

# Rheic SSZ Okyanusal Litosfer (320 My) kalıntıları, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, KD Türkiye: Refahiye-Erzincan Ofiyolitinden Yeni Jeokimyasal ve Re-Os İzotop Verileri

İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Yıldırım Dilek<sup>2</sup>, Ender Sarıfakıoğlu<sup>3</sup>, Thomas Meisel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye  
Email: iuysal@ktu.edu.tr

<sup>2</sup>Department of Geology, University of Miami, Oxford, OH, 45056 USA

<sup>3</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara, Türkiye

<sup>4</sup>Department of General and Analytical Chemistry, University of Leoben, 8700 Leoben, Austria

Türkiye'nin kuzeydoğusunda bulunan ve Refahiye-Erzincan Ofiyolitini (REO) oluşturan üst manto peridotitleri ve ultramafik-mafik kümülatlara ait yeni jeokimyasal, Re-Os izotopu ve mineral kimyası verileri elde edilmiş ve bu kayaların Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki değişik okyanus kalıntılarının tektonik evrimiyle olan ilişkileri tartışılmıştır. REO, Güneyde Gondwana'dan kopmuş Torid-Güney Ermenistan kıta şeridiyle Kuzeyde Rodop-Pontid mikrokıtası arasındaki İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nun (İAEKZ) bir parçasıdır. Bu ofiyolit, güney ve kuzey dokanakları boyunca kıtasal platformların kenarlarına tektonik olarak iki taraflı bindirmeler şeklinde yerleşmiştir. İAEKZ, genellikle Neotetis kökenli olarak kabul edilmesine rağmen, yaşları Permo-Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar değişen kıta içi bazaltları (KİB), okyanus ortası sırtı bazaltları (OOSB), adayayı toleyitleri (IAT)-Boninit, okyanus adası bazaltları (OIB), okyanusal plato bazaltları (LIP) ve okyanusal litosfere ait parçalar içerir. REO, harzburjit ve dunitlerden oluşan üst manto peridotitleri, Moho geçiş zonunu temsil eden ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, plajiyogranitler ve levha dayklarından oluşur. Ofiyolitik istifte volkanik kayalar gözlenmez, ancak yapısal olarak REO'nin altındaki ofiyolitik melanjda yastık bazalt bloklarına rastlanılmıştır.

REO'de, abisal ve yitim karakterli (SSZ) olmak üzere iki tip manto peridotitleri gözlenmiştir. Daha az tüketilmiş klinopiroksence zengin manto harzburjitleri, daha yüksek Al (%1.75–2.12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve Ca (%0.43–1.53 CaO) içeriklerine sahip olup, Cr# değerleri 33.2–37.8 arasında değişir. Bu abisal peridotitler, ilksel üst mantonun OOS-tipi okyanusal kabuk oluşumu sırasında düşük dereceli kısmi ergimesi sonucu oluşan manto kalıntılarını temsil eder. Buna karşılık bazı peridotit örnekleri klinopiroksence oldukça fakir olup, yitim (SSZ) peridotitlerinin karakteristik özelliğine uygun olarak çok düşük Al (%0.16–0.89 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve Ca (%0.07–0.77 CaO) içermektedir. Bu örneklerdeki spinel fazlarının Cr# değerleri 57.0–73.5 arasında olup, daha önceden kısmen tüketilmiş peridotitlerin yüksek dereceli kısmi ergimesine işaret eder. Her iki peridotit grubu düşük REE içerikleriyle karakteristiktir. Abisal peridotitler, bazı örneklerde HNTE'ler bakımından kısmen zenginleşme göstermesine rağmen, genellikle Lu'dan Tb'ye düz bir yönseme ve Tb'den La'ya negatif bir yönseme sunarlar. Yitim-tipi (SSZ) tüketilmiş peridotit örnekleri benzer HNTE içeriklerine sahipken ANTE ve özellikle ONTE içerikleri abisal peridotitlere nazaran önemli ölçüde tüketilmiştir. Bu peridotitlerin U-şekilli NTE dağılımları yay-önü peridotitlerine benzemektedir. REO manto peridotitlerinin PGE içerikleri düşük olmakla birlikte gabroların PGE içeriklerine nazaran daha yüksektir. Bu peridotitlerdeki <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os izotop oranı (0.1195–0.1240) tüketilmiş manto değerlerine benzer olup, kümülat gabrolardaki orandan (0.2074–0.5842) çok daha düşüktür. Manto peridotitleri ve kümülat gabroların tüm kayaç izotopik bileşimleri <sup>187</sup>Re/<sup>188</sup>Os - <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os izokron diyagramında lineer bir yönseme sunar. Bu örneklerden elde edilen 320±16 Ma izokron yaşı, ergiyik oluşumu ve REO'ne ait yitim karakterli (SSZ) ultramafik-mafik birimlerinin kristalizasyonunun Geç Karbonifer yaşlı olabileceğini gösterir. Gondwana ve Avrasya Kıtaları arasındaki Geç Karbonifer yaşlı ve yitim karakterli (SSZ) manto litosferinden elde edilen bu yeni bulgular; (1) Rheic Okyanus kalıntılarının, Doğu Akdeniz Bölgesindeki Tetis kuşağına kadar gözlenebileceğine, (2) İAEKZ'nun, Rheic, Paleotetis ve Neotetis okyanusal basenlerinde yarılma-sürüklenme, sorguç ve yitim-eklenir prizma tektonik ortamında gelişmiş birçok litosferik materyali içeren çok heterojen karaktere sahip olduğuna işaret eder.

