
Neotektonik
Neotectonics

Oturum Yürütücüsü / Convener: Ali Koçyiğit

Batı Türkiye'nin Diri Fay Geometrisi ve Güncel Kinematığı

Ömer Emre¹, Tamer Y. Duman¹, Ahmet Doğan², Selim Özalp¹, Cengiz Yıldırım³,
Akın Kürçer¹, Volkan Özaksoy⁴, Hasan Elmacı¹ ve Gülnur Koç¹

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: emre@mta.gov.tr)

² İller Bankası Genel Müdürlüğü, Atatürk Bulvarı, No: 21 Opera, 06050 Ulus, Ankara

³ University of Potsdam Institute of Geosciences, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany

⁴ Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Bulvarı, 07058 Kampüs, Antalya

MTA tarafından 1992 yılında yayımlanmış olan Türkiye Diri Fay Haritası güncellenmektedir. Güncellemedeki esas amaç ülke geneline ilişkin 1:25.000 ölçekli diri fay haritalarının hazırlanması ve 1:250.000 ölçeğinde Türkiye Diri Fay haritalarının yayımlanmasıdır. Ayrıca, ülkenin deprem tehlikesinin belirlenmesine katkı sağlayacak diri fay veri tabanı oluşturulmaktadır. Bu çalışmada projeden elde edilen yeni veriler ışığında Batı Türkiye'deki diri fay geometrisi ve bölgenin güncel kinematığı tartışılmaktadır. Batı Türkiye'nin güncel tektoniği, Kuzey Anadolu (KAFS) ve Doğu Anadolu (DAFS) transform fay sistemleri arasında Anadolu Bloğu'nun batıya kaçışı şeklinde gerçekleşen karmaşık tektonik süreçlerin eseridir. Yeni bulgular, Batı Türkiye'nin kuzeyden güneye doğru KAFS, Kuzeybatı Anadolu Geçiş Zonu ve Ege Açılmalı Tektonik bölgesi olmak üzere üç ana neotektonik bölgeye ayrıldığını gösterir. Her bölgenin fay geometrisi ve kinematik özellikleri birbirinden farklıdır. KB Türkiye'deki güncel deformasyonların büyük çoğunluğu Avrasya Levhası ile Anadolu Bloğu arasında sınır oluşturan KAFS'nin ana kolu üzerindeki yanal hareketlerle karşılanmaktadır. Kuzey Ege Denizi ile Dokurcun vadisi arasında yaklaşık 500 km uzunluğunda olan KAFS'nin batı kesimi güneye bakan geniş bir büklüm geometrisine sahiptir. Batı KAFS açılmalı veya sıkışmalı sekme veya büklümlerle birbirinden ayrılan alt fay segmentlerinden oluşur. KB Anadolu ise KAFS transform rejimi ve Ege Açılmalı Tektonik rejimi arasındaki geçiş zonunu oluşturur. Kuzeyde, KAFS güney kolunun da dahil olduğu bu zon, güneyde ise, transfer yapıları niteliğindeki 220 km uzunluğunda sağ yönlü doğrulu atımlı Simav Fayı ve Zeytindağ-Bergama Fay Zonu tarafından Ege Açılmalı Tektonik bölgesinden ayrılır. Yeni bulgular bu geçiş zonundaki güncel deformasyonların genelde güneye bakan büklümler oluşturan sağ yönlü doğrultu atımlı fay sistemleri tarafından karşılandığını göstermektedir. Bu büklümlerin genel gidişi Gediz Grabeni ve Batı KAFS'nin oluşturduğu geniş büklüme paraleldir. Büklümleri oluşturan fay sistemlerinin doğu uçları KAFS'ne değil, İç Batı Anadolu'daki faylarla bağlantılıdır. Sağ yönlü doğrultu atımlı fay sistemleri büklüm apeklerinde KB–GD doğrultusunda sıkışmalı/sıkışma bileşenli, D–B ve KB–GD doğrultusunda ise açılmalı/açılma bileşenlidir. Veriler, KB Anadolu'nun güncel kinematığında aktif faylarla sınırlandırılmış blok rotasyonlarının etkin olduğunu göstermektedir. Ege Açılmalı Tektonik rejiminde gelişmiş diri faylar genellikle horst-graben sistemleri boyunca yer alır. Bu rejimin en büyük iki tektonik yapısı olan Gediz ve Büyükenderes grabenleri, Menderes Masifi'nin merkezinde gerçekleşen domsal yükselmenin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Birbirine simetrik olan bu iki grabendeki diri faylar Gediz ve Büyükenderes sıyrılma faylarının tavan bloklarında gelişmiş sentetik ve antitetik normal fay sistemleri oluştururlar. Buna karşın, Ege Açılmalı Tektonik bölgesinin güney yarısındaki Denizli, Çivril, Acıgöl, Burdur, Muğla ve Gökova grabenleri yüksek açılı normal fay sistemlerine bağlı olarak gelişmiş yapılardır. Diri fay geometrisi ve morfolojik yapısı Isparta Dirseği'nin apeksinde domsal bir yükselmenin varlığını ve bunun, dirseğin kuzey kanadında ışınsal bir geometride kabuk yayılmasına neden olduğunu açıklamaktadır. Bu nedenle, batıya kaçış tektoniği içerisinde Anadolu Bloğu'nda saat yönünün tersine gerçekleşen rotasyonel dönmede Isparta Dirseği'nin dış kanadındaki ışınsal açılmanın önemli bir rol oynadığını önermekteyiz. Bu çalışmadaki veri literatürde tanımlanmış olan sol yönlü doğrultu atımlı Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun varlığını desteklemez. Veriler Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun doğusunda kalan Isparta Dirseği'nin iç kesiminde de güncel tektonik deformasyonların normal faylanmalar şeklinde geliştiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: güncel tektonik, fay geometrisi, kinematik, neotektonik bölge, Batı Türkiye

Active Fault Geometry and Recent Kinematics of Western Turkey

Ömer Emre¹, Tamer Y. Duman¹, Ahmet Doğan², Selim Özalp¹, Cengiz Yıldırım³,
Akın Kürçer¹, Volkan Özaksoy⁴, Hasan Elmacı¹ & Gülnur Koç¹

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Balgat,
TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: emre@mta.gov.tr)

² İller Bankası Genel Müdürlüğü, Atatürk Bulvarı No: 21 Opera, Ulus, TR–06050 Ankara, Türkiye

³ University of Potsdam Institute of Geosciences, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany

⁴ Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Bulvarı, Kampüs,
TR–07058 Antalya, Türkiye

The revision of the Active Fault Map of Turkey published in 1992 has been carried out by MTA. The main purpose of this project is to produce base active fault maps in scale of 1:25.000 and publish 1:250.000 scale Active Fault Maps of Turkey. Additionally, an active fault database which provides data to assess earthquake hazard of the country is under the construction. This study presents preliminary results of the project on the regional fault geometry and recent kinematics of Western Turkey. The Western Turkey is under the complex tectonic deformation as a result of the westward extrusion of Anatolian block accommodated by the North (NAFS) and East Anatolian (EAFS) transform fault systems. Revised data suggest that the Western Turkey mainly could be divided into three major neotectonic provinces, named NAFS, NW Anatolia Transition Zone (WATZ) and Western Anatolian Extensional Tectonic (WAET) provinces from north to the south. Each province is represented by different fault geometry and kinematics. The recent deformations in the NW Turkey are essentially accommodated by the main strand of the NAFS that is dextral continental plate boundary between Eurasian Plate and Anatolian Block. About 500 km-long western NAFS between North Aegean Sea and Dokurcun valley displays a south-facing concave arc geometry. The western NAFS is divided into several fault segments separated from each others by releasing or restraining bends and stepovers. The NW Anatolia is a transition zone formed between the WAET province and the NAFS. Southern strand of the NAFS is included in this zone in the north, however, the zone is structurally delimited by a 220-km-long dextral Simav Fault together with Bergama-Zeytindag Fault Zone from WAET province in the south. The new data reveal that the recent crustal deformations in this zone are essentially accommodated by right lateral strike-slip faults that were localized along several major bend systems concave to south. The overall geometry of the bends is parallel to the extending of Gediz Graben and large bend of the western NAFS. Eastern ends of the fault systems in the bend geometry are included in inner west Anatolia instead of the NAFS. The strike-slip faults trending of NE-SW are transpressional and trending E-W and NW-SE are transtensional just at the apex of the bends. The data imply that bend geometry due to block rotations prevails kinematics of active faults in the NW Anatolia. Active faults in the WAET province were generally localized along the horst-graben systems. However, the province is divided into sub-regions based on the geometry of the normal fault systems. Two largest tectonic structures of the province, Gediz and Büyük Menderes grabens, were formed as a result of domal uplifting at the central part of Menderes Massive. These two E-W trending grabens display symmetrical geometry respect to each other. Active faults in these grabens are formed a serial syntethic and antitethic normal faults developed on the hanging block of Gediz and Büyükmenderes detachment faults. However, Denizli, Çivril, Acıgöl, Burdur, Muğla and Gökova grabens located on the southern half of the WAET province were formed by the high angle normal fault systems. Active fault geometry and morphotectonic data indicate crustal stretching in a radial pattern at the apex of Isparta Angle as a result of a domal uplifting. We suggest that the radial extension on the outer flank of Isparta Angle plays an important role counter-clockwise rotation of the Anatolian Block in the westward escape tectonic of Turkey. There is no clear evidence for left lateral transtensional Fethiye-Burdur Fault Zone that of in previous studies. The data also reveal that normal faulting is dominant at the north of the inner Isparta Angle east of Fethiye-Burdur Fault Zone.

Key Words: Recent tectonics, fault geometry, kinematics, neotectonic region, Western Turkey

Oluşumu Devam Eden ‘Süperempoze’ Havzalara Bir Örnek: İzmir İç Körfezi, Batı Anadolu, Türkiye

Bora Uzel, Hasan Sözbilir, Ökmen Sümer ve Çağlar Özkaymak

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü,
35160 Buca, İzmir (E-posta: bora.uzel@deu.edu.tr)*

Batı Anadolu Genişleme Provensi baskın olarak D–B gidişli grabenleri oluşturan normal faylarla şekillenir. Bununla beraber, Batı Anadolu kabuğunu karada ve deniz altında deforme eden birçok KD uzanımlı doğrultu atımlı fayın varlığını ortaya koyan bazı çalışmalar vardır. İzmir Körfezi ve çevresi ‘İzmir-Balıkesir Transfer Zonu’ olarak bilinen ve Batı Anadolu Genişleme Provensi’ nin batı ucunu oluşturan, KD uzanımlı baskın doğrultu atımlı bir zonun içinde yer alır. İzmir Körfezi KD, KB, K–G ve D–B uzanımlı fayların denetiminde gelişimini sürdüren sığ denizel bir havzadır. Körfez topografik olarak D–B doğrultulu iç körfez ve KB uzanımlı dış körfez olmak üzere iki kısımdan oluşur. İzmir İç Körfezi, Erken-Geç Miyosen yaşlı gösel volkano-sedimanter ürünlerden oluşan KD uzanımlı eski havza dolgusu üzerinde gelişmiştir. Deforme olmuş eski havza dolgusu uyumsuzlukla Geç Kretase–Paleosen yaşlı Bornova Fliş Zonu kayalarını üzerler ve yaklaşık yataya yakın yeni havza dolgusu tarafından açılmal uyumsuzlukla üzerlenir.

İç Körfezin güneyi yaklaşık D–B gidişli, kuzeye eğimli ve iki ana segmentten oluşan İzmir fayı ile sınırlanır. İzmir fayının doğudaki segmentinin ucunda aynı fay düzlemi üzerinde, fayın yeniden etkinlik kazandığını gösteren üzerlemiş iki kayma çizdiği seti gözlenmiştir. Burada doğrultu atımlı faylanmaya ait yaşlı fay çizikleri, eğim atımlı genç fay çizikleri tarafından kesilmektedir. Araziye dayalı kinematik çalışmalara göre İzmir fayının son hareketi verev atımlı devinim türündedir. İç Körfezin kuzey bölümü İzmir fayının antitetiği olan Karşıyaka fayı ile denetlenir. Karşıyaka fayı bu bölümde güneye eğimli verev atımlı normal fay karakterindedir. İzmir fayına yaklaşık dik gelişen Seferihisar fayı karada yaklaşık 30 km uzunluğundadır. Jeomorfolojik, jeolojik ve sismolojik veriler Seferihisar fayının kuzey segmentinin Holosen boyunca aktif olduğunu gösterir. Fay verev atım bileşenli sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Fayın Geç Kretase yaşlı Bornova Filişi ile Kuvaterner alüvyon birimlerini kestiği güney kesiminde gidişi K20°D’ dur. Kuzeye doğru fayın doğrultusu K40°–50°D’ ya değişir ve İzmir fayına bağlanır. Fay segmentlerindeki ayrıntılı jeolojik haritalama çalışmalarına göre doğrultu atımlı fayın (Seferihisar fayı) bükülerek normal faya (İzmir Fayı) dönüştüğü saptanmıştır. 13 istasyondan elde edilen kinematik veriler bölgedeki fayların K–G yönlü genişleme ve D–B yönlü sıkışma kuvvetleri ile denetlendiğini göstermektedir. Yukarıda sunulan stratigrafik ve yapısal veriler İzmir İç Körfezi’nin, kinematik olarak birbirleri ile ilişkili olan İzmir, Seferihisar ve Karşıyaka faylarının, KD uzanımlı ve Erken–Geç Miyosen eski havza dolgusu üzerinde neotektonik bir havza olarak gelişmesine katkıda bulunduğunu gösterir.

Anahtar Sözcükler: İzmir Körfezi, aktif fay, fay kinematığı, üzerlemiş havza, Batı Anadolu

An Actively Growing Superimposed Basin: Inner İzmir Bay, Western Anatolia, Turkey

Bora Uzel, Hasan Sözbilir, Ökmen Sümer & Çağlar Özkaymak

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü,
Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: bora.uzel@deu.edu.tr)*

The western Anatolian Extensional Province is dominantly shaped by E–W-trending graben-forming high-angle normal faults. However, there are some studies revealing the presence of a number of NE-trending strike-slip faults deforming the western Anatolia crust onshore and offshore. The İzmir Bay and the surrounding area is located at the NE-trending strike-slip dominated zone of weakness known as the ‘İzmir-Balıkesir Transfer Zone’ forming the western end of the west Anatolian extensional province. The İzmir Bay is an actively growing shallow marine basin that is controlled by NE-, NW-, N–S- and E–W-trending active faults. The bay of İzmir is topographically divided into an E–W-trending inner bay and a NW-trending outer bay. The inner bay of İzmir has been superimposed on a NE-trending ancient basin fill consisting of Miocene lacustrine volcano-sedimentary succession. The deformed ancient basin infill rest unconformably on the Upper Cretaceous–Paleocene rocks of Bornova Flysch Zone and in turn overlain by a nearly horizontal modern (neotectonic) infill of the inner bay with an angular unconformity.

