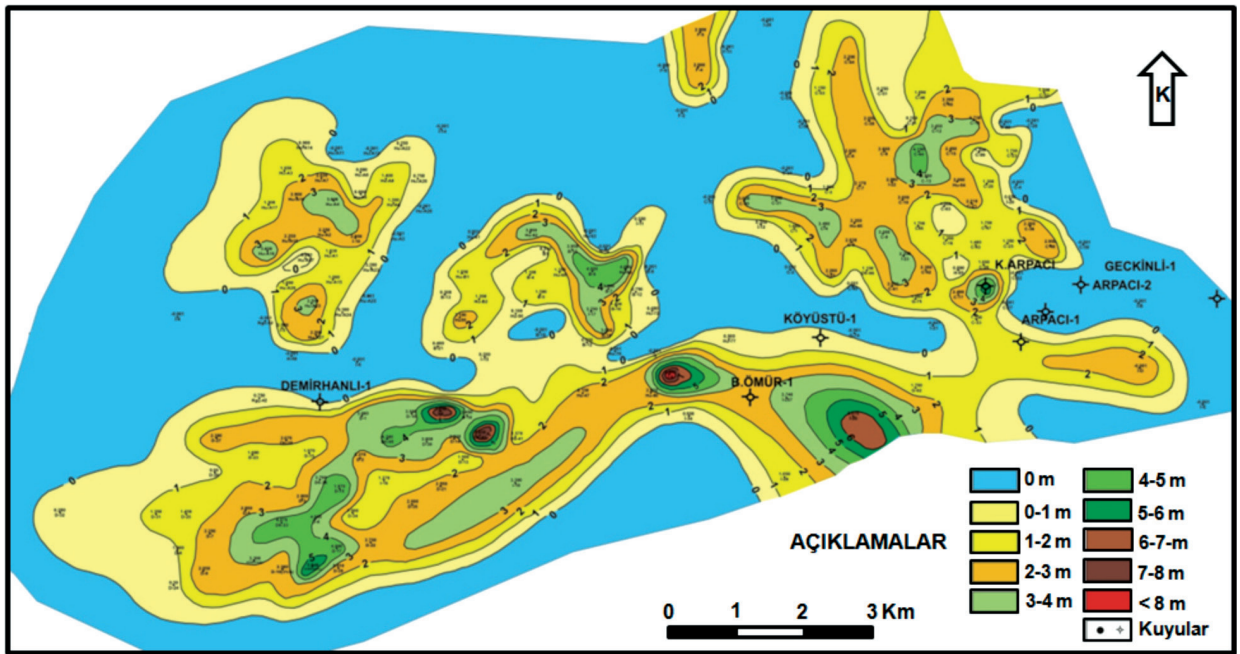
Linyit kalınlık haritası öncelikle Trakya Havzası'nın kuzey ve kuzey doğu alanları için yapılmıştır. Bu harita linyit birikiminin yoğunlaştığı bataklık ve göl alanlarının yerlerini gösterdiği için ortam değerlendirmesinde yardımcı olur. Linyit seviyeleri fasiyes değişimi ve aşınma nedeniyle yanal yönde süreksizlik gösterir.

Linyit kalınlık haritası yapılırken 2 ayrı veri seti kullanılmıştır. Bunlardan birincisi TPAO kuyuları kullanılarak elde edilen toplam linyit kalınlık haritasıdır. İkincisi ise MTA ve TKİ kuyu verileri kullanılarak elde edilen linyit kalınlık haritasıdır. Bu iki harita çalışmanın ilk aşamasında ayrı ayrı çizilmiştir (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c). Bu çalışmada sadece MTA, TKİ ve çok az sayıda kullanılan TPAO kuyu verilerine dayalı haritalar sunulmaktadır (Şekil 21, 22, 23, 24, 25, 26 ve 27).



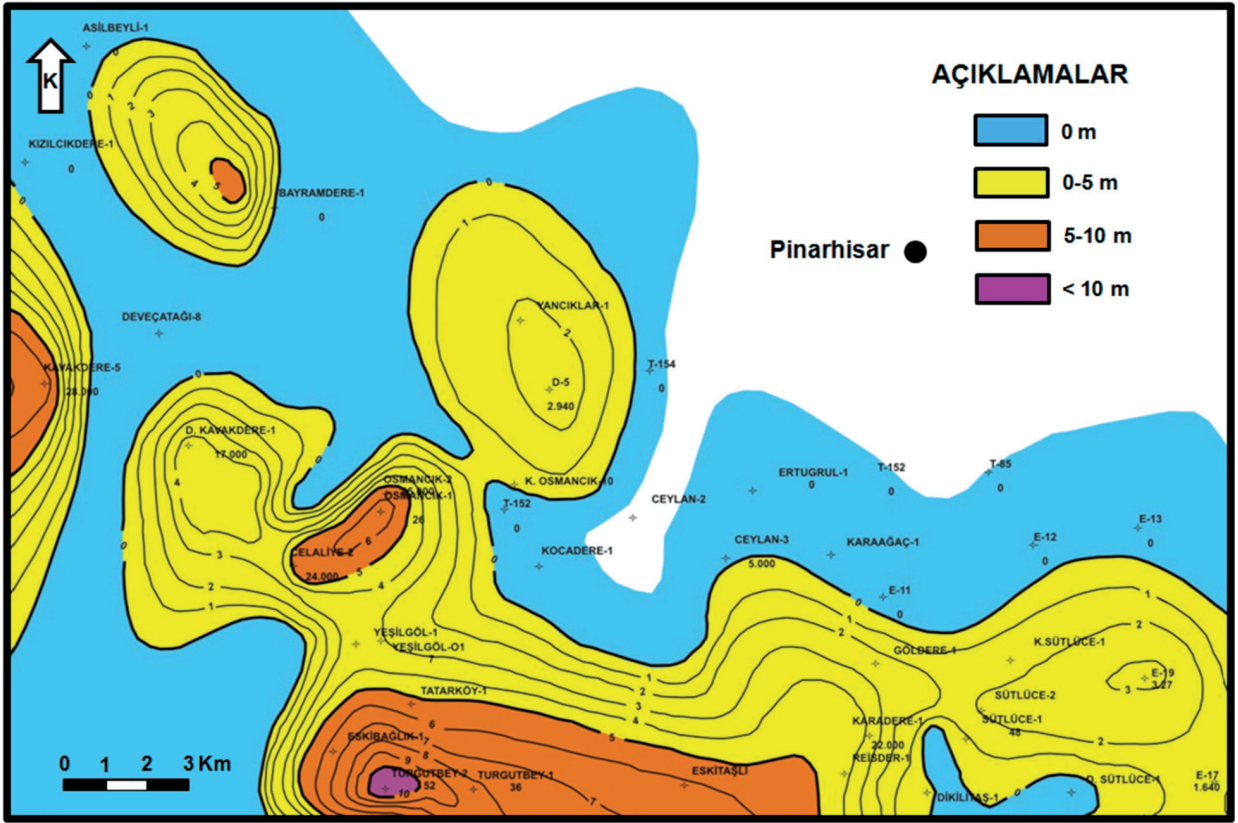
Şekil 21. Çerkezköy, Saray, Vize, Pınarhisar Kırklareli dolayının toplam linyit kalınlık haritası.

Figure 21. Total thickness map of the lignite in Çerkezköy, Saray, Vize, Pınarhisar Kırklareli area.



Şekil 22. Edirne kuzeydoğusunda Demirhanlı -1, Arpacı-1 kuyuları arasında Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkılarının toplam kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 22. Total thickness map of the lignite imbedded in Danişmen Formation in northeast of Edirne area around Demirhanlı -1, Arpacı-1 wells. See Figure 21 for location



Şekil 23. Kırklareli-Pınarhisar güneybatısında Bayramdere-1, Yancıklar-1, Ceylan-1 kuyuları dolayında toplam linyit kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 23. Total thickness map of the lignite in southwest of Kırklareli-Pınarhisar area around Bayramdere-1, Yancıklar-1, Ceylan-1 wells. See Figure 21 for location.

