



İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (Tokat-Sivas) Listvenitlerin Başkalaşımı ve Oluşum Süreçleri Metamorphism and Formation Processes of Listvenites in the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (Tokat-Sivas)

Mutlu Özkan(1), Ömer Faruk Çelik(2), Rahmi Melih Çörtürk(2), Andrea Marzoli(3)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 41001, Kocaeli, Türkiye

(2) Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye

(3) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, 35020 Legnaro, Italy
(mutlu.ozkan@kocaeli.edu.tr)

Öz

Listvenitler, dünyadaki farklı kenet kuşaklarında ve ofiyolitik istiflerde yaygın olarak gözlenen, ultramafik kayaların CO₂ açısından zengin hidrotermal akışkanlarla metazomatik etkileşimleri sonucu oluşan özel kayaç türleridir. Hem ofiyolitik kayaların petrolojik evrim süreçlerinin izlenmesi hem de ekonomik mineralleşme potansiyellerinin anlaşılması açısından büyük önem taşırlar. Listvenitlerin, özellikle metalik maden yataklarıyla ilişkisinin ele alındığı pek çok çalışma bulunmasına rağmen, başkalaşım süreçlerinin bu kayaçlar üzerindeki mineralojik ve jeokimyasal etkilerine dair çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada, Tokat ve Sivas illeri arasında yüzlek veren İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağındaki yığılma karmaşıklıklarında bulunan metamorfik listvenitlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çamlıbel (Tokat güneyi) ve Kurtlapa (Sivas kuzeyi) bölgelerinde bulunan listvenit oluşumları, İAE kenet kuşağında daha önce rapor edilen diğer listvenitlerden farklı olarak, amfibolit ve mavişist fasiyesi kayaç topluluklarıyla birlikte gözlenmiştir. Çamlıbel bölgesindeki listvenitler, magnezyumlu-riyebekit bileşimli sodik amfibol mineralleri içermesiyle dikkat çekmektedir. Ayrıca, bu listvenitlere eşlik eden kayaçlardan elde edilen verilerle birlikte, bölgedeki listvenitlerin mavişist fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğradığını göstermektedir. Kurtlapa köyü kuzeyindeki listvenitler ise kaba taneli, rekrystalize, koyu gri ve kırmızı benekli görünümleriyle ayırt edilmekte ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış kayaçlarla birlikte bulunmaktadır. Bu bulgular, incelenen listvenitlerin oluşum kökenlerinin Türkiye'deki diğer listvenit oluşumlarıyla benzerlik göstermesine rağmen, başkalaşım koşulları açısından önemli farklılıklar taşıdığını ortaya koymaktadır. Her iki bölgeden derlenen listvenit örneklerinin içerdiği Cr-spinel minerallerinin bileşimsel özellikleri, bu kayaçların ilksel formlarının yitim zonu üstü ortam koşullarında gelişen ultramafik kayaçlar olduğunu göstermektedir. Listvenit örnekleri N-MORB'a kıyasla iz ve nadir toprak elementlerince genel olarak tüketilmiş bir içeriğe sahiptirler. Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element desenlerinde ise, La elementindeki belirgin zenginleşmenin yanı sıra pozitif Eu ve negatif Ce anomalileri sergilemektedir. Bunun yanı sıra yüksek Cr ve Ni içerikleri, kayaçların ultramafik kökenlerini işaret etmekte, Sr, Ba ve Rb gibi büyük iyon yarıçaplı elementlerde zenginleşme sunmaktadır. Bu element davranışları, listvenitlerin hem ilksel kayaçları olan ultramafik kayaçlarla hem de metazomatizma süreçleriyle uyumlu bir şekilde geliştiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, listvenitlerin çok aşamalı bir oluşum süreci sonucunda meydana geldiğini işaret etmektedir. Bu süreçler sırasıyla, (i) yitim zonu üstü ortam koşullarında gelişen peridotitlerin serpantinleşmesi, (ii) CO₂ açısından zengin akışkanların etkisiyle listvenitlerin oluşumu ve (iii) son olarak listvenitlerin yitim zonu altında mavişist ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşım uğramasını içermektedir. Listvenitlerin bu gibi okyanus içi yitim zonu koşullarda başkalaşıma uğramış olması, yalnızca listvenitleşme süreçlerinin anlaşılmasına değil, aynı zamanda karbonun yitim zonları aracılığıyla derin mantoya taşınma süreçlerinin aydınlatılmasına da önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 112Y123 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Listvenit, mavişist, metazomatizma, ofiyolit, serpantinleşme, ultramafik kayaçlar

Abstract

Listvenites represent a unique class of rocks predominantly found in suture zones and ophiolitic sequences worldwide. They are formed by the metasomatic interaction between ultramafic rocks and CO₂-rich hydrothermal fluids, and they hold significant value for understanding the petrological evolution of ophiolites as well as for assessing their potential for economic mineralization. Although many studies have explored the relationship between listvenites and metallic ore deposits, there is comparatively limited research on how metamorphic processes affect their mineralogical and geochemical characteristics. In this study, we investigate the petrographic, mineralogical, geochemical, and genetic properties of metamorphic listvenites within the accretionary complexes of the İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) suture zone, which cropping out between Tokat and Sivas. The listvenite formations in the Çamlıbel (southern Tokat) and Kurtlapa (northern Sivas) regions differ from previously reported examples in the İAE suture zone, as they are associated with amphibolite- and blueschist-facies rock assemblages. Notably, the Çamlıbel listvenites contain sodic amphiboles of magnesium-riebeckite composition, and petrologic data indicate that these rocks underwent metamorphism under blueschist-facies conditions. In contrast, the listvenites north of Kurtlapa village exhibit coarse-grained, recrystallized textures with dark gray and red speckled appearances, and they are found in association with amphibolite-facies rocks. Geochemical analyses of Cr-spinels from both regions indicate that the protoliths of these rocks were ultramafic in origin, having formed in supra-subduction zone (SSZ) environments. The listvenites exhibit depleted trace element and rare earth element (REE) concentrations relative to N-MORB, with chondrite-normalized REE patterns showing marked La enrichment along with positive Eu and negative Ce anomalies. Elevated Cr and Ni contents further corroborate their ultramafic origin, while enrichment in large-ion lithophile elements (Sr, Ba, Rb) indicates the influence of metasomatic processes. These geochemical signatures demonstrate that the formation of these listvenites was governed by both the nature of their ultramafic protoliths and subsequent metasomatic transformations. Our results delineate a multi-stage formation process for the studied listvenites: (i) serpentinization of peridotites formed in SSZ settings, (ii) metasomatic alteration by CO₂-rich fluids leading to listvenitization, and (iii) subsequent metamorphism under blueschist- and amphibolite-facies conditions within subduction zones. The occurrence of these high-pressure metamorphosed listvenites provides valuable insights not only into the processes of listvenitization but also into the mechanisms responsible for transporting carbon into the deep mantle via subduction zones.

This study was funded by TÜBİTAK number of project 112Y123.

Keywords: Listvenite, blueschist, metasomatism, ophiolite, serpentinization, ultramafic rocks