The southern sector of the inner bay is bounded by the İzmir fault which is made up of two main segments trending approximately in E–W-orientation and dipping to the north. Toward the end of the eastern segment of the İzmir fault, we have observed two distinct striae on the same fault plane, the older strike-slip striae is overprinted by the younger dip-slip striae, suggesting reactivation of the İzmir fault. According to field-based kinematic studies, the last movement on the İzmir fault has a normal oblique-slip character. The northern sector of the inner bay is controlled by the Karşıyaka fault which is antithetic to the İzmir fault. In this section, the Karşıyaka fault has a characteristic of oblique-slip normal fault dipping to the south. The NE-trending Seferihisar fault, developed normal to the İzmir fault, is approximately 30 km in length on the land. Geomorphological, geological and seismological evidence suggest that the northern segment of the Seferihisar fault has been activated during the Holocene time. The fault is a dextral strike-slip fault with oblique-slip component. The fault trends in N20°E at the southern part where it cuts the rocks of Bornova Flysch Zone and Quaternary alluvium. Towards the north, the strike of the fault changes to N40–50°E and it gets connected with the İzmir fault. Based on detailed geological mapping of the fault segments, it is established that the strike-slip fault (Seferihisar fault) is transformed by bending into the normal fault (İzmir fault). Kinematic analyses carried out at 13 stations suggest that the faults have been controlled by a compression operating in E–W direction. The data support that the kinematically linked İzmir fault, Seferihisar fault and Karşıyaka fault have been contributing to the development of a superimposed basin, the Inner Bay of İzmir, on a NE-trending ancient basin infill of Miocene age.

Key Words: İzmir Bay, active fault, fault kinematics, superimposed basin, western Anatolia

Söke Havzası'nın Neotektonik Evrimi: Büyük Menderes Grabeni'nin Batı Ucundaki Duraksamalı Havza Oluşumuna Ait Veriler, Batı Anadolu, Türkiye

Ökmen Sümer, Uğur İnci, Hasan Sözbilir ve Bora Uzel

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü,
35160 Buca, İzmir (E-posta: okmen.sumer@deu.edu.tr)*

Batı Anadolu, dünyadaki sismik olarak en aktif ve hızlı genişleyen bölgelerinden biri olan Ege Bölgesi'nin doğu bölümünde yer alır. Batı Anadolu'nun en belirgin yapısal elemanları D–B uzanımlı grabenlerdir. Bunlardan biri olan Büyük Menderes Grabeni, ana hatlarıyla D-B gidişini grabenin bitimindeki batı ucuna doğru KD–GB doğrultusunda değiştirir. Bu KD–GB uzanımlı parçası Söke Havzası olarak bilinir. Bu çöküntü alanı 35 km uzunlukta ve 16 km genişliktedir. Söke bölgesinde Neojen–Kuvaterner istifleri birbirlerinden uyumsuzluk ile ayrılan iki ana paketten oluşur. Yaşlı olan eski havza dolgusunun tortul istifleri, havzanın kuzeybatı sınırında morfotektonik bir hat oluşturan Sazlı fay kuşağının (SFK) taban bloğunda yüzlek verir. Eski havza dolgusu, işletilebilir kömür seviyeleri içeren Erken–Geç Miyosen yaşlı bir kırıntılı-gösel karbonat istifinden oluşur. İstif, Geç Miyosen yaşlı bazaltik andezit ve dasit bileşimli volkanik kayalar tarafından örtülür. Eski havza dolgusu, verev atımlı normal faylar ve doğrultu atımlı faylarla kesilerek deforme olmuştur. Bu deformasyon, Neojen birimler içerisinde KD yönlü kıvrımların gelişimini sağlamıştır. SFK tarafından yükseltelen denizel çamurtaşı ve kumtaşı arakatlı aluviyal ve flüviyal çökellerden yapılmış havza dolgusu, daha yaşlı istifleri uyumsuzlukla üstler.

SFK bindirimli dizilimli 5 fay parçası içerir. Fayın kuzey kesimindeki KD uzanımlı fay segmentleri, güneybatıya doğru Doğanbey'den başlayarak D–B doğrultusunda dönüş yapar. Fay zonunun her bir parçası yükseklikleri birkaç metreden yüzlerce metreye değişen topoğrafik sarplıklar oluşturur. Fay segmentleri birbirleri ile aktarım rampaları ile bağlanır. Bu tip faylanma şekli daha önce oluşmuş yapıların verev hareketle yeniden etkinlik kazandıkları genişleme alanlarında oluşmuştur. Bunun verisi, çalışılan aynı fay segmenti üzerinde, değişik ve üç farklı tipte fay çizimi setlerinin varlığıdır. Burada farklı doğrultularda uzanım sunan iki farklı doğrultu atım çizikleri, eğim atım çizikleri ile üzerlenmiştir. Bu yapısal gözlemler ışığında; SFK'nın evrimi için üç farklı evre önerilmektedir; (i) birinci aşamada sağ yanal doğrultu atımlı faylanma oluşmuştur, (ii) ikinci aşamada sol yanal doğrultu atımlı faylanma, (iii) üçüncü ve son aşamada ise Kuvaterner döneminde gerçekleşen ve yeniden etkinlik kazanmayı temsil eden yaklaşık eğim atımlı normal faylanma gelişmiştir.

Stratigrafik ve yapısal veriler, Büyük Menderes Grabeni batı ucundaki havza oluşumunun (1) duraksamalı olduğunu ve (2) Neotektonik dönem havza dolgusuna ait birimlerin oluşumundan önce bir deformasyon evresinin varlığını gösterir.

Anahtar Sözcükler: duraksamalı havza oluşumu, etkinlik kazanma, doğrultu atımlı fay, normal fay, Söke Havzası, Büyük Menderes Grabeni, Batı Anadolu

Neotectonic Evolution of the Söke Basin: Evidence for Episodic Basin Formation Within the Western end of the Büyük Menderes Graben, Western Anatolia, Turkey

Ökmen Sümer, Uğur İnci, Hasan Sözbilir & Bora Uzel

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe Kampüsü,
Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: okmen.sumer@deu.edu.tr)*

Western Anatolia is located at the eastern part of the Aegean region that forms one of the most seismically active and rapidly extending regions in the world. One of the most prominent structural elements of the Western Anatolia is the E–W-trending grabens. One of them is the Büyük Menderes Graben (BMG), which shows a major change in strike ranging from E–W to NE–SW in its western end. This NE–SW-trending part of the graben is known as the Söke basin, which is 35 km long and 16 km wide. There are two main basin infills separated by the intervening angular unconformity in the Söke area. The older sedimentary package is exposing on the footwall of the Sazlı fault zone (SFZ), which is a morphotectonic structure determining the northwestern margin of the basin. This ancient basin infill consists of Lower to Upper Miocene clastic to lacustrine carbonates with minable coal horizons. The sedimentary succession is covered by Upper Miocene basaltic andesite and dacite. The ancient basin infill are cut and deformed by an oblique-slip normal fault and strike-slip faults. This deformation caused to the development of a series of NE-trending folds within the Neogene succession. The younger basin infill consists of alluvial and fluvial deposits intercalated with marine mudstone and sandstone, some of which are elevated by the SFZ.

The SFZ consists of 5 fault segments with an en echelon distribution pattern. The northern segment that strikes NE in the north and bends into an approximately E–W direction around Doğanbey to the SW. Each segment is identified as steep topographic scarps ranging in height from a few meters to several hundred meters. Fault segments become to linkage and show breaching of the relay ramps between them. We interpret that such fault patterns have been formed in a region where extension has reactivated on pre-existing structures in an oblique sense. Evidence for this is the presence of three sets of striations of different orientations on the same slip surface of the studied fault segments. Here, two differently oriented strike-slip slickenlines are postdated by dip-slip striations. Based on our structural observations, we suggest different episodes of fault evolution for the SFZ; (i) first the fault formed as a dextral strike-slip faulting, (ii) then, sinistral strike-slip faulting with normal component, and finally (iii) SFZ was reactivated during the Quaternary as an oblique to dip-slip normal fault.

The stratigraphical and structural data mentioned above suggest that the basin formation in the western end of the Büyük Menderes graben is (1) episodic and (2) there is a deformation phase that pre-dates the Neotectonic basin infill.

Key Words: episodic basin formation, reactivation, strike-slip fault, normal fault, Söke Basin, Büyük Menderes graben, Western Anatolia

Çivril Graben Sistemi: Morfotektonik Yapısı ve Diri Fay Özellikleri, GB Türkiye

Selim Özalp¹, Ömer Emre¹, Tamer Y. Duman¹, Fuat Şaroğlu²,
Volkan Özaksoy³, Hasan Elmacı¹ ve Gülnur Koç¹

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi,
06520 Balgat, Ankara (E-posta: ozalps@mta.gov.tr)

² MAĞ-TUR A.Ş., Atatürk Bulvarı, Selcan İşhanı No:127/415, 06640 Kızılay, Ankara

³ Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yerleşke, 07058 Antalya

Çivril Graben Sistemi (ÇGS) Batı Anadolu Genişlemeli Tektonik rejimi içerisinde gelişmiş önemli tektonik yapılardan biridir. Tarihsel kayıtlar ve son yüzyılda meydana gelen yıkıcı depremler grabenin bölgede önemli sismojenik zonlardan biri olduğunu göstermektedir. Grabendeki son deprem 1995 Dinar depremi (Mw= 6.2)'dir. Bu depremin oluşum mekanizması, yüzey faylanması ve yüzey kırığının paleosismisitesine ilişkin çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, güncel tektonik yapısı ve diri fay geometrisine göre grabenin bütünündeki deprem potansiyelini yorumlamaya yönelik veriler hala sınırlıdır. Bu çalışmada, bölgenin diri fay geometrisi ve deprem potansiyeli üzerine yeni veriler sunulmaktadır. ÇGS Batı Anadolu Genişlemeli Tektonik rejiminin en büyük iki tektonik yapısı olan Gediz ve Büyük Menderes grabenleri ile Isparta Dirseği arasında yer alır. Toplam 100 km uzunluğunda olan ÇGS güneye bakan bir yay geometrisinde KD ve KB uzanımlı Baklan ve Dinar grabenleri olmak üzere iki ana geometrik bölümden oluşur. ÇGS'nin kuzey kenarı ana faylar, güney kenarı ise bunların antitetik yapılarıyla sınırlanır. Oluşturduğu yayın kesişme yerinde, Işıklı Gölü'nün de yerleştiği kesiminde, graben 15 km ile en fazla genişliğe ulaşır. KD uzanımlı batı yarısında ÇGS'nin her iki kenarı da diri faylarla kontrol edilir. Buna karşın, KB uzanımında olan doğu yarısında güney kenar fayları güncel morfolojide belirsizdir. Graben dolguları Pliyo-Kuvaterner yaşlı göl-akarsu çökelleri ile Geç Pleyistosen–Holosen yaşlı taşkın ovası, göl-bataklık ve alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşur. Yelpazeler çoğunlukla grabenin kuzey kenar fayları önünde gelişmiştir. Kuzey kenar faylarının taban bloklarında Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kırıntılı, karbonatlı ve metamorfik birimler yer almaktadır. Grabendeki kuzey kenar yapıları Çivril ve Dinar olmak üzere iki ana fay segmentinden oluşur. Bu iki fay segmenti taban blok içerisinde gelişmiş ve grabenin genel yapısına dik yönde uzanan bir transfer fay zonu ile birbirinden ayrılır. Çivril Fayı aktarım rampaları ile birbirine bağlanan üç alt geometrik segmentten oluşmaktadır. 38 km uzunluğunda, KD genel doğrultulu olan fayın düzlem eğimleri 40–75° GD arasında değişir. Grabenin doğu kenarını sınırlayan Dinar Fayı, 55 km uzunluğunda, KB genel uzanımında normal bir faydır. Ana fay düzleminin eğimi 35–75° GB arasında değişir. Havza kenarı boyunca zondaki faylar tarafından kesilmiş güncel alüvyon yelpazeleri, üçgen yüzeyler, taze fay sarplıkları, tavan bloktaki morfolojik geriye çarpılmalar fayın Holosen aktivitesini göstermektedir. Dinar Fayı, taban bloğunda kendisine dik transfer yapıları ve aktarım rampaları dikkate alınarak Dikici, Kızıllı ve Gümüşsu olarak adlanan üç alt geometrik segmente ayrılmıştır. 1995 Dinar depremi fayın Kızıllı segmentinden kaynaklanmış ve 10 km uzunluğunda yüzey faylanması oluşturmuştur. Yüzey kırığında ölçülen en yüksek düşey yerdeğiştirme miktarı 0.50 metreye yaklaşır. Önceki çalışmalarda paleosismolojik veriler Kızıllı segmentindeki deprem tekrarlanma aralığının 1500–2000 yıl arasında olduğuna işaret eder. Ancak, fayın diğer segmentlerine ilişkin paleosismolojik veri mevcut değildir. 1995 depremi grabeni oluşturan faylarda 10 km uzunluğundaki alt segmentlerin en az Mw= 6.0 ve daha büyük depremlere yol açtığını göstermiştir. 1995 depremi öncesinde ÇGS'ndeki faylarla ilişkilendirilebilecek en son tarihsel deprem 1875'te meydana gelmiş ve bu deprem olasılıkla grabenin Çivril bölümündeki alt fay segmentlerinden kaynaklanmıştır. Bulgular Dinar ve Çivril faylarının son 150 yılda kırılmamış olan alt segmentlerinin gelecekte Mw= 6.0 ve daha büyük deprem üretme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: Çivril Graben Sistemi, Dinar fayı, Çivril fayı, morfotektonik, Dinar depremi, GB Türkiye

Çivril Graben System: Morphotectonic Structure and Active Fault Characteristics, SW Turkey

