

**Menderes Masifi'ndeki, Pan-Afrikan ve Triyas Yaşlı Metamagmatik
Kayaçların Jeolojisi ve Jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye**
*Geology and Geochronology of Pan-African and Triassic Metamagmatic
Rocks in The Menderes Massif, W Anatolia, Turkey*

**O.Ersin KORALAY¹, Osman CANDAN¹, O.Özcan DORA¹, Muharrem SATIR²,
Roland OBERHÄNSLI³ ve Fukun CHEN⁴**

¹*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca / İzmir-Türkiye (e-mail: ersin.koralay@deu.edu.tr)*

²*Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie
Lehrstuhl für Geochemie, Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen, Germany*

³*Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany*

⁴*Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences
P.O. Box 9825, Beijing 100029, China*

ÖZET

Menderes Masifi (MM), Türkiye'nin batısında Alpin Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan büyük bir metamorfik komplekstir. Masif, ana olarak, Pan-Afrikan yaşlı bir temel ve onu üzerleyen Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı örtü serilerinden yapıldır (Şengör ve diğ. 1984; Dora ve diğ., 2001). Temel ve örtü serileri Tersiyer'de etkin bir Alpin deformasyon ve bölgesel metamorfizmadan etkilenmiştir. Pan-Afrikan temel, kısmi migmatitleşme sunan paragnays ve yüksek dereceli mika şistlerden oluşan Proterozoyik yaşlı metasedimentler, bunlar içine sokulum yapmış sin-/post-tektonik Pan-Afrikan ortognayslar, metagranitler ve eklojitik metagabrolardan oluşmaktadır (Candan ve diğ. 2001; Dora ve diğ., 2001). Örtü serileri ise Paleozoyik ve Mesozoyik-Erken Tersiyer yaşlı iki üniteden meydana gelmektedir (Dürr, 1975; Konak ve diğ., 1987).

Jeolojik ve jeokronolojik veriler Menderes Masifi'nde, (i) Pan-Afrikan, (ii) Triyas ve (iii) Miyosen yaşlı üç ana magmatik aktivitenin varlığını göstermektedir. Pan-Afrikan ortognaysların ilksel kayalarını oluşturan ana asidik magmatik aktivite fazı geç Prekambriyen-Kambriyen'de gerçekleşmiştir. Pan-Afrikan ortognayslar, mineralojik bileşim ve ilksel dokularına göre, fanerokristalin metagranit (gözlü gnays), metagranit porfir, turmalin lökokratik metagranit ve hornblend metagranit gibi türlere ayrılabilir. Pan-Afrikan ortognaysların kökeni uzun yıllar tartışmalı kalmış, sedimanter (Schulling, 1962; Şengör ve diğ. 1984; Satır ve Friedrichsen 1986) ve magmatik (Graciansky 1965; Erdoğan 1992; Bozkurt 1994; Bozkurt ve diğ. 1993; Hetzel ve Reischmann 1996; Koralay ve diğ., 2004) kökene yönelik farklı görüşler önerilmiştir. Dora ve diğ., (1994) farklı yapıdaki gnaysların

ilksel kayalarının Pan-Afrikan orojenezinin son evresinde temel içerisine sokulan sin/post-tektonik granitler olduğunu belirtmektedir. Jeokimyasal özellikleri, gözlü gnaysların ilksel kayalarının, kalk-alkalin, S-tipi, peralumino karakterli ve sin/post-tektonik granitler olduğunu ortaya koymaktadır (Bozkurt ve diğ., 1995; Dannat, 1997; Koralay ve diğ. 2004).