**Anahtar kelimeler:** Refahiye-Erzincan Ofiyoliti, ultramafik-mafik seri, jeokimya, mineral kimyası, Re/Os-izotopu

## Remnants of the Rheic SSZ Oceanic Lithosphere (320 Ma) Within the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone in NE Turkey: New Geochemical and Re-Os Isotope Data From the Rehafiye-Erzincan Ophiolite

We report on new major-trace-REE and Re-Os isotope compositions and mineral chemistry data from upper mantle peridotites and ultramafic-mafic cumulate rocks in the Rehafiye-Erzincan ophiolite (REO) in NE Turkey, and discuss their significance for the tectonic evolution of various oceanic tracts in the eastern Mediterranean region. The REO is part of the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ) between the Gondwana-derived Tauride-South Armenian ribbon continent to the south and the Rhodope-Pontide micro-continent to the north. It shows bidivergent thrusting along its southern and northern boundaries, resting tectonically on the margins of these continental masses. The IAESZ includes fragments of oceanic lithosphere with WPB, MORB, IAT-Boninite, OIB and LIP affinities that range in age from the Permo-Triassic to the latest Cretaceous, although it is commonly interpreted as Neotethyan in origin. The REO consists of upper mantle peridotites including harzburgite and dunite, ultramafic-mafic cumulate rocks making up a transitional Moho, isotropic gabbro, plagiogranites, and sheeted dikes. Extrusive rocks are missing in the ophiolite sequence but occur as blocks of pillow basalts in an ophiolitic mélange structurally beneath the REO.

We have identified two types of upper mantle peridotites, abyssal and SSZ, in the REO. Less depleted, clinopyroxene-rich mantle harzburgites have higher concentrations of Al (1.75–2.12 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) and Ca (0.43–1.53 wt.% CaO) and contain spinel phases with Cr# ranging between 33.2 and 37.8. These abyssal peridotites represent a mantle residue of low degrees of partial melting of primitive upper mantle during MOR-type oceanic crust formation. Some peridotite samples, on the other hand, are highly depleted in clinopyroxene and display extremely low contents of Al (0.16–0.89 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) and Ca (0.07–0.77 wt.% CaO), characteristic of SSZ peridotites. Spinel phases in these samples have Cr# ranging between 57.0 and 73.5, indicating high degrees of partial melting (in a mantle wedge) of previously depleted peridotites. Both types of peridotites are characterized by low REE contents. Abyssal-type peridotites display a flat pattern from Lu to Tb and negative-flat pattern from Tb to La, although some samples show slight LREE enrichment. SSZ-type, depleted peridotite samples are characterized by nearly similar LREE concentrations, whereas their HREE and especially MREE concentrations are significantly depleted with respect to those of the abyssal peridotites. These rocks show U-shaped REE patterns, reminiscent of forearc peridotites. The PGE content of mantle tectonites in the REO, although low, are significantly higher than those presented by the cumulate gabbros. The  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  isotope ratio of these peridotites (0.1195–0.1240) is typical of the depleted mantle and much lower than those of the cumulate gabbros (0.2074–0.5842). Whole-rock samples from the mantle tectonites and cumulate gabbros display a well-defined linear trend in a  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  vs.  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  isochron diagram. These samples collectively define an isochron with a best-fit age of about  $320 \pm 16$  Ma, suggesting that the melt evolution and crystallization of the SSZ ultramafic-mafic units of the REO may be as old as the late Carboniferous. This new finding of a late Carboniferous SSZ mantle lithosphere between the Gondwana and Eurasia continental masses in NE Turkey indicates: (1) the existence of Rheic Ocean relics farther away in the Tethyan realm of the eastern Mediterranean region than previously considered; (2) a highly heterogeneous character of the IAESZ, containing some lithospheric material that evolved in rift-drift, plume and subduction-accretion tectonic settings of the Rheic, Paleotethyan and Neotethyan Ocean basins.

**Key words:** *Rehafiye-Erzincan Ophiolite, ultramafic-mafic series, geochemistry, mineral chemistry, Re/Os-isotope*