Selim Özalp¹, Ömer Emre¹, Tamer Y. Duman¹, Fuat Şaroğlu²,
Volkan Özaksoy³, Hasan Elmacı¹ & Gülnur Koç¹

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi,
Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: ozalps@mta.gov.tr)

² MĖ-TUR A.Ş., Atatürk Bulvarı, Selcan İşhanı No:127/415, Kızılay, TR–06640 Ankara, Türkiye

³ Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yerleşke, TR–07058 Antalya, Türkiye

Çivril Graben System (ÇGS) formed under the control of the Western Anatolian Extensional Tectonic regime, is one of the important neotectonic structures. Destructive earthquakes occurred last century and historical records show that the graben system is one of the essential seismogenic zones of the region. The 1995 Dinar earthquake (Mw= 6.2) is the last event in the graben. Although some studies on the earthquake mechanism, surface faulting and paleoseismology of the surface rupture were carried out, the data to assess earthquake potential of the entire graben is still limited as to the active fault geometry of the graben. This study presents data on the active fault geometry and earthquake potential of the graben. The ÇGS located between Gediz and Büyük Menderes grabens which are the largest two graben systems of Western Anatolian Extensional neotectonic domain and Isparta Angle. The 100 km long ÇGS displays a south-facing arc geometry and consists of two geometric sections trending to the NE and NW, Baklan and Dinar grabens. The northern boundary faults constitute main faults of the ÇGS, however southern margin faults form antithetic structures of these. The graben reaches to the maximum width of 15 km at the apex of arc where Işık Lake is located. In the western half of the ÇGS extending NE direction, the both margins of the graben are controlled by active faults. However, in the eastern half of the graben, southern margin faults are not evident on the recent morphology. Graben fills consist of Plio-Quaternary lake-fluvial deposits and Late Pleistocene–Holocene flood plain, lake/marsh and alluvial fan deposits. Alluvial fans mostly derived from the northern margin of the graben. Mesozoic and Tertiary clastics, carbonates and metamorphic rocks crop out on the footwall of the main fault zone. The northern boundary faults composed of two main fault segments namely Çivril and Dinar. These fault segments are separated from each other by a transfer fault zone within the footwall block that is cross to the graben. The Çivril fault is divided into three sub-sections connecting to each other by relay ramps. The fault is 38 km long, trends to the NE, and with dips of 40–75° SE. The Dinar fault, which bounds the eastern margin of the graben, is a normal fault with 55 km in length and trending NW. Main fault plane dips to the SW ranging from 35° to 75°. Recent alluvial fans cutting by faults in the zone, triangular facets, fresh fault scarps, back-tilting on the hanging-wall are evidence for the Holocene activity of the Dinar Fault. The fault is divided into three sub-segments called Dikici, Kızıllı and Gümüşsu based on the cross transfer structures on the footwall and relay ramp geometry. The 1995 Dinar earthquake was originated from the Kızıllı segment of the Dinar fault and ruptured 10 km-long on surface. The maximum vertical displacement reached about 0.50 m along the rupture. Palaeoseismological data in previous studies indicate that recurrence interval is between 1500 and 2000 years on the Kızıllı segment. However, there is no palaeoseismological data on the other segments of the fault. The 1995 earthquake indicated that a 10 km long sub-segments of the main faults in the graben can be produced earthquakes magnitude with Mw= 6.0 or larger. The last historical earthquake in the ÇGS before the 1995 event occurred in 1875, and this event probably originated from the fault segments in the Çivril section of the graben. The findings imply that un-ruptured sub-segments of the Dinar and Çivril faults during the last 150 years have earthquake potential with a Mw= 6.0 or larger in future.

Key Words: Çivril Graben System, Dinar fault, Çivril fault, morphotectonic, Dinar earthquake, SW Turkey

Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) Grabeni' nin Neotektoniği, GB Türkiye

Şule Gürboğa ve Ali Koçyiğit

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Laboratuvarı, 06531 Ankara (E-posta: sdeveci@metu.edu.tr)

Güneybatı Türkiye genişlemeli yeni tektonik bölgeyi temsil eden genişleme türündeki önemli yapılardan birisi Akşehir-Simav Fay Sistemi'dir (ASFS). Akşehir-Simav Fay Sistemi yaklaşık 10-30 km genişlikte, 500 km uzunlukta, KB-gidişli ve çoğunlukla vev atımlı normal faylanma ve ilgili graben ve horstlar ile karakterize edilip şekillenen aktif bir deformasyon alanıdır. Bu deformasyon alanı içinde aktif olarak gelişimini sürdüren grabenlerden birisi Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) çöküntü alanıdır. Erdoğmuş-Gediz grabeni 6–10 km genişlikte, 15 km uzunlukta ve DKD–BGB-gidişli üzerlemiş bir havza olup, Akşehir-Simav Fay Sistemi'nin güneybatı yarısı içinde yer alır.

Morfotektonik olarak, Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) grabeni iki ayrı sınıra sahiptir. Bunlardan ilki, daha yaşlı graben dolgusunu da içeren geniş ve yükselmiş havza kenarı, diğeri ise, daha genç graben dolgusunun da içinde çökeldiği dar fakat daha derin havza ortası, başka bir deyişle modern grabendir. Yaşlı graben dolgusu, genel olarak, tabanda andezitik ve bazaltik volkanitler ile bunlara eşlik eden piroklastikler, daha üst seviyelerde ise kömür damarları içeren gölsel kireçtaşı-marn ve kıltaşı aralanmasından oluşan volkano-sedimanter bir istif ile temsil edilir. Gerek volkanitlerden alınan radyometrik yaşlara ve gerekse değişik fasiyes ve seviyelerden elde edilen fosil içeriğine göre, 368 m kalınlıktaki yaşlı graben dolgusunun yaşı Miyosen–orta Pliyosen olarak belirlenmiştir. Yaşlı graben dolgusu içinde birbirini üzerlemiş iki ayrı fay aynası kaydı saptanmıştır: (a) genişlemeli fay aynası seti ve (b) daralmalı-genişlemeli fay aynası seti (doğrultu atımlı faylanmanın kaydı). Daralmalı fay aynası seti diğeri üzerlemiştir. Gerek havza içi dolgusunda ve gerekse havza kenar faylarında ölçülmüş olan genişlemeli fay aynası verilerinin stereografik izdüşümleri, yaşlı graben dolgusunun genişleme türü bir tektonik rejimin denetiminde çökeldiğini ortaya koymuş olup, eski tektonik döneme ait olan bu genişleme rejimi 1. genişleme fazı olarak adlanmıştır. Yaşlı graben dolgusu içinde, egemen eksen gidişli KB olan yüzlek ve haritalanabilir ölçekte çok sayıda kıvrım ile yüzlek ölçeğinde bir seri bindirme fayı gelişmiştir. Gerek doğrultu atımlı fay aynası verilerinin stereografik izdüşümleri ve gerekse kıvrım ve bindirme faylarının analizi, yaşlı graben dolgusunun, DKD–BGB yönünde etkin olan kısa süreli bir sıkışma fazı ile deformasyona uğradığını göstermiştir.

Geç Pliyosen öncesi yaşlı ve deformasyon geçirmiş değişik kayaların aşınım yüzeyi üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alan genç graben dolgusu başlıca taraça çakıtaşı, traveten, yaşlı ve genç alüvyon çökelleri, yelpaze-önlük tortulları ve güncel graben ortası sedimanlarından oluşur. Henüz deformasyon geçirmemiş olan genç graben dolgusu, Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) üzerlemiş grabenin Pliyo–Kuvaterner yaşlı sınırları içinde yüzeyler. Gerek yaşlı ve genç graben dolguları içinde ve gerekse graben kenar fayları üzerinde ölçülen fay aynası verilerinin stereografik izdüşümleri, dağınık bir gerilim sistemini ve ona uygun olarak da, başlıca KKD–GGB, D–B, ve KD–GB yönlerinde etkin olan çok yönlü bir genişleme rejimini yansıtmaktadır. İkinci genişleme fazı olarak adlanan bu çok yönlü genişleme ve dağınık gerilim sistemi, Güneybatı Türkiye'de Geç Pliyosen'de başlamış olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı yeni tektonik dönemi karakterize etmektedir.

Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) üzerlemiş havzasının kenarlarını belirleyip denetleyen fayların çoğu eski tektonik dönemden kalıtsal olup, bu durum, faylar üzerinde saptanmış olan üzerlemiş fay aynası verileriyle belgelenmiştir. Grek morphotektonik arazi verileri ve gerekse küçük ve büyük deprem etkinliği (örneğin: Ms 0 6.5 büyüklüğündeki 25 Mart 1969 Demirci depremi ve Ms= 7.1 büyüklüğündeki 28 Mart 1970 Gediz depremi gibi) bu fayların çoğunun Pliyo–Kuvaterner yaşlı yeni tektonik dönemde yeniden etkinlik kazandığını göstermiştir. Diğer taraftan, deprem odak mekanizması çözüm diyagramları da, Erdoğmuş-Gediz grabenin günümüzde KKD–GGB yönde genişlemesini sürdürdüğünü bir kez daha kanıtlamıştır. Grabenin gelişimi, boyunca, grabenin güney-güneybatı, kuzeybatı ve kuzeydoğu kenar fayları boyunca birikmiş olan toplam düşey atım miktarı sırayla ve yaklaşık olarak 200 m, 400 m ve 350 m olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak yukarıda sunulmuş olan tüm veriler, Erdoğmuş-Gediz grabeni için duraksamalı bir gelişim tarihçesini yansıtmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Erdoğmuş-Gediz grabeni, duraksamalı gelişim, normal fay, deformasyon fazları, yeni tektonik rejim

Neotectonics of the Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) Graben, SW Turkey

Şule Gürboğa & Ali Koçyiğit

Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, Active Tectonics and Earthquake Research Laboratory, TR–06531 Ankara, Turkey (E-mail: sdeveci@metu.edu.tr)

One of the major extensional structures characterizing the southwestern Turkey extensional neotectonic domain is the Akşehir-Simav Fault System (ASFS). It is an about 10–30-km-wide, 500-km-long and NW-trending zone of active deformation characterized and shaped by mostly oblique-slip normal faulting and related grabens and horsts. One of these actively growing grabens is the Erdoğmuş-Gediz (Kütahya) depression. It is a 6–10-km-wide, 15-km-long and approximately ENE-trending superimposed basin located within the southwestern half of the Akşehir-Simav Fault System (ASFS).

Morphotectonically, the Erdoğmuş-Gediz graben has two different configurations, namely the wider and uplifted marginal configuration and the relatively narrower but deeper central configuration occupied by the older and younger (modern) basin infills respectively. In general, older graben infill consists of volcano-sedimentary sequence made up of andesitic to basaltic volcanics, their pyroclastites at lower levels and the coal-bearing lacustrine limestone-marl and siltstone alternation at its upper horizons. Based on the radiometric dating and the fossil content obtained from different facies and horizons, the 368 m thick older graben infill is Miocene–Middle Pliocene in age. Two sets of slickensides are recorded within the older graben infill: (a) extensional slickensides and (b) contractional slickensides (strike-slip faulting related slickensides). The extensional slickensides are superimposed by the contractional slickensides. Stereographic plots of the extensional slickensides recorded within the graben infill and on margin-boundary faults reveal that the older graben infill was accumulated under the control of an extensional regime which is here termed as the 1st phase of extension included in the palaeotectonic period. A series of mesoscopic and mapable scale folds with predominant NW-trending axes, and outcrop-scale reverse faults occur within the older graben infill of Miocene–Middle Pliocene age. Both the stereographic plots of strike-slip faulting related slickensides and analysis of folds to reverse faults strongly indicate that older graben infill has experienced a short-term of contractional phase of deformation, during which the principal stress was operating in ENE–WSW direction. This short term contractional event is the last record of the palaeotectonic period.

The modern graben infill which lies with an angular unconformity onto the erosional surface of the various deformed rocks of pre-Late Pliocene age consists mostly of terrace conglomerate, travertines, older and younger alluvial deposits, fan-apron deposits and the recent axial graben floor sediments. Younger graben infill is restricted into the Plio–Quaternary configuration of the Erdoğmuş-Gediz graben. Stereographic plots of the slickensides recorded in both the older and modern graben infills and also along the margin-boundary faults of the graben imply to the distributed stresses and accordingly the multi-directional extensions in predominately N–S, E–W and NE–SW directions (2nd phase of extension). This multi-directional extension and the distributed stresses characterize the Plio–Quaternary neotectonic period initiated Late Pliocene in Southwestern Turkey.

Most of the margin-boundary faults of the Erdoğmuş-Gediz Graben are inherited from the latest extensional and contractional palaeotectonic periods. This is evidenced by the various sets of superimposed slickensides on them. Most of these faults have reactivated during the Plio–Quaternary extensional neotectonic period as indicated by both a series of morphotectonic criteria and small to intermediate earthquakes such as the 1969.03.25 Ms= 6.5 Demirci earthquake and the 1970.03.28 Ms= 7.1 Gediz earthquake, during which the northwestern and the southern margin-boundary faults of the graben were moved. Total throw amounts accumulated on the south-southwestern- the northwestern- and the northeastern margin-boundary faults of the graben are 200 m, 400 m, and 350 m respectively. Fault plane solutions of these earthquakes also indicate an extension in the direction of NNE–SSW. Consequently, aforementioned data imply to an episodic evolutionary history of the Erdoğmuş-Gediz Graben.

Key Words: Erdoğmuş-Gediz graben, normal fault, phases of deformation, neotectonic regime

İnönü-Eskişehir Fay Sistemi'nin Kaymaz (Eskişehir) Bölgesindeki Neotektonik Özellikleri; Mahmudiye-Çifteler Yarı-Grabeni'nin Gelişimine Etkisi

Azad Sağlam Selçuk ve Ergun Gökten

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, 06100 Tandoğan, Ankara (E-posta: asaglam@eng.ankara.edu.tr)

İnönü-Eskişehir fay sistemi batıda Uludağ'dan doğu'da Sivrihisar'a kadar uzanan yaklaşık BKB–DGD uzanımlı, Batı Anadolu bölgesini kuzeydoğuda Orta Anadolu bölgesinden ayıran sağ yanal doğrultu atımlı normal bileşenli bir deformasyon alanıdır. Bu fay sistemi genel olarak doğrultuları B–D ve KB–GD gidişli, farklı büyüklükte deprem üretme potansiyeline sahip farklı fay takım ve segmentlerinden meydana gelmektedir. İnönü-Eskişehir Fay Sistemi güneydoğuda Günyüzü ve Cihanbeyli Fay Zonlarıyla birlikte Tuz gölünü güneybatısını denetler.