Menderes Masifi'nde ortognaysların doku ve bileşim bazında türlere ayrımı son yıllarda kabul görmeye başlamıştır. Literatürdeki gnays tanımlamalarının hangi türe karşılık geldiği çoğu kez anlaşılammamaktadır. Yaş tayini çalışmalarının çok büyük bir kesiminde bu sınıflama göz önüne alınmaksızın örnekler gözlü veya granitik gnays olarak tanımlanmaktadır. Masifte gerçekleştirilen jeokronolojik çalışmaların büyük kısmı Çine Asmasifi'nde yüzlek veren ortognayslar üzerinedir. Bu çalışmalara ait sonuçlar asmasifler bazında aşağıda verilmektedir. İlk jeokronolojik çalışmalarda, Menderes Masifi'nin güneyinde Çine Asmasifi'nde ortognayslardan Rb-Sr toplam kaya yaş tayinleri yapılmış ve 490 ± 90 My (Dora, 1975, 1976) ve 471 ± 9 My (Satır ve Friedrichsen, 1986) yaşlar elde edilmiştir (Tablo 1). Bu yaşlar gnaysların ilksel kayalarının sokulum yaşları olarak yorumlanmıştır. Hetzel ve Reishmann (1996) Çine Asmasifi'ndeki gnaysların ilksel kayalarının intrüzyon yaşı olarak 546.2 ± 1.2 My vermektedir. Aynı Asmasifte, Loos ve Reischmann (1999) Selimiye'nin kuzeyindeki gnaysların sokulum yaşı olarak 521 ± 8 - 572 ± 7 My arasında değişen yaşlar saptamıştır. Gessner ve diğ. (2001, 2004) Çine Asmasifi'ndeki metagranitlerin sokulum yaşı olarak tek zirkon Pb/Pb evaporasyon yöntemiyle 547.2 ± 1.0 My ve U-Pb SHRIMP yöntemiyle ise 541 ± 14 My ve 566 ± 9 My yaşları elde etmiştir. Demirci-Gördes ve Ödemiş-Kiraz Asmasiflerinde de 528 – 544 My arasında değişen benzer yaşlar Dannat (1997) tarafından verilmektedir. Dora ve diğ. (2002), Demirci-Gördes Asmasifi'nde paragnayslar içerisine sokulum yapan gnaysların ilksel kayalarının sokulum yaşı olarak 549.7 ± 7.6 My vermiştir. Ödemiş-Kiraz Asmasifi'nde Prekambriyen şistler içerisine sokulum yapan gnaysların yaşları ise 561.5 ± 0.8 My ve 570.5 ± 2.2 My olarak bulunmuştur (Koralay ve diğ., 2004).

Dora ve diğ. (2006) tarafından, Çine Asmasifi'nde gnays tiplerinin yaşlandırılmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Arazi gözlemlerinde, göreceli olarak gözlü gnaysların en yaşlı evreye ilişkin granitler olduğu ve bunların diğer granit türleri tarafından kesildiği belirlenmiştir. Jeokronolojik çalışmalardan bu ilişkiyi destekler veriler elde edilmiştir. Gözlü gnaysların sokulum yaşı 552.1 ± 2.4 My olarak belirlenmiştir. Metagranit porfirlerden 551.5 ± 2.9 My olarak elde edilen tek bir yaş tayini bulunmaktadır. U-Pb ve tek zirkon Pb/Pb evaporasyon yöntemleriyle turmalin lökokratik ortognayslardan sırasıyla 549 ± 26 My ve

545.6±2.7 My sokulum yaşları elde etmiştir. Çine Asmasıfı'nde Prekambriyen şistler içerisinde küçük sokulumlar şeklinde gözlenen hornblend metagranitlerin kristalizasyon yaşı ise 530.9±5.3 My olarak saptanmıştır.

Bazı araştırmacılar jeolojik gözlemlere dayanarak ortognaysların sokulum yaşlarının daha genç olması gerektiği görüşünü ortaya atmaktadır. Erdoğan (1992) ve Erdoğan ve Güngör (2004) gnaysik granitlerin Geç Kretase-Erken Senozoyik'te gerçekleşen ana Menderes metamorfizması sırasında sin-tektolik olarak Çine Asmasıfı'ndeki Triyas ve Üst Paleozoyik metasedimentlerin içerisine sokulum yaptığını ileri sürmektedir. Bozkurt ve Park (1994) ve Bozkurt ve diğ., (1995), gözlü gnaysların ilksel granitlerinin kalınlaşan kabukta geç orojenik genişlemenin yarattığı çökme sırasında, olasılıkla Geç Oligosen'de yerleştiğini belirtmektedir. Bozkurt (2004), jeolojik ve deformasyon verilerine dayanarak, turmalin lökokratik metagranitlerin makaslama zonu boyunca ortognays-şist dokanağına yerleşmiş, Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı granitler olduğunu ileri sürer.

Ortognayslardan elde edilen bu yaşlar ana olarak 540- 550 My arasında yoğunlaşmaktadır. 520-570 My aralığında saçılan bu yaşlar, Masıfteki gnays türlerinin tümünün Pan-Afrikan yaşlı olduğunu ve aynı bir asidik magmatik aktivitenin ayrılaşmış ürünleri olarak yorumlanabileceğini göstermektedir. Menderes Masıfı'ndeki bu yaygın magmatik aktivite, Mozambik okyanusunun kapanmasıyla bağlantılı Pan-Afrikan orojenezi ile ilişkilendirilebilir.

