

## KONFERANSLAR OTURUMU

## Batı Türkiye'nin Geç Paleozoyik'ten günümüze tektonik evrimi

*Late Palaeozoic - Recent tectonic evolution of Western Turkey.*

Alastair ROBERTSON  
Alan COLLINS  
Rachel FLECKER  
Clare GLOVER ••  
Elizabeth PICKETT  
Timur USTAÖMER  
John DIXON

Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh, İngiltere  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh, İngiltere:  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji, ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh, İngiltere.  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh, İngiltere:  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh, İngiltere  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh,, İngiltere  
Edinburgh Üniversitesi, Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Edinburgh,, İngiltere:

## ÖZ

1970 sonları ile 1980'lerde GB Türkiye'nin Antalya bölümünün Mesozoyik - Erken Tersiyer arası tektonik evrimine ilişkin Edinburgh'da yapılan çalışmaların ardından, son 5 yıl sil.resi.nce> yeni bir grup, Türk ve uluslararası çalışmacıların yaptıkları en son çalışmaları da. tamamlayıcı nitelikte olmak üzere Batı Türkiye'nin jeolojisine genel bir bakış sağlayan tektonik - sedimanter çalışmaları yürütmüştür. Önceki çalışmalar esas olarak Gondwana'ya (yani,, K.,Afrika) yakın bulunan Neotetis birimlerini konu almıştı. Bununla birlikte Avrasya'nın güney kenarı boyunca Tetis'in (yani, Paleotetis) kuzey kenarının erken tarihçesi halen tartışmalıdır ve bu yüzden biz, K, Türkiye'nin Orta Pooticferinde en iyi yüzeyleyen dilimi çalışmaya karar verdik (T. Ustaömer). Aynı zamanda kıyı Ege'sinin Paleotetis Karakaya tip sahasını da inceledik. (E. Pickett). Kuzey Neotetis okyanus havzasının (yani, "iç Torid okyanusu") tarihçesi Menderes metamorfik masifinin güneyinde yer alan Likya naplarında yapılan yeni bir çalışmayla aydınlanmıştır (A. Collins). Yine daha güneyde, çalışmalarımızı esas olarak İsparta Büklümü'nün Neojen ile güncel arası tarihçesi üzerinde yoğunlaştırdık (R. Flecker ve C. Glover). Elde ettiğimiz başlıca sonuçlar şunlardır,

Orta Pontidlerde, çok sayıda D - B gidişli tektonik, fasiyes kuşakları Avrasya'nın güney kenarı boyunca dalma batma - eklenme ve kıtasal büyüme olaylarının bir tarihçesini taşıyor. Paleozoyik - Orta Jura sırasında, Tetis, okyanusal yay gelişimiyle birlikte Geç Paleozoyik'te kuzeye dalmış. (Çangaldağ Karmaşığı) ve bir kıta parçasının (İstanbul ve Devrekani) rifüleşmesi ise transform ve/veya aktif kıta kenarında gelişen olaylarla ilgili olarak Geç Paleozoyik en Erken Triyas'ta bir yay gerisi havza, sistemi. (Küre Karmaşığı ve eşdeğerleri) oluşturmuştur. Bu olayı Erken Triyas'ta Avrasya, levhasının aktif kenarıyla bir denizaltı dağığının. (Kargı Karmaşığı) çarpışması ve bunun ardından eklenen malzeme ve ofiyolüerin altına., derine gömülmesi izlemiştir. Bu çarpışmanın Erken - Orta Triyas'ta Küre yay gerisi havzasının çökmesine neden olmuş olması mümkündür. Küre Havzasının güneye doğru kapanması Geç Jura'ya kadar tüm tektonik yığının Avrasya'nın güney kenarına eklenmesine yol açarak "Kimmeriyen orajenezine" neden olmuştur. Geç Jura - Erken Kretase sırasında. Tetis'in kuzeye doğru, yenilenen dalma - batması nedeniyle en son. oluşan dağığ sistemi duraylı hale gelmiş, daha sonra da çökmüştür; bu dönemde karbonatlı platform, çökelimi egemen olmuştur. Erken Kretase'de, yenilenen aktif kıta kenarı içinde türbiditler, moloz akıntıları ve olistolitlerin biriktiği yarım grabenlerin gelişmesiyle kabuksal genişlemeye uğramıştır. Daha da ilerleyen genişleme daha sonra. Batı Karadeniz havzasının ortaya çıkmasına ve olasılıkla da Orta Pontidlerde yüksek dereceli metamorfiklerin yüzeylenmesine neden olmuştur. Geç Kretase sırasında. Batı Karadeniz, havzası deniz dibi yayılmasıyla genişlemeye devam ederken, güney kenar ise güneyden itibaren ofiyolit ve ofiyolitli melanji yerleşimiyle ilişkili olarak, hızla çökmüştür. Erken Tersiyer'de, Pontidler Anatolidlerle çarpışarak bu sahada Tetis'in tümüyle tükenmesine yol açmıştır. Bu çarpışma özellikle güney Pontid sahalarında güneye doğru yeniden dilimler halinde üst üste bindirmeye. Kara deniz kıyısında ise kuzey yönlü sıkışmalara neden olmuştur.