Olası Pliyosen'den beri aktif olan bu faysistemi, aletsel dönem içerisinde orta büyüklükte depremler üretmiştir (ör; 1956, M= 6.4). İnönü-Eskişehir faysisteminin segmentlerinden olan Kaymaz-Sivrihisar fayları batıda Yeşilyurt köyünden başlayıp doğuda Sivrihisar ilçesinin batısına kadar K30°B doğrultusunda uzanmaktadır. Eskişehir-Kaymaz segmenti Kaymaz civarında sola doğru sıçrama yapmakta ve doğuya doğru Sivrihisar segmenti olarak devam ederken bu bölgede yerel olarak bir sıkışma alanı meydana getirmektedir. Bu sıkışma alanında yaklaşık K05°B ve K25°D uzanımlı doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Yapılan gerilme analizleri sonucunda bu bölgede KB–GD yönlü bir sıkışmanın ve KD–GB yönlü bir genişlemenin olduğu görülmektedir.

Mahmudiye-Çifteler havzası, Yürükaracaören'den Emirdağ'a kadar kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan yaklaşık 85 km uzunluğunda ve ortalama 25 km genişliğinde Kuvaterner yaşlı çökellerle kaplı sığ bir yarı graben görünümündedir. Bu çöküntü alanının batı kenarları oldukça düzgün şekilde uzanmakta ve Mesozoyik yaşlı mermer-şist ardalınması, ofiyolitli melanaj ve Lütesiyen yaşlı sığ denizel kireçtaşlarından meydana gelen bir temel ile sınırlanmaktadır. Bu temeli uyumsuz olarak üzerleyen ve havza ortasında yüzeyleyen Geç Miyosen–Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşları da yine Mahmudiye-Çifteler havzasının temeli durumundadır. Havza dolgusu olasılıkla Geç Pleyistosen–Holosen yaşlı akarsu taraça çakıltaşları ve kumtaşları ile gölsel çamurtaşı ve ince, sınırlı yayımlı kireçtaşlarından oluşur. Havzanın batı kenarlarındaki alüvyon yelpazeleri ve havza ortasındaki siltiltaşı ve çamurtaşları en genç havza dolgusudur.

Eskişehir Fay Sistemi'nin Kaymaz dolayında sola sıçrayarak yerel bir sıkışma alanı oluşturması, Kaymaz-Sivrihisar segmentinde sağ yanal hareketi durdurmakta olup kinematik veriler bu segmentin günümüzde çoğunlukla eğim atımlı normal fay olarak hareket ettiğini göstermektedir. Bu durum aynı zamanda Eskişehir Fay Sistemi ile kuzeydeki Alpu havzası arasında kalan kesimin bir horst şeklinde yükselmesine de yol açmıştır. Ancak fay sisteminde sağ yanal hareketin olasılıkla Kaymaz'dan batıda devam etmesi ve Anadolu bloğunun toptan batıya hareketiyle küçük bir yamulma hızı farklılığı oluşturması Kaymaz güneyinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda Geç Pleyistosen–Kuvaterner yaşlı Mahmudiye-Çifteler yarı-grabeninin gelişmesine neden olmuştur. Mahmudiye-Çifteler yarı-grabeni her ne kadar zayıf bir sismik etkinlikle karakterize edilmekte ise de batı kenar faylarına asılı genç depolanmalar ve bunlardaki çok genç faylanmalar bu kenar faylarının da aktif olduklarını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: İnönü-Eskişehir fay zonu, neotektonik, Mahmudiye-Çifteler havzası

Neotectonic Characteristics of the İnönü-Eskişehir Fault System Around Kaymaz (Eskişehir) Region: Influence on the Development of the Mahmudiye-Çifteler Half-Graben

Azad Sağlam Selçuk & Ergun Gökten

*Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu,
Tandoğan, TR–06100 Ankara, Türkiye (E-mail: asaglam@eng.ankara.edu.tr)*

The İnönü-Eskişehir Fault System is a WNW–ESE striking right-lateral strike-slip deformation area with a normal component that extends from Uludağ in the west to Sivrihisar in the east and separates the western Anatolia region from the central Anatolia to the northeast. This fault system consists of E–W- and NW–SE-trending fault sets and segments which have potential to produce earthquakes in a wide range of magnitudes. The İnönü-Eskişehir Fault System together with the Günyüzü and Cihanbeyli Fault Zones control the southwest boundary of Lake Salt in central Anatolia in further southeast.

This fault system, which is presumably active since Pliocene, has produced earthquakes in medium magnitudes in the instrumental recording period (e.g., $M=6.4$, 1956). The Kaymaz-Sivrihisar fault set and other segments of the fault system start from the Yeşilyurt village in the west and extend to the west of the Sivrihisar town in $N30^{\circ}W$ trend. Eskişehir-Kaymaz segment of the fault system makes a left over-step around Kaymaz and causes the creating of a local contractional area here. In this area some $N05^{\circ}W$ and $N25^{\circ}E$ -trending strike-slip faults have been developed. The stress analysis carried out by kinematic data shows a compression in NW–SE and an extension in NE–SW trends in this local contractional zone.

The Mahmudiye-Çifteler basin is seen as a fault-controlled shallow half-graben, which is in 85 km length and 25 km width, extending in northwest–southeast from Yürükkaracaören village in the North to Emirdağ in the South. The western margins of the basin are marked by a series of oblique-slip normal fault segments in NW–SE trends and the basin is bounded by a basement consisting of Mesozoic marble and schists alternation, ophiolitic mélangé and shallow marine limestones of Lutetian age. The Upper Miocene–Pliocene limnic limestones outcropping in the middle of the basin also form the younger basement of the basin. The basinfill is composed of terrace conglomerate and sandstones, limnic mudstone and thin limestones of presumably Late Pleistocene–Early Holocene age. The alluvial fan deposits exposing in the western edge of the basin, and the alluvial sediment in the middle of the basin are the youngest basin infills.

The contractional zone caused by the left step-over of the İnönü-Eskişehir Fault System around Kaymaz, interlocks the right-lateral strike-slip movement of the Kaymaz-Sivrihisar segment, and the kinematic indicators prove the dominant dip-slip normal character of this segment today. This strand also causes the uplifting of the region between the Eskişehir Fault System in the South and the Southern boundary fault of the Alpu basin in the North. But the possible continuation of the right-lateral movement of the system in further west of Kaymaz causes to the development of the NW-trending Mahmudiye-Çifteler half graben during Late Pleistocene–Holocene in the South by rising a small strain-rate difference in the overall westward movement of the Anatolian block. However a weak seismic activity characterizes the basin, the young deposits hung on the western boundary faults and the younger faults affecting them point that these faults are neotectonic products and active.

Key Words: İnönü-Eskişehir fault zone, neotectonic, Mahmudiye-Çifteler basin

Jeolojik ve Sismolojik Veriler Işığında Bala (Ankara) Depremlerine Neden Olan Fayların Nitelikleri ve Bunların Genel Neotektonik Çerçevedeki Anlamı

Korhan Esat¹, Begüm Çıvgın², Bülent Kaypak², Veysel Işık¹ ve Gürol Seyitoğlu¹

¹Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, 06100 Tandoğan, Ankara (E-posta: esat@eng.ankara.edu.tr)

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara

31 Temmuz 2005 (M= 5.3), 20 Aralık 2007 (M= 5.7) ve 27 Aralık 2007 (M= 5.5) tarihlerinde meydana gelen Bala (Ankara) depremleri ve bu depremlerin artçı sarsıntılılarıyla birlikte Ankara çevresinde yoğun bir sismik hareketlilik gözlenmeye başlanmıştır. Kuzey Anadolu Fay Zonu, Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, Tuzgölü Fay Zonu, Eskişehir Fay Zonu ve Eldivan-Elmadağ Tektonik Kaması gibi ana neotektonik yapılarla çevrili olan ve bu yapıların etkisinin hissedildiği bölgede bu depremlerin üzerinde geliştiği fayların niteliğinin ve mevcut deprem etkinliğinin tektonik bir model içerisindeki anlamının ortaya konulması önem kazanmaktadır.

Önceki çalışmalar depremlerin yoğunlaştığı Afşar (Bala-Ankara) ve çevresini, KB ve KKD gidişli fay kuşaklarının kesiştiği ve yamulmanın uzun süredir biriktiği yapısal bir kavşak olarak yorumlamakta ve depremlere KB gidişli sağ yanal ve KD gidişli sol yanal eşlenik doğrultu atımlı faylanmanın neden olduğunu söylemektedir ve özellikle 2007 depremlerinin ve artçılarının Afşar Fay Zonu üzerinde meydana geldiğini ve bu fay zonu ile Tuzgölü Fay Zonunun ilişkili olduğunu belirtmektedir.

30 Temmuz 2005 ana şoku ve sonrasında 20 ve 27 Aralık 2007 depremlerine kadar olan depremlerin dağılımına baktığımızda bölgede yaklaşık KD doğrultulu bir dizilim dikkati çekmektedir. 2007 ana şokları ve artçı depremleri ise yaklaşık KB doğrultulu bir dizilim göstermektedir. Bu iki dağılım bölgede iki farklı fayın etkin olduğunu işaret etmektedir. Bölgedeki depremlerden elde edilmiş odak mekanizması çözümlerindeki farklılıklar da bu belirlemeyi desteklemektedir.

İnceleme alanında yapılan arazi gözlemleri, özellikle 2005 ana şoku ve artçılarının dizilimleriyle uyumlu olan yaklaşık KD gidişli fayların normal fay karakterinde olduğunu göstermektedir (Karakeçili Fay Zonu). Pliyo–Kuvaterner sedimanter birimler üzerinde gözlenen güncel fay sarplıkları ve temel ile Neojen birimler arasında gözlenen fay düzlemleri normal fay karakterindedir.

2007 ana şokları ve artçılarının dizilimiyle uyumlu olarak Afşar yakın çevresinde ise birbirleriyle ilişkili çoğunlukla sağ yanal doğrultu atım karakterinde faylar gözlenmektedir. Bu fayların varlığı arazide ve uydu görüntülerinde derelerdeki ötelenmelerden ve birimler arasındaki ilişkilerden gözlenebilmektedir. Ayrıca Afşar beldesinin mezarlık duvarında depremin etkisiyle oluşmuş ötelenmeler de arazide gözlenmektedir.

Bölgede güncel doğrultu atımlı ve normal fayların varlığı ve bu fayların eş zamanlı olarak deprem üretmeleri, Tuzgölü Fay Zonu doğrultusu boyunca sağ yanal doğrultu atımlı ana hareketle ilişkili olarak KD gidişli normal fayların geliştiğini ve sağ yanal Tuzgölü Fay Zonunun normal faylarla belirlenen rahatlamalı sistemle sonlandığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Bala, Afşar, Tuzgölü Fay Zonu, neotektonik, depremsellik

The Nature of the Faults Causing Bala (Ankara) Earthquakes and Their Meaning within the General Neotectonic Framework in the Light of the Geological and Seismological Data

Korhan Esat¹, Begüm Çıvgın², Bülent Kaypak², Veysel Işık¹ & Gürol Seyitoğlu¹

¹Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Tandoğan, TR–06100, Ankara, Türkiye (E-mail: esat@eng.ankara.edu.tr)

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, TR–06100 Ankara, Türkiye

An intense seismic activity is observed during 30 July 2005 (M= 5.3), 20 December 2007 (M= 5.7), and 27 December 2007 (M= 5.5) in Bala (Ankara). It is important to understand and display the nature of the faults causing recent seismic activity (Bala earthquakes) within a tectonic model around Ankara which is surrounded by the main active neotectonic structures such as the North Anatolian, Kırıkkale-Erbaa, Tuzgölü, Eskişehir Fault Zones, and the Eldivan-Elmadağ Pinched Crustal Wedge.

The Afşar (Bala-Ankara) locality is interpreted as a structural junction and a site of long term accumulating strain in previous studies. According to these studies, the NW- and NNE-trending fault zones intersect each other and the earthquakes were originated from the NW-trending right-lateral and the NE-trending left-lateral conjugate strike-slip faults in this site and especially the earthquakes of 2007 were occurred on the Afşar Fault Zone which is related to the Tuzgölü Fault Zone.

There is an approximately NE-trending cluster of the epicenter locations of the 30 July 2005 mainshock and its aftershocks. However, the 20 & 27 December 2007 main-shocks and their aftershocks have an approximately NW-trending cluster. These clusters indicate that there are two different active faults in the region. Differences between the focal mechanism solutions of the earthquakes also support this view.

The field observations in the investigation area show that the NE-trending faults, which are especially consistent with the cluster of the 30 July 2005 main-shock and its aftershocks, are normal faults (Karakeçili Fault Zone). The actual fault scarps within the Plio–Quaternary sedimentary units and the fault surfaces bounding the Neogene units indicate normal faulting.

The right lateral strike-slip linked faults, which are consistent with the mainshocks of 2007 and their aftershocks, are observed near Afşar district and its surroundings. The existence of these faults can be observed in the field and the satellite images from the displaced stream channels and the geological mapping. Besides, the small displacements on the graveyard wall of Afşar district can also be observed in the field.

The presence of the active strike-slip and normal faults and the synchronous earthquake activity on them show that the NE-trending normal faults have been formed with the major right lateral strike-slip movement throughout the Tuzgölü Fault Zone. Thus, the Tuzgölü Fault Zone is terminated with an extensional system representing by the normal faults.

Key Words: Bala, Afşar, Tuzgölü Fault Zone, neotectonics, seismicity

Yapısal Analizlerden Çıkarılan Neojen–Kuvaterner Deformasyon Fazları (KB-B Ankara)

Cengiz Y. Demirci¹, Vedat Toprak² ve Bora Rojay²

Muğla Üniversitesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Kötekli, Muğla

(E-posta: cengizdemirci@msn.com)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

Neojen–Kuvaterner dönemi deformasyonlarının tipi ve sırasının anlaşılabilmesi maksadı ile Galatya Volkanik Bölgesinin güneyinde yer alan Kazan, Ayaş, Çeltikçi, Peçenek ve Beypazarı alanlarından (KB-B Ankara) toplanan 1000 adet kayma çizgisel verisinden toplam 761'nin matematiksel modellenmesi 'Angelier'in Doğrudan Dönüşüm Yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Deformasyon dönemlerinin sırası ise (i) bindirmeli fay çiziklerine, (ii) kıvrım dokularına, ve (iii) yapıların arazideki kesişme ilişkilerine dayanılarak yapılmıştır.