Triyas yaşlı lökokratik ortognaysların ilksel kayaları Menderes Masıfı'ndeki ikinci etkin magmatik aktivitenin ürünleridir. Bu kayalar üzerine gerçekleştirilmiş jeolojik ve jeokronolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Lökokratik ortognayslar, Ödemiş-Kiraz Asmasıfı'nin doğu ve güney (Akkök, 1981; Koralay et al., 2001), Demirci-Gördes Asmasıfı'nin ise güneydoğu kesimlerinde yüzlek vermektedir (Candan 1994). Bunlar, temel serilerinin Prekambriyen yaşlı mika-şistleri ve Geç Paleozoyik yaşlı örtü serilerinin metasedimentleri ile intrüzif dokanak ilişkisi sunmaktadır (Koralay ve diğ., 2001). Jeokimyasal özellikleri, lökokratik ortognaysların ilksel kayalarının tipik kalk-alkalin karakterli, S-tipi granitler olduğunu ortaya koymaktadır (Koralay ve diğ., 2001). Dannat (1997) ve Dannat ve Reischmann (1998) tek zirkon Pb/Pb evaporasyon yöntemiyle 227-240 My arası intrüzyon yaşları elde etmişlerdir. Benzer şekilde, Koralay ve diğ. (2001), lökokratik ortognayslardan 246±5 My, 241±5 My ve 235±6 My yaşları elde etmiş ve bunları ilksel kayalarının Triyas'taki yerleşim yaşı olarak yorumlamıştır. Önceki çalışmalarda, lökokratik

Tablo 1. Menderes Masifindeki Pan-Afrikan gnayslardan jeolojik ve jeokronolojik yöntemlerle elde edilen yaşlar. Tablodaki gnays tanımlamaları çalışmalardan aynen alınmıştır.

	Kaya tipi	Yöntem	Yaş (My)	Referans
Demirci-Gördes asması				
Simav GD'si Demirci GB'si Demirköprü barajı	Gözlü gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	541.4±2.5 (2σ) 537.2±2.4 (2σ) 544.1±4.3 (2σ)	Dannat (1997)
Kula güneyi	Granitik gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	549.7±7.6 (2σ)	Dora ve diğ. (2002)
Ödemiş-Kiraz asması				
Kuyucak KD'si Buldan batısı Kiraz GD'si	Gözlü gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	528.0±4.3 (2σ) 528.1±1.6 (2σ) 538.1±2.6 (2σ)	Dannat (1997)
Alaşehir güneyi	Gözlü gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	561.5±0.8 (2σ) 570.5±2.2 (2σ)	Koralay ve diğ. (2004)
Çine asması				
-		Rb-Sr toplam kaya	490±90	Dora (1975, 1976)
Çine GB'si	Metagranit	Rb-Sr toplam kaya	470±9	Şengör ve diğ. (1984) Satır & Friedrichsen (1984)
Selimiye kuzeyi	Gözlü gnays	Jeolojik veri	Erken Oligosen- Erken Miyosen / Geç Oligosen	Bozkurt & Park (1994) Bozkurt ve diğ. (1995)
Selimiye kuzeyi	Az deforme gözlü gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	546.0±1.6 (1σ) 546.4±0.8 (1σ)	Hetzl & Reischmann (1996)
Selimiye kuzeyi	Granitik gnays	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	563±3, 536±9, 572±7, 521±8, 556±4, 546±5, 551±5 (2σ)	Loos & Reischmann (1999)
Çine GB'si	Metagranit	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	547.2±1.0 (2σ)	Gessner ve diğ. (2001)
Çine GB'si Bafa Gölü doğusu	Metagranit	U-Pb SHRIMP	541±14 (1σ) 566±9 (1σ)	Gessner ve diğ. (2004)
Bafa Gölü doğusu	Gözlü gnays	Jeolojik veri	Geç Kretase – Erken Senozoyik	Erdoğan (1992) Erdoğan & Güngör (2004)
Selimiye kuzeyi	Tur. löko. ortog.	Jeolojik veri	Geç Oligosen- Erken Miyosen	Bozkurt (2004)
Yatağan kuzeyi Kavaklıdere KB'si Yatağan kuzeyi	Gözlü gnays Metagranit porfir Tur. löko. ortog.	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	552.1±2.4 (2σ) 555.5±6.2 (2σ) 545.6±2.7 (2σ)	Dora ve diğ. (2006)
Yatağan kuzeyi	Tur. löko. ortog.	U-Pb zircon	549±26	Dora ve diğ. (2006)
Karacasu batısı	Hornblend metagranit	Tek zirkon Pb/Pb evaporasyon	530.9±5.3 (2σ)	Basılmamış veri