MTA ve TKİ kuyuları genellikle Trakya Havzası'nın kuzeydoğu kenarı boyunca Danişmen Formasyonu'nun yüzeyde olduğu ve Ergene ve Kırçasalih (Trakya) formasyonlarının ince olduğu alanlarda delinmiştir. Bu nedenle yapılan toplam linyit kalınlık haritası sadece havzanın kuzeydoğu kenarını temsil etmektedir.

Linyit toplam kalınlık haritası hazırlanırken ve MTA, TKİ, TPAO kuyu verileri bir arada değerlendirilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmıştır (Perinçek, 2010a, 2010b, 2010c; Perinçek ve diğ., 2011).

TPAO kuyularında Danişmen Formasyonu'ndan sadece kesinti numunesi

alınmıştır. Karot alınmaması nedeniyle kuyu verileri bazı yanlışlıklar içermektedir. TPAO kuyularında ayrıca linyit oranı yüksek kilitli düzeyleri linyitli şeyl, linyitli kilitli seviyeleri de linyit olarak işlenmiştir. Bunların sonucu olarak kuyularda kesilen linyit kalınlıkları kompozit kuyu loglarında gerçeğinden daha kalın gösterilmiştir. TKİ ve MTA kuyularında ise linyitli seviye geçilirken karot alındığı için kuyuda kesilen linyit kalınlığı ile ilgili olarak güvenilir değerler elde edilmektedir. Bu çalışmada TPAO kuyularından alınan linyit kalınlıkları yakınındaki TKİ ve MTA kuyularındaki kalınlıklar dikkate alınarak revize edilmiş ve azaltılarak kullanılmıştır.

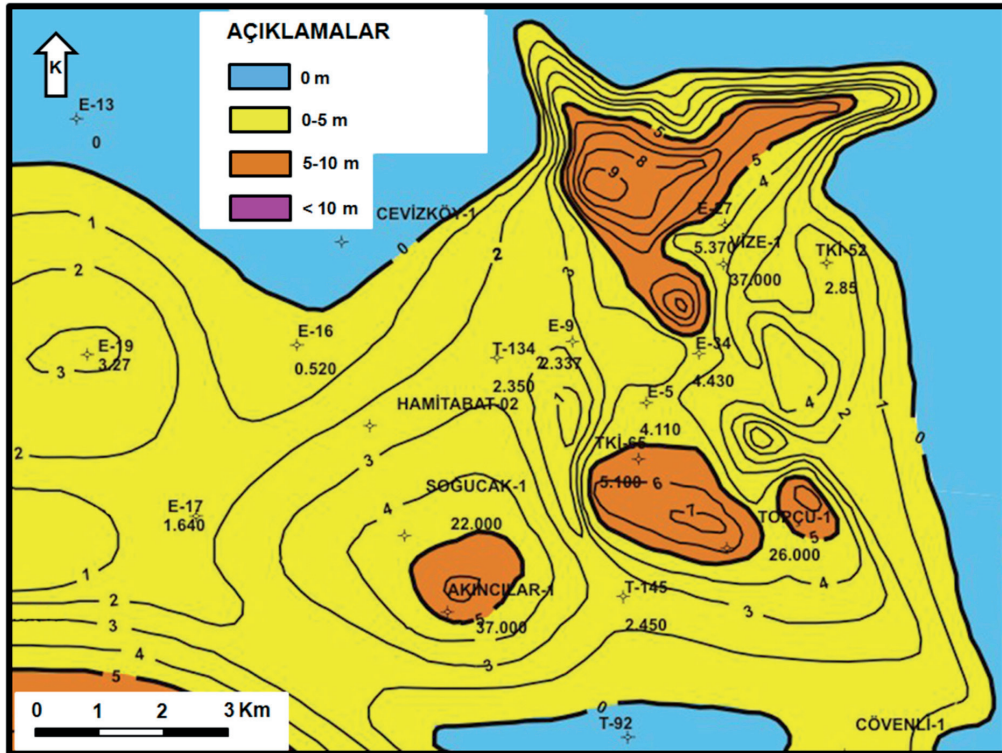
Çalışmanın ilk aşamasında, Trakya Havzası'nda kuyu korelasyonu yapılmış ve bu korelasyon sırasında bazı MTA ve TKİ kuyularında TPAO kuyularında kesilen daha alttaki linyit zonlarına, kuyu derinliğinin yeterli olmaması nedeniyle ulaşılmadığı anlaşılmıştır. TPAO kuyularında derinde kesilen linyit düzeyleri kalınlık haritalarında hesaba katılmamıştır. Bu nedenle, burada sunulan linyit kalınlık haritalarındaki değerler minimum kalınlıklardır.

Trakya Havzası kuzey kesiminde kuyu verilerinin çok yoğun olması, kuyu karotlarının olması nedeniyle linyit katkılarının kalın olduğu kesimler ileriye dönük yatırımlar için güvenilir değerlerdir. Bu alanlardaki kalınlık değişimleri Danişmen Formasyonu'nun çökme havzasındaki fasiyes dağılımlarını yansıtmaktadır.

Örneğin Şekil 22'nin bazı kesimlerinde linyitin bulunmaması fasiyes nedeniyledir. Bu haritada linyit kalınlığını kontrol eden yapısal faktörler çok sınırlıdır.

Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkıları çoğunlukla formasyonun ortakısımlarında ve bazı alanlarda da tabana yakın yer almaktadır. Danişmen Formasyonu'nun aşındırıldığı bölgelerde birimin ortalarında bulunan linyit katkıları da aşındırılmıştır. Dolayısıyla Danişmen Formasyonu'nun ince olduğu kesimlerde linyit yoktur veya linyit olasılığı azdır.

Linyit katkıları çoğunlukla marn içinde yer alır. Çakıllı, kumlu kireçli düzeyler linyit içermez. Ayrıca kuyu loglarında şeyl olarak tanımlanan seviyelerinin hakim olduğu alanlarda da linyit görülmemiştir



Şekil 24. Topçu-1, Vize-1 kuyuları dolayında bulunan ruhsat alanı ve dolayının toplam linyit kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 24. Total thickness map of the lignite in southwest of Kırklareli-Pınarhisar area around Bayramdere-1, Yancıklar-1, Ceylan-1 wells. See Figure 21 for location.

TKİ ve MTA verileriyle hazırlanan haritada (Şekil 21) toplam linyit kalınlığının kuzeybatıdan (Şekil 23) güneydoğuya doğru (Şekil 27) genelde arttığı görülmektedir. Kırklaraeli-Pınarhisar güneybatısında Bayramdere-1, Yancıklar-1, Ceylan-1 kuyuları dolayında toplam linyit kalınlık haritasında (Şekil 23) maksimum toplam linyit kalınlığı 5.7 metredir. Buradaki kalınlık haritasının genel trendine bakıldığında linyitin çökeldiği bataklık veya göl alanının güneydoğu-kuzeybatı uzandığı söylenebilir. Söz konusu trend Trakya Havzası'nın kuzey kenarını oluşturan şelf ile uyumludur ve bu yapıyı sınırlayan Kırklareli Fay Zonu'na paralel olduğu söylenebilir.

Vize ruhsatlarında açılan kuyularda kesilen linyit seviyelerinin her bir kuyu için toplamı alınarak yukarıda verilen şekildeki toplam linyit kalınlık haritası elde edilmiştir (Şekil 24). Bu amaçla TKİ ruhsatlarında açılan kuyuların korelasyonundan elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır (Şekil 13 ve Şekil 14).