Miyosen ile Pliyosen arasındaki uyumsuzluk sıkışma ile genişleme deformasyonları arasında ki temel çizgiyi oluşturmaktadır. Pliyosen'den itibaren süregelen genişleme rejimi son deformasyon dönemi olup İç Anadolu bölgesindeki netektonik dönemi temsil etmektedir.

Analizlerden elde edilen 66 çözüm ile üç tektonik dönem ayıklanmıştır. Buna göre, Miyosen birimlerinde gelişmiş KD–GB kıvrımlar ve bunları kesen BKB–DGD kesme fayları ile ilk dönem yaklaşık D–B (107°, 13°) sıkışma rejimidir. İkinci dönem ise K–G (186°, 16°) sıkışma rejimidir. Beypazarı'ndan Ayaş'a değin uzanan DKD–BGB dan KD–GB gidişli monklinal yapılar bu dönemde gelişmiştir. Son faz ise Pliyosen'de başlayan ve halen devam etmekte olan KKD–GGB dan KKB–GGD ya değişen çok yönlü genişleme neotektonik dönemidir.

Anahtar Sözcükler: Neojen, çok yönlü genişleme, Ankara

Neogene to Quaternary Deformational Phases from Structural Data Analysis, (Northwest-West of Ankara, Turkey)

Cengiz Y. Demirci¹, Vedat Toprak² & Bora Rojay²

*Muğla Üniversitesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli, TR–48000 Muğla,
Türkiye (E-mail: cengizdemirci@msn.com)*

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–06531 Ankara, Turkey

To understand the style and the order of the Neogene–Quaternary deformations, a total of 761 slip lineation data out of 1000 were used for mathematical modeling collected from south of Galatian Volcanic Province around Kazan, Ayaş, Çeltikçi, Peçenek and Beypazarı (northwest-west of Ankara). The data that is collected from the faults crosscutting the Neogene-Quaternary sequences are processed and analyzed by using Angelier's direct inversion method. The order of these phases is identified from (i) stratigraphy of the Neogene, (ii) overprinting slickenlines, (iii) fold patterns, and (iv) cross-cutting relationships of the structures observed in the field.

The main unconformity between the Miocene and Pliocene is presumed to be the basic boundary between the deformational phases, namely, contractional and extensional phases. The extensional phase is the last operating deformational period since Pliocene that is the neotectonic period in Central Anatolia.

Analysis produced 66 solutions that can be categorized into three tectonic phases. Accordingly, the first phase is an almost E–W (107°, 13°) contraction manifested by the NE–SW folds and cross-cutting WNW–ESE tear faults that are developed in Miocene units, particularly around Kazan basin. The second phase is a N–S (186°, 16°) contraction. ENE–WSW to NE–SW monoclines around Beypazarı to Ayaş are formed during this phase. The last phase is NE–SW to NNW–SSE multi directional extensional neotectonic phase, which is still operating in the region since Pliocene.

Key Words: Neogene, multi-directional extension, Ankara

Karamık Grabeni'nin Neotektoniği (Isparta Açısı), GB Türkiye

Aydın Çiçek ve Ali Koçyiğit

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Laboratuvarı, 06531 Ankara
(E-posta: aycicek@metu.edu.tr)*

Karamık Grabeni yaklaşık 6–14 km genişliğinde, 29 km uzunluğunda KKD-gidişli aktif bir çöküntü alanı olup, güneybatı Türkiye genişlemeli yeni tektonik bölgenin (GTYTB) alt alanlarını oluşturan Göller Bölgesi ve Isparta Açısı içinde yer alır. Karamık Grabeni güneyden DKD-gidişli Karacaören fay kuşağı'nın Armutlu kesimi, doğudan KKD-gidişli Koçbeyli-Akkonak fay kuşağı, kuzeyden BKB-gidişli Akşehir fay kuşağı, batıdan ise KKD-gidişli Devederesi fay kuşağı tarafından sınırlanır ve denetlenir.

Karamık Grabeni, birbirinden açılı uyumsuzlukla ayrılmış iki farklı graben dolgusu içeriğiyle kanıtladığı gibi üzerlemiş bir havzadır. Yaşlı ve deformasyon geçirmiş olan (kıvrımlanmış-ve doğrultu-atımlı faylanmaya uğramış olan) graben dolgusu başlıca Miyosen volkano-sedimanter istif ve Geç Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı akarsu-göl ortam ürünü sedimanter istif olmak üzere iki farklı kaya grubundan oluşur. Yaşlı istif ayrıca, Mesozoyik öncesi başkalaşım kayaları, Mesozoyik yaşlı denizel platform karbonatları ve Kretase–Eosen yaşlı ofiyolitli karışık kayalarından oluşan napplar tarafından açılı uyumsuzlukla altlanır. Yaşlı graben dolgusu, Karamık Grabeni'nin batı ve kuzeybatı kenarı boyunca, faylara asılı kalmış sekiler halinde yüzeyler. Yaşlı graben dolgusu içerisinde birbirini üzerlemiş iki fay aynası veri seti gözlenmiş ve ölçülmüştür. Bunlar: (a) genişleme kökenli fay aynası veri seti ve (b) sıkışma-daralma (doğrultu atımlı faylanma) kökenli fay aynası seti. Genişleme kökenli fay veri setinin stereografik izdüşümleri, yaşlı graben dolgusunun, genişleme türünde bir tektonik rejimin denetiminde çökeldiğini açıkça göstermektedir. Eski tektonik döneme ait olan bu genişleme rejimi, duraksamalı graben oluşumu sırasındaki ilk genişleme fazı olarak adlanmıştır. Diğer taraftan, Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı graben dolgusu içerisinde, yüzlek ve haritalanabilir ölçekte ve genel eksen gidişleri KB olan çok sayıda kıvrım da gözlenmiş ve haritalanmıştır. Gerek doğrultu atımlı faylanmaya ait fay aynası setinin stereografik izdüşümü ve gerekse anılan bu kıvrımların analizi, yaşlı graben dolgusunun, sedimantasyon sonrasında, sıkışma türü bir deformasyon geçirdiğini ve deformasyon sırasında enbüyük sıkışma geriliminin KD–GB yönde etkin olduğunu göstermiştir. Kısa süreli bu sıkışma fazı, eski tektonik dönemin bölgedeki enson kayıdır.

Geç Pliyosen öncesi deforme olmuş çeşitli kayaların aşınım yüzeylerini açısız uyumsuzlukla örten genç, başka bir deyişle modern graben dolgusu ise çoğunlukla seki çakıltaşları, yaşlı ve genç alüvyon tortulları, yelpaze-önlük tortulları ve graben ortası güncel alüvyon sedimanlarından oluşur ve henüz deformasyon geçirmemiştir. Genç graben dolgusu, Karamık Grabeni'nin Pliyo-Kuvaterner yaşlı sınırları içinde yüzeyler. Grek yaşlı ve genç graben dolgularının içerisinde ve gerekse graben kenar fayları boyunca kayıtlı edilmiş olan fay aynası veri setlerinin stereografik izdüşümleri, inceleme alanında dağınık bir gerilim sistemi ve buna uygun olarak da başlıca K–G, D–B ve KD–GB yönlerinde etkin olan çok yönlü bir genişlemenin varlığını ortaya koymuştur. Dağınık gerilim sistemi ve çok yönlü genişleme ise, güneybatı Türkiye'deki Pliyo–Kuvaterner yaşlı Yeni tektonik rejimi karakterize etmektedir.

Karamık Grabeni'nin kenar faylarının çoğu, fay aynalarındaki üzerlemiş faylanma verilerinin de gösterdiği gibi, eski tektonik dönemin genişleme ve sıkışma türü deformasyon fazlarından kalıtsaldır. Ancak bu fayların çoğu, gerek çok sayıdaki morfotektonik veri ve gerekse 2002.02.02 Mw= 6.5 Çay depremi gibi küçük ve orta büyüklükteki depremlerle de kanıtlanmış olduğu gibi, Pliyo–Kuvaterner yaşlı yeni tektonik dönemde yeniden etkinlik kazanmıştır. Ayrıca, grabenin kuzey kesimi de, 2002 Çay depremi sırasında etkin hale elmiş fakat grabenin güneyde kalan büyük kesimi ve onun kenar fayları günümüzde sismik boşluk olma özelliğini sürdürmektedir. Karamık Grabeni'nin güney-, doğu-, ve batı kenar fayları üzerinde gelişmiş olan toplam atım miktarları sırayla 1500 m, 1800 m ve 900 m olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Karamık Grabeni, Isparta Açısı, GB Türkiye, neotektonik, graben dolgusu

Neotectonics of the Karamık Graben (Isparta Angle), SW Turkey

Aydın Çiçek & Ali Koçyiğit

*Middle East Technical University, Department of Geological Engineering. Active Tectonics and Earthquake Research Laboratory, TR–01531 Ankara, Turkey
(E-mail: aycicek@metu.edu.tr)*

Karamık Graben is an approximately 6–14 km wide, 29 km long and NNE-trending active depression located within the Isparta Angle included in the Lakes District sub-domain of the Southwestern Turkey extensional neotectonic domain (STEND). The Karamık Graben is bounded by ENE-trending Armutlu section of the Karacaören Fault zone to the south, NNE-trending Koçbeyli-Akkonak Fault zone to the east, WNW-trending Akşehir fault zone to the north-northeast, and the NE-to NNE-trending Devederesi fault zone to the west.

The Karamık Graben is a superimposed basin evidenced by two graben infills separated from one another by an intervening angular unconformity. The older and deformed (folded to strike-slip faulted) graben infill consists mainly of Miocene volcano-sedimentary sequence and Upper Miocene-Lower Pliocene fluvio-lacustrine sedimentary sequence underlain with an angular unconformity by the pre-Miocene rocks such as the pre-Mesozoic metamorphics, Mesozoic marine platform carbonates, and the Cretaceous-Eocene ophiolitic mélangé nappes. Older graben infill exposes well as the fault-perched terraces at various elevations along the west-northwestern margin of the Karamık Graben. Two groups of slickensides are recorded within the older graben infill: (a) extensional slickensides and (b) contractional slickensides. The extensional slickensides are superimposed by the contractional slickensides. Stereographic plots of the extensional slickensides reveal that the older graben infill was accumulated under the control of an extensional neotectonic regime which is here termed as the 1st phase of extension. A series of mesoscopic and mapable scale folds with the NW-trending axes occur within the older graben infill of Miocene–Middle Pliocene age. Both the stereographic plots of strike-slip faulting related slickensides and analysis of folds strongly indicate that older graben infill has experienced a short-term of contractional phase of deformation, during which the principal stress was operating in NE–SW direction. This short term contractional event is the last record of the palaeotectonic period.

The younger graben infill or modern graben infill, which rests with an angular unconformity on to the erosional surface of the various deformed rocks of pre-Late Pliocene age, consists mostly of terrace conglomerate, older and younger alluvial deposits, fan-apron deposits and the recent axial graben floor sediments. Younger graben infill is restricted into the Plio–Quaternary configuration of the Karamık Graben. Stereographic plots of the slickensides recorded in both the older and modern graben infills and also along the margin-boundary faults of the Karamık Graben imply to the distributed stresses and accordingly the multi-directional extensions in predominately N–S, E–W and NE–SW directions. This multi-directional extension and the distributed stresses characterize the Plio–Quaternary neotectonic period initiated Late Pliocene in Southwestern Turkey.

Most of the margin-boundary faults of the Karamık Graben are inherited from the latest extensional and contractional palaeotectonic periods evidenced by the various sets of superimposed slickensides on them. Total throw amounts accumulated on the southern-, eastern- and the western margin-boundary faults of the Karamık Graben are 1500 m, 1800 m and 900 m. Most of these faults have reactivated during the Plio–Quaternary extensional neotectonic period evidenced by both a series of morphotectonic criteria and small to intermediate earthquakes such as the 2002.02.02 Mw= 6.5 Çay earthquake during which northern parts of both the western- and the eastern-margin-boundary faults of the Karamık Graben were reactivated. However, the rest most parts of these faults are still in the nature of seismic gap.

Key Words: Karamık Graben, Isparta Angle, SW Turkey, neotectonics, graben infill

Kızılırmak Nehri'nin Evrimsel Tarihi, Kapadokya Kesimi: İç Anadolu Bölgesi'nde Neotektonik Rejimin Başlangıcı İçin Bir Çıkarsama, Türkiye

Uğur Doğan¹, Ali Koçyiğit² ve Jan Wijbrans³

¹ Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 06100 Sıhhiye, Ankara (E-posta: ugdogan@yahoo.com)

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

³ Vrije University Amsterdam, Department of Isotope Geochemistry, A-1085, 1081 Amsterdam, The Netherlands

Kızılırmak, Türkiye topraklarında denize dökülen en uzun (1355 km) nehirdir. Sivas doğusundan kaynağını alan nehir, yarı kurak iklime sahip olan İç Anadolu Bölgesi'nin platoları içerisinde, geniş bir yay çizdikten sonra, kuzeye yönelir ve Samsun'dan Karadeniz'e dökülür. Nehrin izlediği bu yol büyük ölçüde neotektonik dönemde oluşmuş aktif fay kuşakları tarafından belirlenmiştir. Bu çalışma Kızılırmak Nehri vadisinin Kapadokya yöresinde ve Gülşehir-Şahinler arasında kalan kesiminde yapılmıştır. Nehir, bu alanda, paleotektonik dönemdeki genişleme rejimi denetiminde çökelmiş olan, Geç Orta Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı, ignimbirit aratabakalı akarsu-göl ortamı sedimanter istifine vadisini kazmıştır. Dolayısıyla Geç Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı istifin oluşumundan daha genç olan Kızılırmak akaçlama sistemi, Geç Pliyosen'de, iklimde meydana gelen değişime ve Neotektonik dönemde kendini gösteren K–G yönlü sıkışmaya bağlı olarak, nehrin İç Anadolu Neojen göllerini kapması sonucunda kurulmuştur. Nehrin, bölgedeki doğrultu atımlı Neotektonik rejimin önemli yapılarından birisi olan ve Kırşehir fay sisteminin güneydoğu kesimini temsil eden Gümüşkent-Tuzköy doğrultu atımlı fay havzası içine yerleşmiş olması da bu görüşü desteklemektedir.