Batı Türkiye'de, Paleotetis'in özellikle Geç Paleozoyik - Erken Mesozoyik yaşlı Karakaya Karmaşığı'nın tektonik konumuna ilişkin tartışma da sürmektedir. Önceleri, bu kuzeye dalma batmayla ilişkili, bir dalma, batma - eklenme karmaşığı olarak ya da Tetis'in güneye doğru kapanmasıyla ilişkili bir yay gerisi havzası olarak yorumlanmıştır. Çalışmamız Ege bölgesinde yüzeyleyen Karakaya Karmaşığı tip sahasında, yoğunlaşmıştır. Bu sahada., Karakaya Karmaşığı farklı tektonostratigrafik birimlerden oluşan ve tarafımızca Paleotetis eklenim karmaşığı olarak yorumlanan GB - dalımlı bir yığın oluşturan deforme olmuş düşük dereceli okyanus birimleri topluluğunu içermektedir. Bu birimlerden.. Nilüfer Birimi, altere bazaltlar (levha - içi tipi), volkanoklastikler ve

#### 49. TÜRKİYE JEOLojİ KURULTAYI 1996 BİLDİRİ! ÖZLERİ

kireç taşlarını içermekte olup birlikte denizaltı dağ dizilimi olarak yorumlanır. Bunların üzerinde bazalt - çörl - türbidit birimlerini (MO.RB tipi bazaltlarla birlikte) içeren Ortaoba Birimi yer almakta olup, bunlar hendek tipi eklenme bölgesine eklenmiş okyanus kabuğu olarak yorumlanır. Sonraki birim Kalabak Birimi olup olasılıkla eklenmiş abisal-seri olarak düşünülür. Serinin en üstünde Çal Birimi yer alır. Bu birim kıtasal teme! üstünde yer alan Permiyen yaşlı karbonat platform birimleriyle birlikte volkanik malzeme ve kireçlaşınca zengin moloz akıntularından oluşmakta olup iiftleşmiş karbonat platformu olarak yorumlanır. Bunların üzerine uyumsuz olarak yay önü havzası serileri gelir.. Ayrıca, Batı Biga Yarımadası (Denizgören ofiyoliti) ve Lesbos, adası meta - ofiyolitleri ultramafik dilimlerle (dalına - batma üstü zon tipi). Perm iyen yaşlı karbonat platform birimleri üzerine yerleşmiş metamorfik temellerden oluşur. Paleomanyelik veriler göz önüne alındığında, sahanın yapısal jeolojisi hem Karakaya Karmaşığı hem de ofiyolit birimlerinin kuzeye doğru bindirdiğini gösterir.. Sonuç olarak Karakaya Karmaşığını Paleoletis okyanus kabuğunun güneye dalmasıyla ilişkili bir dalma batma eklenme karmaşığı olarak yorumluyoruz. Asıl PalcotetLs dalma - batmasının kuzeye doğru (yani Ponkilerde) olduğu.. fakat daha önemsiz olan güneye doğru dalma - batmanın da Gondwana sınırına yakın aktif olduğu .sonucuna vardık. Bununla birlikte,, Kimmeriyen orojenezi sırasında Paleoielis'in tamamen kapandığını gösteren bulgu yoktur; oofl yerine gelişerek Mesozoyik okyanusu haline gelmiş (yani kuzey Neotetis) ve nihayet ancak Erken Tersiyer'de kapanmıştır.

Biz ayı zamanda GB Anadolu'da Likya Naplan'nın kökenini ve yerleşimini de araştırdık. Bunlar önceden kökleri Menderes metamorfik masifinin kuzeyinde ya da güneyinde olan bir dizi klasik bindirme!i naplar olarak düşünülmüştür. Bununla birlikte, son çalışmaları inez Likya naplanm tümüyle yerleşiminin, esas olarak Menderes masifinin KB'sında yer alan Neotetis okyanusunun kapanmasıyla ilişkili dalına - batına - eklenme işlemleri açısından ve daha küçük bir platform içi rift havzasının kapanmasıyla ilgili olarak yorumlanabileceğini göstermektedir. Sahada alttan üste doğru 5 büyük yapısal birim vardır 1) Beydağları / Menderes otoktonu, platform içi havza ile ayrılmış; 2) Likya eklenim karmaşığı, 3) Likya naplan, 4) İyi korunmuş metamorfik temeli ile birlikte dalma batma zon üstü **tıplı** peridotit bindirme dilimi ve 5) Üstte uyumsuz olarak yeralan çökeliler. Bu bilimlerin oluşumuna ilişkin tektonik ortamlar şunlardır; 1) Geç Paleozoyik - Erken Senozoyik kıta içi denizi; 2) Kuzeye dalma batma ile ilişkili Mesozoyik yaşlı okyanus içi eklenim kaması; 3) Mesozoyik'le pasif kıta kenarına dönüşmüş geç Paleozoyik yaşlı kıta içi rift sistemi; 4) 100 my yaşlı dalına balına zon üstü okyanus kabuğu; 5) Paleojen yaşlı kıta içi denizi, Meot etisin bu kısmının kapanması. Üst Kretase'de Likya OfiyoÜti üzerlediği zaman olmuştur. Bunua birlikte kalıntı Neotetis Okyanus Havzası Erken Tersiyer'e kadar varlığını sürdürmüş ve izmir - Ankara sutür zony içerisinde melanaj birimleri şeklinde korunmuştur. En son çarpışma ile birlikte orojenik çökme etkisiyle de Avrasya'nın güney sın m büyük bir kabuksal kalınlaşmaya ve günümüz Menderes Metamorfik .Masifi üzerine güneye doğru nihai, yerleşime neden olmuştur. Bindirme sırasında, her biri bir öncekinin güney doğusundan olacak şekilde birbiri ardına ön ülke havzaları oluşmuştur ve bunlar daha sonra bindiren yığının temelini eklenmiştir.