Şekil 24 de verilen harita ve Şekil 13 ve Şekil 14'te verilen korelasyonlar ile ilgili sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

İki ruhsat alanı batı yarısında toplam linyit kalınlığı 10 m değerine yaklaşmaktadır. Linyitin 5 m ve daha kalın olduğu alanlar dikkate alınarak bu ruhsatların güneybatısında kalan alanda (Soğucak ve Akıncılar kuyuları dolay) arama yapılması uygun olacaktır.

Ruhsat alanı yakın güneybatısında bulunan Soğucak -1, Akıncılar-1 ve Topçu TPAO kuyularında deniz seviyesinin altında -62m ve -192 m düzeyleri arasında linyit düzeyleri gösterilmiştir. Ayrıca bu kuyularda +62 m ve -16 m arasında kesilen linyit düzeyleri bulunmaktadır. Bu linyit düzeylerinin TKİ-65 kuyusunda kesilen linyit düzeyi ile korelasyonu yapılabilmektedir. Bu durumda ruhsat alanının batı ve güneybatısında daha derinde -62 m ve -192 m arasında ilave linyit seviyeleri beklenmektedir. Bu sonuca TPAO kuyularında gözlenen linyit seviyeleri

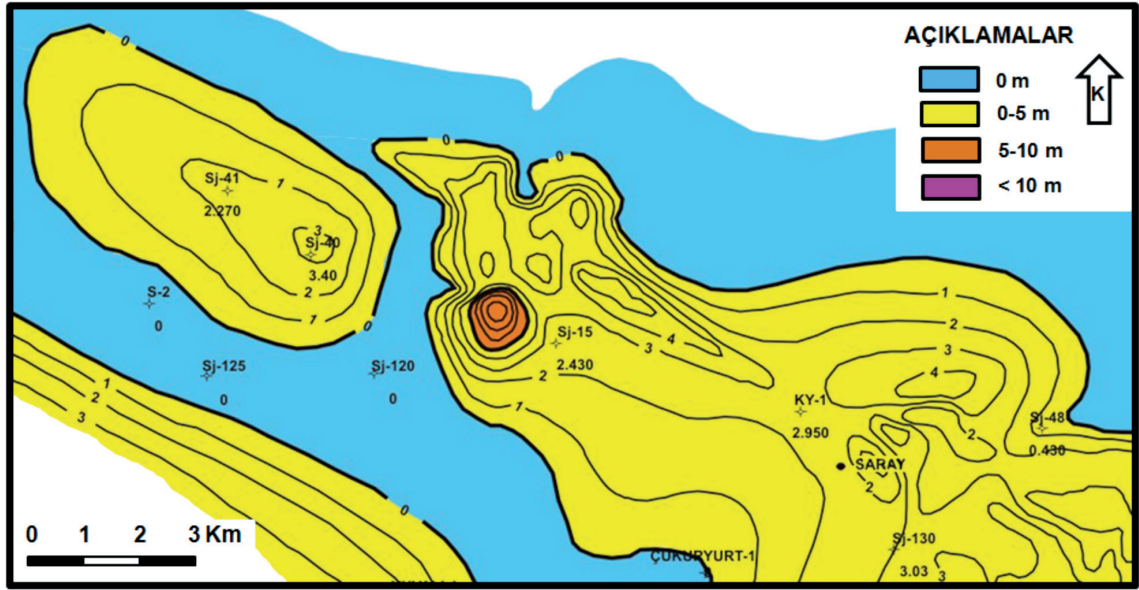
dikkate alınarak varılmıştır. Bu durumda ruhsat alanı batısında TKİ-46 kuyusunun kuzeydoğusunda ve TKİ-61 kuyusunun kuzeybatısında iki adet kuyu açılıp TPAO kuyularında alt seviyelerde gözlenen linyit seviyelerinin var olup olmadığı test edilmelidir.

Haritanın ortasına yakın alanda linyit kalınlığının birden bire incilmesi, buradaki konturların sık olması ve bu sıklığın çizgisellik sunması nedeniyle buraya yaklaşık kuzey-güney doğrultulu bir fay beklenebilir. Fay olarak düşünülen alanda linyitin çökeldiği bataklık veya göl alanını batıdan sınırlayan yüksek açılı bir yamaç söz konusu da olabilir. İşletme aşamasında bu konuya dikkat edilmeli ve geliştirme planı buna göre şekillendirilmelidir.

Bu alanda ruhsatların kuzeyinde ve kuzeybatısında ve doğusunda linyit yoktur. Linyitin olmaması ortam koşullarıyla ilgilidir. Kuzeyde linyitin olmaması ise bu alanın havza dışında olmasıyla izah edilebilir.

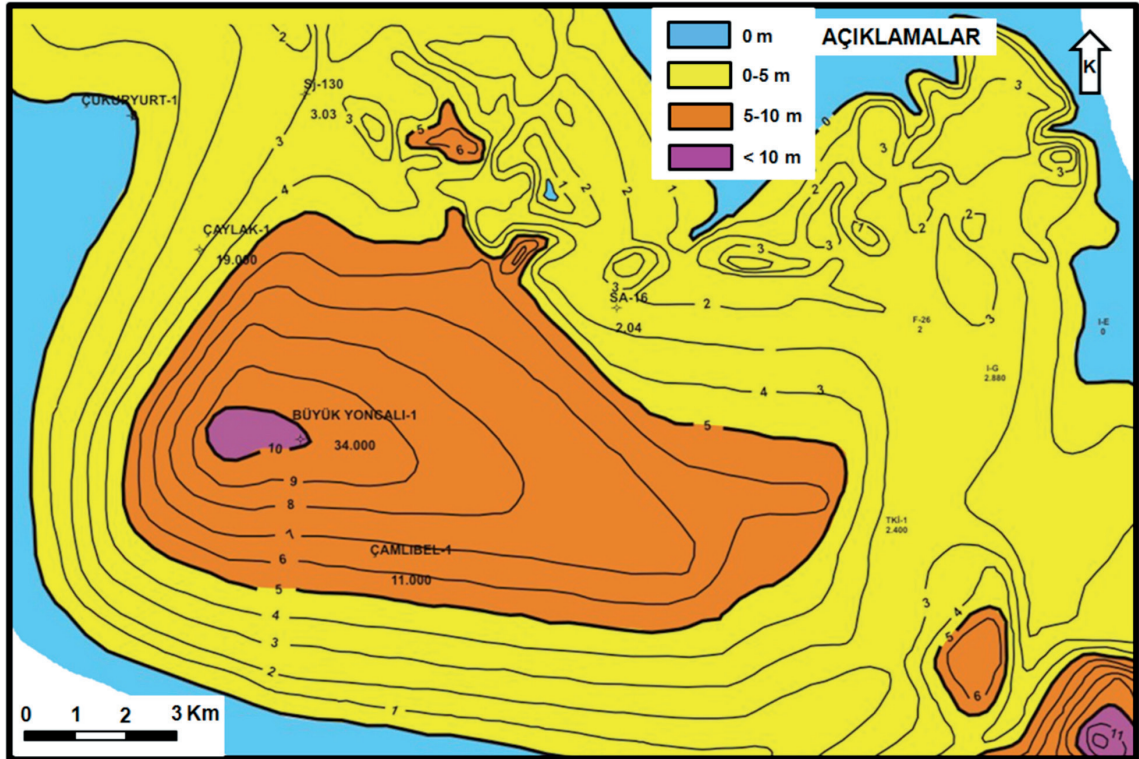
Şekil 25'in ortasında sınırlı bir alanda linyit kalınlığı 5 m yi geçmektedir. Saray sahasının kuzeydoğu kesiminde linyit yoktur (Şekil 25 ve 26). Burada linyitin bulunmaması bu alanın havza dışında olmasıyla ilgilidir. Şekil 25 ve 26 da güneydeki alanlarda linyit olmamasının nedeni ise ortam koşulları farklılığı nedeniyle. Büyükyoncalı-1 kuyusu yakınında ve haritanın güneydoğu kenarında toplam linyit kalınlığı 10 m den fazla, Çalibel-1 kuyusu dolayında da ise 5 m den fazladır (Şekil 26). TPAO tarafından delinen Büyükyoncalı-1 kuyusu TKİ Saray ruhsat sınırının hemen dışındadır. Söz konusu kuyu kuzeyinde TKİ ruhsatları bulunur. Burada toplam linyit kalınlığı 5-8 m arasında değişmektedir. Ruhsatlardan biri (ER-2416938) içinde açılacak kuyularda kalın linyit katkıları kesilmesi beklenmektedir.