ortognayslar Plaeotetis okyanusunun kapanmasıyla ilişkili Erken Kimmeriyen olaylarla ilişkilendirilmiştir (Koralay ve diğ., 2001)., Afyon Zonu'nda (Akal ve diğ., 2005) ve Karaburun'da (Akal ve diğ. 2007), Neotetisin açılmasıyla ilişkili olarak yorumlanan, yaygın Erken-Orta Triyas yaşlı magmatik aktivitenin varlığı belirlenmiştir. Anatolidlerin tektonik zonlarındaki Triyas yaşlı magmatik aktivitelerin bölgesel karakteri göz önüne alındığında lökokratik granitler Neotetis okyanusunun açılmasıyla ilişkilendirilebilir.

ABSTRACT

The Menderes Massif (MM) forms a large metamorphic complex within the Alpine orogen in the western part of Turkey. Mainly, the MM can be divided into two units; 1- Pan-African basement and 2- Palaeozoic-Early Tertiary cover series (Şengör et al. 1984; Dora et al. 2001). Basement and cover series have experienced an intense phase of Alpine deformation and regional metamorphism in Tertiary time. The Pan-African basement comprises partly migmatized late Proterozoic clastic metasediments, (i.e. paragneisses and high-grade mica schists) which are intruded by the protoliths of syn-to post Pan-African orthogneisses, metagranites and metagabbros with eclogite relics (Candan et al. 2001; Dora et al. 2001). The cover series can be subdivided into two units consisting of Palaeozoic and Mesozoic-early Tertiary series (Dürr, 1975; Konak et al. 1987).

Based on the geologic and geochronological evidence, three distinct acidic magmatic activities have been recognized in the MM: (i) Pan-African, (ii) Triassic and (iii) Miocene. The major phase of magmatic activity, represented by the protoliths of Pan-African orthogneisses, took place at the late Precambrian-Cambrian. Four different magmatic types of orthogneisses, phanocrystalline metagranite (augen gneiss), metagranite porphyry, tourmaline leucocratic metagranite and hornblende metagranite, are distinguished in the MM in terms of their mineralogical compositions and primary textures. The origin of these Pan-African orthogneisses has been controversial for many years. Although, in previous studies, most of the authors have suggested sedimentary origin (Schulling, 1962; Şengör et al. 1984; Satır & Friedrichsen 1986), a granitic protolith has also been claimed by Graciansky (1965), Erdoğan (1992), Bozkurt (1994), Bozkurt et al., (1993), Hetzel & Reischmann (1996) and Koralay et al. (2004). Dora et al. (1995) suggests that the protoliths of the gneisses with different structures are syn- to post-metamorphic granites which intruded into the basement during the late stage of the Pan-African orogeny. Based on geochemical characteristics, the protoliths of the augen gneisses have been interpreted as calc-alkaline, peraluminous, S-type, syn- to post-tectonic granitoids (Bozkurt et al. 1995; Dannat, 1997; Koralay et al. 2004).

In recent years, it has been generally accepted by authors that based on the mineralogical composition and texture, different type of orthogneisses can be distinguished in the MM. In great

majority of the previous studies, the gneisses have not been classified based on this evidence. All the gneisses were described as augen and/or granitic gneisses in the previous geochronological studies. In previous geochronological studies, Rb-Sr age determinations carried out on whole-rock orthogneiss samples from the Çine submassif, southern submassif of the MM, yielded isochron ages of 490 ± 90 Ma (Dora, 1975, 1976) and 471 ± 9 Ma (Şengör et al. 1984; Satır & Friedrichsen, 1986) which were interpreted as the intrusion ages of the protoliths (Table 1). Hetzel and Reishmann (1996) suggest that 546.2 ± 1.2 Ma can be interpreted as the intrusion age of the protolith of gneiss in Çine submassif. In the same submassif, Loos and Reischmann (1999) have obtained 521 ± 8 Ma to 572 ± 7 Ma intrusion ages from gneisses in north of Selimiye. Gessner et al. (2001, 2004) claims that the ages of 547.2 ± 1.0 Ma by single zircon Pb/Pb evaporation method and 541 ± 14 Ma and 566 ± 9 Ma by U-Pb SHRIMP method can be interpreted as the intrusion ages of metagranites in the Çine submassif. Similar intrusion ages, 528 Ma to 544 Ma, have been reported from various parts of the Demirci-Gördes and the Ödemiş-Kiraz submassifs by Dannat (1997). The intrusion age of the protolith of the gneisses into paragneisses in the Demirci-Gördes submassif was dated at 549.7 ± 7.6 Ma by Dora et al. (2002). The gneisses in the Ödemiş-Kiraz submassif yield Pb/Pb ages of 561.5 ± 0.8 Ma and 570.5 ± 2.2 Ma which are interpreted as the intrusion age of the protoliths into the Precambrian schists (Koralay et al. 2004).