Likya. Kaplarının (ve daha doğudaki karşılıkları olan Beyşehir - Hoyran napları) yerleşimine ilişkin orojenik sonuçlar. Miyosen havzaları K - G Aksu ve Köprü havzaları ve D - B Manavgat Havzasında yapılan bütünsel çalışmalarda da görüldüğü gibi Türkiye'nin güney sahiline kadar hissedilmiştir. Bu sahada Miyosen hazalalarının tabanını, kısmen sutür zonundaki Mesozoyik yaşlı Antalya Karmaşığı oluşturmakladır, önceki çalışmalara göre Antalya Karmaşığı karbonat platformları, rifler ve Orta - Geç Triyas'ta açılmış ve Alt - Eosen'e kadar kapanmış okyanustan oluşan bir mozayiğe sahiptir.. Aşınma döneminin ardından Likya Naplarının gelişimiyle ilişkili olarak saha bir ön ülke havzasına dönüşmüştür. Ön ülke blok olarak, fay lanmış olup olasılıkla daha önce var olan zayıflık hatlarının yeniden .hareketlenmesiyle (Örneğin,, Antalya Karmaşığı içerisinde) oluşmuştur ve Akse. ve Köprü havzaları güneyinde çökelmiş başlıca karasal konglomera ve kumtaşlarından oluşan kalın bir seri (1.5 km) oluşturur. Daha sonra Burdigaliyen - Langiyen sırasında havza, alanları yer yer değişebilen oranda, mercan ve alg - resif gelişimi ile birlikte transgrcsyona uğramıştır. Langiyen sırasında gelişmeye ilişkin (yer yer transfansiyonal ?) önemli bir çökme bunu önce havza dalması, daha sonra da Miyosen sonunda (Aksu Fazı) yer yer sıkışma olayı izlemiştir,

Güney Türkiye sahili, de doğu Akdeniz'in en güneyde kalan Neotetis okyanusunun tektonik tarihinden etkilennmiştir., Bu bölgede Neotetis Triyas'la rift oluşumuyla doğmuş Geç Krotase - Erken Tersiyerde kısmen yerleşmiş (Antalya Karmaşığı şeklinde) fakat günümüze kadar 'kısmen açık kalmıştır, Bu okyanusa! havzanın kuzeye doğru olan dalma - batması Erken Miyosen'de ya da daha önce başlamış ve günümüz Kıbrıs - Girit aktif kenar sisteminin oluşumuna neden olmuştur., Dalma - batma üstü sedimentler ve tektonik işlemler Güney Kıbrıs'ta oldukça iyi görülmektedir. Levha sınırının tektonik tarihçesi son zamanlarda Kıbrıs'ın güneyinde Eratosthenes deniz altı dağı ODP sondajlarıyla açığa, çıkarılmıştır (Bak: Robertson ve Bilimsel Gemi Ekibi 1995). Eratostheoes'in karbonat platformunun egemen olduğu bir kabuk parçası olduğu ve Kuzey Afrika levhası kenarı boyunca yükselen bir dağlık boron (ya da çıkıntı) oluşturduğu saptanmıştır; Bu günümüzde kuzeye doğru, ilerleyerek Kıbrıs aktif kenarı ile çarpışmaktadır.

#### 49. TÜRKİYE JEOLJİ KURULTAYI 1996 BİLDİRİ ÖZLERİ

Neotetis'in 'kapanması sırasında tektonik bölgeler giderek Avrasya'nın güney keman ile kaynaşmış ve aktif kenar tümüyle güneye doğru hareket etmiştir. Bu bölgelerini kaynaşması ve buna ilişkin kabuksal kalınlaşmayı Batı Türkiye'de riftleşme ve orojenik çökme izlemiştir. Örneğin Aksu Havzası salı ilinde Messiniyen. Erken Pliyosen (olasılıkla güneye doğru dalma - batma ile ilişkili) 'de genişleme tektoniğini havza dolması izlemiş ve daha sonra Geç Pliyosen - Erken Pleistosen sırasında orojenik çökme şekli olarak yorumlanan önemli bir rıfl oluşum evresi geçmiştir. Bu aynı zamanda Batı - Türkiye'nin (örneğin Ege Graben sistemi.) büyük bir kısmında etkilemiştir.

Sonuç olarak Batı - Türkiye'den elde edilen yeni bilgiler Doğu Akdeniz bölgesinde Tefisin tektonik evrimine ilişkim alternatif modeller ışığında ele alınabilir; Model 1) (Robertson ve Dixon, 1984): Doğu Akdeniz bölgesinde en azından Geç Paleozoyik'ten bugüne kadar tek bir Tef is okyanusu sürekli olarak var olmuştur. Bonon başlıca etkileri Tetis okyanus kabuğunun kuzeye doğru Avrasya altına dönem dönem dalma batması, ve Gondwana'dan Avrasya'ya doğru kıta parçalarının kuzeye sürüklenmesidir. Mesozoik sırasında güney Tetis bölgesi Gondwana'dan türeyen mikrokıtasa ve küçük okyanus havzaları arasına yayılmıştır., Ofiyolitler esas olarak bölgesel levha yaklaşım dönemlerinde hem kuzey (iç) ve hem güney (dış) okyanus havzalarında dalma batma zonları üzerinde yayılma ile oluşmuştur ve başlıca hendek - pasif kenar çarpışmaları sonucunda yerleşmiştir.. Buna ilişkin bir modelde Stampfli ve diğerleri Geç - Permiyen'de Kuzey Afrika keman boyunca yayılmayı ele alınmıştır. Model 2.A) (Dercourt ve diğerleri, 1986): Yalnızca bir kez evrim geçiren Telis vardı. Triyas - Jura okyanus kabuğu. (Neotetis) Gondwana ile ilişkili birimlerin kuzeyinde yer alan tek bir Tetis okyanus havzasında oluşmuştur. Kretase sırasında günümüz Doğu. Akdeniz alanında yayılma ile küçük bir okyanus havzası oluşmuştur. Jura ve Kretase ofiyolitleri yayılma sutlarında oluşmuş olup bölgesel levha uzaklaşma (traksama) dönemlerini belgeler, Yeni bir düzenleme olan Model 2B) de (Dercourt ve diğerleri., 1993) yayılma Gondwana'nin kuzey kenarı boyunca genişlemiş ve büyük bir mikrokıtayı yararak Güney Ege içerisine bir kol şeklinde uzanmıştır. Daha sonra Kretase'de daha da ilerleyen yayılma a Doğu. Akdeniz havzasını aşmış ve daha önce varolan karbonat platformlarını parçalamışın., Mesozoik ofiyolitleri esas olarak kuzeydeki orojenik bölgelerden (yani iç bölgeler) uzağa taşınmış olarak görülmektedir. Model 3) (Şengör v.d., 1984), Geç Paleozoyik'te dalma - batma egemen olarak güneye doğru olup. Doğu Akdeniz'de Gondwana'nin kuzey kenarının altına doğru olmuştur. Bu dalma batma 'Triyas yay gerisi havzalarının açılmasına neden olmuştur ve riftleşmiş Gondwana fragmanı (Kimmeria) önceden varolan Telis (Paleotetis) boyunca sürüklenerek pasif Avrasya kıta kenarı ile çarpışmıştır. Çarpışma komşu yay gerisi havzasının (Karakaya) çökmesine neden olmuş ve bunu Erken Jura 'da yenilenen küçük bir okyanus havzasının rıflleşmesi izlemiştir.. Mesozoik ofiyolitleri başlıca dalma - batma zonları üzerinde oluşmuştur. Bunlar çeşitli şekillerde uzağa taşınmış olarak (Yunanistan bölgesi) ya da daha yerel olarak köklü şekilde (Türkiye bolumu.) olmak üzere çeşitli şekillerde görülürler..