Vize ruhsatları ile Saray ruhsatı karşılaştırıldığında Vize ruhsatlarının daha verimli olduğu görülür.



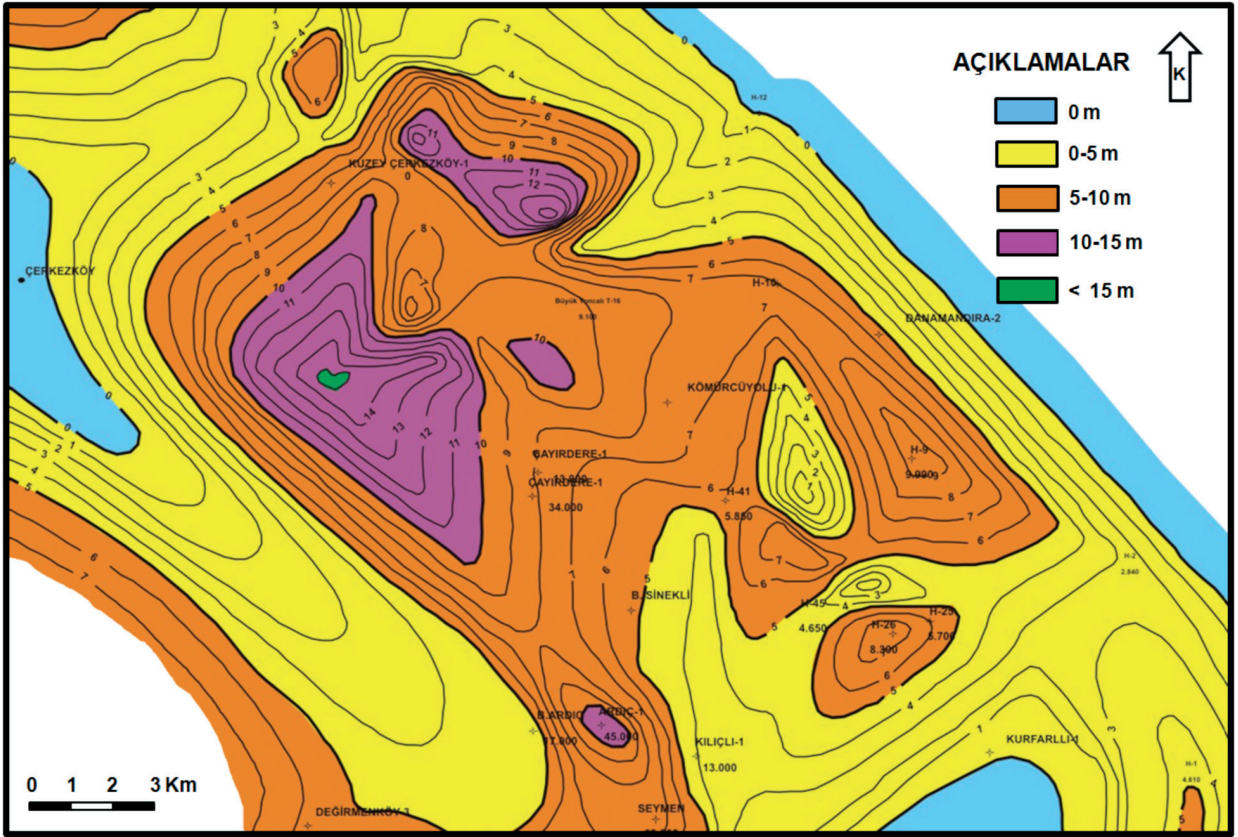
Şekil 25. Saray ruhsatı batı kesimi ve dolayının linyit kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 25. Total thickness map of the lignite in western portion of the Saray permit and surrounding area. See Figure 21 for location.



Şekil 26. Saray ruhsatı ve güneyinin linyit kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 26. Total thickness map of the lignite in the Saray permit and south of permit area. See Figure 21 for location.



Şekil 27. Çerçezköy doğusunda kalan alanların linyit kalınlık haritası. Lokasyon için Şekil 21'e bakınız.

Figure 27. Total thickness map of the lignite in east of Çerçezköy area. See Figure 21 for location.

Trakya havzasında bilinen toplam linyit kalınlığının en iyi olduğu alan Çerçezköy doğusudur (Şekil 27). Kuzey Çerçezköy-1, Danamandıra-1 Sinekli-1, Beyciler-1 kuyuları arasında kalan alan da toplam linyit kalınlığı 5 metreden iken, Çayirdere-1 kuyusu batısında kalınlık 15 metreye ulaşır (Şekil 27). Söz konusu alanın güneyinde çok az sayıda kuyuda linyit kesilmemiştir.

Danişmen Formasyonu üzerine açılacak uyumsuzlukla gelen Ergene Formasyonu çökelişi öncesi, Danişmen Formasyonu ile birlikte altındaki Eosen-Oligosen yaşlı birimler kıvrılmıştır. Kıvrılma sonrası özellikle kıvrılmaya neden olan fay zonları boyunca ve bu fay zonlarının

oluşturduğu an-eşelon yapılar üzerinde önemli oranda aşınma olmuştur. Bu aşınma nedeniyle Trakya Havzası'nın bazı kesimlerinde Danişmen Formasyonu tümüyle yok olmuştur. Bu nedenle Ergene Formasyonunun doğrudan Danişmen Formasyonu altındaki Osmancık Formasyonu üzerine, diskordansla oturduğu görülür. Bu sebeple Kumrular, Kocagöl, Dikilitaş, Mesutlu kuyu ve sahalarında Danişmen Formasyonu incedir veya Hamitabat sahası dolayında tümüyle aşındırılmıştır (Şekil 23, 24). Şekil 24'de verilen toplam linyit kalınlık haritasında, linyitin yukarıda sıralanan alanlar dolayında ve Hayrabolu kuyuları ve Trakya Havzası'nın kuzeybatısında yer alan Haznedar, Akbaş, Habiller kuyuları dolaylarında hiç bulunmadığı saptanmıştır.

Toplam linyit kalınlık haritasının (Şekil 21) kuzey kesimi kuyu verilerinin ve karotların çok yoğun olması nedeniyle detaylı işlenmiştir. Söz konusu alanlarda linyit katkılarının olmadığı veya kalın olduğu alanlar belirgindir ve güvenilir veri sağlamaktadır. Bu alanlardaki kalınlık değişimleri Danişmen Formasyonu'nun çökme havzasındaki fasiyes dağılımlarını göstermektedir. Şekil 21'in kuzeydoğusunda linyitin bulunmaması genellikle ortam koşulları nedeniyledir. Bu haritada linyit kalınlığını kontrol eden yapısal faktörler çok sınırlıdır. Fakat aynı yorumu orta ve güney Trakya için söylemek mümkün değildir. Orta ve güney Trakya'da linyit katkılarının olmadığı alanlar KAF'nın Trakya'daki devamı olan Trakya Fay Sistemi (Kırklareli, Lüleburgaz, Babaeski Fay Zonları) nedeniyle yükselen ve aşınan alanlardır. Dolayısıyla Trakya Havzası'nın orta ve güneyinde linyit kalınlığı Danişmen Formasyonu'nun fasiyes değişimlerini tam yansıtmamaktadır. Buralarda linyitin olmaması genelde aşınma ve kısmen de ortam koşulları ile ilgilidir.