In order to determine the ages of different type of gneisses, a geochronological study was carried out by Dora et al. (2006) in the Çine submassif. The contact relationships reveal that the augen gneisses are the oldest granites of the MM and are intruded by the other type of granites. The geochronological data are consistent with this field evidence. The age of 552.1 ± 2.4 Ma was obtained from an augen gneiss sample in the Çine submassif. There is only one age determination on metagranite porphyry which yielded an intrusion age of 551.5 ± 2.9 Ma. Tourmaline leucocratic metagranites were dated at 549 ± 26 Ma and 545.6 ± 2.7 Ma by conventional U-Pb and Pb/Pb single zircon evaporation method, respectively. Hornblende metagranites occurring as small bodies in Precambrian schists of the Çine submassif yielded an intrusion age of 530.9 ± 5.3 Ma (unpublished data).

Based on geological evidences, some researchers believe that the intrusion age of orthogneisses should be younger. Erdoğan (1992) and Erdoğan and Güngör (2004) advocated that the protoliths of the gneisses are syn-tectonic granites and intruded into the Triassic and Upper Palaeozoic metasediments of the Çine submassif during the main Menderes metamorphism occurred in Late Cretaceous – Early Cainozoic time. Bozkurt and Park (1994) and Bozkurt et al. (1995) maintained that the augen gneisses were probably emplaced during late orogenic extensional collapse of the thickened crust during Late Oligocene. Based on geologic and deformation evidences, Bozkurt (2004) claimed that tourmaline leucocratic metagranites intruded into gneiss – schist boundary along the extensional shear zone and the age of tourmaline metagranite is Late Oligocene-Early Miocene.

The geochronological ages of these orthogneisses are concentrated mainly between the time intervals of 540 to 550 Ma. The ages of gneisses which range from 520 to 570 my reveal that the gneisses can be interpreted as the differentiated products of the same Pan-African acidic magmatic activity. This widespread magmatic activity in the MM can be attributed to the Pan-African orogeny which was related to closure of the Mozambique Ocean.

The protoliths of Triassic leucocratic orthogneisses represent second significant magmatic activity in the MM. Limited number of geological and geochronological studies was carried out on these rocks. The leucocratic orthogneisses are exposed in the eastern and southern part of the Ödemiş-Kiraz submassif (Akkök, 1981; Koralay et al. 2001) and in the southeast of Demirci-Gördes submassif (Candan 1994). They have intrusive contact relationships with mica-schist of Precambrian basement and metasediments of Late Palaeozoic cover series (Koralay et al. 2001). Geochemical data suggest that the leucocratic orthogneisses have typical chemical composition of calc-alkaline and S-type granite (Koralay et al. 2001). Dannat (1997) and Dannat and Reischmann (1998) obtained intrusion ages of 227-240 Ma based on single zircon Pb/Pb evaporation method. Similarly, Koralay et al. (2001) reported the ages of 246±5 Ma, 241±5 Ma, and 235±6 Ma and interpreted these ages as the time of protolith emplacement of the leucocratic orthogneisses in Triassic time. In the previous studies, these leucocratic orthogneisses have been attributed to the Early Cimmerian events related to the closure of Paleotethys (Koralay et al. 2001). Widespread Early-Middle Triassic magmatic activities which are assumed to be related to the rifting of the Neotethys have already been reported in the Afyon Zone (Akal et al. 2005) and Karaburun (Akal et al. 2007). Considering the regional distribution of the Triassic magmatism in the tectonic zones of the Anatolids, the leucocratic granites can be assumed to be related to the opening of the Neotethys.