Son bulgular üç modelin tümünde de ayrıntıda bazı zorluklar<sup>1</sup> bulunduğunu gösterir. Bununla birlikte Model 1'de dört anahtar' unsur görülür; Kuzey'de egemen olarak kuzey yönlü dalma - batma, güneyde Triyas'tan bu yana çoklu okyanus havzaları büyük ofiyolitleri oluşturan dalma - batma üstü yayılma ve hem kuzey, hem de güneydeki, Mesozoik okyanus havzalarından olan yerleşmedir.

Teşekkür.

Antalya, karmaşığında yapılan çalışmalarda M.TA.'nın yardım lan olmuştur. En son çalışmalarımız sırasında özellikle I.T.Ü. ile işbirliğinden yararlanılmıştır.

En son, yayımlar.

Edinburgh grubunun Batı Türkiye üzerine yaptığı en son yayımlar aşağıda verilmiştir. Açıkça belirtmek, gerekirken mevcut Türk ve uluslararası literatürden tek tek katkılar şeklinde değinmelerle büyük çapta yararlandık.

#### **ABSTRACT**

*Following on front Edinburgh - based work during the late 1970s and 1980s concerning the Mesozoic - Early Tertiary tectonic evolution of the Antalya area of SW Turkey, during the last 5 years a new group has carried out tectonic - sedimentary studies that provide an overview of the geology of Western Turkey that is complementary to recent worthy Turkish and international colleagues.. Previous work was mainly concerned with Neotethyan units that evolved close to Gondwana (i.e., N Africa). However, the earlier history of the N margin of Tethys (i.e., Palaeotethys) along the southern margin of Eurasia has remained controversial and we therefore decided to study the best exposed segment in the Central Pontides of N Turkey (T. Ustaomer). We also investigated the type Palaeotethyan Karakaya area of the coastal Aegean (E. Picked). The history of the northern Neotethyan oceanic basin (i.e., the "inner Tauride ocean") was clarified by a new study of the Lycian Nappes,, south of the Menderes metamorphic massif (A. Collins),. Further south again, we mainly focused on the Neogene to Recent history of the İsparta Angle area (R. Flecker and C. Glover). Some of our main results are as follows:*

*In the Central Pontides a number of E - W trending tectonic fades belts record a history of subduction - accretion and continental growth along the S margin of Eurasia. During the Palaeozoic - Mid Jurassic., Tethys was*

subducted northwards with development of an oceanic arc (the Çangaklağ Complex) in the Late Palaeozoic, and rifting of a continental fragment (Istanbul & Devrekani), related to transform and/or active margin processes, to form a back - arc basin system (the Küre Complex and equivalents) in the latest Palaeozoic - earliest Triassic. This was followed by collision of a seamount (the Kargı Complex) with the active margin of the Eurasian plate, and its subsequent deep burial under accretionary material and ophiolites in the Early Triassic. This collision possibly resulted in collapse of the Küre back - arc basin in Early - Mid Triassic. Southward closure of the Küre Basin led to the accretion of the whole tectonic stack to the S margin of Eurasia, causing the "Cimmerian orogeny" by Late Jurassic. During the Late Jurassic - Early Cretaceous the recently formed orogen stabilised then subsided, possibly triggered by renewed northward subduction of Tethys: carbonate platform sedimentation prevailed during this period. Crustal extension of the renewed, active margin took place in the Early Cretaceous, with the development of half grabens in which turbidites, debris flows and olistoliths accumulated. Further extension then resulted in generation of the W Black Sea basin, and probably also to exhumation of high - grade metamorphics in the Central Pontides. Owing to the Late Cretaceous the W Black Sea basin continued, to widen by sea - floor spreading, while the S margin rapidly subsided associated with ophiolite and ophiolitic melange emplacement from the south. During Early Tertiary, the Pontides then collided with the Anatolides, leading to total consumption of Tethys in this area. This collision caused S - vergent re - imbrication especially in the southern Pontide areas and N - vergent compression at the Black Sea coast.

