

## **Tectonics of the Strandja Massif: example of the collision after long-lived arc-parallel tectonic transport**

**Boris A. NATAL'IN<sup>1</sup>, Gürsel SUNAL<sup>1</sup> and Erkan TORAMAN<sup>2</sup>**

*Istanbul Technical University, Turkey, natalin@itu.edu.tr, gsunal@itu.edu.tr* *Geology & Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, 55455 USA, toramane@gmail.com*

After the final collision of the Altaids with the Tarım and North China blocks subduction in Northern Asia shifted to the south into the Tethyan domain. Paleotectonic reconstructions show a continuous late Paleozoic-early Mesozoic arc stretching from North China to the Black Sea, which Natalin and Sengor (2005) called the Silk Road arc. This arc evolved during the most of the Paleozoic until the Triassic-Middle Jurassic and accompanied by large-scale arc-parallel tectonic transport to the west. The Strandja Massif, NW Turkey, and its continuation to the Balkan region are the segment of this arc.

The Strandja massif consists of metamorphic basement intruded by Permian plutons and overlain by Triassic metasedimentary cover. Orthogneisses constitute about 60% of the basement. They have modal compositions corresponding to quartz diorite, tonalite, granodiorite, and trondhjemite. Geochemical data suggest their subduction-related nature. Carboniferous U-Pb zircon ages between 312 and 315 Ma indicate a peak of magmatic activity however inherited ages of magmatic zircons record a magmatic activity between 320 and 650 Ma. Metasedimentary rocks of the Paleozoic basement consist of mica schists, gneisses, and minor amphibolites. They contain lenses of metamorphosed serpentinites. Detrital zircons from metasediments show a wide range of ages from 460 to 1273 Ma. The Carboniferous orthogneisses and metasedimentary rocks were deformed and metamorphosed before the intrusion of the Permian granitoids. These granitoids reveal a spectrum of U-Pb and Rb-Sr ages between 290 and 257 Ma. Nb-Ta minima recorded in this granite and comagmatic volcanic rocks exposed in Bulgaria suggest subduction-related nature of the Permian magmatism.

Metasedimentary cover of the massif forms a thick orogenic succession that may include all stages of the Triassic and a part of the Jurassic. Metamorphosed tuff, andesite porphyry, and granites exposed to the northeast (Kıyıköy region) indicate a continuity of the Strandja arc evolution.

Outlined Paleozoic to early Mesozoic magmatic history of the Strandja arc is very similar to those known from Northern Caucasus, Alborz, Gissar, North Pamir and Kunlun.

In the late Jurassic-early Cretaceous, the Strandja massif was deformed and metamorphosed to epidote-amphibolite and greenschist facies under elevated pressure. This event almost completely obliterated previously formed structures. The metamorphic column was inverted being overturned to the north. Newly formed mica yield  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages varying between 165 and 157 Ma (Rb-Sr ages of 140-162 Ma). The absence of consistency in age distribution suggests a tectonic mixing within the inverted structural column. The late Mesozoic deformation produced penetrative foliation, mineral and stretching lineations, and wide mylonitic shear zones. Lineation trends reveal curved paths indicating a considerable counterclockwise rotation of ductile flow within a region about 30 km in width. Kinematic indicators show top-to-northeast sense of shear in the south, top-to-north sense of shear in the central part of the studied area, and top-to-northwest sense of shear in its northern part. We suggest that the bulk counterclockwise rotation was caused by migration of a triple junction between Eurasia, the Paleo-Tethyan Ocean, and the Jurassic-early Cretaceous Mandritsa arc. The kinematics of the lineation in the Strandja massif records a frozen transition between the pre-collisional dextral arc-parallel shearing and later northeastward collisional thrusting.

**Istranca Masifinin tektoniği: uzun-ömürlü, yaya-paralel tektonik taşınma sonrası çarpışma örneği**  
Altayidlerin Tarım ve Kuzey Çin blokları ile son çarpışmasının ardından, Kuzey Asya'daki dalma-batma güneye, Tetis bölgesi içlerine kaymıştır. Paleotektonik rekonstrüksiyon, Kuzey Çin'den Karadeniz'e uzanan bir Geç Paleozoik-Erken Mesozoik sürekli yayını gösterir; Natalin ve Şengör (2005), bu yayı İpek Yolu yayı olarak adlandırır. Bu yay Paleozoik'in büyük bölümü boyunca ve Trias-Orta Jura'ya dek evrimleşir ve yaya, büyük-ölçekli, yaya-paralel ve batı yönlü bir tektonik

taşınma eşlik eder. KB Türkiye'deki Istranca Masifi ve bunun Balkan bölgesinin içlerine doğru devamı, bu yayın segmentidir.