Kırklareli ve Lüleburgaz Fay Zonları boyunca yükselmeye bağlı olarak aşınma olmuş ve Danişmen Formasyonu'nun kalınlığı azalmıştır. Söz konusu iki fay arasında ise Danişmen Formasyonu'nun oldukça kalın olduğu görülür. Ayrıca Lüleburgaz Fay Zonu'nun güneyinde de Danişmen Formasyonu kalındır. Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkıları çoğunlukla formasyonun orta kısımlarında yer almaktadır. Danişmen Formasyonu'nun aşındırıldığı bölgelerde birimin ortalarında bulunan linyit katkıları da aşındırılmıştır (Perinçek ve diğ., 2014 baskıda).

Danişmen Formasyonu'nun çökelişi sırasında bataklık ve göl alanlarında linyit oluşurken çakıltı ve kumtaşı gibi litolojilerin biriktiği akarsu çökellerinin olduğu alanlarda linyit birikmemiştir. Şekil 21'de gösterilen alanlarda linyit

olmamasının nedeni Danişmen Formasyonu'nda yanal yöndeki fasiyes değişimleridir. Şekil 21'de Demirhanlı-1 kuyusu kuzeyinde Danişmen Formasyonu silttaşı, kumtaşı, çakıltı ile temsil edilirken güneye gidildikçe aynı birimlerin kil, silttaşı, marna geçtiği görülür. İstifte kum, iri kum ve çakıl azalmış marn, kil düşük enerji ortamında çökelmiştir. Söz konusu düşük enerji ortamı bataklıkların yer aldığı alanlardır. Dolayısıyla Demirhanlı 1 kuyusu güneyinde marn, kil içinde toplam kalınlığı 5 metreye kadar ulaşan linyit birikebilmiştir. Söz konusu haritada linyit kalınlığı 400-500 m gibi bir mesafe içinde 0 metreden 7 metreye ulaşabilmektedir. Bu hızlı değişim linyit aramalarında güçlükler çıkarmaktadır.

Danişmen Formasyonu'nun fasiyesinin linyit oluşumu için uygun ortam şartlarını içermemesi nedeniyle Hayrabolu kuyularının olduğu alanda linyit tespit edilmemiştir. Hayrabolu kuyuları dolayında linyit olmasa da Danişmen Formasyonu kalınlığı 600-1000 metreler arasında değişmektedir. Bu alan Trakya Fay Sistemi'nin oluşturduğu yükselinin güneyinde kalır. Bu nedenle linyit olmamasının sebebi fay sisteminin oluşturduğu yükselme ve buna bağlı aşınmayla ilgili olmayıp, Danişmen Formasyonu'nun çökme ortamıyla ilişkidir.

Şengüler (2008) tarafından raporda Trakya Havzası kömürlerinin yayılımı, özellikleri, çökme modeli yanında bölgede bilinen saha ve işletmelere de yer verilmiştir. Trakya Havzası'nın kömürleri; gölsel ortamların delta bataklıklarında çökelmiştir. Çökme hızının yüksek olması çökme kalınlığının fazla olmasına neden olmuş, bu ise kömür damarlarının korelasyonunu güçleştirmiştir (Şengüler ve diğ. 2000; Şengüler, 2013).

Özetle Danişmen Formasyonu içindeki linyit kalınlığını 2 önemli unsur kontrol etmektedir (Perinçek ve diğ., 2014 baskıda). Birinci neden Danişmen Formasyonu içindeki

fasiyes değişimleridir. İkinci nedeni ise havzanın yapısal evrimiyle ilgilidir. Orta Miyosen'de Trakya Fay Sistemi aktivitesi nedeniyle gelişen yapısal yükselimler ve faylar boyunca önemli oranda aşınma gerçekleşmiştir. Danişmen Formasyonu'nun aşınmasına paralel olarak içindeki linyit katkıları da ortadan kaldırılmıştır.

SONUÇLAR

Trakya Havzası'nın tamamı için TKİ, MTA ve TPAO kuyu verileri kullanılarak, aşağıda sunulan çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Trakya Havzası'nın tümünün linyit potansiyelini ortaya çıkarmak için ilk aşamada kuyu korelasyonları gerçekleştirilmiş ve bölgesel ölçekte haritalar yapılmıştır. Yeni bulgular sayesinde linyitin havzadaki dağılımı ve potansiyeli yanında havzanın evrimi ve petrol potansiyeli ilgili yeni yaklaşımların tartışılacağı bilgilere ulaşılmıştır.

Ergene-Kırcasalih formasyonlarının toplam kalınlığının Trakya Havzası tümünde değişimini öğrenmek için kalınlık haritası yapılmıştır. Bu haritada birimin 0-1400 metreler arasında değiştiği görülür. Haritaya göre Ergene Formasyonu kalınlığının 400 metreyi geçtiği alanlarda Danişmen Formasyonu içindeki linyit katkılarına ekonomik derinliklerde ulaşılması güçtür. Bu nedenle birimin 400 metreden kalın olduğu alanlardan uzak durulmalıdır.

TKİ kuyuları ve az sayıda TPAO kuyu verisi kullanılarak kuyu korelasyonları yapılmıştır. Bu korelasyonlardan elde edilecek veriler linyitin yanal ve düşey fasiyes dağılımlarının anlaşılmasını sağlamıştır. Korelasyonlar ayrıca bu çalışma sırasında yapılan harita ve verilerle birlikte değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar ışığında Trakya Havzasında linyit için ekonomik alanlar tespit edilmiştir. Linyit katkıları çoğunlukla marn içinde yer alır. Çakıllı, kumlu, kireçli

düzeyler çoğunlukla linyit içermez. Ayrıca şeyl seviyelerinin hakim olduğu alanlarda da linyit görülmemiştir.

TKİ, MTA ve TPAO kuyu verileri kullanılarak Trakya Havzası'nın kuzeydoğu kesimi, Edirne-Kırklareli-Pınarhisar-Saray dolayları için linyit kalınlık haritası hazırlanmıştır. Trakya'da linyit dağılımının kısmen fasiyes kontrolünde geliştiği fakat Trakya Fay Sistemi'nin de linyit dağılımını kontrol ettiği bu çalışmayla ortaya çıkarılmıştır. Danişmen Formasyonu üzerine açılacak uyumsuzlukla gelen Ergene Formasyonu çökelişi öncesi, Danişmen Formasyonu ve altındaki Eosen-Oligosen yaşlı birimler kıvrımlanmıştır. Kıvrımlanma sonrası özellikle kıvrımlanmaya neden olan fay zonları boyunca ve bu fay zonlarının oluşturduğu an-eşelon yapılar üzerinde önemli oranda aşınma olmuştur. Bu aşınma nedeniyle Trakya Havzası'nın bazı kesimlerinde Danişmen Formasyonu tümüyle yok olmuştur. Bu nedenle bazı alanlarda Danişmen Formasyonu incedir veya tümüyle aşındırılmıştır. Trakya Havzasında linyit aramaları yapılırken özellikle Danişmen Formasyonu kalınlığı ve toplam linyit kalınlığı dikkate alınarak değerlendirme yapılmalı, arama programı buna göre şekillendirilmelidir.

Vize Güneybatısında yapılan korelasyonlara göre TPAO kuyularında 3 linyit düzeyi görülmesine karşın, TKİ kuyularında 2 linyit düzeyi gözlenmiştir. TPAO kuyu verilerine göre, bölgede daha derinde 3. Bir linyit düzeyinin olduğu düşünülmektedir. Alanda açılacak daha derin kuyular sayesinde alttaki linyit seviyesinden de üretim yapılacak ve üretim kapasitesi önemli oranda artırılmış olacaktır. Benzer sonuçlara havzanın diğer kesimlerinde de görmek mümkün olabilir.