Controversy has also persisted concerning the tectonic setting of Palaeotethys in western Turkey, notably the Late Palaeozoic - Early Mesozoic Karakaya Complex. Previously, this was proposed as a subduction - accretion complex related to northward subduction, or interpreted as a back - arc basin related to southward closure of Tethys. Our work has focused on the type area of the Karakaya Complex exposed in Aegean Turkey. In this area the Karakaya Complex comprises a deformed low - grade assemblage of oceanic units forming a SE - dipping stack of distinct tectono - stratigraphical units, interpreted, by us as a Palaeotethyan accretionary complex. Of these units, the Nilüfer Unit comprises altered basalts (of within - plate type), volcanoclastics and limestones, together interpreted as a seamount sequence. Above this, the Ortaoba Unit comprises basalt - chert - turbidite units (with basalts of MORB type), interpreted as oceanic crust accreted in a trench - type accretionary setting. The next unit, the Kalabak Unit, is interpreted as a possible accreted abyssal sequence. At the top of the pile the Çal Unit comprises Permian carbonate platform units on terrigenous basement, together with volcanic and limestone - rich debris flows, and is interpreted, as a rifted carbonate platform. Unconformably overlying sequences, are interpreted as a forearc basin. In addition, meta - ophiolites of the W Biga Peninsula (Denizgörcü Ophiolite) and on Leshos island comprise ultramafic slabs (of above - subduction zone type) with metamorphic soles that were emplaced onto Permian carbonate platform units. Taking account of palaeomagnetic data, the structural geology of the area indicates northward thrusting of both the Karakaya Complex and ophiolite units. We therefore interpret the Karakaya Complex, as a subduction - accretion complex related to southward underthrusting of Palaeotethyan oceanic crust. We infer that the main Palaeotethyan subduction was northward (i.e. in the Pontides), but that minor southward subduction was also active near the Gondwana margin. However, there is no evidence that Palaeotethys completely closed during a "Cimmerian orogeny"; instead it evolved into a Mesozoic ocean (i.e. northerly Neotethys) that only finally closed in the Early Tertiary.

" We have also investigated the origin and emplacement of the Lycian Nappes of SW Anatolia. These were previously interpreted as a series of classical thrust nappes, rooted either to the north or south of the Menderes metamorphic massif. However, our recent work shows that the entire Lycian nappe emplacement can be interpreted in terms of subduction - accretion processes related, to closure of a Neotethyan oceanic strand mainly located, to the NW of the Menderes massif, together with closure of a smaller infra - platform rift basin. Overall, five major structural units are present in the area: from the base upwards; i) the Bey Dağları / Menderes autochthon, split by the infra - platform basin; ii) the Lycian accretionary complex; iii) the Lycian Nappes proper; iv) a peridotite thrust sheet of supra - subduction zone type with a well - preserved metamorphic sole; and v) unconformably overlying sediments. The tectonic environments of formation of these units are; i) a Late Palaeozoic to Early Cenozoic intra - continental sea; ii) a Mesozoic infra - oceanic accretionary wedge related to northward subduction; iii) a Late Palaeozoic intra - continental rift system that evolved into Mesozoic passive margin; iv) ca. 100 M.y. supra - subduction zone oceanic crust; and 5) a Palaeogene intracontinental sea. Closure of this part of the Neotethys occurred in the Upper Cretaceous when the Lycian ophiolite was obducted. However, a remnant Neotethyan ocean basin survived into the Early Tertiary and is preserved as melange units within the İzmir - Ankara suture zone. Final collision with the, then, S margin of Eurasia resulted in major crustal thickening and final southward, emplacement over the present Menderes metamorphic massif, aided, by the effects of "orogenic collapse". During thrusting, successive foreland basins formed, each further SE of its predecessor, and were then accreted to the base of the over - riding thrust stack.

The orogenic consequences of emplacement of the Lycian Nappes (and counterparts further E, the Beyşehir - Hoyran nappes) were felt as far south as coastal southern Turkey, as revealed by an integrated study of Mioce-

ne basins, the N - S Aksu and Köprü basins, and the E - W Manavgat basin.. In this area,, the Miocene basins are partly flooded by the sutured- Mesozoic Antalya Complex, Earlier work has shown that the Antalya Complex records a mosaic of carbonate platforms, rifts and oceanic strands that opened in the Mid. - Late Triassic and closed by Lower Eocene time. After a period of erosion,, the area evolved into a foreland basin related to advance of the Lycian Nappes.. The foreland was block faulted, probably re - activating pre - existing lines of weakness (e.g. within the Antalya Complex) and a thick (ca. 1.5 km) sequence of mainly continental conglomerates and sandstones accumulated in the south of the Aksu and Köprü basins. Then, during the Burdigalian - Langhian, basinal areas were transgressed,, associated with locally variable coral and alga! - reef development. An important extension - related (to local extensional ?) subsidence event took place during the Langhian, followed first by basin filling, and then by a localised, compressional event at the end of the Miocene (Aksu phase)..

Onshore southern Turkey was also influenced by the tectonic history of the southernmost Neotethyan oceanic strand in the Eastern Mediterranean Sea.. Neotethys in this area originated by rifting in the Triassic,, and was partly emplaced (as the Antalya Complex) in the Late Cretaceous - Early Tertiary, but has remained partly open to the present time. Northward, subduction of this oceanic basin, was initiated in Early Miocene time or earlier» giving rise to the present Cyprus - Crete active margin system,. Above - subduction sedimentary and tectonic processes are well displayed in southern Cyprus. The tectonic history of the plate boundary was recently clarified by ODP drilling of the Eratosthenes "Seamount" south of Cyprus (see Robertson and the Shipboard Scientific Party,, 1995). Eratosthenes was found to be a crustal fragment, dominated by a carbonate platform,, that formed a promontory or off- margin high along the edge of the North African plate; this is currently colliding with the Cyprus active margin to the north.

During closure of Neotethys tectonic terranes were progressively welded, to the southern margin of Eurasia and the active margin has migrated southwards overall. Amalgamation of terranes and related crustal thickening was followed by rifting and "orogenic collapse" in western Turkey.. For example, in the coastal Aksu basin extensional tectonics in the Messinian - Early Pliocene (possibly related to subduction to the S) was followed by basin infilling, and there was then an important phase of rifting interpreted as a form of "orogenic collapse" during Late Pliocene - Early Pleistocene time; this also affects much of western Turkey (e.g.. Aegean graben system)..