Kızılırmak Vadisi'nde yapılan jeomorfolojik araştırmada, nehrin günümüzdeki seviyesinden +160 metreye kadar ulaşan yükseltilerde, günümüze kadar aşınımından korunabilmiş olan 15 seki basamağı saptanmıştır. Sekilerin oluşumuyla ilgili kesin zaman çizelgesi, nehrin bazı sekilerini örten bazaltlardan alınan örneklerin, ⁴⁰Ar/³⁹Ar yöntemiyle tarihlenmesi sonucunda oluşturulmuştur. Vadideki en eski seki olarak kabul edilen yankolu (~+160 m) fosilize eden bazalt akıntısı Geç Pliyosen'e (~2 My), diğerleri Erken, Orta ve Geç Pleyistosen'e tarihlenmiştir. Bu veriler, Kızılırmak akaçlama sistemi kuruluşunun, Geç Orta Miyosen–Alt Pliyosen yaşlı volkanosedimanter birimleri üzerleyen ve bölgesel bir anahtar düzey özelliği taşıyan Valibaba ignimbiritinin oluşumundan sonra fakat fosilize yankol öncesindeki (~2.6–2.1 milyon yıl arası) bir zaman dilimi içinde gerçekleşmiş olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan, gerek seki basamakları ve gerekse bazalt akıntılarının yaşları baz alınarak, Kızılırmak Vadisi'nin son 2 milyon yıldaki evrim sürecinde, akarsu kazma oranının ortalama ~0.08 mm/yıl olduğu ve zaman içerisinde önemli değişimler gösterdiği de saptanmıştır. Bu süre içerisindeki en yüksek akarsu kazma oranının (~0.11 mm/yıl) geç Erken ve orta Orta Pleyistosen arasında gerçekleşmiş olduğu da belirlenmiştir. Kazılma oranları aynı zamanda bölgesel yükselim oranlarını da yansıtmaktadır. Bölgesel yükselimin tersine Geç Erken Pleyistosen–Günümüz arasında, Gümüşkent (Salanda) Ana Fayı üzerindeki düşey atım oranı, akarsuyu denetleyen rejimin doğrultu-atımlı faylanma özelliğinin doğal yansıması olarak düşük (~0.036 mm/yıl) kalmıştır. Bölgesel yükselim oranlarındaki değişimler, sekiler arasındaki yükselti farklarına da yansımıştır. Yükselme hızının düşük olduğu, geç Geç Pliyosen–erken Erken Pleyistosen ve kısmen geç Orta Pleyistosen–Geç Pleyistosen seki basamakları arasındaki seviye farkları düşük, bu dönemler arasında oluşan sekilerde ise bölgesel yükselim oranına uygun olarak seviye farkları da yüksektir. Evrim süreci içerisinde zamanla güneye kayan akarsu, Orta Pleistosen'de faylarla ilişkili olarak vadinin güneyine hapsolmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kızılırmak, neotektonik, akarsu sekisi, akarsu kazması, bölgesel yükselim, Ar-Ar tarihlenmesi, Gülşehir

Evolutionary History of the Kızılırmak River, Cappadocia Section: Implication for the Initiation of Neotectonic Regime in Central Anatolia, Turkey

Uğur Doğan¹, Ali Koçyiğit² & Jan Wijbrans³

¹ *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sıhhiye, TR-06100 Ankara, Türkiye (E-mail: ugdogan@yahoo.com)*

² *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06531 Ankara, Türkiye*

³ *Vrije University Amsterdam, Department of Isotope Geochemistry, A-1085, 1081 Amsterdam, The Netherlands*

The Kızılırmak is the longest river (1355 km) which reaches the sea within Turkey. Its source is east of Sivas province and it draws a large arc on the plateaus of semiarid Central Anatolia, turns towards the north and reaches the Black sea in Samsun province. The route which the river follows was determined by the active fault zones formed mainly in the neotectonic period. This study was carried out in the area between Gülşehir-Şahinler in the Cappadocia region of the Kızılırmak valley. The river incised its valley into late–Middle Miocene and Lower Pliocene ignimbrite intercalated with fluvial-lacustrine sedimentary deposits accumulated under the control of an extensional tectonic regime in the palaeotectonic period. Thus the Kızılırmak system is younger than this formation, and river was formed in Late Pliocene, as a result of the climatic change accompanied by a north–south -irected compression in the Neotectonic Period. The fact that the river is settled in the Gümüşkent-Tuzköy strike slip fault basin, which was one of the most important structures of the strike slip neotectonic regime representing the southeastern region of the Kırşehir Fault System, supports this idea.

The geomorphologic investigations carried out in the Kızılırmak valley showed 15 terrace staircases maintained against erosion at elevations up to 160 m from the river level. The absolute time chronology was established by ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of basalt samples capping some of the river terraces. The basalt flow which fossilized the tributary (~+160 m), regarded as the oldest terrace in the valley, was dated to the Late Pliocene (~2 Ma), and the other basalts were dated to the Early, Middle and Late Pleistocene. These data show that the formation of the Kızılırmak drainage system occurred after the Valibaba ignimbrite, which is the regional key horizon, overlay the late-Early Miocene and Early Pliocene volcano-sedimentary units and before the fossilization of the tributary (between ~2.6-2.1 Ma years average time span).

By the use of terrace sequences and basalt dates, the incision rate of the river during the last 2 million years was determined as approximately ~0.08 mm a⁻¹, and showed important variation within that time span. The highest incision rate during this period was determined to be ~0.11 mm a⁻¹ between the late Early and mid-Middle Pleistocene. The river incision rates also reflect the regional uplift rates. In contrast to regional uplift, the vertical slip rate of the Gümüşkent Master Fault remained low (~0.036 mm a⁻¹) between the late Early Pleistocene and today because of the strike-slip faulting feature of the regime which controls the river. The changes of the regional uplift rates manifest themselves in the elevation differences between the terraces. The elevation difference was low between the terraces formed between the late Late Pliocene–early Early Pleistocene and partly the late Middle Pleistocene–Late Pleistocene, when the uplifting rate was slow. On the other hand, the elevation differences in the terraces between these periods were high in accordance with the uplift rate. The river, which shifted towards the south in the evolution process, confined to the south of the valley in the Middle Pleistocene related to the faults.

Key Words: Kızılırmak, neotectonic, river terrace, river incision, regional uplift, Ar-Ar dating, Gülşehir

Doğu Anadolu Fay Sisteminin Yaşı ve Atımı

Erdal Herece

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi,
06520 Ankara (E-posta: herece@mta.gov.tr)*

Türkiye'nin yüksek deprem riski taşıyan önemli fay kuşaklarından birisi olan Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), Karlıova-Türkoğlu arasında 1:100,000 ölçeğinde ayrıntılı olarak haritalanmıştır. Çalışma kapsamında, bölgede yüzeylenen Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı temel kaya birimleri ayrıntılandırılmış, bunları uyumsuzlukla örten geç Maastrichtiyen–Paleojen yaşlı çökeller yaşlandırılmış, Neojen yaşlı çökeller litolojik olarak tanımlanmıştır. Elazığ-Palu arasındaki Çaybağı Pliyosen havzası ise ayrıntılı olarak araştırılmış ve küçük memeli faunasına dayalı olarak da yaşlandırılmıştır. DAFS'ni oluşturan bölütler (segmentler) ve bölütler arasındaki yükselim ve çöküntü alanları da ayrıntılandırılarak adlandırılmış, uzanımları ve özellikleri ile ilgili ayrıntılar saha çalışmasına dayalı olarak ortaya konmuştur. Yapılan bu çalışmalar sonucunda fayın yeri, atımı ve yaşı ile ilgili bazı yeni veriler elde edilmiştir. Fayın her iki tarafındaki jeolojik birimlerin kıyaslanması ile oluşan sol yanal ötelenme değerleri, Karlıova-Sincik arasında Göynük bölütünde 14±1 km, Palu ve Şiro bölütlerinde 15 km dir. Çelikhhan ile Türkoğlu arasında uzanan Erkenek bölütünde ise 22.5–26 km ve Gölbaşı bölütünde 19–26 km olarak saptanmıştır.

Çaybağı Pliyosen havzası, K–G yönündeki sıkışmayla yaklaşık %50–60 kısalmış ve doğu–batı eksen uzanımlı, birbirine paralel olan çok sayıda kıvrım gelişmiştir. Bu kıvrımların faydan yaklaşık 20 km uzaklıkta oluşması, fayın hareketinden önce, bölgede etkin olmuş bir K–G kısalmasına işaret etmektedir. Benzer durum, Palu-Genç ve Bingöl arasında yüzeylenen volkanit ve volkano-tortullardaki kıvrımlar için de geçerli olup kıvrım eksenlerinin gidişleri DAFS'nin uzanımı ile uyumlamamaktadır. Bu kıvrımları oluşturan K–G yakınsamasının ileri evresinde DAFS boyunca başlayan ilk hareket, fayın oluşum yaşını en geç Pliyosen olarak sınırlamaktadır.

DAFS'nin oluşum yaşı ve fay boyunca gelişen yanal ötelenme değerleri arasında var olan ilişkiler, fayın yıllık kayma hızını 7.9±0.3 mm/yıl olarak göstermektedir. Bu kayma hızı DAFS'nin Karlıova-Sincik arasındaki bölümü için geçerlidir. Ancak DAFS'nin güney uzantılarını oluşturan Erkenek ve Gölbaşı bölütleri boyunca atım değerlerinin 19–26 km arasında olması, bu bölütlerin geç Pliyosen sırasındaki 7±3 km olan atımının Düziçi fayı, yerleri belirlenemeyen diğer faylar, plastik deformasyon ve/veya sürüklenme-kıvrımlanma ile emilmiş olmasını gerektirir. En geç Pliyosen'den beri olan DAF sisteminde benzer kayma hızının oluştuğu varsayımı ile tüm bölütler boyunca kayma hızı 7.9±0.3 mm/yıl olarak düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: havza, deprem, fay, bölüt, kıvrım, atım

Left-Lateral Offset and Age of East Anatolian Fault System

Erdal Herece

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi,
TR–06520 Ankara, Turkey (E-mail: herece@mta.gov.tr)*

East Anatolian Fault System (EAFS), which is one of the highest earthquake risk carrying important fault zones in Turkey, is mapped 1:100.000 scale between Karlıova and Türkoğlu. Within this study, the Paleozoic and Mesozoic basement units cropping out in the region are differentiated, unconformably overlaying late Maastrichtian–Paleogene deposits are dated and the Neogene deposits are lithologically described. The Çaybağı Pliocene basin, extending E–W between Elazığ and Palu, is studied in detail and dated based on the micro mammal fauna (MMF). The segments that form the EAF and the uplift and depression areas between these segments are differentiated, and the details of elongations and properties are stated as supported by field study. This work has brought some new data about the location, the total offset and the age of the fault. By comparing the geological units on both sides of the fault, the left-lateral movement values are determined as 14 ± 1 km along Göynük segment between Karlıova-Bingöl, and 15 km along Palu and Şiro segments. However, the amount of total offset is obtained as 22.5–26 km along Erkenek segment and 19–26 km along Gölbaşı segment.

The Çaybağı Pliocene basin has been shortened by 50–60% in N–S direction and consequently many parallel folds in east–west axial direction were formed. These folds are approximately 20 km away from the fault which indicates an effective N–S shortening was prevailing in the region before the movement along the master fault of the system. A similar situation is valid for the folds in the volcanics and volcanosedimentary rocks cropping out between Palu-Genç and Bingöl, the trends of the fold axes do not comply with the general trend of the EAFS. The first movement which began along the EAFS during the further stage of the compression, which forms these folds confines the age of the fault system as latest Pliocene.

The relations between the formation age of the EAFS and the lateral offset values imply that the slip rate of the fault is 7.9 ± 0.3 mm/year. This slip rate is valid for the section of the EAFS between Karlıova-Sincik. However, along the Erkenek and Gölbaşı segments which form the southern extensions of the EAFS, the offset is around 19–26 km and accordingly the slip rate which is about 7 ± 3 km during the latest Pliocene must have been absorbed by Düziçi fault, faults of which locations have not been located, ductile deformation and/or thrusting-folding. With the assumption of similar slip rates were formed along the EAFS since the latest Pliocene, the slip rate must be accepted as 7.9 ± 0.3 mm/year along all of the segments.

Key Words: basin, earthquake, fault, segment, fold, offset

Doğu Anadolu Fay Sistemi Üzerindeki Palu-Uluova Çek-Ayrır Havzasının Neotektoniği

Serap Çolak¹, Ercan Aksoy¹, Murat İnceöz¹ ve Ali Koçyiğit²

¹ Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ (E-posta: eaksoy@firat.edu.tr)

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

Palu-Uluova havzası, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) üzerinde gelişmiş tipik bir çek-ayır havzadır. Elazığ yakınlarında Doğu Anadolu Fay Sistemini oluşturan Uluova, Sivrice ve Adıyaman fay zonlarının denetiminde gelişmiş bir havza olup, DAFS'nin genel uzanımı olan KD–GB doğrultusunda, kuzeydoğuda Palu'dan güneybatıda Gözeli yakınlarına kadar yaklaşık 70 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Havzanın genişliği, denetiminde geliştiği fayların karakterine bağlı olarak değişiklik göstermekle beraber, genelde KD'dan GB'ya doğru artmakta, 2–10 km arasında değişmektedir. Havza dolgusunu oluşturan Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu, travertenler ve güncel alüvyonlar, Palu-Uluova çek-ayır havzasını sınırlayan fayların denetiminde çökelmiş neotektonik birimlerdir.

DAFS, gerek Palu-Uluova havzası ve gerekse yakın çevresinde, doğrultu atımlı faylara özgü basınç sırtları, uçgen yüzeyler, ötelenmiş akarsu yatakları, basamaklı morfoloji, çizgisel uzanımlı vadiler, kesilmiş faysekileri gibi morfotektonik özellikler sergiler.