Çöpköy – Uzunköprü dolayında mostrada da ve kuyularda gözlenen çakıltaşı düzeylerinin oranı arttıkça linyit potansiyeli azalmaktadır.

Bu civardaki kuyuların çoğunda linyit katkıları genellikle marn içinde görülmektedir. Çöpköy – Uzunköprü dolayında çalışılan kuyularda kum, çakıl ve şeylin hakim olduğu litolojilerde linyit katkısı görülmemektedir. Eğer Danişmen Formasyonu üstten önemli oranda aşındırılmış ise bu aşınma çoğunlukla linyit katkılı marn düzeylerini ortadan kaldırmıştır. Linyit aramaları yapılırken Danişmen Formasyonu'nun üst kısmının aşırı aşındırıldığı yerlerden uzak durulmalıdır.

Bu çalışmanın bulguları kullanılarak havza için yepyeni bir arama stratejisi oluşturulmuştur. Buna göre Trakya Fay Sisteminin oluşturduğu yükselim alanlarına gidilmesi, bu alanlarda arama yapılması önerilmektedir. Yükselim alanları dolayında Danişmen Formasyonunun üstten kısmen aşındığı, üstteki Ergene Formasyonu'nun ince olduğu kesimler hedef alanlar olarak seçilmiştir. Bu yeni strateji yapılan bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biridir. Bugüne kadar bu çalışmada önerilen yaklaşımla arama çalışmaları yapılmamıştır.

Korelasyonlar yapılırken ve kuyu verileri ile birlikte sismik kesitler yeraltı jeolojisi değerlendirmelerinde kullanılmıştır. Böylece sismik veri, kuyu verisi ve yüzey jeoloji verisinin entegrasyonu sağlanmıştır. Havzada yapıla korelasyonları takiben Danişmen Formasyonu'nun fasiyesinin linyit birikimi için uygun olduğu alanlarda, sismik kesitler kullanılarak, linyit düzeylerinin yüzeye yakın olduğu yerler belirlenmiştir. Buralarda linyit arama kuyuları önerilmiştir. Ayrıca linyit için riski az arama alanları tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarından biride Trakya Fay Sisteminin ilk oluşum yaş aralığının daraltılmış ve netleştirilmiş olmasıdır. Trakya Fay Sistemi Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Danişmen Formasyonu'nun çökmesini takiben

Orta Miyosen sonu – Geç Miyosen başlarında oluşmuştur. Fay zonunun oluşturduğu yükselim alanlarında Danişmen Formasyonu değişik miktarlarda aşınmıştır. Fay aktivitesini takiben Geç Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu çökelmiştir.

Yukarıda sıralanan, Trakya Havzası için üretilen haritalar ve korelasyonları içeren raporlar sonuçları ilgili kuruluşlara iletilmiştir. Bu çalışmanın ışığında Trakya Havzası için yeni bir arama stratejisi ve yeni çalışma alanları belirlenmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için gerekli yeraltı jeolojisi veri setini TKİ, MTA TPAO'ndan sağlamıştır. TPAO tarafından TKİ Kurumu'na verilen kuyu verileri ve diğer bilgiler olmadan bu değerlendirmenin olması mümkün olamazdı. Ekibimiz, sağlanan veri seti için TKİ, MTA ve TPAO kuruluşlarına ve çalışanlarına teşekkürü borç bilir. Ayrıca çalışmanın başlatılmasını sağlayan TKİ kurumuna ve yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen projeye destek veren ve veri akışını sağlayan Ayhan Kösebalaban, İsmail Ergüder ve Yaşar Ünal arkadaşlarımıza teşekkürü borç biliriz.

EXTENDED SUMMARY

The Thrace Basin is bordered by Istranca massif to the north, by the Rhodope massif to the west, and by the Sakarya continent to the south. The basin is a Tertiary basin located north of the Marmara Sea and underlined by metamorphic units in the north and partially ophiolitic rocks in the south. The basin is filled with Middle Eocene to Pliocene deposits. The Middle Eocene units are transgressive over the metamorphic basement complex. Transgression reached its maximum extent during the early Oligocene. This transgressive was followed by

the Middle Oligocene-Early Miocene regressive cycle. The lignite seams bearing Danişmen Formation is product of regressive cycle. The Danişmen Formation range in thickness from 0 to more than 1,500 meter in the central part of the basin and conformably overlie the Osmancik Formation of Oligocene age. Continental deposits in the Danişmen Formation consist of claystone-mudstone, siltstone, sandstone, and conglomerate. In the basin area, these sediments have been deposited as alluvial-fan, deltaic flood-plain, lake, and marsh deposits.

The basin provoked by strike slip fault system during late Middle Miocene-early Late Miocene period and extensive structural deformation occurred. Some areas along the fault zone underwent extensive uplift and erosion. Elevated areas related the Thrace Fault System partially was eroded; however these areas were still paleohigh during the accumulation of Ergene Formation. Onlapping sequence of Ergene Formation is thinner on these areas.

At the top of the sequence, the Ergene Formation overlies different stratigraphic units, including Danişmen Formation, across an erosional unconformity. The Ergene and overlying Pliocene Kırcaçalih formations are composite of fine- to coarse- grained continental clastic.

Aims of this work are to understand lignite potential and economical values of lignite seam layers interbedding in the Danişmen Formation (Oligocene-Early Miocene). This work has been conducted using subsurface data; including numerous wells and several seismic lines. First step and objective is to map total thickness of coal seams and to find regional distribution. Lignite seam layers are usually located in middle and at the base of the Danişmen Formation. Also total thickness map of Ergene-Kırcaçalih formations prepared which overlie lignite bearing Danişmen

Formation. Thicknesses of these units are the obstacle to mine lignite layers. Thin overburden areas of lignite bearing Danişmen Formation are located by mapping thickness of overlying Ergene-Kırcaçalih formations. In addition, several stratigraphic correlations conducted to understand lateral continuation of lignite layers and sedimentary facies distribution of the Danişmen Formation. Correlation and subsurface mapping are useful to make decisions for lignite mining, such as where to drill wells in order to get large amount of lignite and economic yields. Seismic lines are also used to refine correlation and to select target exploration areas. Seismic lines also used to locate thin overburden areas for lignite seams. Geological and geophysical data integration are achieved using well data, seismic lines and surface data.

Thickness map of the Ergene-Kırcaçalih formations shows that total thickness of these units is between 0 to 1400 meters. If thickness of the Ergene-Kırcaçalih formations is greater than 400 meters, exploration for lignite in these areas would be uneconomical. Exploration should be conducted in the area if the overburden thickness is less than 400 meters. Limited thickness less than 400m on the paleohigh along the Thrace Fault System and along the margin of the basin is providing promising conditions for lignite exploration.

Thickness variation and distribution of the lignite layers are controlled by two factors. One of them is facies of the Danişmen Formation and second is position of the Thrace Fault System. Uplift along the fault zone caused extensive erosion. Amount of erosion is variable. Upper portion of the Danişmen Formation and embedded lignite seams were partially or completely removed along the fault zone and on the en-echelon folds. Exploration should be conducted away from these

areas. In the case of limited erosion, only upper portion of the Danişmen Formation were removed near the fault zone. Lignite exploration could be conducted in such areas. Stratigraphic correlation shows that lignite imbedded mostly in claystone deposited in marshy environment. However, conglomerates, sandstone and siltstone bearing facies are not suitable for coal accumulation.

Several correlation conducted near the Vize area shows that third lignite layer could be exist in the lower part of the stratigraphic section of the Danişmen Formation. Third lignite layer are observed in deep TPAO wells. Further drilling in TKİ wells in the south, targeting third lignite layer may improve lignite production by 35%-50% in Vize area and in the basin.