Finally, the new information from western Turkey can be considered in the light of alternative models for the tectonic evolution of the Tethys in the Eastern Mediterranean region; Model 1 (Robertson and Dixon, 1984); A single Tethyan ocean continuously existed, in the Eastern Mediterranean region,, at least from Late Palaeozoic onwards. The dominant influences were episodic northward subduction of Tethyan oceanic crust beneath Eurasia, and northward drift of continental fragments from Gondwana towards Eurasia. During the Mesozoic the south - Tethyan area was interspersed with Gondwana - derived microcontinents and small ocean basins.. Ophiolites formed mainly by spreading above subduction zones in both northerly (internal) and southerly (external) oceanic basins during times of regional plate convergence, and were mainly emplaced as a result of trench - passive margin collisions.. In a related model,, Stampfli et al. have argued for spreading along the North African margin in the Late Permian. Model 2A (Dercourt et al., 1986): Only one evolving Tethys existed. Triassic - Mesozoic oceanic crust (Neotethys) formed in a single Tethyan ocean basin located north of Gondwana - related units. Spreading later formed a small ocean basin in the present Eastern Mediterranean Sea. area during the Cretaceous.. Jurassic and Cretaceous ophiolites formed "at spreading ridges and record times of regional plate divergence. In an updated version, Model 2B (Dercourt et al., 1993), spreading extended along the northern margin of Gondwana, with an arm extending through the south Aegean, splitting off a large microcontinent. Further spreading in the Cretaceous then opened the Eastern Mediterranean basin and fragmented pre - existing carbonate platforms. The Mesozoic ophiolites were seen as being mainly far - travelled from northerly (i.e.. internal) orogenic areas. Model 3 (Şengör et al., 1984): Subduction in the Late Palaeozoic was dominantly southwards» beneath the northern margin of Gondwana. in the Eastern Mediterranean. This subduction led to opening of Triassic backarc basins; and a rifted Gondwana fragment (Cimmeria) drifted across the pre - existing Tethys (Palaeo - Tethys) to collide with a passive Eurasian margin... The collision collapsed an adjacent backarc basin (Karakaya) and was followed, by renewed rifting of a small ocean basin in the Early Jurassic. Mesozoic ophiolites mainly formed above subduction zones; they were variously seen as far - travelled (in the "Greek area"), or more locally rooted (in the "Turkish area")..

Recent evidence shows that difficulties exist with all three models in detail. However, the four key elements are met in Model 1: dominantly northward subduction in the north» multiple ocean basins from Triassic onwards in the south, supra - subduction spreading to form the major ophiolites, and emplacement front both northerly and southerly Mesozoic oceanic basins.

**Acknowledgements**

Work on the Antalya Complex' was assisted by MTA, and we benefited from collaboration particularly with İTÜ during our more recent studies.

Recent publications:

Recent publications on western Taurus key by the Edinburgh - based group are listed below. Obviously, we have benefited greatly from the available Turkish and international literature which is added in the individual contributions.

Collins, A.S., Flecker, R.M., Glover, C., Poisson, A. and Robertson, A.H.F., 1995, Neotectonic - Quaternary sedimentary basins of SW Turkey in their regional tectonic framework. I ESC A Fieldtrip Guide, Dokuz Eylül University, 1995.

Collins, A.S. and Robertson, A.H.F., 1995, Model of Late Mesozoic to mid Tertiary compressional tectonics in S Tethys: evidence from the Lycian Nappes, SW Turkey, Terra Abstracts, European Union of Geosciences, Abstract, v. 7, p. 176.

Flecker, R.M., 1995, Miocene basin evolution of the Isparta angle, S. Turkey. Unpublished University of Edinburgh Ph. D. thesis.

Flecker, R.M., Robertson, A.H.F. and Poisson, A., 1995, Facies and tectonic significance of two contrasting basins in south coastal Turkey. Terra Nova, v. 7, p. 221 - 232.

Glover, C.P. 1995, Plio - Quaternary sediments and Neotectonics of the Isparta Angle, SW Turkey, Unpublished University of Edinburgh Ph. D. thesis.

Glover C.P. and Robertson, A.H.F., 1993, Delta progradation and terrace formation related to regional uplift; Aksu basin, Southern Turkey. 7th European Union of Geosciences, Strasbourg, Terra Abstracts, v. 5, p. 279,

Pickett, E.A., Tectonic evolution of the Palaeotethys ocean in NE Turkey. Unpublished University of Edinburgh Ph. D. thesis.

Pickett, E.A. and Robertson, A.H.F., Tectono - stratigraphy and evolution of the Karakaya Complex and related units, NW Turkey. Submitted, to Journal of the Geological Society of London.

Pickett, E.A. and Robertson, A.H.F. and Dixon, J.E., The Karakaya Complex, NW Turkey: a Palaeotethyan accretionary complex. In: Geology of the Black Sea region, MTA, Ankara., in press.

Robertson, A.H.F., Evolution of Neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins In the Antalya Complex, southwest Turkey. In: L.E. Frostick and R.J. Steel (eds): Tectonic controls and signatures of sedimentary successions, Special Publication of the International Association of Sedimentologists, v. 20, p. 415 - 46, Blackwell Scientific Publications, Oxford., U.K,

Robertson, A.H.F., 1994, Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and. application to Tethys in the Eastern Mediterranean region, Earth - Science Reviews, v. 37, p. 139 - 213.

Robertson, A.H.F., Çiftçi, P.D., Degnan, P. and Jones, G., 1991, Palaeogeographic and palaeotectonic evolution of the eastern Mediterranean Neotethys. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 87, p. 291-232.

Robertson, A.H.F. and Dixon, J.E., 1984-1996 (eds). The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society of London Special Publication, v. 71, Note: This book is currently being reprinted by the Geological Society of London.