Anahtar Sözcükler: Doğu Anadolu Fay Sistemi, neotektonik, çek-ayır havza, Elazığ, Türkiye

Neotectonics of the Palu-Uluova Pull-apart Basin on the East Anatolian Fault System, SE Turkey

Serap Çolak¹, Ercan Aksoy¹, Murat İnceöz¹ & Ali Koçyiğit²

¹ *Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–23119 Elazığ, Türkiye (E-mail: eaksoy@firat.edu.tr)*

² *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–06531 Ankara, Türkiye*

The Palu-Uluova basin is a typical pull-apart basin on the East Anatolian Fault System (EAFS). The EAFS consists of four fault zones around Elazığ. These are, from north to south, the Elazığ fault zone, the Uluova fault zone, the Sivrice fault zone and the Adıyaman fault zone. The Palu-Uluova basin has been developed under the control of these fault zones. The 2–10 km wide and 70 km long Palu-Uluova pull-apart basin trends in NE–SW direction, and its width increases from NE to SW. The Plio–Quaternary Palu Formation, travertine and Holocene deposits altogether comprise the neotectonic basin infill accumulated under the control of a strike-slip neotectonic regime.

Above-mentioned fault zones comprising the Elazığ section of the East Anatolian Fault System display numerous strike-slip faulting-related features such as pressure ridge, triangular facets, deflected stream, step-like morphology, linear stream and dissected fault terraces along their length.

Key Words: East Anatolian Fault System, neotectonics, pull-apart basin, Elazığ, Turkey

Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin Orta Kesimi İçinde Aktif Bir Birleşik Çek-Ayır Havza: Merzifon-Suluova Havzası, Türkiye

Bora Rojay ve Ali Koçyiğit

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara
(E-posta: brojay@metu.edu.tr)*

Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) yaklaşık 1700 km uzunlukta, 1–110 km genişlikte ve kıta içi dönüşüm türü fay niteliğinde bir plaka sınıridir. Kuzeyde Avrasya plakası ile güneyde Anadolu plakacığını ayıran KAFS sağ yanal doğrultu-atımlı birkaç fay kuşağı, çok sayıda fay takımı ve tekil faydan oluşur. KAFS orta kesiminde (doğuda Vezirköprü yakın güneyi ile batıda Kargı ilçesi arasında), batıya doğru bükülerek güneye bakan bir yay oluşturur. KAFS içinde çok sayıda değişik tür ve yaşlı doğrultu atımlı havza yer alır. Bunlardan biri de Merzifon-Suluova üzerlemiş birleşik çek-ayır havzasıdır. Merzifon-Suluova havzası, KAFS'nin orta kesimindeki yayın güney iç kesiminde yer alır. Merzifon-Suluova havzası yaklaşık 55 km uzunluğunda, 22 km genişliğinde ve D–B-gidişli bir çöküntü alanı olup kuzeyde Tavşandağ, doğuda Ladik Akdağ, güneyde Çakırdağ, ve batıda İnegöldağ basınç sirtlarıyla çevrelenir.

Merzifon-Suluova havzası, birbirinden açılı uyumsuzluk ile ayrılan iki havza dolgusu içerir. Daha yaşlı ve deformasyon geçirmiş (kıvrımlanmış) olan havza dolgusu, havzanın faylarla denetlenen kenar kesimlerinde yaygın olarak yüzeyler ve egemen olarak göl-akarsu ortamında çökelmiş, Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı sedimanter bir istiften oluşur. Genç ve deformasyon geçirmemiş (hemen hemen yatay konumlu) olan dolgu ya da yentektonik dolgu ise başlıca çakıl-blok türü çakıltası-mavi marn-çamurtaşı ardaşımı ile kalın yelpaze-önlük tortulları, yaşlı ve güncel yelpaze tortolları ve güncel havza tabanı sedimanlarından oluşur. İki farklı havza dolgusu, dolgular arasındaki açılı uyumsuzluk ve daha yaşlı dolgunun deformasyon biçimi, Merzifon-Suluova doğrultu atım havzasının üzerlemiş niteliğini gösterir.

Merzifon-Suluova havzası, kenarları boyunca bir seri doğrultu atımlı fay kuşağı tarafından belirlenir ve denetlenir. Bunlar havzanın kuzey kenarını sınırlayıp denetleyen D–B-gidişli Merzifon doğrultu atımlı fay kuşağı, havzanın güney kenarını belirleyip denetleyen Eraslan sağ yanal doğrultu atımlı fay kuşağı, ve havzanın doğu kenarını sınırlayıp denetleyen KB-gidişli Suluova normal fay kuşağıdır. Bunların dışında, havzanın evriminde önemli rol oynayan iki tekil fay daha vardır. Bunlar D–B-gidişli Çetmi ve Uzunyazı sağ yanal doğrultu atımlı faylardır. Çetmi ve Uzunyazı tekil fayları havzanın içinde yer alır, havzanın Kuvaterner yaşlı yentektonik dolgusunu kesip ötelere ve onu daha yaşlı birimlerle tektonik olarak karşı-karşıya getirir. Bu iki tekil fay, aynı zamanda sismik olarak da etkin olup, diğer kenar fay kuşaklarından çok daha gençtir. Daha önce oluşmuş, eşkenar dikdörtgen biçimli bu tekil havza, özellikle bu iki genç fay tarafından birkaç alt havzaya bölünerek, onun birleşik havza türünde yeni bir havzaya değişimine yol açmıştır. Bu yeni havza ilk kez burada Merzifon-Suluova üzerlemiş birleşik çek-ayır havzası olarak adlanmıştır. Merzifon-Suluova üzerlemiş-birleşik çek ayır havzasının gelişimi sırasında, havzanın kenar fayları boyunca birikmiş olan toplam sağ yanal doğrultu-atım miktarı yaklaşık 12 km olarak hesaplanmıştır. Havzanın gelişimi aktif olarak sürmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kuzey Anadolu Fay Sistemi, birleşik çek-ayır havza, Merzifon-Suluova

An Active Composite Pull-Apart Basin within the Central Part of the North Anatolian Fault System: Merzifon-Suluova Basin, Turkey

Bora Rojay & Ali Koçyiğit

*Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,
TR–06531 Ankara, Turkey (E-mail: brojay@metu.edu.tr)*

The North Anatolian Fault System (NAFS) is an about 1700-km-long and 1–110-km-wide intra-continental transform fault type of plate boundary. It separates the Eurasian plate in the north and the Anatolian platelet in the south, and consists of several fault zones, numerous fault sets to single faults in the character of strike-slip. The NAFS bends and makes a northward arch-shaped trace pattern along its central part between the near south of Vezirköprü in the east and Kargı County in the west. A number of strike-slip basins of dissimilar type and age occur within the NAFS. One of them is the Merzifon-Suluova superimposed composite basin. It is located on the southern inner side of the northerly-arched section of the NAFS. The Merzifon-Suluova basin is an about 55 km long, 22 km wide and E–W-trending depression surrounded by the Tavşandağ push-up in the north, Ladik-Akdağ push-up in the east, the Çakırdağ push-up in the south and the İnegöldağ push-up in the west.

The Merzifon-Suluova basin has two infill separated from one another by the intervening angular unconformity. Older and deformed (folded) one is widely exposed along the fault-controlled margins of the basin, and consists mainly of fluvio-lacustrine sedimentary sequence of Late Miocene-Early Pliocene age. The younger and undeformed (nearly flat-lying) basin infill or neotectonic infill consists mainly of boulder-block conglomerates and blue marl-mudstone alternation, thick fan-apron deposits, older and recent alluvial fan deposits and recent basin floor sediments. These two basin infill, the angular unconformity between them and the deformed pattern of the older infill reveal the superimposed nature of the Merzifon-Suluova strike-slip basin.

The Merzifon-Suluova basin is determined and controlled by a series of strike-slip fault zones along its margins. These are the E–W-trending Merzifon dextral fault zone along its northern margin, the E–W-trending Eraslan dextral fault zone along its southern margin and the NW-trending Suluova normal fault zone along its eastern margin. In addition, there are other two faults, namely the E–W-trending Çetmi and the Uzunyazı dextral faults. Both of them run parallel to both the northern and southern margin-boundary fault zones and display a well-developed overlapped relay pattern. These two faults occur inside the basin, cut across the Quaternary neotectonic infill and tectonically juxtapose it with the older rock units. These two faults are also seismically much more active than the other margin-boundary faults, i.e. these are relatively younger faults. The early formed rhomboidal single basin is divided by these E–W-trending younger faults into several sub-basins converting it into a composite pull-apart basin. It was first termed here as the Merzifon-Suluova superimposed composite pull-apart basin. Total right lateral offset accumulated along the margin-boundary faults of this basin is about 12 km. The development of the basin is actively lasting.

Key Words: North Anatolian Fault System, composite pull-apart basin, Merzifon-Suluova

Amasya ve Çevresinin Neojen Stratigrafisi ve Neotektonik Evrimi: Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin Orta Kesimi

M. Korhan Erturaç ve Okan Tüysüz

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul
(E-posta: erturac@itu.edu.tr)*

Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), doğuda Karlıova ile batıda Saroz Körfezi arasında Karadeniz kıyısına kabaca paralel uzanan, yaklaşık 1200 km uzunluğunda geniş bir içbükey yay çizmektedir. Jeodezik veriler KAFS üzerinde yılda 24 ± 1 mm sağ yanal harekete işaret ederken, hattın güneyindeki Anadolu levhası saat yönünün tersine dönmektedir. KAFS'nin geometrisinde görülen en belirgin saçılma, doğuda Niksar'dan batıda Çorum'a kadar devam eden ve KAFS'den ayrılan iki yan kol ve ilişkili fay segmentlerinin oluşturduğu kama şekilli alanda görülür. Amasya Makaslama Zonu (AMZ) olarak adlandırılan bu alan içerisinde genç havzalar, aktif yükselimler ve belirgin bir sismik aktivite bulunmaktadır. Neotektonik dönem içerisinde gelişen AMZ'nun evriminin anlaşılabilmesi için havza çökellerinin stratigrafisi, fasiyes toplulukları ve memeli fosilleri yardımıyla yaşları araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, makaslama zonunda bugüne kadar Geç Miyosen'de olduğu düşünülen havza oluşumunun Orta Pliyosen'de başladığını ve sınır faylarının zaman içerisinde aktifliğini kaybederek yerlerini D–B doğrultulu devamlı hatlara bıraktığını göstermiştir. Bu dönem aynı zamanda AMZ içerisinde blokların tanımlandığı güncel tektonik dönemin başlangıcına karşılık gelmektedir. Havza çökellerini kesen faylardan derlenen kinematik verilerin analizi, havzaların, günümüze oldukça benzer, KD–GB yönlü genişlemeli bir gerilme rejimi içerisinde oluştuğunu göstermektedir. Bu genel çerçevenin yanısıra bulgularan yerel gerilme terslenmelerine ait veriler ise makaslama zonu içerisinde son dönemde tanımlanan bloklar arasında diferansiyel hız ve rotasyonel farklılığı işaret etmektedir. Bu çalışmada, geniş bir alan içerisinden toplanan yaş ve kinematiğe ait veriler, KAFS'nin bölgesel özellikleri ve evriminin anlaşılmasına, bunun yanısıra bölgenin güncel deprem tehlikesinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Amasya makaslama zonu, havza oluşumu, memeli stratigrafisi, kinematik analiz

The Neogene Stratigraphy and Neotectonic Evolution of the Amasya Region: Middle Section of the Convex Arc of the North Anatolian Fault System

M. Korhan Erturaç & Okan Tüysüz

*İstanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Turkey (E-mail: erturac@itu.edu.tr)*

The North Anatolian Fault System (NAFS) forms the northern boundary of the Anatolian plate and is characterized by a right-lateral strike slip motion. The system starts approximately at 40° east and ends at 26° west forming a broad arc roughly parallel to the coast of the Black Sea following a former suture zone. On the large-scale, one observes a 24 ± 1 mm/yr slip on the NAFS and a very comfortable, nearly rigid counterclockwise rotation of the Central Anatolian Block with respect to the stable Eurasia that fits very well the GPS data. The only visible perturbations to the smooth geometry of the NAFS are two main splay faults with several related minor fault segments that bifurcate from the main fault line at around 34–37° E longitude possibly due to the convexity of the NAFS geometry. These secondary fault structures show remarkable morphological expression accompanied with elongated basin formations, narrow uplifts and microseismicity. These basins were used to be regarded as Late Miocene in age but precise micromammal dating of the related basin stratigraphy indicate that branching off the NAFS main strand and basin formation at the shear zone initiated at Middle Pliocene and evolved to the south. The activity of basin bounding faults decreased later on and E–W-trending transcurrent splays are formed as a part of shear zone evolution. All these structural elements indicate progressive development of a broad dextral shear zone (named Amasya Shear Zone) located within the Anatolian micro-plate. Kinematic data derived from the basin sediments indicate a NE–SW extension direction during basin formation which is identical to recent stress tensor deforming the area. On the other hand, localized but significant kinematic incompatibilities (reverse extension directions) are observed probably formed due to differential slip and rotational behaviors of the defined blocks. Understanding the properties of the study area will improve our knowledge on shear zone evolution within the NAFS and help to built the seismic hazard evaluation of a large intensely populated area.