The result and finding of this work has been used to create new exploration strategy in the Thrace Basin. The strategy suggests that exploration may be concentrated on the paleohigh created by Thrace Fault System where erosion of the Danişmen Formation is limited. In addition, the Ergene Formation is thin on the paleohigh, which facilitate exploration activity. Uplifted areas and paleohigh are selected as primary target areas for exploration. Besides lignite thickness map and stratigraphic correlation are used to select potential areas for coal mining. Seismic data also used to find layers of coal seams located near surface. Exploration permits and well location has been suggested in line with new strategy based on data integration.

Initially exploration activity in basin previously concentrated along the northeastern basin margin and also in the south of the Thrace Basin where lignite seams are outcropping at the surface.

One of the results of this work is to refine timing of Trace Fault System. Fault system

was active during late Middle Miocene to early Late Miocene after deposition of the Danişmen Formation. Rate of the erosion is variable along the fault zone on Danişmen Formation. Late Miocene Ergene Formation was deposited on and sealed the Thrace Fault System. Fault re-activation is visible in seismic lines in the east, near Marmara Sea. Discordance surface at the base of the Ergene Formation is folded prior to early Pliocene.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna, M., 1968. Armutlu yarımadasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografiler,20, 105 s.
- Alişan, C., 1985. Trakya "I" Bölgesi'nde Umurca-1, Kaynarca-1, Delen-1 kuyularında kesilen formasyonların palinostratigrafisi ve çökelme ortamlarının değerlendirilmesi. TPAO. Araştırma Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 386, 60 s
- Atalık, E., 1992. Depositional systems of the Osmancık formation in the Thrace Basin. Doktora Tezi Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 343 s. (yayımlanmamış).
- Ataman G., Buket, E. Ve Çapan, U. S., 1975. Could North Anatolian Fault be a paleo benioff zone? Bulletin of Mineral Research and Exploration, Institute of Turkey, no. 84, p.97-102.
- Barka, A. ve Hancock, P., 1984. Neotectonic deformation patterns in the convex-northwards arc of the North Anatolian Fault Zone. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean Region. Geol. Soc. London, pp. 763-773.
- Barka, A., 1981. Seismo-tectonic aspect of the North Anatolian Fault Zone: Ph.D thesis, University of Bristol, Bristol England, 333 p
- Batu, Z., Alişan, C., Ediger, V.Ş., Teymur, S., Akça, N., Sancay, H., Ertuğ, K., Kirici, S., Erenler, M. ve Aköz, Ö., 2002. Kuzey Trakya Havzası'nın Palinomorf, Foraminifer ve Nannoplankton Biyostratigrafisi, Türkiye Stratigrafi Komitesi Çalıştay (Trakya Bölgesi'nin Litostratigrafisi Adlamaları) Özleri, s. 14.
- Batu, Z., Erk, S. Ve Akça, N., 1993. Trakya Havzası Tersiyer Birimleri'nin Palinomorf, Foraminifer ve Nannoplankton Biyostratigrafisi. TPAO Araştırma Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 1947, 92 s.

- Bergougnan H., 1975. Relations entre les édifices Pontique et Taurique dans le nord-est de l'Anatolie: Bulletin de la Société Géologique de France, v.17, 1045-1057
- Bergougnan H., 1976. Structure de la Chaîne Pontique dans le Haut-Kelkit (nord-est de l'Anatolie): Bulletin de la Société Géologique de France, v.18, 675-686
- Boer, N.P., 1954. Report on a geological reconnaissance in Turkish Thrace, September, December G.A. 25373.
- Burke, W. F. and Uğurtaş, G., 1974. Seismic interpretation of Thrace Basin, in H. Okay and E. Dileköz, eds., Proceeding of second petroleum congress of Turkey: Association of Turkish Petroleum Geologists, 227-248
- Canitez, N., 1973. Yeni kabuk hareketlerine ilişkin çalışmalar ve Kuzey Anadolu Fay problemi: Kuzey Anadolu Fayı ve deprem kuşağı sempozyumu, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi özel sayı. Ankara, Türkiye, 35-56.
- Çağlayan, M.A. ve Yurtsever, A., 1998. Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4; Kırklareli-B5 ve B6; Kırklareli-C6 paftaları, 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, No: 20, 21, 22, 23. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Doust, H. ve Arıkan, Y., 1974. The geology of the Thrace Basin, Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, s. 119-136.
- Ediger, V. Ş., 1982. Kuleli Babaeski sırtının (KB Trakya) Paleortamsal incelemesi ve Kuzey Trakya havzasının hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesinde yeni yaklaşım: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, basılmamış teknik rapor no. 1995, 194s.
- Ediger, V. Ş., 1988. Biga Yarımadası'ndaki kömürlü birimlerden alınan örneklerin palinolojik analizi, TPAO Araştırma Merkezi Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 809.
- Ediger, V.Ş. ve Alişan, C., 1989. Tertiary fungal and algal palynomorph biostratigraphy of the northern Thrace basin, Turkey. Review of Palaeobotany and Palynology, 58, 139-161.
- Fourquin, C., 1979. L'Anatolie du nord-ouest, marge méridionale du continent Européen, histoire paléogéographique, tectonique et magmatique durant le Secondaire et le Tertiaire: Bulletin de la Société Géologique de France, v. 17, 1059-1070.
- Gerhard, J.E. ve Alişan, C., 1987. Palynostratigraphy, Paleoeology, and visual organic geochemistry Turgutbey-2, Değirmencik-3 and Pancarköy-1, Thrace Basin, Turkey. TPAO Araştırma Merkezi Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 983, 33 s.
- Gökçen, N., 1971. Güneydoğu Trakya'nın Paleojen stratigrafisinde ostracod'lar açısından yeni görüşler. Türkiye 1. Petrol Kongresi Bildirileri Kitabı, 81-85.
- Görür, N. ve Okay, A.I., 1996. Fore-arc origin of the Thrace basin, northwest Turkey. Geologische Rundschau, 85, 662-668.
- İmik, M., 1988. Kırklareli-C2-3 Paftası ve İzahnamesi, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara 10 s.
- Kara, H., Tuncalı, E., Narin, R., Gürsoy, B. ve Dümenci, S. 1996. Trakya Tersiyer kömür havzası raporu. MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 9974, Ankara, (yayımlanmamış).
- Kasar, S. ve Eren, A., 1986. Kırklareli-Saray-Kıyıköy bölgesinin jeolojisi. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 2208, 45 s.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako ve M., Demir, O., 1983. Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 1771, 71 s.
- Keskin, C., 1974. Kuzey Trakya Havzası'nın Stratigrafisi, Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, s. 137 – 163.
- Ketin, İ., 1957. Kuzey Anadolu Deprem Fayı: İstanbul Teknik Üniversitesi dergisi, İstanbul Türkiye, no. 15, 49-52
- Ketin, İ., 1976. San Andreas ve Kuzey Anadolu fayları arasında bir karşılaştırma: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Ankara Türkiye, v.19, 149-154
- Kopp, K.O., Pavoni, N. ve Schindler, C., 1969. Geologie Thrakiens IV: Das Ergene-Becken. Beih zum Geol. Jahrb., Heft 76, 136 s., Hannover.
- Lebküchner, R.F., 1974. Orta Trakya Oligosen'nin jeolojisi hakkında. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 83, 1-29, Ankara.
- MTA, 1988. 1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Edirne – C2 ve C3 Paftaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MTA, 1998. 1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırklareli – B52 ve B6 Paftaları, No: 22. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- N.V. Turkse Shell, 1969. AR/NTS/837, 838 ve 839 hak sıra no'lu arama ruhsatlarına ait terk raporu, TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 1468.
- Öztunalı, Ö., Üşümezsoy, Ş., 1979. İstranca Masifi'nin "Çekirdek" kayaları ve petrojenetik evrimleri, TJK. İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi özel sayı; Altınlı Sempozyumu, 37-44.
- Perinçek, D. ve Karşıoğlu, Ö., 2007. Çanakkale Boğazı'nın oluşumu ve Kuvaterner yaşlı birimlerin dağılımında fayların rolü. 60. Türkiye Jeoloji kurultayı Bildiri Özetleri, 16-22 Nisan, Ankara, 478-479.
- Perinçek, D., 1987. Trakya Havzası Renç Fay Zonunun Sismik Özellikleri, Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildirileri, 11-20