Robertson, A.H.F., Dixon, J.E., Brown, S., Collins, A., Morris, A., Pickett, E., Sharp, I. and Ustaömer, T., 1996, Alternative tectonic models for the Late Palaeozoic - Early Tertiary development of Tethys in the Eastern Mediterranean region. In: Morris, A. and Tarling, D. (eds.): Palaeomagnetism and Tectonics of the Mediterranean Region., Geological Society of London Special Publication No. 105., p. 239 - 263.

Robertson, A.H.F. and Grosso, M., 1995 Later Tertiary - Quaternary Mediterranean tectonics and palaeo - environments. In: A.H.F. Robertson and M. Grosso (eds.): Thematic Set - Later Tertiary - Quaternary Mediterranean tectonics and palaeo - environments. Terra Nova., v. 7, p. 114-127.

Robertson, A.H.F. and the Scientific Party of Leg 160. 1995, Evidence of collisional processes associated with ophiolite obduction in the Eastern Mediterranean: Results from Ocean Drilling Program Leg 160, GSA Today, Geological Society of America, v. 5, No. II, p. 213 & 218 - 221.

Ustaömer, T., 1993, Pre - Late Jurassic tectonic - sedimentary evolution of north Tethys: Central Pontides, N Turkey. Unpublished PhD thesis, University of Edinburgh.

Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., 1993, Late Palaeozoic - Early Mesozoic marginal basins along the active southern continental margin of Eurasia; evidence from, the Central Pontides (Turkey) and adjacent regions.,

*Geological Journal*, v. 28 (3/4). p. 219 - 238..

Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., 1994, Late Palaeozoic marginal basin and subduction ~ accretion: evidence from the Palaeotethyan Küre Complex, Central Pontides, N Turkey, *Bulletin of the Geological Society of London*, w, 151 (2), p. 291 - 306.

Ustaömer, T. and Robertson A.M.F., The Çangaldağ Complex: Evidence of a Palaeotethyan ophiolite - floored oceanic volcanic arc in the Central Pontides, N Turkey, *Eclogae Geologicae Helveticae*, in press.

Ustaömer, T. and Robertson A.M.F., Tectonic - sedimentary evolution of the North - Tethyan active margin in the Central Pontides of Northern Turkey. "Pontide Geology", *American Association of Petroleum Geologists Special Publication*, (ed.): A. Robinson, in press.

## Antropojenik Çevresel Etkiler: Çevre Sorunlarının Yerbilimleri Açısından Değerlendirilmesi

*Anthropogenic environmental traces: Evaluation of environmental problems from an earth science perspective*

Muharrem SATIR - Tübingen Üniversitesi, Mineroloji, Petroloji ve Jeokimya Enstitüsü, Tübingen, Almanya  
ÖZ

Sanayileşmenin başlamasıyla 'beraber' insanlar doğal dönüşümler üzerinde çok ciddi bir etki bırakmaya başlamışlardır. Metal endüstrisini tüm dallarında görülen ağır metallerin emisyonu özel bir problem olmuştur. Günümüzde kurşun, çevre sorunları açısından en çok rastlanan metal konumundadır. Yalnızca Almanya'da bir yılda kullanılan kurşun miktarı 330 000 ton olup bunun 1/4'unun doğal ortamlarda yok edildiği tahmin edilmektedir (Scheffer and Schachtschabel 1989; Merlan, 1984). Çok sayıdaki gelişme ve kontroller (gelecekte kurşunun emisyonunu azaltacaktır (örn. kurşunsuz benzin kullanımı gibi). Bununla birlikte, son birkaç on yılda yeraltısuyu, bava ve toprağa büyük ölçekte kurşun verilmektedir ve biz şimdilerde tüm depolama ortamlarında yoğun şekilde kurşun problemiyle yüzyüze gelmekteyiz.. Kurşun çıkısına neden, olan geniş çaptaki, endüstri alanında,, özel kirleticilerin tanımlanması de ayrıca çok. komplike bir işlemdir. Bununla beraber bu özel kirleticilerin tanımlanmasına yardımcı olacak, çeşitli yöntemlerin, kullanımı sözkonusudur. Bu konferansta bu konuya değinilecektir.

WHO (Dünya Sağlık Organizasyonu) haftada 3.5 mg aşan konsantrasyonlardaki kurşunun insan için toksik özellik göstereceğini belirtmiştir. Kurşun insan tarafından beslenme yoluyla kadar, deri veya solunum yollarıyla da alınabilmektedir., Bu açıdan içinde kurşun bulunduran kimyasal, bileşimler önem taşımaktadır. Eğer kurşun, kurşun. (II) klorit gibi çözülebilir formlarda ise basit olarak vücut tarafından kolayca adapte edilebilmektedir. Bu olay beslenme zincirinde önemlidir. Çünkü kurşun, bitkilerde yalnızca çözülmüş halde bulunmaktadır. Kurşunun kimyasal özelliği,, özellikle kurşun yataklarından alınan kursorun tehlikesinin: değerlendirilmesinde önemlidir.. Yalnızca çözülebilir kurşun bileşikleri, hareketlidir ve yeraltısuyunu kirletir. Laboratuvar ve arazi çalışmaları bu görüşü desteklemektedir., Bu konuya, paralel olarak yapılan incelemeler yerbilimleri için ideal, bir araştırma metodu oluşturur.