DEĞİNİLEN BELGELER / REFERENCES

- Akal, C., Candan, O., Koralay, O.E., Oberhaensli, R. & Chen, F., 2005, Int. Sym. on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of Eastern Mediterranean. Kadir Has University, İstanbul, Abstracts, p 77.
- Akal, C., Koralay, O.E., Oberhaensli, R., Chen, F., & Candan, O., 2007, 60th Geological Congress of Turkey, Ankara, Abstracts, pp 229-231.
- Akkök, R.1981, Geological Society of Turkey Bulletin 24, pp 11-20 [in Turkish with English Abstract].
- Bozkurt, E., 1994, Ph.D. Thesis, University of Keele.
- Bozkurt, E., 2004, Int J Earth Sci 93: pp. 52–71.
- Bozkurt, E. & Park, R.G., 1994, J. Geol. Soc. London, 151: pp. 213-216.
- Bozkurt, E., Park, R.G. & Winchester, J.A. 1993, Terra Nova 5, pp. 445-451.
- Bozkurt, E., Winchester, J.A. & Park, R.G. 1995, Geological Magazine 132, pp 287-301.
- Candan, O., 1994, Türkiye Jeoloji Bülteni, 37, 29-40.
- Candan, O., Dora, O.Ö., Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J.H., Warkus, F and Dürr, S., 2001, International Journal of Earth Science, 89, 4, pp. 793-811
- Dannat, C., 1997, Dissertation zur Erlangung des Grades, Doktor der Naturwissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.

- Dannat, C. & Reischmann, T., 1998, 3rd International Turkish Geology Symposium, Ankara, Abstracts, 275.
- Dora, O.Ö., 1975, Geological Society of Turkey Bulletin 24, pp 91-94 [in Turkish with English Abstract].
- Dora, O.Ö., 1976, Neues Jahrbuch Mineralogie Abhandlungen 127/3, pp. 289-310.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Oberhänsli, R. & Dürr, St., 1995, In: Piskin, O., Ergün, M., Savascın, M.Y., Tarcın, G. (eds), Proceedings of International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, Izmir, 1, pp. 53-72.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koralay, O.E. & Dürr, St., 2001, Int. J. of Earth Science, 89/4, pp. 836-851.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O. & Koralay, O.E., 2002, YDABÇAG – 554 nolu TÜBİTAK projesi.
- Dora, O.Ö., Candan, O. & Koralay, O.E., 2006, YDABÇG – 101Y132 nolu TÜBİTAK projesi.
- Dürr, S., 1975, Habilitation thesis. University of Marburg, 107 p.
- Erdoğan, B., 1992, In: Anıl, M. & Nazik, A. (eds) Proceedings of the International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Adana, Geosound, pp. 314-315.
- Erdoğan, B. & Güngör, T. 2004, Turkish J. Earth Sci., Vol. 13, pp. 15-36.
- Gessner, K., Piazzolo, S., Güngör, T., Ring, U., Kröner, A. & Passchier, C.W., 2001, International Journal of Earth Sciences 89, pp 766-780
- Gessner, K., Collins, A.S., Ring, U. & Güngör, T., 2004, Journal of Geological Society, London 161, pp. 93-101.
- Graciansky, P., 1965, Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey 64, pp 8-22 [in Turkish with English Abstract].
- Hetzl, R. & Reischmann, T., 1996, Geological Magazine 133, pp. 565-572.
- Konak, N., Akdeniz, N. & Öztürk, E.M., 1987, In: IGCP Project No: 5, Correlation of Variscan and pre-Variscan Events of the Alpine Mediterranean Mountain Belt. Field meeting, Turkey, pp. 42-53
- Koralay, O.E., Satır, M. & Dora, O.Ö., 2001, International Journal of Earth Sciences 89, pp. 822-835.
- Koralay, O.E., Dora, O.Ö., Chen, F., Satır, M. & Candan, O., 2004, Turkish J. Earth Sci., Vol. 13, 2004, pp. 37-61.
- Loos, S. & Reischmann, T., 1999, Geological Society of London 156, pp. 1021-1030.
- Satır, M. & Friedrichsen, H., 1986, Geologische Rundschau 75, pp. 703-714.
- Schuiling, R.D., 1962, General Directorate of the Mineral Research and Exploration (MTA) Bulletin 58, pp 71-84.
- Şengör, A.M.C., Satır, M. & Akkök, R., 1984, Tectonics 3, pp. 693-707.