- Perinçek, D., 1991, Possible strand of the North Anatolian Fault in the Thrace Basin, Turkey – An Interpretation. AAPG Bulletin 75, 241 – 257.
- Perinçek, D., 2006. Marmara - Trakya havzalarının Yapısal Evrimi ve Fayların Zamansal Gelişimi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-GençJeo .(Jeoloji Öğrenci Topluluğu) Çanakkale, 27-38
- Perinçek, D., 2010a. Trakya Havzası'nın Linyit İmkanları TKİ rapor Ocak 2010, 55s
- Perinçek, D., 2010b. Trakya Havzası'nın Linyit İmkanları TKİ rapor Mart 2010, 37s
- Perinçek, D., 2010c. Trakya Havzası'nın Linyit İmkanları TKİ rapor Aralık 2010, 51s
- Perinçek, D., Ataş, N., Erensoy, E., Karatut, Ş. Kösebalaban, A., Ergüder İ., Ünal., Y 2011. Trakya Havzası'nın linyit potansiyeli ve bunu kontrol eden jeolojik faktörler. 64. Türkiye Jeoloji kurultayı Bildiri Özetleri, 16-25-29 Nisan 2011, Ankara, 93-94
- Perinçek, D., Ataş, N., Karatut, Ş. ve Erensoy, E., 2014. Trakya Havzası'nda, Danışmen formasyonu içindeki linyit katmanlarının potansiyelini kontrol eden jeolojik faktörler MTA Dergisinde baskıda.
- Saner, S., 1985. Saros Körfezi dolayının çökeltme istifleri ve tektonik yerleşimi, Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 1-10.
- Saraç, G., 1987. Kuzey Trakya bölgesinde Edirne-Kırklareli-Saray-Çorlu-Uzunköprü Derekebir yörelerinin memeli paleo-faunası, Ankara Univ. Fen Bil. Enst. Jeo. Müh. Anabilim Dalı Yük. Lis. Tezi (yayınlanmamış)
- Seymen, İ., 1975. Kelkit Vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun tektonik özelliği: İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1980, 192 p
- Siyako, M., 2005. Trakya ve yakın çevresinin Tersiyer stratigrafisi, TPAO Arama Dairesi Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 4608, 104 s.
- Siyako, M., 2006a. Trakya Havzası'nın Linyitli Kumtaşları, MTA Dergisi, 132, 63 – 73.
- Siyako, M., 2006b. Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri (Tersiyer Bölümü). Stratigrafi Komitesi, Litostratigrafi Birimleri Serisi-2. MTA Genel Müdürlüğü yayını. 70 s
- Siyako, M., Bürkan, K. ve Okay, A.I., 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 1, 183-199.
- Sümengen, M. ve Terlemez, İ., 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen çökellerinin stratigrafisi. Maden Tetkik Arama Dergisi, 113, 17-30.
- Sütçü, E., Paker, S., Nurlu, Y., Kumtepe, P., Cengiz, T. 2009. Tekirdağ-Malkara havzasında CBS yöntemleriyle potansiyel kömür sahalarının belirlenmesine yönelik iki değişkenli istatistiksel yaklaşım. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir, 8 s.
- Şengüler, İ. 2008. Trakya Havzası Kömür Aramaları Projesi Raporu (2005-2006-2007 Yılı Sondajları), MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 11069, Ankara, (yayımlanmamış).
- Şengüler, İ. 2013. Ergene (Trakya) Havzası'nın jeolojisi ve kömür potansiyeli. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni Sayı 16, 109-114
- Şengüler, İ., Toprak, S., Kara, H., Öner, A., Tuncalı, E. ve Kır, N. 2000. Güney Trakya Bölgesindeki Kömürlerin Petrografik İncelemesi ve Ortamsal Yorumu. Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Karadeniz Ereğlisi, Zonguldak. 173-180.
- Şengüler, İ., Akman, Ü., Taka, M., Dümenci, S., Kalkan, İ., Kır, N., Sulu, K. 2003. Güney Marmara Neojen Havzalarının Kömür Potansiyeli. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, 212-213.
- Şentürk, K. Sümengen, M., Terlemez, İ., ve Karaköse, C., 1998a. Çanakkale- D3 Paftası, 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, 63. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şentürk, K. Sümengen, M., Terlemez, İ., ve Karaköse, C., 1998b. Çanakkale D4 Paftası, 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, 64. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şentürk, K., ve Karaköse, C., 1987, Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, yayınlanmamış teknik rapor, 371, 207 s.
- Taner, F. Ve Çağatay, A., 1983. Istanca masifindeki maden yataklarının jeolojisi ve minerolojisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Ankara, Türkiye, v.26, 31-40
- Tatar, Y., 1975. Tectonic structure along the North Anatolian fault Zone, Northeast of Refahiye (Erzincan): Tectonophysics, v.29, 401-410
- Temel, R.Ö. ve Çiftçi, N.B., 2002. Gelibolu Yarımadası, Gökçeada ve Bozcaada Tersiyer çökellerinin stratigrafisi ve ortamsal özellikleri. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14, 17-40.
- Tokay, M., 1973. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Gerde ile Ilgaz arasındaki kısmında gözlemler: Kuzey Anadolu Fayı ve deprem kuşağı sempozyumu, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi özel sayı.
- Turgut, S. ve Eseller, G., 2000. Sequence stratigraphy, tectonics and depositional history in Eastern Thrace Basin, NW Turkey. Marine and Petroleum Geology, 17, 61-100.

- Turgut, S., Siyako, M. ve Dilki, A., 1983. Trakya Havzası'nın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4, 35-46.
- Turgut, S., Türkaslan, M. ve Perinçek, D., 1991. Evolution of the Thrace sedimentary basin and its hydrocarbon prospectivity. Spencer AM (ed) Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons. Special Publication of European Association of Petroleum Geoscientists, 1, 415-437.
- Türkecan, A. ve Yurtsever A., 2002. İstanbul Paftası, 1: 500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Ateş, M., Karabıyıköğlü ve M., Saraç, G., 1984. Edirne İli-Kırklareli İli-Lüleburgaz (Kırklareli İli)- Uzunköprü (Edirne İli) civarının jeolojisi.. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, yayınlanmamış teknik rapor, 7604, 42 s.
- Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Sarıkaya ve H., Saraç, G., 1983. Tekirdağ, Silivri (İstanbul), Pınarhisar alanının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, yayınlanmamış teknik rapor, 7349.
- Umut, M., 1988b, Kırklareli-C4 Paftası ve İzahnamesi, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara 6 s.
- Umut, M., 1988a. Kırklareli-C5 Paftası ve İzahnamesi, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara 10 s.
- Ünal, O. T., 1967. Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 391, 80 s.
- Üşümezsoy, Ş., 1982. Igneous and metamorphic geology and mineralization of Istranca region (Geotectonic setting and mineralization of the Istranca masif): İstanbul University Earth Sciences Review, v.3, no. 1-2, 227-294.

Makale Geliş Tarihi : 28 Ağustos 2014
Kabul Tarihi : 8 Aralık 2014

Received : 28 August 2014
Accepted : 8 December 2014