Key Words: North Anatolian Fault System, Amasya shear zone, basin formation, mammal stratigraphy, kinematic analysis

Biga Yarımadası'nın Yeni Tektoniği: Biga Fay Sistrtemi, KB Türkiye

Ali Koçyiğit

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Laboratuvarı, 06531 Ankara (E-posta: akoc@metu.edu.tr)*

Biga Yarımadası batıdan Kuzey Ege Denizi, kuzeybatıdan Çanakkale boğazı, kuzeyden Marmara Denizi, güneybatıdan Edremit Körfezi ve doğu-güneydoğudan Havran-Manyas hattı ile sınırlanmış aktif bir deformasyon alanıdır. Biga Yarımadası tektonik olarak çok aktif bir alan olup, Orta-Kuzey Ege doğrultu atımlı Yeni Tektonik bölge içinde yer alır. Bu yeni tektonik bölgedeki en büyük sıkışma gerilimi yaklaşık olarak D–B yönünde çalışmaktadır. Biga Yarımadası'nı şekillendiren ve bu yeni tektonik bölgeyi karakterize eden ana yapı, sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin (KAFS) güney koludur. KAFS'nin güney kolu, batıda Edremit Körfezi ile doğuda Bandırma Körfezi arasında yer alan bir eşige (yükseltiye) kadar, tüm güney Marmara kıyı alanı boyunca yaklaşık D-B gidişli bir yol izler; daha sonra güneye doğru 35° kadar bükülür (Edincik sıkışmalı bükümü) ve bu yeni doğrultuda yaklaşık 18 km boyunca Şirinçavuş yerleşimine değin devam eder. Bu noktadan başlayarak, KAFS'nin güney kolu, egemen olarak KD ve KKD gidişli bir seri fay kuşağına ve tekil faya ayrılır ve yaklaşık 110 km genişlikte, 200 km uzunlukta, ve KD-gidişli basit bir kesme kuşağı oluşturur. Bu basit kesme kuşağı burada ilkin Biga Fay Sistemi (BFS) olarak adlandırılmıştır. Arazide gerçekleştirilen ayrıntılı jeolojik haritalama sonucunda, Biga Fay Sistemi içinde 10 doğrultu atımlı fay kuşağı, 16 tekil fay ve 13 adet de doğrultu atımlı fay havzası belirlenmiş, haritalanmış ve ayrı ayrı adlandırılmıştır. Fay kuşakları arasında, kuzeyden güneye doğru, Edincik-Bandırma, Lapseki, Sarıca, Biga-Çan, Sarıköy, Etili, Gönen-Yenice, Hamidiye, Havran-Danişment ve Ilıca-Darıca fay kuşakları sayılabilir. Biga Fay Sistemi'nin ana fayı, Gönen-Yenice sağ yanal doğrultu atımlı fay kuşağı içinde yer alır. Doğrultu atımlı faylara özgü iyi gelişmiş örgülü faylanma biçimi nedeniyle, Biga Yarımadası değişik boyutta ve mercek biçiminde çok sayıda bloğa bölünmüştür. Bu bloklardan bazıları, örneğin Kazdağları gibi, basınç sırtı olarak yükselirken, diğer bazıları doğrultu atımlı havzalar olarak, örneğin Edremit fay kaması havzası gibi, Biga Fay Sistemi'nin evrimi süresince çökmesini sürdürmüştür. İyi gelişmiş doğrultu-atımlı fay havzaları arasında Sarıköy, Gönen, Kalkım, Edremit, Yenice, Ayvacık, Truva, Behramkale, Ezine-Bayramiç, Kazabat, Çan, İnova ve Biga-Çınarköprü havzaları sayılabilir. Bu havzaların çoğunluğu Pliyo–Kuvaterner yaşlı tek bir dolguya sahip olup modern fay kaması havzası türündedir. Buna karşın diğer bazıları ise, Geç Pliyosen öncesi yaşlı eski tektonik dönemden kalıtsal olup, bir birinden açılı uyumsuzluk ile ayrılmış iki farklı dolguya sahip üzerlemiş havza türündedir.

Biga Fay Sistemi'ni oluşturan gerek fay kuşakları ve gerekse tekil faylar, değişik yaş ve fasiyese sahip çeşitli kayaları kesmiş, onları egemen olarak sağ yanal yönde ötelemiş ve bu birimleri gerek kendi aralarında ve gerekse Pliyo–Kuvaterner yaşlı modern havza dolgusu ile tektonik olarak yan yana getirmiştir. Ötelenmiş coğrafik belirteçlere göre, Biga Fay Sistemi içinde birikmiş olan sağ yanal doğrultu atım miktarı yaklaşık 40 km dolayındadır.

Gerek tarihsel ve gerekse güncel depremlerin de ortaya koyduğu gibi, Biga Fay Sistemi'ni oluşturan yapısal fay segmentlerinin çoğu sismik olarak da aktiftir. Aktif fay segmentlerinden bazıları moment büyüklüğü 7.0 ve daha üzerinde büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Sözcükler: Biga Yarımadası, doğrultu atımlı fay, doğrultu atımlı havza, atım, örgülü biçim

Neotectonics of Biga Peninsula: Biga Fault System, NW Turkey

Ali Koçyiğit

*Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,
Active Tectonics & Earthquake Research Laboratory, TR–06531 Ankara, Turkey
(E-mail: akoc@metu.edu.tr)*

Biga Peninsula is an active deformational area bounded by northern Aegean Sea in the west, Dardanelles in northwest, Sea of Marmara in the north, Gulf of Edremit in southwest and the line Havran-Manyas in the east-southeast. The Biga Peninsula is a tectonically very active area included in the Central-northern Aegean strike-slip neotectonic domain in which the principal compressive stress is being operating in approximately E–W direction. Major structure, which shapes the Biga Peninsula and characterizes the Central-northern Aegean strike-slip neotectonic domain, is the southern strand of the North Anatolian dextral fault system (NAFS). The southern strand of the NAFS follows an approximately E–W trace along the southern coastal area of Sea of Marmara up to the sill between the Gulf of Bandırma in the east and Gulf of Erdek in the west, and then bends 35°S (restraining bend), later on, it runs in this new trend for about 18 km distance up to the near east of Şirinçavuş settlement. Starting from this point, it bifurcates into a series of fault zones and single faults of predominant NE and NNE trends resulting in an approximately 110-km-wide, 200-km-long and NE-trending zone of simple shear, which is here termed to be the Biga strike-slip fault system (BFS). Based on the detailed field geological mapping, 10 strike-slip fault zones, 16 single faults and 13 strike-slip basins within this shear zone have been identified, mapped and named separately. Among the strike-slip fault zones, from north to south, the Edincik-Bandırma, Lapseki, Sarıca, Biga-Çan, Sarıköy, Etili, Gönen-Yenice, Hamidiye, Havran-Danişment and Ilıca-Darıca fault zones can be mentioned. The Master fault of the Biga Fault System is included in the Gönen-Yenice strike-slip fault zone. Biga Peninsula has been divided into a number of lens-shaped blocks of differing size due to the well-developed pattern of anastomosing peculiar to the strike-slip faulting. Some of these blocks have been uplifting to be pressure ridges, such as the Kazdağ mega-pressure ridge, while some others have been subsiding as the strike-slip basins, such as the Edremit fault wedge basin, during the evolutionary history of the BFS. Among the well-developed strike-slip basins the Sarıköy, Gönen, Kalkım, Edremit, Yenice, Ayvacık, Truva, Behramkale, Ezine-Bayramiç, Kazabat, Çan, İnova and Biga-Çınarköprü basins can be mentioned. Most of these basins in the type of modern fault wedge depression with a single Plio–Quaternary basin infill, while some others are the superimposed basins, which are inherited from the pre-Upper Pliocene paleotectonic period and have two basin infills separated from one another by the intervening angular unconformity.

Both the fault zones and single faults comprising the Biga Fault System cut various rocks of dissimilar age and facies, displace these older rocks in predominant lateral direction and juxtapose them with to each other and also with the Plio–Quaternary modern basin infill. Based on the offset geographical markers, total right lateral displacement accumulated within the BFS is about 40 km.

Most of the structural fault segments comprising the BFS are also seismically active as indicated by both the historical and recent earthquakes. Some of them have a potential of creating big earthquakes with a moment magnitude of 7.0 or higher.

Key Words: Biga Peninsula, strike-slip fault, strike-slip basin, displacement, anastomosing pattern

Kuzey Anadolu Fayı Pasif Sismik Deneyi: İlk Bulgular

A. Arda Özacar¹, C. Berk Biryo², Hande Tok², Christine R. Gans²,
George Zandt², Susan L. Beck², Linda M. Warren² ve Tuncay Taymaz³

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara
(E-posta: ozacar@metu.edu.tr)

² University of Arizona, Department of Geosciences, 85721 Tucson, Arizona, USA

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469 İstanbul

Kuzey Anadolu Fayı Pasif Sismik Deneyi (2005–2008) kapsamında fayın orta kesimine 39 adet üç bileşenli geniş bant sismometreden oluşan geçici bir sismik ağ kurulmuştur. Toplanan sismik veriler üzerinde şu ana kadar yapılan çalışmalar bölgenin kabuk ve manto yapısı ile ilgili yeni bulgular ortaya koymaktadır. Çevre gürültü analizlerinde üst kabukta faz hızlarının Kuzey Anadolu Fayı etrafında artığı, üst mantoda ise kuzeybatıdan güneydoğuya açık bir azalma olduğu gözlenmiştir. Alıcı fonksiyon analizleri çalışma sahasında kabuk kalınlığının yaklaşık 35–40 km civarında olduğunu göstermektedir. Ayrıca üst kabuk yapısında Kuzey Anadolu Fayına bağlı keskin değişimler gözlenmektedir. Pn tomografi sonuçlarına göre Pn hızları Kırşehir Masifi altında yüksek (>8.1 km/s), Orta Anadolu Fay Kuşağının doğusunda ise düşüktür (<7.8 km/s). Kesme dalgası ayrımlanma analizi ise bölgede hızlı S dalgası polarizasyonunun KD–GB doğrultusunda olduğunu ve anizotropi büyüklüklerinin 0.6–1.5 saniye arasında değiştiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kuzey Anadolu Fayı, kabuk, manto, çevre gürültü, alıcı fonksiyon, Pn tomografi, kesme dalgası ayrımlanması

North Anatolian Fault Passive Seismic Experiment: Preliminary Results

A. Arda Özacar¹, C. Berk Biryol², Hande Tok², Christine R. Gans²,
George Zandt², Susan L. Beck², Linda M. Warren² & Tuncay Taymaz³

¹ *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
TR-06531 Ankara, Türkiye (E-mail: ozacar@metu.edu.tr)*

² *University of Arizona, Department of Geosciences, 85721 Tucson, Arizona, USA*

³ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34469 İstanbul*

North Anatolian Fault Passive Seismic Experiment (2005–2008) is a temporary deployment and consists of 39 three component broadband seismometers located across the central segment of the fault. Analysis of the collected seismic data show new findings related to the crust and mantle structure of the region. Ambient noise study indicates increasing phase velocities near North Anatolian Fault in the upper crust and clear regional decrease from northwest to southeast in the upper mantle. In the study area, receiver function analyses show a crustal thickness of approximately 35–40 km and sharp upper crustal variations correlating with North Anatolian Fault. According to Pn tomography results, Pn velocities are high (>8.1 km/s) beneath Kırşehir Massif and low (<7.8 km/s) east of the Central Anatolian Fault Zone. In the region, shear wave splitting analysis indicates NE-SW trending fast S wave polarizations with anisotropy magnitudes varying between 0.6 and 1.5 seconds.

Key Words: North Anatolian Fault, crust, mantle, ambient noise, receiver function, Pn tomography, shear wave splitting

Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin Tosya-Havza Bölümü Üzerindeki Morfotektonik Yapılar

Okan Tüysüz ve M. Korhan Erturaç

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul
(E-posta: tuysuz@itu.edu.tr)*

Kuzey Anadolu Fayı, genişliği 100 km yi bulan Kuzey Anadolu Makaslama Zonu (KAMZ) içerisine yerleşmiş sağ yanal atımlı aktif bir fay sistemidir. KAMZ nun morfolojisi genellikle bu makaslama zonunu oluşturan faylarla denetlenmektedir. Faylar boyunca dere ötelenmeleri, batık göller, gevşeten ve sıkıştıran bükümler, sürgü sırtları, taraçalar, çiçek yapıları gibi yapılar tanımlanmıştır. Bu çalışmada Tosya (Kastamonu) ile Köprübaşı (Havza, Samsun) arasında KAMZ nun merkezi kesiminin morfolojisi morfometrik yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Söz konusu alanda çek-ayır havza olarak geliştiği kabul edilen iki büyük çökel havza bulunmaktadır. Bunlardan Tosya Havzası Geç Miyosen, Kargı havzası ise Kuvaterner çökelleri ile doldurulmuştur

Kargı Havzası'nın doğusunda Kuzey Anadolu Fayı'nın ana kolu dar ve derin bir vadi içerisinde uzanır. Fayın kuzey ve güneyinde ise pozitif çiçek yapısı şeklinde yükselmiş yüksek dağlık alanlar bulunmaktadır. Doğuda Köprübaşı'na doğru makaslama zonu yeniden genişler. Fay zonu Neojen ve Kuvaterner havzalarına yaklaştıkça genişler, ana kaya içerisinde uzandığı kesimlerde ise genellikle dar ve derin bir vadi içerisinde uzanır. Bu yapı fay zonunun geometrisinin kabuğun yapısı tarafından kontrol edildiğini işaret etmektedir. Diğer yandan, Köprübaşı ve Tosya arasında ana aktif fay boyunca belirlenen morfolojik yapılar bu bölgede fay boyunca 11 km sağ yanal ötelenme olduğunu işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: morfotektonik, morfometri, Kuzey Anadolu Fay Sistemi

Morphotectonic Features Along the Tosya-Havza Section of the North Anatolian Fault System

Okan Tüysüz & M. Korhan Erturaç

*İstanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak,
TR-34469 İstanbul, Turkey (E-mail: tuysuz@itu.edu.tr)*

North Anatolian Fault System is an active right-lateral strike slip zone of deformation emplaced into a broad shear zone, the North Anatolian Shear Zone (NASZ), reaching up to 100 km width. Morphology of the NASZ is mainly controlled by the faults within the NASZ. Different morphological entities such as river offsets, sag ponds, releasing and restraining bends, shutter ridges, terraces, push-up structures etc have been mapped along the shear zone. In this study, morphology of an area in the central part of the NAFS between Tosya (Kastamonu) and Köprübaşı (Havza, Samsun) have been studied by using morphometric methods. In this area there are two sedimentary basins developed as pull apart basins along the central part of the North Anatolian Fault System. Tosya Basin filled by Upper Miocene deposits and the Kargı Basin filled by Quaternary sediments.

To the east of the Kargı Basin, main branch of the North Anatolian Fault System extends along a narrow and deep valley. In the north and south of the fault there are mountainous areas elevated as positive flower structures. Close to the Köprübaşı in the east, the shear zone widens again. The fault zone widens close to the Neogene and Quaternary basins while it is represented by a single fault branch lying in a very narrow depression in the other areas. This widening and narrowing structure of the shear zone indicate that the geometry of the fault is controlled by the structure of the crust. On the other hand, morphological features along the main active North Anatolian Master Fault between Köprübaşı and Tosya indicate 11 km of right lateral offset for this region.

Key Words: morphotectonics, morphometry, North Anatolian Fault System