

# Organic Geochemical Characteristics of the Cenomanian-Turonian Black Shales in the Western Taurus, SW Turkey

Reyhan Kara Gülbay<sup>a,\*</sup>, T. Şükrü Yurtsever<sup>b</sup>, Sadettin Korkmaz<sup>a</sup> & İ. Hakkı Demirel<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, Trabzon, Turkey  
(E-mail: kara@ktu.edu.tr)

<sup>b</sup> General Directorate of Mineral Research and Exploration, Division of Geology, Ankara, Turkey

<sup>c</sup> Hacettepe University, Department of Geological Engineering, Ankara, Turkey

Black shales of Cenomanian-Turonian age that are rich in organic matter are exposed in Çataltepe (Dereköy Formation) and Alakırçayı (Ballık Formation) slices of Antalya nappes. According to their lithologic characteristics and geological age, these black shales correlate with organic matter-rich black shales those in the Atlantic and Tethyan realms so called Cenomanian-Turonian boundary event (CTBE) black shales. In this study, organic geochemical characteristics and source rock characteristics of black shales from the Dereköy and the Ballık formations were investigated by using Pyrolysis/TOC, gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry analysis.

The black shales from the Dereköy and the Ballık formations are characterized by high total of organic matter (TOC) (18.76, 29.47%), Potential Yield (PY) (110.88, 178.75 mg HC/g rock) and hydrogen index (HI) (560, 567 mg HC/g TOC). Pyrolysis and TOC data show that black shales contain mixture of type I and II kerogen. The *n*-alkanes have unimodal distributions with dominancy of low carbon number *n*-alkanes (C<sub>13</sub>-C<sub>20</sub>) in gas chromatograms of black shale extracts and TAR (terrigenous/aquatic ratios) for black shales are quite low. The (C<sub>19</sub>+C<sub>20</sub>)/C<sub>23</sub> tricyclic terpane ratios which are indicators of terrestrial organic matter input are very low. The black shales from the Dereköy and the Ballık formations have low C<sub>29</sub>/C<sub>30</sub> hopane, diasterane/sterane, Ts/(Ts+Tm) ratios and sterane distributions of black shales are similar (C<sub>29</sub>>C<sub>27</sub>>C<sub>28</sub>). C<sub>24</sub>/C<sub>23</sub> tricyclic terpane ratios are high and C<sub>22</sub>/C<sub>21</sub> tricyclic terpane ratio are low for the black shale samples. Gammacerane, a typical biomarker for saline depositional environment, has been determined in m/z 191 mass chromatograms of all black shales. High C<sub>31</sub> R homohopane/C<sub>30</sub> hopane ratios indicate a marine type of depositional environment for these black shales. In general, the Ballık and the Dereköy formations have similar data of pyrolysis, GC and biomarker and they are well correlated to each other. These black shales probably deposited same depositional environment.

Average T<sub>max</sub> value of the Dereköy and the Ballık formations are 416°C and 417°C, respectively. The production index (PI) and bitumen/TOC ratio for black shales are very low. The isoprenoid/*n*-alkane ratios for the black shale samples are very high and there is a peak density in biomarker region. Low 20S/(20S+20R), ββ/(ββ+αα) sterane, 22S/(22S+22R) homohopane, diasterane/sterane and C<sub>23</sub> tricyclic terpane /(C<sub>23</sub> tricyclic terpane +C<sub>30</sub> hopane) and Ts/(Ts+Tm) ratios and high moretane/hopane ratios were determined for black shales from the Dereköy and the Ballık formations. These data show that Dereköy and Ballık black shales are immature source rocks.

**Key words:** *Black shale, n-alkane, biomarker, maturity*

## Batı Toroslarda'ki Senomaniyen-Turoniyen Yaşlı Siyah Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri

Batı Toroslar'da, Antalya Napları'nın Çataltepe diliminde (Dereköy Formasyonu) ve Alakırçayı diliminde (Ballık Formasyonu) Senomaniyen-Turoniyen yaşlı ve organik maddece zengin siyah şeyller yüzeyler. Bu siyah şeyler, jeolojik yaşları ve litolojik özellikleri bakımından Atlantik-Tetis bölgesinde bulunan ve Senomaniyen-Turoniyen sınırı olayı (CTBE) siyah şeylleri olarak adlandırılan, organik maddece zengin şeyller ile benzer özellikte olup, bu şeyllerle korele edilmiştir.

Bu çalışmada Dereköy ve Ballık Formasyonu'na ait siyah şeyllerin organik jeokimyasal özellikleri ile kaynak kaya özellikleri Piroliz/TOK, GC ve GC-MS analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Dereköy ve Ballık formasyonlarına ait siyah şeyller oldukça yüksek toplam organik karbon (TOK) (%18.76, 29.47), potansiyel ürün (PÜ) (110.88, 178.75 mg HC/g kaya) ve hidrojen indeksi (HI) (560, 567 mg HC/g kaya) değerleri ile karakterize edilmektedir. Piroliz ve TOK verilerine göre siyah şeyllerin Tip I ve Tip II kerojen içerdikleri tespit edilmiştir. Gaz kromatogramlarında tüm şeyl örnekleri düşük numaralı n-alkanların ( $C_{13}$ - $C_{20}$ ) yüksek numaralılara göre çok daha baskın olduğu unimodal dağılım göstermekte olup, TAR (karasal/sucul oranı) değerleri oldukça düşüktür. Karasal organik madde girdisini yansıtan  $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$  trisiklik terpan oranı oldukça düşüktür. Her iki formasyona ait bitümlü şeyller de düşük  $C_{29}/C_{30}$  hopan, diasteran/steran,  $Ts/(Ts+Tm)$  oranlarına sahip olup,  $C_{29}>C_{27}>C_{28}$  şeklinde bir steran dağılımı gözlenmektedir. Bütün siyah şeyl örnekleri yüksek  $C_{24}/C_{23}$  ve düşük  $C_{22}/C_{21}$  trisiklik terpan oranlarına sahiptir. Çökeltme ortamının tuzluluğu için belirleyici bir biyomarker olan gamaseran siyah şeyller için yüksek değerlerde kaydedilmiştir. Yüksek  $C_{31}R$  homohopan/ $C_{30}$  oranı siyah şeyller için denizel bir çökeltme ortamına işaret etmektedir. Genel olarak Ballık ve Dereköy siyah şeylleri piroliz, GC ve biyomarker verileri bakımında birbirleri ile oldukça iyi bir korelasyon sunmakta olup, muhtemelen aynı havzada çökelmişlerdir.

Dereköy ve Ballık formasyonlarına ait şeyllerin ortalama  $T_{max}$  değerleri sırasıyla 416°C ve 417°C olarak belirlenmiş olup, üretim indeksi ve bitüm/TOK değerleri de oldukça düşüktür. Siyah şeyller oldukça yüksek isoprenoid/n-alkan oranına sahip olup, gaz kromatogramlarında biyomarker bölgesinde pik yoğunluğu gözlenmektedir. Siyah şeyller için oldukça düşük 20S/(20S+20R),  $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  steran, 22S/(22S+22R) homohopan, diasteran/steran ve  $C_{23}$  trisiklik terpan/( $C_{23}$  trisiklik terpan+ $C_{30}$  hopan) ve  $Ts/(Ts+Tm)$  oranı ve oldukça yüksek moretane/hopane oranı tespit edilmiştir. Bu verilere göre siyah şeyller olgunlaşmamış kaynak kaya özelliğindedir.

**Anahtar kelimeler:** *Siyah şeyl, n-alkane, biyomarker, olgunluk*