Istranca Masifi, Permien plutonların intrüzyon yaptığı ve Trias yaşlı metasedimanter örtü ile örtülen metamorfik tabandan oluşur. Tabanın yaklaşık % 60'ını orto-gneyslar oluşturur. Bunlar, kuvars diyorit, tonalit, granodiyorit ve trondjemite karşılık gelen tipik bileşimler sergilerler. Jeokimyasal veriler, bunların dalma-batma ile ilintili özellikler taşıdığını düşündürür. Mağmatik zirkonların miras kalmış yaşları günümüzden 320-650 milyon yıl önceleri arasında bir mağmatik faaliyet kaydederken, günümüzde 312-315 milyon yıl önceleri arası yaştaki Karbonifer U-Pb zirkonları mağmatik faaliyetin doruğunu gösterir. Paleozoik tabanın metasedimanter kayaları, mikaşistler, gneyslar ve daha az ölçüde amfibolitlerden oluşur. Bunlar, metamorfize olmuş serpantin mercerleri de içerirler. Metasedimanlardan alman kırıntı zirkonlar, 460 ile 1.273 milyon yıl arasında yayılan bir yaş dağılımı sergiler. Karbonifer ortogneysları ve metasedimanter kayaları Permien granitoidlerinin intrüzyonundan önce deforme olmuş ve metamorfizma geçirmişlerdir. Bu granitoidler, U-Pb ve Rb-Sr spektrumunda günümüzden 290 ile 257 milyon yıl önceleri arası yaş verirler. Granite kaydedilen Nb-Ta minimum değeri ve Bulgaristan'da yüzeyleyen, mağmatizmaya eşlik eden volkanik kayalar, Permien mağmatizmasının dalma-batmayla ilintili özellik taşıdığını düşündürür.

Masifin metasedimanter örtüsü, Trias'm tüm katlarını ve Jura'nın bir bölümünü içerebilen kaim bir orojenik istif oluşturur. Kuzeydoğuda (Kıyıköy bölgesi) yüzeyleyen metamorfize olmuş tuf, andezit porfir ve granitler, Istranca yay(ı) evriminin sürekliliğini gösterir. Istranca yayının Paleozoik'ten Erken Mesozoik'e değin özetlenen mağmatik tarihçesi, Kuzey Kafkaslar, Alborz, Gissar, Kuzey Pamir ve Kunlun'dan bilinene çok benzer.

Istranca Masifi Geç Jura-Erken Kretase'de deforme olmuş ve yükselmiş basınç altında epidot-amfibolit ve yeşilist fasiyesine metamorfizma geçirmiştir. Bu olay, daha önceden oluşmuş yapıları neredeyse tümüyle silmiştir. Metamorfik sütun kuzeyde alt-üst olarak terselmiştir. Yeni oluşan mika,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle 165 ile 157 milyon yıl arasında değişen yaşları verir (Rb-Sr yaşları ise 140-162 milyon yıl arasında değişir). Yaş dağılımında bir uyum ve sürekliliğin olmayışı, devrik yapısal sütunda bir tektonik karışmayı düşündürür. Geç Mesozoik deformasyonu, içe işleyen folyasyon, mineral ve gerilme-uzama çizgisellikleri ve yaygın milonitik makaslama zonları üretmiştir. Çizgisellik trendi, sünümlü akışın yaklaşık 30 km genişliğindeki bir bölge içinde saat karşıtı yönde dönüşünü gösteren kavisli gidişler sergiler. Kinematik göstergeler, çalışma alanının güney bölümünde tepesi kuzeydoğuya makaslama yönü, orta bölümde tepesi kuzeye makaslama yönü ve kuzey bölümünde ise tepesi kuzeybatıya makaslama yönü verir. Saat-karşıtı yöndeki kütleli dönüşün, Avrasya, Paleo-Tetis Okyanusu ve Jura-Erken Kretase Mandritsa yayı arasındaki üçlü kesişimin göçünden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Istranca Masifindeki çizgiselliğin kinematığı, çarpışma-öncesi sağ yönlü ve yaya paralel makaslama ile daha sonraki kuzeydoğu yönlü çarpışma bindirmesi arasındaki don(durul)muş bir geçişi kayıtlar.