Kurşun kirlenmesinin yerbilimleri perspektifi, ile ele alınması durumunda,, analizlerin çok. iyi seçilmesi, gerekmektedir. Kurşun konsantrasyonunun belirlenmesi daha sonraki çalışmalar için ilk adımı oluşturmaktadır. Kurşun içeren bileşiklerin tane boylarını ele alan mineralojik çalışmaları kadar, kurşunun hareketliliğinin hesaplanması, da Pb konsantrasyonlarının zarar verme potansiyellerinin ayrıntılı olarak hesaplanmasında gereklidir» Kurşun izotop çalışmaları, potansiyel kirleticilerin saptanmasında yardımcı olacağı gibi FIVun izlediği yollarla ilgili de bilgi sağlayacaktır. Aynı zamanda bu tür çalışmalar, kurşun kirlenmesinin zararlarını tam olarak anlamak için doğal ortamlarda yürütülen veya buna paralel arazi çalışmalarına paralel veya devamında uygulanmalıdır..

### ABSTRACT

*Since the beginning of industrialization, humans have started to have an enormous influence on natural cycles. A particular problem, has been the emission of heavy metals from all branches of the metal industry. Then as now, lead has been the foremost contributor to environmental problems. This is illustrated by the fact that in Germany alone about 300 000 t of lead are used annually, of which about 114 is estimated to end up in*

the natural environment (Scheffer and Schachtshabel, 1989; Menait, 1984). Numerous technical improvements and commis will lead to reduced future emissions of lead (e.g. the use of lead -free gasoline). However, owing to the large output of lead into the groundwater, air,, and soil over the last few decades, we are now facing the problem, of immense amounts of lead in all types of depositories.. The large variety of industries that contribute to the lead output also complicate the déterminai ion of specific polluters. There are, however, certain methods that may prove usefid for the determination of specific polluters, and these are discussed further in the lecture.,

The World Health Organization (WHO) has indicated thai lead is toxic to humans., If consumed at concentrations in excess of 3.5 mg per week. Lead may be .taken up by humans through ingested food as well as through the skin or through respiratory pathways. Of importance in this regard,, is the chemical complex in which the lead- is hound. If lead occurs in a highly soluble form, for example as Lead (II) chloride,, then it is readily adopted as elemental lead by the body., This is importait! in the food chain., since lead, occurs in plants only in dissolved form. The chemical speciation of lead is particularly important in assessing the danger of lead up - take from le- ad depositories. Only soluble lead compounds are mobile and may thus contaminate the groundwater,,. It will be demonstrated below that laboratory and field studies,, when examined in parallel, form an ideal method of inves- tigation suitable for the earth sciences.

The assessment of lead pollution from, an earth sciences perspective, requires well chosen, analyses.. Determi- nation of the concentrations of lead only form the first step for subsequent studies. Examination ofefluates aimed at determining the mobility of lead, as well as minéralogie studies of the grain size of lead - bearing compounds, are necessary for a detailed evaluation of the hazard potential ofelemated lead concentrations.. Lead isotope stu- dies may further help to pinpoint potential pollutants nnd provide information on the pathways of lead.. This de- monstrates thai geochemical and isoiopic studies under controlled, laboratory conditions are necessary to provi- de urgently needed, background, information... At the same time, such studies have to be put into practice by subsequent or parallel field studies in natural settings in order to fully understand the hazards of lead pollution..

## Dünya altın madenciliği ve Türkiye'nin altın potansiyeli Gold mining in the world and gold potential of Turkey

Vedat OYGÜR

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi,, Ankara

### ÖZ

1970li yıllardan itibaren, altın fiyatlarının hızla yükselmesiyle birlikte, altınlı cevherin işlenmesi teknoloji- sindeki yeni gelişmelerin de etkisiyle Dünya altın madenciliği dikkati çeken bir büyüme süreci içine girmiştir. Böylece, yeni bir "Altına Hücum" dönemi yaşanmaya başlamıştır.. Dünya madenciliğini egemenliği altına alan ta gelişim ülkemizi de etkilemekte gecikmemiş ve özellikle Batı Anadolu ve Doğu Karadeniz'de yoğun arama çalışmalarına başlanmıştır. Ancak, bulunan yatakların üretime açılabilmesi için, altın madenciliğinin çevreyi nasıl etkileyeceği konusundaki tartışmaların çözümlenmesi gerekmektedir..

Açılma tektoniğinin egemen olduğu, jeotermal sistemler bakımından zengin ve epidermal altın cevherleşme- lerinin parmak izi olarak kabul edilen Hg - As - Sb cevherleşmelerinin fazlaca görüldüğü Batı Anadolu, ile altın cevherleşmeleri açısından önem taşıyan masif sülfid ve porfirli tip maden yataklarının bol bulunduğu Doğu Ka- radeniz,, altın cevherleşmeleri için jeolojik ve metalojenik açılardan Türkiye'nin potansiyel bölgeleridir. Günü- müzde işletilebilirliği söz konusu altın yataklarının rezervi 76 ton,, potansiyel yatakları 17 ton ve altının yan ürün olduğu baz melal yataklarıdaki altın rezervi 42 ton olmak üzere bilinen toplam altın rezervi 135 tondur.

### ABSTRACT

World gold mining has been in conspicuous enlargement period since 1970's, due to the new developments in the gold ore procce-sing together with the rapid increase of the gold prices. Therefore, a new "Gold Rush" ti- me has started, to be lived. This evolution dominating the 'world mining has not been late to affect our country, and, increasing exploration activities have been started particularly in the western. Anatolia, and in the eastern Pontids. However, the dispute how gold, mining will be affected, the environment must be solved to mine the dis- covered deposits..

Western Anatolia where the extension tectonics have been dominant, geothermal systems are abundant,, and the H g - As - Sb mineralizations thai are the fingerprint of the epithermaf. gold mineralizations are widespread,, and the Eastren Pontids where the massif sifides and porphyry - type ore deposits that are important for the gold mineralizations are abundant are the potential regions for the gold mineralizations from the point of view of the geology and metallogeny of Turkey. The known total gold reserve at present in 135 metric tons as the exp- loitable gold deposits have 76 metric tons,, the potential deposits 17 metric tons,, and the base - metal deposits where the gold is by - product 42 metric tons.,